

Die TA-Akademie

Die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg hat 1992 als Stiftung des öffentlichen Rechts in Stuttgart ihre Arbeit aufgenommen. Die Konzeption der TA-Akademie ist Resultat des Wunsches von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und gesellschaftlichen Gruppen, ein Forum für die Technikfolgenabschätzung im Land und eine Plattform für den öffentlichen Diskurs über die Chancen und Risiken von Technik zu institutionalisieren. Die Satzung der TA-Akademie legt als Aufgaben fest, „Technikfolgen zu erforschen, diese Folgen zu bewerten und den gesellschaftlichen Diskurs über Technikfolgenabschätzung zu initiieren und zu koordinieren“. Die Stiftung ist in vier wissenschaftliche Funktionsbereiche, den Bereich „Geschäftsführung und Öffentlichkeitsarbeit“ sowie den Querschnittsbereich „Diskurs“ gegliedert. Der Stiftungsrat und das Kuratorium setzen sich aus Vertretern der Politik, der Wissenschaft und unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppen zusammen.

Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe Strategien gegen den Nachwuchsmangel

Der Ingenieurmangel ist seit einigen Jahren in aller Munde: Aktuelle Prognosen zeigen, dass weiterhin vor allem Ingenieure der Fachrichtungen Maschinenbau und Elektrotechnik fehlen werden. Die vorliegende Studie der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (TA-Akademie) zeigt jedoch, dass der Ingenieurmangel nur das Symptom einer tieferliegenden Krise technischer Berufe in unserer Gesellschaft ist, die sich auch in einer rückläufigen Akzeptanz naturwissenschaftlicher Schulfächer, technischer Berufe und Studiengänge bis hin zu Selbstzweifeln erwerbstätiger Ingenieure am gesellschaftlichen Image ihrer Berufe manifestiert. Am runden Tisch hat die TA-Akademie deshalb gemeinsam mit Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Ministerien, Schulen, Ingenieurverbänden sowie Landesarbeitsamt und Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Empfehlungen erarbeitet, die vor allem die Einführung eines schulischen Schwerpunktes „Technik“ mit eigenständigem Lehrplan, eigenständiger Didaktik und Methoden an den allgemeinbildenden Schulen vorschlägt. Technische Bildung muss zum festen Bestandteil des Fächerkanons in Deutschland werden, gleichzeitig bedarf es aber in den Bereichen der Techniksozialisation, der technischen Bildung, der Hochschulausbildung und dem Tätigkeitsprofil der Ingenieure grundlegender Veränderungen, um den sich langfristig abzeichnenden Krisen mittelfristig wirksam zu begegnen.

AKADEMIE FÜR TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Industriestraße 5
70565 Stuttgart

Tel.: 0711/9063-0

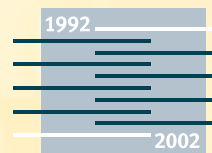
Fax: 0711/9063-299

Internet: www.ta-akademie.de

E-Mail: info@ta-akademie.de

ISBN 3-934629-74-1

ISSN 1617-4135



10 JAHRE

AKADEMIE FÜR
TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG
IN BADEN-WÜRTTEMBERG

■ Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe

Strategien gegen den Nachwuchsmangel



Uwe Pfenning, Ortwin Renn, Ulrich Mack

Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe

Strategien gegen den Nachwuchsmangel

Uwe Pfenning

Ortwin Renn

Ulrich Mack

„Ingenieurinnen und Ingenieure sind wesentlicher Motor der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland und zentrales Bindeglied zwischen neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und ihrer Anwendung in der Praxis. Als solche stehen sie an vorderster Front im globalen Innovationswettbewerb und prägen unser Leben in den verschiedensten Bereichen. Im Erhalt und in der Steigerung der Leistungsfähigkeit Deutschlands ist die Zukunftssicherung des Ingenieurwesens eine zentrale politische Herausforderung.“

Zitat aus der Stellungnahme der Bundesregierung zur großen parlamentarischen Anfrage über die Situation und Perspektiven der Ingenieurinnen und Ingenieure in Deutschland.

Abkürzungsverzeichnis

dib	Deutscher Ingenieurinnen Bund
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DVT	Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine
GDCh	Gesellschaft Deutscher Chemiker
HIS	Hochschul-Informations-System GmbH
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IAW	Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung
ISCO	International Standard Classification of Occupations
SOEP	Sozio-Ökonomisches Panel
TA-Akademie	Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDL	Bundesverband Agrar, Umwelt und Ernährung Verband Deutscher Landschaftsarchitekten
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
ZVEI	Zentralverband der Elektrischen und Elektronischen Industrie Deutschland
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Uwe Pfenning / Ortwin Renn / Ulrich Mack

Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe

Strategien gegen den Nachwuchsmangel

Inhalt	Seite
Danksagung und Vorwort	7
1 Darstellung des Projektes	10
1.1 Von der Diagnose zur Therapie – ein Projektverbund	10
1.2 Ausgangslage und zentrale Fragestellungen	11
1.3 Delphi-Verfahren und trojanische Pferde – das Forschungskonzept	12
1.4 Projektablauf	18
2 Die soziologische Perspektive	21
2.1 Technik als kulturelle und gesellschaftliche Leistung	21
2.2 Technik und Naturwissenschaft	23
2.3 Technik und die Wissensgesellschaft	24
2.4 Technische und naturwissenschaftliche Berufe	25
3 Sachlage	30
3.1 Datenlage	30
3.1.1 Bedeutung der Ingenieurberufe	33
3.1.2 Erwerbstätigkeit von Ingenieuren	35
3.1.3 Arbeitslosigkeit von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern	37
3.1.4 Technische Bildung an Schulen	40
3.1.5 Technische und naturwissenschaftliche Studiengänge	44
3.1.6 Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen	53
3.1.7 Europäische Vergleiche	56
3.1.8 Demographische Entwicklung	58
3.1.9 Einstellungen zur Technik	59

4	Indikation des Mangels	61
4.1	Vorsicht Prognose! – Von Bedarfen und Absolventen	62
4.1.1	Darstellung von Prognosemodellen	62
4.1.2	Anforderungen an valide Prognosen	66
4.1.3	Mangel an Absolventen	67
4.2	Indikation einer Krise – Vom Mangel zur Krise	69
5	Quo Vadis Technicus?	
	Strategische Maßnahmen und Empfehlungen	73
5.1	Vorschulalter und Schule	73
5.1.1	Beispiele für Schulen	77
5.2	Hochschulen und Berufswahl	78
5.2.1	Beispiele aus den Hochschulen	81
5.3	Unternehmen und Wirtschaft	82
5.3.1	Beispiele aus der Wirtschaft	85
5.4	Gesellschaftliche Rahmenbedingungen	86
5.4.1	Beispiele zum Thema „Technik und Gesellschaft“	89
6	Das Zusammenwirken von technischer Bildung, Techniksozialisation und Technikberufen	91
7	Zusammenfassung	94
7.1	Entwicklung der technischen Berufe	94
7.2	Technische Bildung als gesellschaftliche Aufgabe	95
7.3	Fazite und Defizite	97
7.4	Offene Fragen	99
	Literaturverzeichnis	101
	Anmerkungen	106

Danksagung und Vorwort

Die vorliegende Studie ist das Resultat der Zusammenarbeit vieler engagierter Personen aus verschiedenen Institutionen, die mit den Problemen der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung und der kritischen Situation der entsprechenden Berufen bestens vertraut sind. Abseits der inhaltlichen Ergebnisse erachten wir es bereits als einen Erfolg, dass über ein Jahr hinweg dieser Personenkreis in mehreren Sitzungen zusammenfand und lebhaft Debatten über Zustand und Perspektiven der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung in Deutschland führte. Diese Debatte wird mit der vorliegenden Studie nicht beendet sein. Sicherlich werden sich an einigen Aussagen neue Diskussionen entzünden, um weiteres Licht ins verbleibende Dunkel zu bringen. In Erwägung der hohen Komplexität der Thematik sind längst nicht alle Fragen geklärt und relevante Zusammenhänge entdeckt. Zudem erscheint im Lichte unserer Analysen eine individuelle Berufswahl als ein vielseitig beeinflusster sozialer Prozess. Soziale Prozesse gilt es jedoch stets zu beobachten. In unserer Studie finden sich viele Indizien dafür, dass bereits kleine Veränderungen in den Rahmenbedingungen große Auswirkungen auf die Situation technischer und naturwissenschaftlicher Berufe haben können¹. Eine Fortführung der Diskussion wäre deshalb nur zu begrüßen. Die vorliegende Präsentation kann hierzu Denkanstöße geben, interessante Ergebnisse einbringen und auf offene Fragen hinweisen.

Zuvorderst gilt unser Dank den Finanziers des Projektes: der Impuls-Stiftung des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), dem Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg und dem Kultusministerium Baden-Württemberg sowie dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Alle Projektträger waren über ihren finanziellen Obolus hinaus durch ihre Vertreter engagiert an der Diskussion beteiligt und tragen durch ihre Aktivitäten zur Diffusion der Forschungsergebnisse bei.

Zentrale Methode des Forschungsprogramms war die Durchführung eines Delphi-Verfahrens. Jedes Delphi-Verfahren, insbesondere jedoch die gewählte modifizierte Gruppen-Delphi-Methode, lebt vom Engagement der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Für dieses Engagement bedanken wir uns bei Geschäftsführer Ulrich P. Hermani und Dr. Astrid Engels (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Landesverband Baden-Württemberg und Impuls-Stiftung), Beate Lienemann (Südwestmetall), Martina Reinalter (Landesarbeitsamt Baden-Württemberg), Dr. Helmut Willke, Dieter Besemer (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg), Konrad Horstmann, Klaus Happold, Siegmund Keller (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-

Württemberg), Harald Arnold (Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg), Direktor Prof. Wolfgang Stierle, Prof. Dr. Klaus Teichmann, Prof. Dr. Reinhard Caspar, Reinhard Bayer (Landesinstitut für Erziehung und Unterricht), Präsident Manfred Hahl, Heinz Eberspächer (Oberstudienamt Stuttgart), Rektor Prof. Dr. Martin Stohrer (Fachhochschule Stuttgart), Rektor Prof. Dr.-Ing. Werner Fischer (Fachhochschule Karlsruhe), Manfred Pfaus, Reinhard Riesch (Ingenieurkammer Baden-Württemberg), Hauptgeschäftsführer Dr. Hartmut Richter, Nikolaus Sauer (Baden-Württembergischer Handwerkstag), Prof. Dr. Winfried Schmayl (PH Karlsruhe), Prof. Dr. Hans Schulte, Prof. Dr. Manfred Rick, Dr. Volker Brennecke, Karlheinz-Simsheuser (VDI), Manfred Müller (IHK Region Stuttgart); Prof. Dr. Matthias Kind (Universität Karlsruhe) und Günter Offermann (Friedrich-Schiller-Gymnasium Marburg).

Die ins Forschungskonzept eingebundene Erhebung über die Berufserfahrung von Ingenieur(innen) und Naturwissenschaftler(innen) wäre ohne die Unterstützung des Deutschen Ingenieurinnen Bundes (dib), des Bundesverbandes Agrar, Ernährung und Umwelt (VDL), der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), des VDI und des Kultusministeriums Baden-Württemberg nicht möglich gewesen. Der gute Verlauf der Erhebung und die große Resonanz, gerade bei Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen, ist sicherlich der intensiven Unterstützung und Kooperationsbereitschaft dieser Institutionen und Berufsverbände zu verdanken. Hierfür unseren herzlichen Dank.

Im Rahmen der Projektaktivitäten wurde auch eine Bestandsaufnahme von Modellprojekten und informativen Hinweisen zur Situation der schulischen und akademischen Bildung im Bereich Technik und Naturwissenschaften vorgenommen. Mehr als 210 Projekte sind zwischenzeitlich systematisch dokumentiert und in einer öffentlich zugänglichen Datenbank zum Zwecke des Informations- und Erfahrungsaustausches archiviert (s. www.ta-akademie.de). Darunter befinden sich bundesweit bekannte Beispiele wie das „TheoPrax-Projekt“ an der Universität Freiburg, die „GaraGe Leipzig“, die Zukunftswerkstatt am Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim oder die „ThinkIng-Kampagne“ ebenso wie medial weniger bekannte, jedoch lokal oder regional bedeutsame Projekte zur erfolgreichen Berufsberatung oder MitMach-Labore von Unternehmen.

Dies wäre nicht möglich gewesen ohne die vielen Hinweise von Trägern solcher Projekte. Hierfür möchten wir uns bedanken und alle Leserinnen und Leser dazu ermuntern, die Datenbank bei Bedarf zu nutzen, zu empfehlen und die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (im

Folgenden kurz: TA-Akademie) über weitere, innovative Modellprojekte zu informieren.

Wenn man am Ende eines Forschungsprojektes mehr weiß als zuvor, dann war der Forschungsprozess zumindest nicht in Gänze falsch. Forschungsprojekte dienen in diesem Sinne für alle Beteiligten von der Projektleitung bis zu den studentischen Mitarbeiter/innen stets auch zur wissenschaftlichen Aus- bzw. Fortbildung. Im Rahmen dieses Projektes erhielten vor allem Diana Brukmajster, aber auch Marlen Schulz, Astrid Spurk und Julia Veile als studentische Mitarbeiterinnen und Alberto Salvatierra als Praktikant erste Einblicke in die Forschungspraxis und die Methoden der empirischen Sozialforschung, von der Dateneingabe bis hin zu anspruchsvollen Auswertungen und Internetrecherchen als Grundlage für die Datenbank über Modellprojekte reichend. Wir bedanken uns für die zuverlässige Unterstützung und das hohe Engagement.

Hans-Peter Ries von der EDV-Abteilung der TA-Akademie danken wir für die Erstellung, Pflege und Einweisung der Datenbank über Modellprojekte. Jeder Nutzer und jede Nutzerin wird sich angesichts der Datenmenge und Informationsfülle über die effektiven Suchroutinen freuen.

Im Rahmen eines Kommunikationskonzeptes zur Vermittlung der Ergebnisse gilt unser Dankeschön Dr. Birgit Spaeth, Iris Lehmann und Markus Geckeler für die Gestaltung von Layout und Kontrolle der Kommata, Ausmerzen von Fehlern jeglicher Art und dem Aufspüren unverblümter Stilblüten, die beim Schreiben dieses Ergebnisberichtes sprossen.

Für die wissenschaftliche Leitung des Projektes und daraus resultierende Unklarheiten, Missverständnisse und furiose wie gegebenenfalls kuriose Schlussfolgerungen zeichnen Dr. Uwe Pfenning und Prof. Dr. Ortwin Renn verantwortlich. Ulrich Mack als Geschäftsführer der Akademie für Technikfolgenabschätzung verstand es, die Finanzen sowie die richtigen und wichtigen Teilnehmerinnen und Teilnehmer für die Delphi-Runden zu gewinnen.

Wir hoffen, dass die geneigte Leserin bzw. der Leser dieser Präsentationsbrochure neue Anregungen und Ideen entnehmen kann. Für Anmerkungen und Kritik zu unserer Studie sind wir in Kenntnis der offenen Fragen und Probleme sehr dankbar.

1. Darstellung des Projektes

1.1 Von der Diagnose zur Therapie – ein Projektverbund

Die vorliegende Studie der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg setzt die bisherigen Forschungsarbeiten über die Entwicklung der technischen und naturwissenschaftlichen Berufe fort. Seit 1999 thematisiert die Akademie für Technikfolgenabschätzung die Entwicklung dieser Berufszweige in verschiedenen Projekten. Der Studie über die „Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer“ (vgl. Zwick / Renn 2000) folgte eine weitere Forschungsstudie zur Darlegung von „Strategien zur Vermeidung eines Mangels an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern“ (Pfenning / Renn / Mack 2000) sowie ein Forschungsprojekt zur Situation und den Nachwuchssorgen der Handwerksberufe (Hampel / Renn 2001).

Damit existiert erstmals an einer baden-württembergischen Forschungsinstitution ein Projektverbund, der die Zukunft handwerklicher, technischer und naturwissenschaftlicher Berufe konzeptionell gemeinsam betrachtet und mittels umfassender qualitativer und quantitativer Verfahren einer eingehenden Analyse unterzieht. Die Ergebnisse der ersten Studie zur Attraktivität von technischen Studiengängen und naturwissenschaftlichen Schulfächern wurden mit großer öffentlicher Aufmerksamkeit aufgenommen. Dieser „Diagnosestudie“ über Zustand, Akzeptanz und Attraktivität der entsprechenden schulischen und akademischen Ausbildungen schloss sich eine „Therapiestudie“ an. Zielsetzung war, strategische Handlungsvorschläge für eine nachhaltige Verbesserung der Rahmenbedingungen von technischen und naturwissenschaftlichen Berufen zu unterbreiten. Die vorliegende Präsentation fasst die Ergebnisse dieser Studie über „Strategien zur Vermeidung eines Mangels an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern“ zusammen. Das dritte Forschungsprojekt über das Interesse der Schüler an Handwerksberufen sowie zur Ausbildungssituation in den Handwerksberufen wird derzeit an der TA-Akademie durchgeführt.

1.2 Ausgangslage und zentrale Fragestellungen

Der Mangel an qualifizierten Ingenieuren und Naturwissenschaftlern ist ein Forschungsthema im konjunkturellen Aufwind. Wirtschaft, Politik, Berufsverbände und Bildungsinstitutionen klagen unisono über einen Mangel: mangelndes Interesse der Schüler an naturwissenschaftlichen Leistungskursen, mangelhaftes naturwissenschaftliches und mathematisches Wissen deutscher Schüler (PISA-Studie), Mangel an Absolventen, Mangel an Studienanfängern, Mangel an Fachkräften, Mangel an technischer Bildung. Rhetorisch verkürzt ließe sich das Wehklagen unter dem Motto „An Mangel kein Mangel“ zusammenfassen (Pfenning / Renn 2001). Der akute Mangel an technischen und naturwissenschaftlichen Fachkräften war Anlass für die Studie, in deren Rahmen eine Bestandsaufnahme und „Ursachenforschung“ dieses Problems durchgeführt wurde.

Die Mangelsituation ist auch im Jahr 2002 aktuell und sie wird mit hoher Wahrscheinlichkeit für bestimmte Ingenieur- und naturwissenschaftliche Berufe zumindest bis zum Jahre 2005 andauern. Eine wichtige Ursache der heutigen Mangelsituation liegt in der Vergangenheit: In Folge großer konjunktureller Schwankungen und einer wirtschaftlichen Rezession kam es in den Jahren 1991/1992 zu einer Entlassungswelle von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Zugleich erreichten die Absolventenzahlen in diesen Jahren einen Höchststand. Es bestand ein Überschuss an jungen, qualifizierten technischen Fachkräften. In der Folge gingen die Studienanfängerzahlen der Ingenieur- und Naturwissenschaften an Universitäten und Fachhochschulen von 1993 bis 1998 aufgrund der Wahrnehmung der ungünstigen Arbeitsmarktsituation überdurchschnittlich und beständig zurück. Mit den niedrigen Zulassungszahlen dieser Jahre korrespondieren die heutigen niedrigen und – am wirtschaftlichen Bedarf gemessen – ungenügenden Absolventenzahlen. Eine hohe Studienabbruchsquote, bedeutsame Anteile beim Studiengangwechsel und eine niedrige Branchenbindung der Absolventen tun ein Übriges zur Verminderung des Potenzials an qualifizierten technischen und naturwissenschaftlichen Fachkräften.

Dieses empirische Beispiel verdeutlicht, dass viele Faktoren Einfluss auf die individuelle Studienwahl nehmen: Strukturelle Determinanten wie Konjunkturentwicklungen, Arbeitsmarktchancen oder die Personalpolitik der Unternehmen ebenso wie individuelle Determinanten bezüglich der Wahrnehmung von Arbeitsmarktrisiken und veränderter Präferenzen für Berufswahlen. Deshalb lag es nahe, nicht nur die heutige Mangelsituation zu thematisieren. Vielmehr sollten auch Schlussfolgerungen zur generellen Verbesserung der techni-

schen Bildung in Gesellschaft, Unternehmen und Bildungsinstitutionen abgeleitet sowie die akademischen, wirtschaftlichen und sozio-kulturellen Rahmenbedingungen hierfür definiert werden.

Diese Ausweitung der Fragestellung ist umfassend, konstruktiv und leitet über zu strategischen Empfehlungen und soziologischen Analysen. Im Sinne dieser Fragestellung wird die individuelle Berufswahl als sozialer Prozess aufgefasst, der mannigfachen Einflüssen unterliegt und neben punktuellen Erwägungen auch einen biographischen Hintergrund hat und unter bestimmten strukturellen Bedingungen erfolgt.

Die weitergehende Zielsetzung des Projektes war insofern, die Verbesserung der gesellschaftlichen, akademischen, sozio-kulturellen und betrieblichen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Techniksozialisation in unserer Gesellschaft. Diese verbesserten Rahmenbedingungen sollen es technisch bzw. naturwissenschaftlich talentierten Mädchen und Jungen ermöglichen, ihre Fähigkeiten zu erkennen, eine adäquate Förderung zu erhalten und eine qualifizierte Ausbildung zu bekommen.

Die Strategien hierzu sind vielfältig und werden bei einer Umsetzung nur mittelfristig wirksam. Den aktuellen Mangel werden diese Empfehlungen nicht verhindern, allenfalls vermindern. Dafür können sie einen zukünftigen Mangel nachhaltig vermeiden helfen und positive Rückkoppelungen in den sozialen Prozessen der Techniksozialisation hervorrufen.

1.3 Delphi-Verfahren und trojanische Pferde – das Forschungskonzept

Das Orakel von Delphi war in der griechischen Mythologie eine Stätte der Weisheit und der Prophezeiungen. Befragt nach dem Patentrezept für eine bessere Attraktivität von technischen und naturwissenschaftlichen Berufen und zur Vermeidung der berühmt-berüchtigten „Schweine-Zyklen“ von Überschuss und Mangel hätte sicherlich auch das Orakel keine kausale Antwort gewusst. Zu vielfältig, zu dynamisch und zu komplex miteinander verquickt sind die Einflüsse. Deshalb können sich punktuelle Maßnahmen unter Umständen als „trojanisches Pferd“ entpuppen und sich der angestrebte positive Effekt in sein Gegenteil verkehren².

In der empirischen Sozialforschung kennzeichnet ein Delphi-Verfahren eine qualitative und diskursive Methode zum Austausch von Expertenmeinungen. Es ist ein mehrstufiges Verfahren, weil die Ergebnisse vorhergehender Befra-

gungen in die jeweils nachfolgende Befragung eingehen. Ziel ist die Verständigung auf ein Ergebnis, dass von allen Experten akzeptiert oder zumindest toleriert wird. Seine Anwendung liegt deshalb insbesondere dann nahe, wenn es zu einer Problemstellung verschiedene, argumentativ begründete Lösungsalternativen gibt. Für unsere Studie über strategische Empfehlungen zur Vermeidung eines Mangels an Ingenieuren und Naturwissenschaftler sind solch verschiedene Positionen vorhanden. In der Bildungspolitik werden einerseits Studienkapazitäten ausgebaut und Zulassungskriterien verengt (z.B. Bachelor- und Masterstudiengang), in der Arbeitsmarktpolitik wird die Arbeitsimmigration erleichtert und dadurch möglicherweise die in der nationalen Bildungspolitik begründeten strukturellen Ursachen des Mangels verdeckt (z.B. Green-Card), innerbetriebliche Trainee-Programme zur Umschulung von Fachkräften anderer Disziplinen zur Deckung des Bedarfs an technischen Fachkräften signalisieren Ersetzbarkeit, in Fachkreisen wird eine Didaktikdiskussion über Erhöhung versus Differenzierung der Bildungsanforderungen geführt³. Keine dieser Maßnahmen ist unumstritten, weil es jeweils Argumente Pro und Kontra gibt.

Vor diesem Hintergrund wurde für die vorliegende Studie auf die Delphi-Methode zurückgegriffen. Allerdings kam ein modifiziertes, diskursives Delphi-Verfahren zur Anwendung, das so genannte Gruppen-Delphi-Verfahren (Renn / Webler 1991). Dieses basiert nicht auf einer anonymen schriftlichen Umfrage unter den einbezogenen Experten, sondern auf einem direkten kommunikativen Austausch von konträren und mitunter extremen Meinungen im Wechsel von Arbeitsgruppen und Plenum. Extreme oder polarisierende Meinungen werden dafür benutzt, um die in ersten Gesprächsrunden ermittelten konsensualen Ergebnisse in anschließenden Gesprächsrunden einer weiteren argumentativen Prüfung zu unterziehen.

Der Adressatenkreis für die konstituierende Sitzung der Delphi-Runde umfasste Experten aus dem Mitarbeiterstab zuständiger Landesministerien und nachgeordneten Fachverwaltungen und der Arbeitsverwaltung (politisch-administrative Entscheider), Repräsentanten von Berufs- und Wirtschaftsverbänden, Vertreter von Handwerks- und von Ingenieurkammern (Betroffene), Schulleiter, Hochschuldozenten und Studiendekane (Praktiker) sowie Wissenschaftler aus den Disziplinen Ingenieurwissenschaften, Didaktik, Pädagogik, Technik- und Berufssoziologie. Die Teilnehmerrunde war somit interdisziplinär zusammengesetzt.

Das Gruppen-Delphi-Verfahren sollte zudem informationsgestützt durchgeführt werden, um die Experten aus den verschiedenen Fachgebieten über die relevanten Motive der Schüler und Studierenden zu ihrer Studienwahl bzw.

zum angestrebten Beruf sowie die Entwicklungen in anderen Fachgebieten zu informieren. Hierzu dienten im Projektverlauf durchgeführte Bestandsaufnahmen und empirische Erhebungen sowie die Ergebnisse der vorherigen „Diagnosestudie“.

Die Betrachtung von Modellprojekten erweitert den Horizont möglicher Aktivitäten zur Verbesserung der technischen Bildung und zur attraktiven Gestaltung der Berufsberatung. Ihre systematische Zusammenfassung lässt inhaltliche Schwerpunkte und die maßgeblichen Zielgruppen erkennen. Dies sind wichtige Aspekte, um einer Verengung der im Delphi-Verfahren diskutierten Perspektiven und Möglichkeiten zu begegnen.

Die statistische Bestandsaufnahme vornehmlich tabellarischer Daten reflektiert den empirischen Sachstand hinsichtlich strukturell-institutioneller Rahmenbedingungen der technischen und naturwissenschaftlichen Berufe und Ausbildungsbedingungen. Sie dient der Indikation des Mangels und dessen differenzierter Analyse. Darüber hinaus ist sie bedeutsam für die Ableitung und Bewertung von Bedarfsprognosen. Über die Abbildung von Trendbeobachtungen wird ein Blick auf die zukünftige Entwicklung der Absolventenzahlen möglich. Ansatzweise wurden hierbei auch internationale Daten ausgewertet, um die Position der Ingenieurausbildung in Deutschland im internationalen Vergleich aufzuzeigen.

Die Sekundäranalyse von Untersuchungen über individuelle Motivlagen sowie die mit Unterstützung von einigen Berufsvereinigungen eigens für dieses Forschungsprojekt durchgeführte Umfrage über „Berufserfahrungen von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern“ ermöglichen Analysen über individuelle Determinanten der Studien- und Berufswahl, zur beruflichen Zufriedenheit, zur retrospektiven Bewertung des Studiums und zur individuellen Technik-“biographie“.

Die Sichtweise und Perspektiven der Schüler zur Bewertung der schulischen Ausbildung und zur Darstellung ihrer Gründe für eine Studien- und Berufswahl sind bereits in der vorausgegangenen Studie dokumentiert. Auf diese Ergebnisse wird mehrfach Bezug genommen.

Der analytische Vergleich von tabellarischen Daten und die Sekundäranalysen individueller Umfragedaten über subjektive Motive und Bewertungen ist interessant für die Kongruenz von subjektiven Erwartungshaltungen mit der vorhandenen Studien- und Berufsrealität.

Hinzu kamen die Erfahrungen, die sich aufgrund von mehreren Diskussionsveranstaltungen und Vorträgen anlässlich von Kongressen, Tagungen und

Symposien zur generellen Thematik „Nachwuchsmangel bei Ingenieuren“ ergaben⁴. Diese Veranstaltungen ermöglichten den Erfahrungsaustausch mit Ingenieuren und Naturwissenschaftlern und zeigten, inwiefern die Erkenntnisse unserer Studie mit der realen Berufswelt übereinstimmten bzw. ob sich Inkonsistenzen ergaben.

Das Design der Studie über Strategien zur Vermeidung eines Mangels an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern illustriert Schaubild 1. Es verdeutlicht den zentralen Stellenwert des Delphi-Verfahrens im Projektdesign.

Aus der zentralen Fragestellung über den Zusammenhang von technischer Bildung und der gegenwärtigen Mangelsituation in den technischen und naturwissenschaftlichen Berufen ergab sich die thematische Gliederung der Delphi-Besprechungen. Um eine entsprechende Berufswahl als sozialen Prozess nachzuzeichnen, war es nötig die Rahmenbedingungen zum Erkennen eines frühen Interesses an technischen Dingen in der Kindheit und zu dessen späteren Förderung an Schulen und Hochschulen ebenso zu thematisieren wie die betrieblichen Bedingungen der Berufsausübung und die Verbesserung der Darstellung von Technik in der Gesellschaft. Entsprechend wurden in der ersten Delphi-Runde Belange der primären technischen Sozialisation im Vorschulalter und in der Schulzeit sowie die Bedingungen der akademischen Ausbildung ausgiebig diskutiert. In einer weiteren Delphi-Runde schloss sich die Diskussion betrieblicher Maßnahmen zur Verbesserung der beruflichen Situation sowie den politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für eine gelungene Technikvermittlung an.

Dieses komplexe Forschungsprogramm gewährleistete für das Delphi-Verfahren eine Diskussion auf hohem Niveau und auf einer validen Datenbasis durch die mittels empirischer Analysen gewonnenen Erkenntnissen. Die subjektiven Interessen und Meinungen der avisierten Zielgruppen waren ebenso wie statistische Trendbeobachtungen Teil dieser Datenbasis für die Beratungen und Handlungsempfehlungen. Somit waren für die Delphi-Runden ausführliche, objektive und subjektive Informationsmaterialien verfügbar

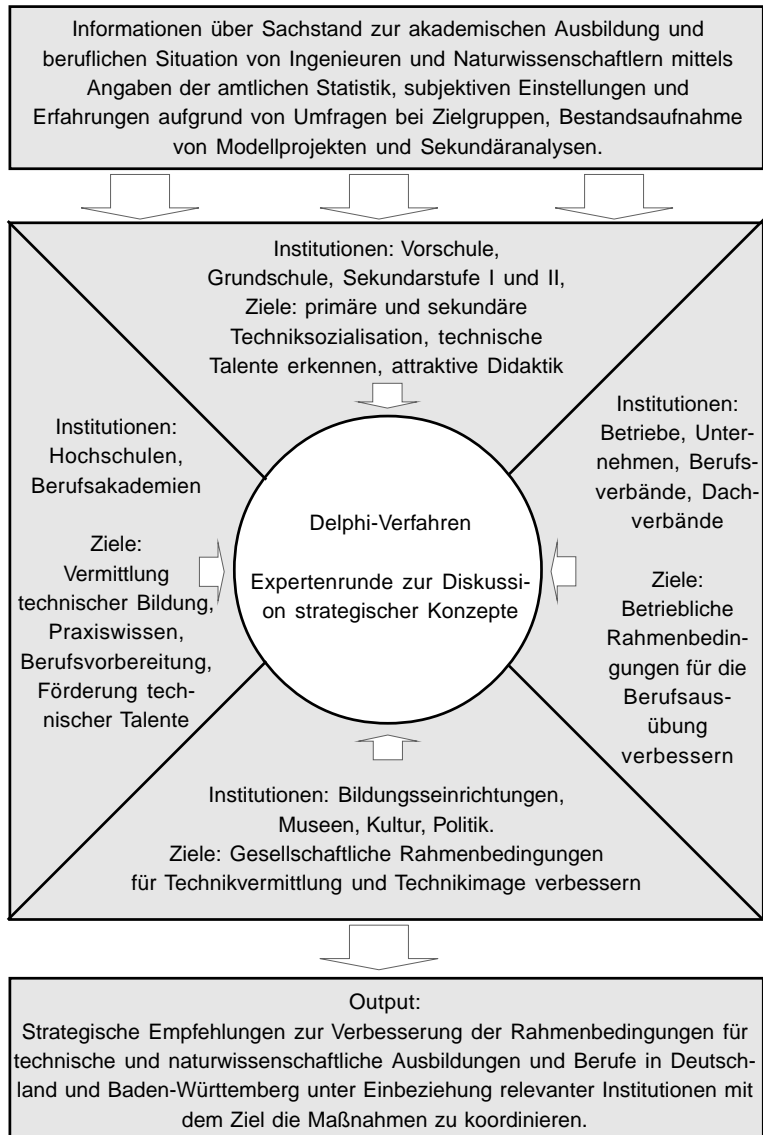
Übersicht 1: Beteiligte Institutionen am Delphi-Verfahren

Institutionen / Organisationen:

Funktion / Sektor:

<ul style="list-style-type: none"> ■ Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg ■ Kultusministerium Baden-Württemberg ■ Wissenschaftsministerium Baden-Württemberg ■ Landesarbeitsamt Baden-Württemberg 	}	<p>Politisch-administrative Institutionen und staatliche Arbeitsverwaltung</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Landesinstitut für Erziehung und Unterricht ■ Oberschulamt Stuttgart ■ Schulleiter von Gymnasien ■ Universitäten ■ Fachhochschulen ■ Pädagogische Hochschulen 	}	<p>Schulische und akademische Bildungsinstitutionen</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Verein Deutscher Ingenieure (VDI), mit mehr als 130.000 Mitgliedern der maßgebliche Berufsverband der Ingenieure in Deutschland ■ VDI Landesverband Baden-Württemberg ■ Ingenieurkammer Baden-Württemberg ■ Handwerkskammer Baden-Württemberg 	}	<p>Verbandsvertreter der Berufsvereinigungen und Ingenieure als gesellschaftliche Gruppierung</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) als maßgeblicher Dachverband der Maschinenbauindustrie, in der die meisten Ingenieure tätig sind ■ Arbeitgeberverband Südwest-Metall 	}	<p>Verbandsvertreter der Wirtschaft</p>

Schaubild 1: Konzeptionelles Design der Studie (Blockmodell)



1.4 Projekttablauf

Der Teilnehmerkreis für das Delphi-Verfahren konstituierte sich im Dezember 2000 mit ca. 30 Vertretern aus den zuvor benannten Institutionen und gab sich ein Arbeitsprogramm. Dieses beinhaltete Bestandsaufnahmen zur statistischen Ausgangslage, Sekundäranalysen des vorhandenen Datenmaterials und eine Dokumentation von laufenden Modellprojekten zur technischen Bildung, weiterhin eine repräsentative Erhebung über die Berufserfahrungen von erwerbstätigen Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Die Ergebnisse der vorherigen Studie zur Attraktivität der technisch-naturwissenschaftlichen Schulfächer und Studiengänge lagen den Teilnehmern als Publikation vor (Zwick/Renn 2000). Diese Arbeitsmaterialien dienten als Informationsbasis für die Diskussionen der Delphi-Runden im Juli und November 2001 sowie im Januar 2002 mit wechselnden thematischen Schwerpunkten und einer abschließenden Beratung der Resultate am 16. April 2002.

Die thematischen Schwerpunkte der einzelnen Delphi-Runden leiteten sich aus dem inhaltlichen Konzept ab, das eine umfassende Diskussion der Situation der technischen Bildung sowie der technischen und naturwissenschaftlichen Berufe vorsah. In der Delphi-Runde im Juli 2001 wurden die Themenfelder „Früherziehung, Vorschulalter, Schule“ sowie „Studium an Fachhochschulen und Universitäten“ diskutiert, im November 2001 die Themenbereiche „Betriebliche Rahmenbedingungen“ und „Gesellschaftliche Rahmenbedingungen“. Die Treffen am 16. Januar 2002 und am 16. April 2002 waren der inhaltlichen Zusammenfassung und der Darstellung des Kommunikationskonzeptes zur Vermittlung der Resultate gewidmet. Diese Vorgehensweise entspricht dem theoretischen Ansatz, eine Studien- und Berufswahl als einen sozialen Prozess aufzufassen, basierend auf einer gelungenen Techniksozialisation mittels Erkennen, Förderung und Unterstützung technischer bzw. naturwissenschaftlicher Talente und unter positiven gesellschaftlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen ablaufend.

Die über einen Zeitraum vom Januar 2001 bis März 2002 erfassten Modellprojekte sind in einer Datenbank der Akademie für Technikfolgenabschätzung zusammengefasst, die über die Webpage der Akademie allgemein zugänglich ist (www.ta-akademie.de). In die Datenbank sind zwischenzeitlich 224 Modellprojekte, Informationshinweise und Links zu anderen elektronischen Informationsbasen wie z.B. der Datenbank BerufNet des Arbeitsamtes eingetragen. Sie wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Weitere Hinweise auf neue Modellprojekte sind jederzeit möglich und willkommen. Kontakte sind über die Webpage elektronisch sonst auch per Post möglich⁵.

Von August 2001 bis Oktober 2001 wurde mit Unterstützung von vier Berufsvereinigungen und dem Kultusministerium Baden-Württemberg eine postalische Umfrage zum Thema „Berufserfahrungen von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern“ sowie von Fachlehrern durchgeführt. An der Erhebung beteiligten sich 1064 Personen aus diesen drei Zielgruppen. Dies ist eine fundierte statistische Basis für Auswertungen zur retrospektiven Bewertung des Studiums, über die Berufserfahrungen, die individuellen Determinanten der Studienwahl, die individuelle Techniksozialisation und Technikwahrnehmung. Eine kurze Zusammenfassung von zentralen Ergebnissen der Umfrage ist ebenfalls auf der Webpage der Akademie verfügbar.

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden Veröffentlichungen zur Thematik, die Bekanntgabe von Daten oder Statistiken zur akademischen und beruflichen Situation von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern sowie weitere fachspezifische Materialien ausgewertet und in die Bewertung unserer Studie einbezogen. Dadurch war es möglich, ein umfassendes Bild über die Lage der technischen und naturwissenschaftlichen Berufe und über das Niveau der technischen Bildung in Deutschland zu erlangen. Insgesamt war es für uns überraschend – dies soll als erstes Ergebnis der Bestandsaufnahme vorweg genommen werden – wie unsicher die Forschungslage ist und wie wenig die verfügbaren Daten koordiniert werden⁶. Allein durch das einfache Zusammenführen von Daten wäre zumindest für das Erstellen von Prognosen oder Szenarien eine erste Hilfe für wissenschaftliche Analysen gegeben⁷.

In Tabelle 1 sind die Teilnehmerzahlen der zentralen empirischen Erhebungen aus den beiden Studien zur Lage der technischen und naturwissenschaftlichen Fächer, Studiengänge und Berufe aufgelistet.

Alle Erhebungen sind von einer hohen Beteiligungsbereitschaft der jeweiligen Zielgruppen geprägt. Die Rücklaufquote der Befragung bei den Studienanfängern wird mit 45% angegeben (Zwick/Renn 2000: 32). Für die Befragung der erwerbstätigen Ingenieure und Naturwissenschaftler errechnet sich eine Rücklaufquote von 48%⁸. Diese Anteile sind bezogen auf die allgemeinen empirischen Erfahrungen beim Rücklauf von postalischen Umfragen deutlich überdurchschnittlich (Frasch 1987)⁹. Die Studien erheben keinen Anspruch auf Repräsentativität, sondern dienen vielmehr explorativen und deskriptiven Analysen auf einer gesicherten statistischen Basis.

Die Modellprojekte wurden zunächst durch eine Internet-Recherche und einer Dokumentenanalyse gefunden. Diese wurden im Juli 2001 zunächst abgeschlossen. Bis zum März 2002 ergab sich durch Hinweise von Nutzern der Datenbank oder von anderen interessierten Personen die gegenwärtige Fall-

zahl von 224 Projekten. Eine Steigerung der ursprünglichen Datenbasis um ca. 32%. Die Datenbank wird weiterhin nachgefragt, „gepflegt“ und weitere Projekte sind zur Eingabe aufbereitet.

Tabelle1: Übersicht zu den empirischen Erhebungen

Methode	Erhebungszeit	Zielgruppe
Standardisierte postalische Befragung Leitfadeninterviews	Mai bis November 1999	236 Studienanfänger 431 Schüler 42 qualitative Interviews
Standardisierte postalische Befragung	August bis Oktober 2001	827 Ingenieure 237 Naturwissenschaftler
Bestandsaufnahme Modellprojekte	Januar 2001 bis März 2002	124 Modellprojekte und Dokumentenanalyse

2 Die soziologische Perspektive

2.1 Technik als kulturelle und gesellschaftliche Leistung

Aus heutiger Sicht erscheint Technik abstrakt, lebensfremd und komplex. Mitunter wird sie als Disziplin den Naturwissenschaften untergeordnet, etwa im Sinne angewandter Naturgesetze beim Bau von Apparaturen und Geräten.

Aus historischer und kulturanthropologischer Perspektive gesehen, nutzte der Mensch technische Artefakte, beispielsweise einfache Steinwerkzeuge oder Naturfarben, bereits lange vor seinen ersten naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Viele technische Errungenschaften wie zum Beispiel das Rad, das Schmelzen und Legieren von Metallen, der Buchdruck, die zufällige Entdeckung von Schießpulver im Europa zur Zeit der Alchemisten usw. beeinflussten maßgeblich die Geschichte der Menschheit. Technik diente dem Menschen von Anbeginn seiner Evolution als Mittel zur gestaltenden Veränderung seiner Umgebung, zur Nutzung natürlicher Ressourcen für seine Zwecke und zur Verwirklichung kultureller Handlungen¹⁰. Hieran wird deutlich, dass Technik untrennbar verbunden ist mit der menschlichen Existenz. Ihre kulturelle Funktion ist die Möglichkeit der Gestaltung der Umwelt durch den Menschen nach seinen Bedürfnissen und Interessen. Ihre soziale Funktion sind die dadurch hervorgerufenen Auswirkungen auf bzw. Veränderungen von gesellschaftlichen Verhältnissen.

Damit wird auch deutlich, dass Technik als soziales System von normativen Grundlagen in der jeweiligen Gesellschaft abhängig ist. Technische Entwicklungen als Segen oder als Fluch einzuschätzen, ist Ausdruck dominanter gesellschaftlicher Wertschätzungen. Technische Erfindungen waren nicht zuletzt deshalb immer wieder Gegenstand großer, kontroverser gesellschaftlicher Debatten. Dies gilt für die Einführung der Eisenbahn oder des Telegrafen in den Vereinigten Staaten ebenso wie für die europäischen Debatten über Kernenergie, Telekommunikation und Gentechnik in unserer Epoche. Im historischen Rückblick stießen die meisten technischen Erfindungen in der Gesellschaft anfänglich auf Widerstand und Bedenken. Technik war insofern Gegenstand philosophischer, politischer und sozialer Kontroversen, die andauern und deren Inhalte im Rahmen dieses Projektes nicht umfassend erörtert und dargestellt werden können.

Für unser Projekt ist ein Verständnis von Technik als soziales System und als kulturelle Leistung der Menschheit jedoch insofern von hoher Bedeutung, weil

dadurch die Fragen von technischer Bildung als Bestandteil des Bildungskanons thematisiert werden. Technische Bildung bestimmt, was unter Technik gesellschaftlich definiert wird. Die eingangs erwähnte Floskel über die Bewertung von Technik als abstrakt, lebensfremd und komplex steht beispielsweise im Widerspruch zur großen Durchdringung unseres Alltages mit technischen Geräten und Nutzungen, die als selbstverständlich gelten und zum Lebensstandard zählen. 95% der Haushalte verfügen über technische Errungenschaften wie Auto, Kühlschrank, Telefon, Fernseher und Radio. Die Computertechnologie nimmt offensichtlich den gleichen Weg und wird innerhalb einer Generation zum Standard der Haushalte zählen. Die konsumptive Nutzung der Technik und deren offensichtliche Akzeptanz erscheint als Gegensatz zur wachsenden Technikabstinenz, wie sie der Nachwuchsmangel an Ingenieuren dokumentiert. In der bundesdeutschen Gesellschaft erscheint Technik definiert zu sein, über die durch sie ausgelösten gesellschaftlichen Kontroversen und wird demgemäß eher als vom individuellen Handeln unabhängige "politische Größe" erlebt. Von ihren alltäglichen Nutzungen erscheint sie definitionsgemäß getrennt. Als sozialer und kultureller Teil unserer Gesellschaft wird Technik kaum vermittelt noch wahrgenommen.

Die Betrachtung der individuellen Nutzung von Technik im Alltag lässt auch erkennen, welche emotionalen Bindungen sich aus ihrer kulturellen Einbindung ergeben. Technik kann enorme emotionale Regungen erzeugen, von Faszination bis zu umfassenden Ängsten. Diese emotionalen Bindungen dokumentieren sich beim großen Besucherandrang bei Autorennen, Flugschauen oder der individuellen Beschäftigung mit technischem Spielzeug bis hin zum Auto als der Deutschen „liebstes Spielzeug“. Ängste fokussieren sich auf Risiken, Kontrollierbarkeit und auf Misstrauen in die handelnden Akteure. Ängste haben die Technikentwicklung seit ihren Ursprüngen ebenso begleitet wie enthusiastische Visionen. Bemerkenswerterweise fanden und finden diese emotionalen Assoziationen zur Technik ihren Ausdruck überwiegend in der medialen Kultur. Jules Vernes literarische Visionen vom Mondflug oder der Reise zum Mittelpunkt der Erde, Mary Shelleys Roman „Frankenstein“, Fritz Langs „Metropolis“, Stanislaw Lems „Solaris“, Kubricks „Odyssee im Welt-raum“ oder Spielbergs „Jurassic Park“ sind nur eine Auswahl aus der Legion von medialen Inszenierungen der Technik.

Unter solchen Blickwinkeln erscheinen auch die öffentlichen Debatten über Chancen und Risiken von Technologien in einem anderen analytischen Licht. Sie sind Bestandteil des kulturellen Systems, weil Technik Bestandteil desselben ist. Es gilt sie nicht zu vermeiden, sondern zu gestalten. Weil Technik gestaltend auf die menschliche Umwelt einwirkt und mitunter partiellen Gruppen-

interessen dient, bedarf sie der Legitimation durch Betroffene, Nutzer und Nutznießer. Deshalb erlangen partizipatorische Verfahren zunehmend an Bedeutung in der öffentlichen Debatte über Technik. In vergangenen Zeiten lieferte der oft zitierte Fortschrittsglaube diese Legitimation der Technik. Sie begründete sich durch ihre Erfolge. In dem Maße wie negative soziale und ökologische Folgen offenbar wurden, verminderte sich diese Legitimation. Glaube durch Information, Argumente und Beteiligung zu ersetzen, ist eine der Aufgaben diskursiver Technikfolgenabschätzung.

Als Konsequenz für strategische Überlegungen zur Verbesserung der technischen Bildung und für eine erhöhte Attraktivität der technischen Bildung ergeben sich hieraus Fragen zur gesellschaftlichen Vermittlung und zur Darstellung von Technik.

2.2 Technik und Naturwissenschaft

Im Gegensatz zur Technik hatten die klassischen Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik, insbesondere seit Ende der Inquisition und Beginn der Aufklärung, nur geringe gesellschaftliche Akzeptanzprobleme und waren seither auch nicht Gegenstand kontroverser öffentlicher Debatten. Diese positive gesellschaftliche Entwicklung für Naturwissenschaften basiert unseres Erachtens vorwiegend auf deren Assoziation mit Forschung und Bildung. Diese wiederum gelten als kulturelle Errungenschaft der Menschheit und werden als solche allgemein akzeptiert¹¹, wenngleich sie im Gegensatz zur Technik sich erst im Verlauf der neueren Zivilisationsgeschichte der Menschheit entwickelten und oftmals technische Artefakte Anlass für naturwissenschaftliche Forschung waren. Der Frage nach dem „Wie funktionieren die Dinge“ folgte in diesem Sinne die Frage nach dem „Warum funktionieren die Dinge“.

Während der Technik kein Platz im Rahmen der schulischen Allgemeinbildung eingeräumt wurde, zählen die Naturwissenschaften zum klassischen Fächerkanon in allen Staaten. Das Bildungsideal vieler moderner Gesellschaften, insbesondere jedoch in Deutschland, rückte in diesem Zusammenhang die Vermittlung von formalem Wissen und Grundlagenwissen in den Vordergrund. Didaktische Fragen der Wissensvermittlung stellten sich zunächst nicht.

Ein weiterer wichtiger Diskussionspunkt ist in diesem Zusammenhang die Frage nach der Technik als eigenständige, wissenschaftliche Disziplin, in der Wissen und Fortschritt vorrangig durch das Interesse an praktischen Frage-

stellungen initiiert werden. Technik in ihren vielseitigen Facetten ist insofern problembezogen. Auf praktische Fragestellungen zur Gestaltung der Umwelt werden Lösungen gesucht, die entweder neue Verfahrensweisen oder Geräte bedingen oder bestehende optimieren.

Technik und Naturwissenschaften sind in der Realität komplementäre Systeme. Die simple Form einer einseitigen Arbeitsteilung zwischen Technik als konkreter Anwendung und Naturwissenschaft als theoretischer Basis ist nicht zutreffend. Vielmehr besteht zwischen Technik und Naturwissenschaft eine Wechselbeziehung, die für beide Disziplinen effektiv und synergetisch ist. Die schnellen Innovationszyklen in vielen technischen Bereichen, insbesondere in der Computertechnologie, sind Folge dieser Verbindung und einer zunehmenden Trans- und Interdisziplinarität von Technik und Naturwissenschaften¹². Beispielsweise ist die Molekularbiologie die naturwissenschaftliche Grundlage der Gentechnik. Die Erfolge der Molekularbiologie wären jedoch ohne die vielen, ständig verbesserten technischen Apparaturen zur mikroskopischen Betrachtung von Nanostrukturen der Zellen und letztlich auch zur Veränderung des Erbgutes nicht möglich gewesen.

Die Technik erhält ihre Eigenständigkeit durch ihre gestalterische Zielsetzung. Sie erlaubt es den Menschen seine Umwelt zu gestalten und hat deshalb einen anthropozentrischen und instrumentellen Gehalt. Die anthropozentrische Orientierung unterscheidet sie von der Biologie, die instrumentelle Handhabung von Physik und Chemie. Unterschiedlich sind jedoch auch die Wissensformen und die damit verbundenen Methoden.

2.3 Technik und die Wissensgesellschaft

Menschliche Gesellschaften basieren in weiten Teilen auf der Weitergabe von Wissen vielfältiger Art. Soziales Wissen hilft den Individuen bei ihrer Integration in die Gesellschaft. Es orientiert sich an Normen und Werten, Rechten und Pflichten. Es schafft Identität, soziale Strukturen, Kommunikation, Moral und Rationalität. Naturwissenschaftliches Wissen dient uns zum Erkennen der Welt und der Evolution von Leben, unser eigenes einbezogen. Es orientiert sich an Logik, Kausalitäten und Induktion. Es schafft Verständnis über die Konstruktion von Realität und von komplexen Zusammenhängen. Technisches Wissen dient der Gestaltung der Umwelt für menschliche Interessen. Es orientiert sich an Erfahrung, Problemstellungen und konkreten Objekten. Es verschafft Verfügbarkeit über natürliche Ressourcen, Produktivität und

Effizienz. Im Zusammenwirken der verschiedenen Wissenssysteme entsteht Zivilisation¹³.

Die Weitergabe von Wissen ist deshalb von zentraler Bedeutung für die Existenz unserer Gesellschaft. Einige Soziologen gehen davon aus, dass Wissen die bestimmende Größe moderner Gesellschaften ist und sprechen bereits vom Aufbruch in die Wissens- oder Informationsgesellschaft (Willke 1999). Dem Bildungssystem einer Gesellschaft kommt die Aufgabe der Weitergabe dieses Wissens zu. Die Weitergabe von technischem Wissen ist in den technischen Berufen institutionalisiert. Die technische Bildung wird hingegen eher als Bestandteil der naturwissenschaftlichen Bildung angesehen. Jedoch ist das durch Technik entstehende Erfahrungswissen, das bekannte „gewusst wie“, eine eigenständige Wissensdimension, die praktische Umsetzung und theoretische Kenntnisse miteinander verbindet (Koller/Plath 2000).

Berufe sind in dieser Perspektive nicht nur eine soziale Rolle zur Organisation von Betriebsabläufen, sondern auch eine soziale Institution zur Weitergabe von Wissen. Die damit verbundenen Fragestellungen für unser Forschungsprojekt betreffen einerseits die Vermittlung von beruflichen Qualifikationen und andererseits eine technikbezogene Didaktik im Unterricht. Angesichts immer kürzerer Intervalle für das Erlangen neuer Erkenntnisse und angesichts kurzer Innovationszyklen bei kommerziellen Produkten wird eine beständige berufliche Fort- und Weiterbildung und die Didaktik zunehmend relevanter. Das Verhältnis von Wissen und Methoden verschiebt sich zusehends zu Gunsten der Methoden, geprägt vom Leitmotiv „lernen zu lernen“.

2.4 Technische und naturwissenschaftliche Berufe

Das Innehaben eines Berufes erscheint in unserer heutigen Gesellschaft als normale Angelegenheit. Selbst in Zeiten von Arbeitslosigkeit ist man nicht berufslos. Obschon der Berufsbegriff eng mit dem Arbeitsbegriff verquickt ist, zeigt eine nähere Betrachtung den soziologischen Unterschied. Die Trennung von Arbeit und Erwerbstätigkeit ist bereits für Max Weber eine grundlegende Bedingung für das Entstehen moderner kapitalistischer Gesellschaften (Weber 1921). Berufe dienen nach seiner Ansicht der Organisation sozialer Beziehungen in der Wirtschaft, haben ihren kulturellen Ursprung allerdings in der Religionsgeschichte der Menschheit und im funktionalen Erfordernis zunehmender Arbeitsteilung und Spezialisierung von Aufgaben in menschlichen Gemeinschaften¹⁴.

Berufe sind aus soziologischer Perspektive einerseits die Ausübung von Arbeit als Selbstverwirklichung. Sie haben eine soziale Funktion zum Lebensunterhalt und organisieren wirtschaftliche Produktionsabläufe. So dienen sie so der Personalisation des Menschen durch das Erkennen eigener Talente und Fähigkeiten und deren Verwirklichung. Ein Motiv, das immer mehr auch für ingenieur- und naturwissenschaftliche Berufe an Bedeutung gewinnt.

Berufe dienen aber auch der Integration von Menschen in gesellschaftliche, funktionale Bezüge. So sind Ingenieure und Naturwissenschaftler von hoher Bedeutung für die Effektivität und Produktivität der Wirtschaft. Ihre Arbeit in Forschung und Entwicklung, Konstruktion und Fertigung trägt maßgeblich zur wirtschaftlichen Innovation bei. Ingenieure sind in hohem Maße (14-16%) selbständig bzw. freiberuflich tätig und es wird geschätzt, dass mit jeder freiberuflichen Tätigkeit von Ingenieuren fünf bis sieben weitere Arbeitsplätze geschaffen werden. Darüber hinaus zählen Ingenieure und Naturwissenschaftler maßgeblich zum Rekrutierungsklientel für Führungspositionen in Unternehmen. Dies sind Formen der Sozialisation.

Eine gesellschaftliche Institutionalisierung von Berufen ist in idealer Weise gelungen, wenn Personalisation und Sozialisation vollkommen kongruent sind. Konkret bedeutet dies, dass die Ausübung ihres Berufes den Menschen Spaß macht, motivierend ist, die sozialen Bezüge berücksichtigt werden und sie eine gesellschaftliche Wertschätzung ihrer Arbeit erfahren. Es ist ein zentrales Ergebnis unserer Studie, dass in Deutschland markante Defizite bei der gesellschaftlichen Institutionalisierung technisch-naturwissenschaftlicher Berufe bestehen.

Die unter Punkt 2.1 referierte Reduktion technischer Leistungen auf ihre wirtschaftliche Funktionalität und das gleichzeitige Ausblenden ihrer kulturellen und sozialen Bedeutung hat eine entscheidende Konsequenz für die „Vorsorgung“ unserer Gesellschaft mit technisch-naturwissenschaftlichen Nachwuchs und dessen Qualifikation. Primär wurde die Wirtschaft als zuständig empfunden und die Nachfrage über den Arbeitsmarkt und dessen Schwankungen gesteuert. Bis in die Gegenwart hinein, genauer bis zu Beginn der 90er Jahre, war es seitens der Bildungspolitik für die vom wirtschaftlichen Erfolg getragene Technik nicht unmittelbar notwendig, für qualifizierten Nachwuchs zu sorgen. Technik erwies sich über eine lange Zeitspanne hinweg als „Selbstläufer“ mit sicheren Berufsaussichten und einem beständig steigenden Anteil an den Erwerbstätigen. Selbst zu Zeiten der Weltwirtschaftskrise 1929 waren die Ingenieure privilegiert und im beruflichen Status annähernd den staatlichen Beamten gleichgestellt (Winkler 2000). Die Anzahl der Ingenieure und Naturwissenschaftler nahm beständig zu. Diese zu manchen Zeitpunkten

zum allgemeinen Verlauf am Arbeitsmarkt antizyklische Entwicklung (ZVEI 1998, 2000, VDMA 1995, 1998, 2001) kann darauf zurückgeführt werden, dass berufliche Tätigkeiten von Ingenieuren neue Arbeitsstellen für andere Ingenieure nach sich ziehen¹⁵. Es gründete sich ein Mythos vom Ingenieur als sicherem Beruf und einem omnipotenten Berufsakteur „dem nichts zu schwer“ ist, wie es ein bekanntes Sprichwort zum Ausdruck bringt.

Die fast ausschließliche Beschränkung der Vermittlung von Technik auf ihre wirtschaftliche Verwendung lässt auch Gründe erkennen, warum für Studienanfänger der Ingenieurwissenschaften materielle Motive wie Arbeitsplatzsicherheit, Einkommen und Karriere eine sehr hohe Bedeutung haben und warum Studierende dieser Studiengänge sehr sensibel auf die Arbeitsmarktlage bei ihrer Studienwahl reagieren (HIS 1998, 2000). In Krisenzeiten mit schlechten Arbeitsmarktchancen wird trotz vorhandenen Talents und Interesses eher auf die Aufnahme eines entsprechenden Studiums verzichtet. Umgekehrt wird ein betreffendes Studium aufgrund guter Arbeitsmarktaussichten zum Zeitpunkt des Studienbeginns auch von vielen jungen Menschen angestrebt, die nicht unmittelbar ihren Talenten und Fähigkeiten folgen, sondern den materiellen Anreizen.

Erst durch die negative Auswirkung von konjunkturellen Einbrüchen auf dem Arbeitsmarkt für Ingenieure und Naturwissenschaftler zeigte sich, dass wirtschaftliche Nachfrage und der Arbeitsmarkt allein keine Garanten für einen ausreichenden und qualifizierten technischen und naturwissenschaftlichen Nachwuchs waren. Der zuvor beschriebene Mythos zerbrach vor allem während der Rezession 1991/1992 mit überdurchschnittlich hohen Arbeitslosen Zahlen bei jungen Ingenieuren. Die Frage nach einer umfassenden technischen Bildung in Schulen als gesellschaftliche Aufgabe wurde dadurch wiederum virulent.

Die Verbindung von Beruf und Gesellschaft findet sich auch in verschiedenen sozialen Funktionen, die den Berufen zugeordnet erscheinen. Für technische Berufe gilt, dass mit ihnen im Rahmen der Bildungsexpansion eine hohe intergenerationale soziale Mobilität assoziiert war (HIS Kurzinformation A6/1998: 17). Unter sozialer Mobilität wird die Veränderung des sozialen Status innerhalb einer Eltern-Kind-Generation verstanden (Herz 1983, Mayer 1975). Die alltagssprachliche Entsprechung findet sich im bekannten Motto „Meine Kinder sollen es einmal besser haben“. Dies verdeutlicht, dass es sich bei sozialer Mobilität nicht nur um ein soziologisches Konstrukt, sondern auch um ein individuelles Motiv handeln kann, dem ein Einfluss auf die Unterstützung der beruflichen Zukunft der Kinder durch die Eltern zukommt.

In Deutschland trifft dies vorrangig für Studierende der Ingenieurwissenschaften an Fachhochschulen zu. Naturwissenschaften und universitäre Studiengänge sind diesbezüglich weniger bedeutsam. Gemeint ist, dass die erwachsenen Kinder von Arbeitnehmern vornehmlich ein Fachhochschulstudium aufnehmen und hierdurch im Vergleich zu ihren Eltern nicht nur ihr Einkommen, sondern auch ihren sozialen Status erhöhen (HIS 1998). Dies ist nicht nur für Deutschland typisch, sondern gilt auch für andere Staaten, beispielsweise durch die Ausweitung der Berufsbilder, die dem Status des Ingenieurs zugeordnet werden (Heidenreich, 2001; Grunau, 2001). Analysen des Datensatzes über Berufserfahrungen von Ingenieuren ergeben einen Anteil von 44% der Diplomanden von Fachhochschulen und von lediglich 28% bei den Universitätsabsolventen, bei denen der Vater als Facharbeiter oder Handwerker tätig war.

Für unsere Fragestellung interessante Gesichtspunkte zur sozialen Mobilität sind, ob im Rahmen der Bildungsexpansion inzwischen andere Berufe diese Funktion ebenfalls inne haben sowie die Frage nach einer Sättigung sozialer Mobilitätseffekte für das Schichtgefüge unserer Gesellschaft. Eine verminderte Bedeutung der technischen Berufe für eine soziale Mobilität ist zu vermuten, weil im Rahmen der Bildungsexpansion die Optionen hierfür generell gestiegen sind und die Ingenieurwissenschaften eher unterdurchschnittlich am Zuwachs des akademischen Potenzials partizipierten. Im Vergleich von 1980 bis 1997 erhöhte sich der Anteil der Studienanfänger um 37%, bei den Ingenieurwissenschaften hingegen nur um 21%.

Die Schlussfolgerung hieraus ist, dass vor allem ingenieurwissenschaftliche Studiengänge an Fachhochschulen einen sozialen Bedeutungsverlust aufweisen. In dem Maße wie den Fachhochschulen solche berufsbezogenen sozialen Aspekte verloren gehen, steigt ihre Relevanz als Bildungsinstitutionen zur Wissensvermittlung. Didaktik und Effizienz des Studiums werden als Bewertungskriterien bedeutsamer. Dies führt in letzter Konsequenz auch zu einer Verschiebung in der Bewertung von beruflichen Motiven hin zur Bewertung von Studienbedingungen.

Das Berufsbild des Ingenieurs ist im Gegensatz zu den naturwissenschaftlichen Berufen von einer hohen Spezialisierung geprägt. Im Jahresbericht des DVT finden sich über 87 Berufsvereinigungen der Ingenieure, vom dominanten Maschinenbau bis zur marginalen Zuckerverwertung (DVT 1997). Diese Ausdifferenzierung beruflicher Tätigkeiten war lange Zeit Ausdruck einer intradisziplinären beruflichen Tätigkeit. Heute sind im Zuge eines gemeinsamen Produktmanagements eher interdisziplinäre Tätigkeiten gefordert. Dieses

bezieht Forschung, Konstruktion, Marketing, Controlling, Kundeninteressen, Vertrieb und Service gleichermaßen ein. In diesen beruflichen Zusammenhängen ist neben Sachkompetenz auch Teamfähigkeit und kommunikative Kompetenz notwendig. Neue Berufsbilder wie der Wirtschaftsingenieur dokumentieren diese Veränderungen im Tätigkeitsprofil der Ingenieure hin fachübergreifenden Kenntnissen. Jedoch steigen auch die Anforderungen an eine Intradisziplinarität bezüglich der Zusammenarbeit von Ingenieuren aus verschiedenen Fachrichtungen bei einzelnen Produktentwicklungen, beispielsweise beim neuen Berufsbild des Mechatronikers (Petermann 2001, VDMA 2001).

Diese soziologischen Aspekte weisen auf eine veränderte kulturelle Wahrnehmung technischer Berufe auf Seiten der studierwilligen jungen Menschen hin. Die Veränderungen beziehen sich vornehmlich auf ein Berufsverständnis, das individuelle Wertorientierungen gegenüber der Ausübung eines Berufes aus materiellen oder sozialen Gründen stärker betont. Wenn wir die von externen gesellschaftlichen Bedingungen abhängigen individuellen Entscheidungen für eine Berufswahl als extrinsische Merkmale kennzeichnen, so ist damit der Einfluss von Arbeitsmarktschwankungen, das Ansehen des Berufes, eines veränderten Tätigkeitsprofils oder sozialen Funktionalitäten gemeint. Da das gesellschaftliche Berufsimago maßgeblich von ökonomischen Variablen wie Einkommen und Aufstiegschancen geprägt ist¹⁶, zählen auch diese individuellen Motivlagen zu den extrinsischen Motiven. Im gleichem Maße ist Arbeitsplatzsicherheit ein Indikator für die Schwankungen am Arbeitsmarkt.

Dem gegenüber stehen intrinsische Motive, die sich aus dem Prozess der Personalisation ergeben. Dies sind Motive zur Selbstverwirklichung in der Arbeit, die Möglichkeit eigene Talente einzubringen sowie die Vielseitigkeit der Tätigkeit.

3 Sachlage

In diesem Kapitel soll einleitend ein Überblick über die Verteilung wichtiger Merkmale zu technischen und naturwissenschaftlichen Berufen gegeben werden.

3.1 Datenlage

Was ist ein Ingenieur? Die formale Antwort lautet: Ein erfolgreicher Absolvent eines Studienganges, der mit der Verleihung eines entsprechenden Titels endet. Der Ingenieurberuf ist insofern eine normative Setzung mittels Urkunden und Titel und weniger bezüglich seiner konkreten Tätigkeiten. Die hohe Anzahl von Studienabbrechern, die trotzdem einen entsprechenden Beruf ausüben, werden von den entsprechenden Statistiken beispielsweise nicht erfasst, wohl aber von individualbasierten Umfragen. Dies gilt analog auch für die Naturwissenschaften. Jedoch ist deren Tätigkeitsgebiet klarer umrissen, während die Ingenieurberufe sehr viele verschiedene Tätigkeiten und Unternehmenssektoren einschließen. Die OECD orientiert sich zur Bestimmung des Ingenieurberufes am ISCO-Code und differenziert in Forscher, Techniker und sonstige Forscher oder technische Fachkräfte. Diese Definition gilt für viele Datenbasen der amtlichen Statistik. Davon können die Daten von Erhebungen bei Bevölkerungsumfragen abweichen, weil hier eher nach beruflichen Tätigkeiten als nach formalen Abschlüssen gefragt wird.

Über technische Berufe häufen sich seit der öffentlichen Debatte über den Mangel an Fachkräften in der Industrie die Publikationen. Ein umfassendes Forschungsprogramm zur Analyse der verschiedenen Einflüsse auf die Studien- und Berufswahl junger Menschen für technische und naturwissenschaftliche Berufe besteht jedoch nicht. Relativ unverbunden stehen verschiedene Studien und verschiedene Datenbestände nebeneinander. Die in Fachserien und anderen Publikationen verfügbaren Daten des Statistischen Bundesamtes, Studien des Hochschul-Informations-Systems in Hannover, regelmäßige Umfragen der industriellen Dachverbände VDMA und ZVEI, Fachpublikationen des Institutes für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung des Bundesarbeitsamtes, die auch unter methodischen Aspekten anspruchsvollen Studien des VDI ergeben in der Gesamtheit eine gute Datenlage. Hinzu kommt eine Fülle von einzelnen Publikationen interessierter Forscher (Kunz 2000, Renn/

Zwick 2000), wobei technische Berufe allerdings mehr Objekt denn Subjekt der Forschung sind, beispielsweise um allgemeine soziologische Theorien zu überprüfen¹⁷. Insgesamt erlauben die Daten sehr allgemeine Aussagen über explorative Trends und explorative Tests für viele Hypothesen. Ebenso können subjektive Daten aus Umfragen mit tabellarischen Daten zur tatsächlichen Lage verglichen werden, um die Inkongruenzen von individuellen Erwartungen und realen Umständen zu analysieren¹⁸. Je differenzierter und tiefgehend die Analysen werden, desto schwieriger sind adäquate Daten zu finden.

Der genaue Blick auf die Daten verdeutlicht die Probleme: Fehlende Vergleichbarkeit der verwendeten Skalen und Erhebungsweisen zwischen amtlicher Statistik und Studien, fehlende Differenzierung zwischen den verschiedenen Ausbildungsinstitutionen sowie fehlende Zeitreihen für eine notwendige Trendaussage. Eine zusammenfassende Bewertung und Kritik der Datenlage gibt Winkler in der VDI-Studie zum Ingenieurbedarf 2000. Konkrete Auswirkungen dieser Datenmisere sind beispielsweise große Probleme bei der Berechnung von Bedarfszahlen, von Studienabbruchquoten und selbst von zukünftigen Absolventenzahlen sowie zum Vergleich von Absolventenzahlen und Bedarfszahlen. Dies führt dazu, dass für entsprechende Analysen im wahrsten Sinn des Wortes große Rechenkünste und mitunter statistische „Kunstgriffe“ nötig sind.

Eine bessere Koordination der Forschungsinstitute und eine zusammenführende Analyse der Datenbestände ist notwendig, um die aus der Datenfülle möglichen Informationsgewinne zu erreichen¹⁹. Dies ist die erste Empfehlung, die sich bereits aus der Sekundäranalyse der vorhandenen Materialien ergibt. In diesem Sinne könnten aus den Daten valide Trends über die zukünftige Entwicklung der technischen Berufe gewonnen werden und Bedarfsszenarien abgeleitet werden.

Wichtige Schritte für eine umfassende Vergleichbarkeit der Daten sind die Verwendung gleicher Konstrukte bei Individualdaten und bei Befragung der Unternehmen sowie eine einheitliche Nomenklatur für die Bestimmung des Ingenieurberufes und der verwendeten Merkmale bei international vergleichenden Studien (Statistisches Bundesamt, 1998).

Übersicht 2: Auswahl verfügbarer Datenquellen über Ingenieurberufe

Bezeichnung	Datenquelle	Bezugsebene Analyse-Einheit	Merkmale Variablen
Mikrozensus	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden	Individualdaten	Demographische Variablen, berufliche Tätigkeiten
Fachserie 11 Bildung und Kultur	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden	Aggregierte, tabellarische Daten	Studierende an Hochschulen
Sozio-ökonomisches Panel	Dt. Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin	Individualdaten für Trendanalysen seit 1987	Demographische Variablen, berufliche Tätigkeiten
Statistische Berichte Baden-Württemberg Fachpublikation Unterricht und Bildung	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart	Aggregierte, tabellarische Daten	Studierende an Landeshochschulen
Verschiedene Fachpublikationen	Hochschul-Informationssystem GmbH, Hannover	Individualdaten	Studienanfänger, Absolventen, subjektive Einstellungen zum Studium, Motive der Studienwahl
Befragung von Mitgliedsunternehmen	VDMA	Unternehmen des Maschinenbaus	Beschäftigungsentwicklung, Tätigkeitsfelder
Befragung von Mitgliedsunternehmen	ZVEI	Unternehmen der Elektroindustrie	Beschäftigungsentwicklung, Tätigkeitsfelder
EUROSTAT, EUROSTUD, OECD	Europäische Kommission, UNO	Aggregierte, tabellarische Daten	International vergleichende Studien, Bildungsausgaben, demographische Strukturen

3.1.1 Bedeutung der Ingenieurberufe

Was macht den Ingenieurberuf so interessant, dass wegen seiner Zukunft viele Forschungsaktivitäten unternommen werden? Es ist eine Berufsbranche mit zentralen Tätigkeiten im wirtschaftlichen Gefüge. Einerseits sind je nach Branche ca. 40% bis 50% der Ingenieure und Naturwissenschaftler in der Forschung und Konstruktion beschäftigt (VDMA 1998, 2001, ZVEI 1998, 2000). Dies impliziert eine hohe Bedeutung der ingenieurwissenschaftlichen Tätigkeiten für die der industriellen Forschung nachgeordneten Unternehmensbereiche. Auch für die kommerzielle und universitäre naturwissenschaftliche Forschung ist dies zutreffend. Die Abhängigkeit von Produktion und Fertigung von technischen Innovationen ist somit ein erstes Argument für die besondere Wichtigkeit der Ingenieurberufe.

Die Schaubilder 2a und 2b zeigen die Verteilung für zwei volkswirtschaftliche Indikatoren: Die Entwicklung der Einnahmen aus Patenten und Lizenzen sowie die Entwicklung der Marktanteile für technikbasierte, hochwertige Güter und Dienstleistungen sowie für urheberrechtlich geschützte technische Wissensbestände.

Der rasante Anstieg der Einnahmen von ca. 4,2 Milliarden Euro auf ca. 14,3 Milliarden Euro verdeutlicht die hohe Prosperität dieses Marktes. Die Bilanz von Ausgaben und Einnahmen für entsprechende Leistungen, Patente und Lizenzen ist allerdings negativ. Die Ausgaben übersteigen mit einer Höhe von 19,2 Milliarden Euro deutlich die Einnahmen. Dies durchzieht im unterschiedlichen Ausmaß alle Wirtschaftsbereiche. Insbesondere bei Ingenieurdienstleistungen ist das Defizit mit Einnahmen von 2,786 Milliarden Euro versus Ausgaben von 4,177 Milliarden Euro beträchtlich.

Schaubild 2b illustriert die rückläufigen Anteile bundesdeutscher Exportgüter am Welthandel für Hochtechnologien. In den klassischen technischen Sektoren Maschinen- und Fahrzeugbau sind ebenso Rückgänge zu verzeichnen wie in allen anderen Wirtschaftssparten.

Die baden-württembergische Spitzenposition für Forschung & Entwicklung zeigt sich im zweithöchsten Anteil (hinter dem bevölkerungsreichen Bundesland Nordrhein-Westfalen) an Forschungspersonal an wissenschaftlichen Einrichtungen des Landes (14.540 Stellen) sowie im entsprechenden Sektor der Wirtschaft mit 67.752 Stellen. Lediglich in Bayern gibt es mit ca. 72.000 Angestellten mehr Erwerbstätige im wirtschaftsrelevanten Sektor Forschung und Entwicklung.

Schaubild 2a: Entwicklung der Einnahmen aus Patenten, Lizenzen für Forschung, EDV, Ingenieurleistungen (in Mio. Euro)

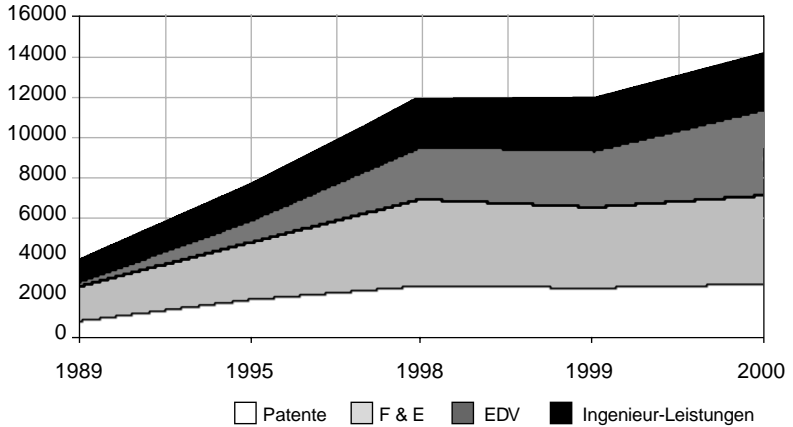
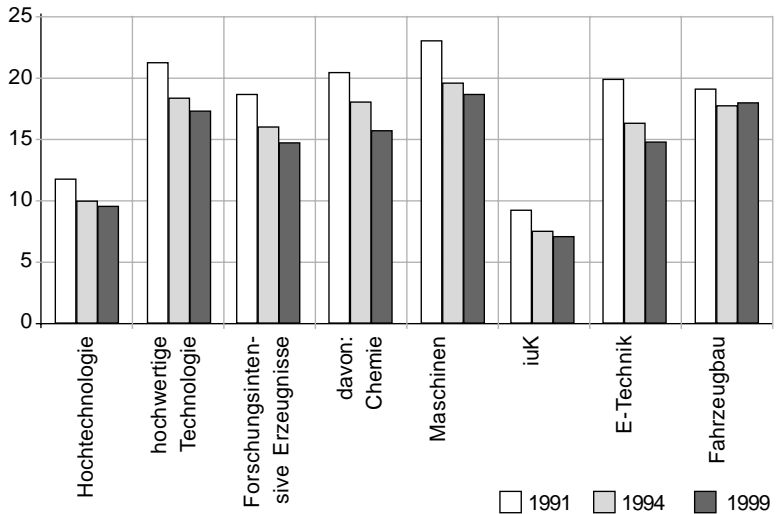


Schaubild 2b: Welthandelsanteile von Deutschland für forschungsintensive Waren und Güter nach Wirtschaftssektoren (in %)



Die Ingenieurberufe vereinigen auf sich über 1.2 Millionen Erwerbstätige und sind traditionell die größte Berufsgruppe in Deutschland. Aufgrund dieses hohen Potenzials gelang es den Ingenieuren, eine starke Interessenvertretung zu etablieren. Der VDI mit ca. 130.000 Mitgliedern und der VDE mit ca. 33.000 Mitgliedern sind unter einer Vielzahl weiterer Berufsvereinigungen von Ingenieuren die größten und mit Abstand bedeutendsten Berufsverbände. Diese Verbände konzentrieren sich jedoch nicht nur auf die Wahrnehmung beruflicher Interessen ihres Klientels, sondern definieren sich auch als gesellschaftliche Vereinigung. Als solche verfolgen sie Ziele wie Forschungsförderung, Imagepflege und Technikdarstellung. Beide Verbände sind im Auftrag des Bundes in verschiedenen Technologiezentren als Projektträger von Forschungsvorhaben tätig, vergeben Prüfzeichen für elektrische Geräte und viele Mitglieder sind ehrenamtlich für die Vermittlung von technischem Wissen und entsprechenden Themen engagiert. In der Datenbank über Modellvorhaben sind viele schulische Projekte zur Berufsberatung unter Beteiligung von Mitgliedern des VDI dokumentiert, um den Schülern aus ihrer beruflichen Praxis zu berichten.

Ingenieure sind in besonderer Weise auch in betriebliche Entscheidungspositionen eingebunden und zählen zum traditionellen Rekrutierungspotenzial für Führungspositionen in Unternehmen, insbesondere bei klein- und mittelständischen Unternehmen. In diesem bedeutsamsten Wirtschaftsbereich zählen sie auch zur Gründergeneration neuer, innovativer Unternehmen.

Die Naturwissenschaftler sind in Berufsvereinigungen wie dem Verband Deutscher Physiker oder der Gesellschaft Deutscher Chemiker organisiert. Allerdings ist der Organisationsgrad wesentlich niedriger und die Interessenvertretung weniger stark ausgeprägt, sowohl politisch im Sinne der legitimen Lobby-Arbeit als auch betrieblich hinsichtlich der Einnahme von Führungspositionen. Die Austauschrelationen der Mitgliedschaften sprechen eine deutliche Sprache. In unserer Erhebung sind ca. 37% der Naturwissenschaftler im VDI organisiert, hingegen nur ca. 3% der Ingenieure in einem naturwissenschaftlichen Berufsverband. Angaben zur Verteilung beruflicher Führungspositionen finden sich im nächsten Abschnitt.

3.1.2 Erwerbstätigkeit von Ingenieuren

Die Berufsstatistik weist eine Zahl von ca. 1.2 Millionen erwerbstätiger Ingenieure und einen relativen Anteil von 3.5% an allen Erwerbstätigen aus (Kunz 2000, HIS 1998, ZEW 1999). Bezogen auf alle erwerbstätigen Hochschulab-

solventen liegt der Anteil sogar bei 11%. Die Anzahl erwerbstätiger Ingenieure ist kontinuierlich gestiegen, allein von 1990 bis zum Jahre 2000 um ca. 20%. Etwa 55% der Ingenieure verfügen über einen Fachhochschulabschluss. Entsprechend liegt der Anteil der Ingenieure mit einem Universitätsdiplom bei ca. 45%.

Trotz der hohen beruflichen Spezialisierung in viele Teildisziplinen vereinigen die klassischen Ingenieurdisziplinen Maschinenbau (30%), Elektrotechnik (23%), Bauingenieurwesen (17%) und Architektur (9%) zusammen ca. 80% aller erwerbstätigen Ingenieure (Kunz 2000:2-3).

Die betriebliche Bedeutung der Ingenieurberufe wird durch einen um 15% bis 20% erhöhten Anteil an den Beschäftigungszahlen der jeweiligen Unternehmen unterstrichen. Es handelt sich um eine absolute und relative Steigerung an den Beschäftigungszahlen, die zudem antizyklisch zur überwiegend von einem Personalabbau geprägten Arbeitsmarktentwicklung ist. Diese Entwicklung ist im Maschinenbau und in der Elektroindustrie gleichermaßen anzutreffen (ZVEI: 1998, 2000, VDMA: 1995, 1998, 2001).

Im Tätigkeitsprofil der Ingenieure sind große Veränderungen zu konstatieren, die auf zunehmende Dienstleistungskompetenz verweisen. In Unternehmen des Maschinenbaus waren Ingenieure im Jahr 2000 zu ca. 48% im Sektor Forschung, Entwicklung und Konstruktion tätig, gefolgt von 16% im Vertrieb, 10% in der Produktion und ca. 9% in der Leitung bzw. Stabsstellen (VDMA 2001:5). In der Elektronikindustrie bildete das Segment „Vertrieb“ mit ca. 40% bereits das größte Betätigungsfeld der Elektroingenieure. Erst an zweiter Stelle folgt mit 39% die Forschung und Entwicklung, gefolgt von Führungspositionen. Der Produktionsbereich ist in der Elektroindustrie mit ca. 9% von untergeordneter Bedeutung. Die Unternehmensbefragungen von ZVEI und VDMA dokumentieren die zunehmende Intradisziplinarität von Ingenieur-tätigkeiten. So werden Elektroingenieure mit steigender Tendenz im Maschinenbau nachgefragt. Der Anteil von Maschinenbauingenieuren in der Elektronikindustrie scheint hingegen bei ca. 22% zu stagnieren.

Die Vertretung von Ingenieuren in Führungspositionen variiert signifikant nach Unternehmensgröße. Generell lässt sich zeigen, dass in kleinen und mittelständischen Unternehmen der Anteil von Ingenieuren an Führungspositionen ca. 60% (ZVEI 2000) bzw. 63% (VDMA 2001) beträgt. In unserer Erhebung bejahten 76% der befragten Ingenieure und Naturwissenschaftler die Frage, ob Ingenieure in führenden Positionen ihres Unternehmens vertreten seien.

Nach den Ergebnissen unserer Umfrage sind Ingenieure zu 12% in führenden Managementpositionen tätig, zu 16% in leitenden hohen Positionen in Kon-

struktion und Fertigung und zu ca. 5% als Professoren an Hochschulen. Etwa 33% der befragten Ingenieure sind demgemäß in Entscheidungspositionen auf höherer Ebene involviert.

Von allen befragten Ingenieuren waren ca. 15% selbständig, von allen befragten Naturwissenschaftlern oder Angehörigen anderer Berufe hingegen nur jeweils ca. 6%. Der Anteil an Selbständigen ist bei den Ingenieuren im Vergleich mit anderen Berufsgruppen eher überdurchschnittlich.

Als Fazit lassen sich aus der Betrachtung der Erwerbstätigkeit folgende Schlüsse ziehen: Der Bedarf an Ingenieuren wächst, es zeichnen sich Veränderungen im Tätigkeitsprofil hin zu einer erhöhten Bedeutung von Vertrieb und technischen Dienstleistungen ab und die Austauschrelationen der verschiedenen Ingenieurdisziplinen untereinander sind bedeutsam.

3.1.3 Arbeitslosigkeit von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern

Getrübt wird diese positive Arbeitsmarktbilanz durch drei negative Entwicklungen: Erstens durch die Entlassungswelle zwischen 1991 und 1992, die vor allem Maschinenbau- und Elektroingenieure betraf. Zum Zweiten durch die Auswirkungen von Konjunkturschwankungen. So sind derzeit Bauingenieure vom sozialen Risiko der Arbeitslosigkeit bedroht, weil die Nachfrage nach diesem technischen Beruf gering ist und hohe Absolventenzahlen bevorstehen. Zum Dritten durch die seit 1992/1993 anhaltend hohe Arbeitslosigkeit von älteren Ingenieuren. Die kritische Altersgrenze wird hier bereits bei den 45-49-jährigen gesehen (HIS 1998, VDI-Studie Ingenieurbedarf 2000), betroffen sind ca. 55.000 Ingenieure.

Die symbolträchtige Wirkung dieser Entwicklung, die den Mythos des Ingenieurberufes als „sichere Bank mit Arbeitsplatzgarantie“ nachhaltig zerstörte, wird vor allem im Vergleich mit der vor 1991/1992 sehr unterdurchschnittlichen Erwerbslosenquote bei Ingenieuren deutlich. Diese lag unter 3% (HIS 1998:48, ZEW 1999:13, Zwick/Renn 2000:8). Es fand ein Wechsel von einer marginalen, unterdurchschnittlichen Arbeitslosenquote auf eine deutlich überdurchschnittliche Arbeitslosenquote statt. Solche extremen Veränderungen werden mit hoher Aufmerksamkeit verfolgt. Bis 1995 waren zudem vorwiegend jüngere Ingenieure arbeitslos. Danach veränderte sich die Altersstruktur der arbeitslosen Ingenieure. Im Jahr 2000 waren ca. 64% der arbeitslosen Ingenieure älter als 50 Jahre (HIS 1998: 46-48, ZEW 1999:13-17, VDI-Studie 2000: 5-7).

Die Erfahrung von Arbeitslosigkeit wird auch in unserer Umfrage reflektiert. 27% der Ingenieure und 37% der Naturwissenschaftler waren bereits einmal persönlich von Arbeitslosigkeit betroffen. Für ca. ein Drittel der Befragten ist somit Erwerbslosigkeit Bestandteil ihrer subjektiven Erfahrungswelt. Betrachtet nach Altersgruppen findet sich ein steigender Anteil von 28% der 30-39-jährigen auf 35% bei den 50-59-jährigen. Bei den naturwissenschaftlichen Berufen ist die Entwicklung umgekehrt: In der jüngeren Altersgruppe beträgt der Anteil 44% und sinkt auf 33% bei den 50-59 Jahre alten Naturwissenschaftlern. Unsere Analysen zeigen ebenso auf, dass die Dauer der Arbeitslosigkeit mit dem Alter ansteigt. Eine Studie der TA-Akademie (Arbeitsbericht Nr. 201, 2002) benennt die hohe Differenz zwischen einer überholten beruflichen Qualifikation und neuen Tätigkeitsanforderungen aufgrund schneller wirtschaftlicher Innovationszyklen als maßgebliche Ursache.

Auf eine Relativierung der Arbeitsmarktdaten über die Arbeitslosigkeit älterer Ingenieure ist hinzuweisen, die sich mit Analysen des ZEW für das Jahr 1995 belegen lässt. Danach sank die Erwerbsquote von Ingenieuren im Maschinenbau 1995 um ca. 11%, die Erwerbslosenquote erhöhte sich jedoch nur um ca. 8%. Die Autoren folgern daraus, dass ca. 25% der entlassenen älteren Ingenieure in die Nichterwerbstätigkeit oder in eine freiberufliche, selbständige Tätigkeit wechselten. Zu dieser Zeit wurde beispielsweise seitens der Politik versucht, mit Angeboten zum Vorruhestand die Arbeitsmarktsituation zu entspannen. Auch eine zeitweise „berufliche Verselbständigung“ von älteren Ingenieuren vor dem Ruhestand war zu beobachten. Insofern relativiert sich die Arbeitslosenstatistik für ältere Ingenieure.

Die subjektiven Erfahrungen der Ingenieure sind kongruent mit den tabellarischen Verteilungen (vgl. Schaubild 3a–3c). Die höhere Anzahl von arbeitslosen Absolventen von Fachhochschulen entspricht dem prozentualen Verhältnis von Fachhochschul- und Universitätsabsolventen. Es ist kein Unterschied im Ausmaß der Arbeitslosigkeit nach Art des akademischen Abschlusses festzustellen. Jedoch finden sich Unterschiede in der Altersstruktur. Die Anzahl jüngerer arbeitsloser Ingenieure sinkt nach 1993 stetig. Entsprechend steigen die Anteile, aber auch die absoluten Zahlen der arbeitslosen älteren Ingenieure.

Die Arbeitslosigkeit von Ingenieuren ist auch für einzelne Unternehmensbranchen verschieden. Im Maschinenbau ist die Tendenz sinkend, in der Elektroindustrie auf niedrigen Stand stagnierend und bei den Bauingenieuren stetig steigend. Die absoluten Zahlen arbeitsloser Ingenieure entsprechen dem relativen Verhältnis der erwerbstätigen Ingenieure in den verschiedenen Unternehmensbranchen.

Das Resümee dieser Betrachtung ist, dass Ingenieure auch in Zeiten großer Nachfrage von Arbeitslosigkeit betroffen sein können und die Sicherheit ihres Arbeitsplatzes mitunter konjunkturellen Abhängigkeiten unterliegt. Dies stellt gerade für ältere erwerbstätige Ingenieure die Frage über die Möglichkeiten einer beruflichen Fort- oder Weiterbildung.

Schaubild 3a: Arbeitslosigkeit von Ingenieuren nach akademischen Abschluss

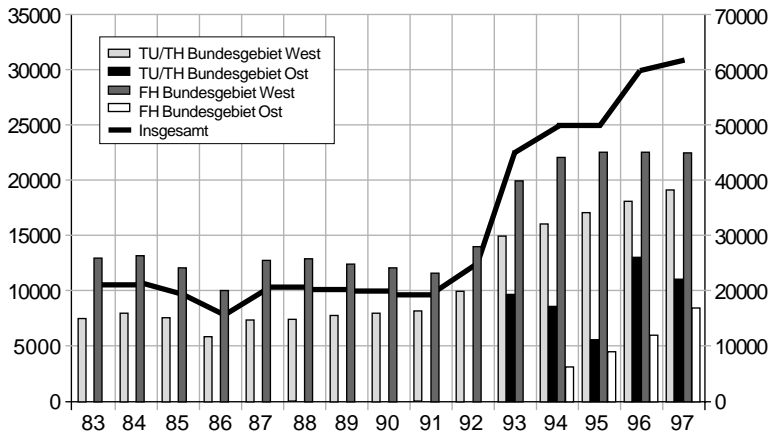


Schaubild 3b: Arbeitslosigkeit von Ingenieuren nach Alter

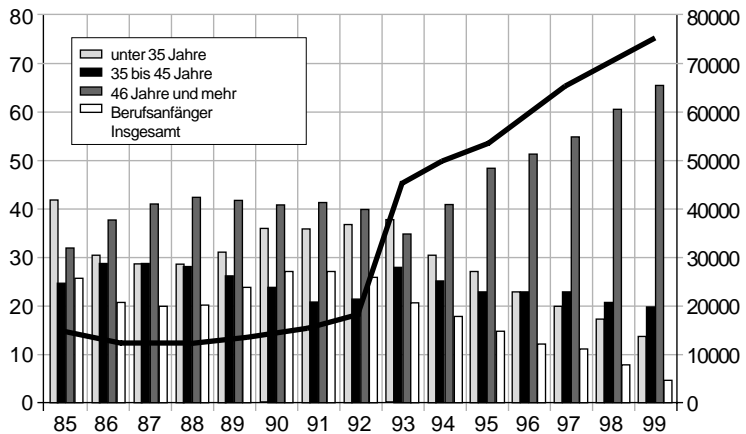
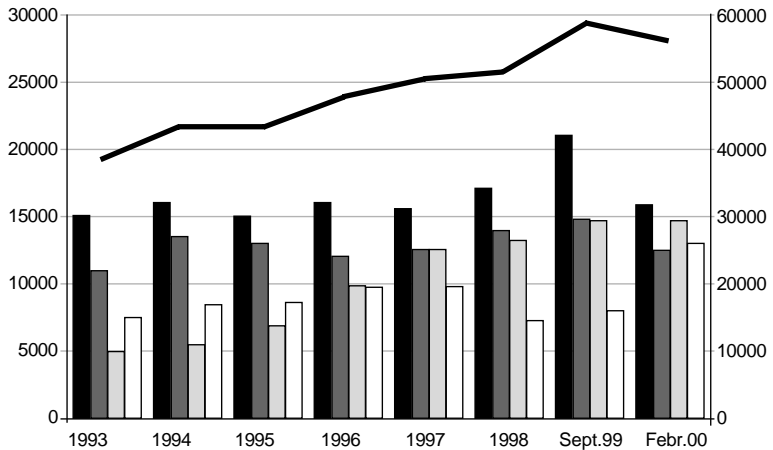
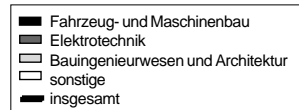


Schaubild 3c: Arbeitslosigkeit von Ingenieuren nach Unternehmensbranchen



Quelle: Angaben nach Fazit 4/2000, VDI-Studie Ingenieurbedarf 2000 (Winkler et al. 2000:2-7)



Angesichts einer „Entzauberung“ der Ingenieurberufe als ehemals sicheren Beruf sind zudem Folgen für eine verminderte Gewichtung der extrinsischen Studienwahlmotive wie Arbeitsplatzsicherheit, Einkommenshöhe und Aufstiegschancen zu erwarten.

3.1.4 Technische Bildung an Schulen

Ein Blick auf die bundesdeutsche Schullandschaft verdeutlicht die großen Differenzen und Defizite bei der allgemeinen technischen Bildung über deren Implementation in den Unterricht. In der Grundschule finden sich noch in allen Bundesländern Ansätze für einen thematischen Schwerpunkt zur Technik, überwiegend als integraler Bestandteil bestehender Unterrichtsfächer. In der Haupt- und Realschule setzt sich dieser Trend überwiegend fort. Diese Verankerung von Technik im Schulunterricht entspricht der bereits beschriebenen gesellschaftlichen Verortung von Technik im ökonomischen Sektor. Technische Bildung wurde folgerichtig primär der Haupt- und Realschule zugewie-

sen, um auf entsprechende gewerblich-technische Berufe vorzubereiten. Diese eingeschränkte Form von technischer Bildung firmiert entsprechend unter Bezeichnungen wie Arbeitslehre, Arbeit-Wirtschaft-Technik oder einfach Werken bezüglich des Umgangs mit Werkstoffen (Trychan, 2002). In der Sekundarstufe I und II der Gymnasien ist eigenständiger Technikunterricht eher die Ausnahme denn die Regel. Positive Ausnahmen sind die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Brandenburg. Es ist auffällig, dass die neuen Bundesländer in Sachen Technikunterricht engagierter erscheinen als die alten Bundesländer, ohne deren Reformbemühungen verschweigen zu wollen. So wird gerade in Baden-Württemberg der Technikunterricht mit Beginn des neuen Schuljahres 2002 ausgeweitet und als Pflichtfach eingeführt.

Neben den allgemeinbildenden Schulen finden sich in allen Bundesländern im Rahmen des dualen Ausbildungssystems eine Vielzahl von berufsqualifizierenden Fachschulen. In Baden-Württemberg gibt es spezielle Technikgymnasien.

Über die inhaltlichen, methodischen und didaktischen Konzepte zur Darstellung von Technik besteht zwischen den verschiedenen Bundesländern keine verbindliche Regelung. Die Daten des HIS (1998) verdeutlichen, dass Technik im Schulunterricht zu 70-90% über die Anwendung von Naturgesetzen und Aufzeigen der Funktionsweisen von Apparaten und Verfahren vermittelt wurde. Sozio-kulturelle Themen wie „Geschichte der Technik“ (36%), „Bedeutung der Technik für die menschliche Evolution und Zivilisation“ (39%), „Ökologie und Technik“ (29%) oder das „Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft“ (29%) waren signifikant seltener Gegenstand der Behandlung des Themas „Technik“ an Schulen (HIS 1998: 95-100).

Insgesamt erscheint technische Bildung an allgemeinbildenden Schulen als ein „Stiefkind“ der Bildungspolitik. Einerseits hinsichtlich des fehlenden schulischen Schwerpunkts und andererseits bezüglich der Behandlung ihrer sozialen und kulturellen Bedeutung.

Im Gegensatz zur Darstellung von Technik an den Haupt- und Realschulen über ihre Zusammenhänge mit dem Arbeitsleben steht an den Gymnasien der naturwissenschaftliche Unterricht im Vordergrund. Auch hieraus lässt sich eine Beschränkung des Technikverständnisses ableiten, die Technik eher als Anwendungsbeispiele der Naturwissenschaften thematisiert und ihre gestaltende Wirkung unterschätzt.

Die subjektive Bewertung der schulischen technischen Bildung ist sehr eindeutig negativ. Die Umfrage unter Schülern im Rahmen eines früheren Projektes der TA-Akademie lässt vor allem Physik und Chemie als die

Schaubild 4: Implementation von Technikunterricht im bundesdeutschen Schulsystem

	Grundschule				Hauptschule					Realschule					Gymnasium					Gesamtschule														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Baden-Württemberg	⊕	⊕	⊕	⊕	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•										⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Bayern	⊕	⊕	⊕	⊕	∇	∇	∇	∇	∇	∇																								
Berlin	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕										⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Brandenburg	⊕	⊕	⊕	⊕	•						⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕																		
Bremen	•	•	•	•	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Hamburg	⊕	⊕	⊕	⊕	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Hessen	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Mecklenburg-V.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Niedersachsen	⊕	⊕	⊕	⊕																														
Nordrhein-W.	⊕	⊕	⊕	⊕																						•	•	•	•	•	•	•	•	•
Rheinland-Pfalz	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Saarland	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
Sachsen	•	•	•	•																														
Sachsen-Anhalt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Schleswig-Holstein	⊕	⊕	⊕	⊕																														
Thüringen	•	•	•	•	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	

- Technologie als Pflichtfach
- ∇ Wahlfach
- ⊕ Teil eines integrativen Faches mit Pflichtbereich Technik
- ◆ Teil eines integrativen Faches (als Teil eines Wahlpflichtfachs)
- ⊙ Technikfach abhängig von Personal- und Material-Ressourcen (Lehrer, Labor, Ausstattung, ...)
- ⊕ Wahlpflichtfach

Quelle: Trychan, Gregor, 2002, Vortrag auf der Tagung an der ETH

„Schreckensfächer“ der Schule schlechthin erscheinen (Zwick / Renn 2000). Mathematik, als eine der Schlüsselqualifikationen für das Verständnis von Technik geltend, wird hingegen mit gleich hohen Anteilen von Ablehnung und Zuneigung eher ambivalent bewertet. Biologie wird als das attraktivste naturwissenschaftliche Fach angesehen und entsprechend positiver bewertet.

Der Mangel an Technik-Unterricht hat Konsequenzen für die Förderung der persönlichen Talente und Fähigkeiten während der Schulzeit. Nur etwa 31% der in der TA-Studie über Berufserfahrungen befragten Ingenieure fühlten sich während ihrer Schulzeit sehr stark oder eher stark gefördert. Hingegen geben 55% der Naturwissenschaftler an, dass sie sich sehr oder zumindest eher gefördert fühlten. Bei diesen Anteilen ist zu berücksichtigen, dass der Anteil der Befragten, die sich im Hinblick auf ihre technischen Talente sehr stark von der Schule gefördert sahen, lediglich 5-7% beträgt.

Die Förderung basiert überwiegend auf einer guten Betreuung durch die Lehrer und weniger auf den allgemeinen Bedingungen des Unterrichts. Dies unterstreicht die Bedeutung, die der fachlichen und didaktischen Ausbildung des Lehrpersonals zukommt.

Eine gute Beurteilung bekommt die schulische Vorbildung für ein späteres Studium. Zu dieser Frage geben 63% der Ingenieure und 75% der Naturwissenschaftler ein positives Urteil ab. Der Schule gelingt in weitem Maße die Vermittlung von Basisqualifikationen, wobei sich für die verschiedenen Alterskohorten kaum Unterschiede in dieser positiven Bewertung finden. Die Kritik einer abnehmenden Qualifikation der studentischen Bewerber wird aus subjektiver Sicht der Studierenden nicht geteilt. Ein Indikator hierfür sind die erreichten Notendurchschnitte bei den entsprechenden Schulfächern. Dieser liegt bei den Ingenieuren bei ca. 2,2 und bei den Naturwissenschaftlern bei ca. 1.9 nach dem herkömmlichen sechsstufigen Notensystem. Der Notendurchschnitt der Ingenieure entspricht in etwa dem allgemeinen Notendurchschnitt für alle Abiturienten. Naturwissenschaftler weisen bei diesem Vergleich eher einen besseren Notendurchschnitt auf.

Gemessen am Interesse der Schüler hat sich die Attraktivität der technischen und naturwissenschaftlichen Leistungskursangebote seit Beginn der 90er Jahre beständig verringert (HIS 1998: 12-14). Diesem Trend wirken die Reformen der gymnasialen Oberstufen entgegen, die eine Abwahl naturwissenschaftlichen Fächer erschweren. Eine solche organisatorische, formale Modifikation wirkt jedoch nicht gegen die inhaltlichen Defizite bezüglich didaktischer Aufbereitung und gegen das schlechte Image als „Schreckensfächer“. Dieses Image führen Zwick und Renn auf verschiedene Rationalitätskalküle der

Schüler zurück, wonach das Risiko schlechter Noten bei zugleich erhöhten Aufwand für diese als schwierig und abstrakt geltenden Fächer zu einer extrinsisch begründeten Entscheidung bei der Fächerwahl führt. Da ein guter Notendurchschnitt angesichts eines Numerus Clausus für viele technisch-naturwissenschaftliche Studiengänge eine unabdingbare Zulassungsvoraussetzung ist, ergibt sich für technisch-naturwissenschaftlich talentierte Schüler ein Dilemma. Das Ergebnis ist ein Paradox: Die Nichtwahl entsprechender Leistungskurse bei gleichzeitigem Interesse an einem entsprechenden Studium.

Hinzu kommt, dass viele empirische Analysen indizieren, dass die Wahl eines technischen oder naturwissenschaftlichen Leistungskurses eine wichtige individuelle Determinante der Studienwahl ist. So zeigen die Daten des HIS auf, dass Studierende des Maschinenbaus und der Elektrotechnik zu 80% bis 90% die Fächerkombination Mathematik und Physik als Leistungskurse wählen. Chemie (50-70%) und Biologie (20-30%) fallen im Vergleich hierzu deutlich zurück. Bei den Studierenden an Fachhochschulen ist das Schulfach Chemie mit ca. 90% annähernd gleich bedeutsam wie Physik und Mathematik. Dies könnte eine Folge einer berufsorientierten Studienwahl sein, da die Chemie in der „Arbeitswelt“ über verschiedene Berufe institutionalisiert ist und damit ein Pendant zur eher theoretischen Physik bietet.

3.1.5 Technische und naturwissenschaftliche Studiengänge

Ingenieurberufe und naturwissenschaftliche Berufe sind traditionell akademische Ausbildungen. Jedoch haben sich, gerade in den letzten Jahren, viele neue Ausbildungswege etabliert, die vorrangig auf eine engere Verbindung von Beruf und Studium abzielen. Beispiele hierfür sind die Berufsakademien. Auch die Gründung der Fachhochschulen diente primär der Förderung des technischen Nachwuchses in einer Phase hoher wirtschaftlicher Prosperität. Ihre Gründung führte de facto zur Einführung eines dualen akademischen Ausbildungssystems in der damaligen BRD.

Der Verlauf der Immatrikulationszahlen für Ingenieurwissenschaften und Naturwissenschaften gleicht einer statistischen Berg- und Talfahrt. Setzt man den Anteil der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften in Bezug zu allen Studienanfängern, so sinkt deren Anteil von 23% im Jahre 1976 auf unter 18% im Jahre 1999. Mithin ein beachtlicher Rückgang um ca. 22%. auf der Basis von 1976. Differenziert nach Fachhochschulen und Universitäten

zeigt sich ein sehr unterschiedliches Bild. Während der Anteil von Studienanfängern an den Universitäten relativ konstant um die 12-13%-Marke pendelt, reduziert sich der Anteil von Studierenden der Ingenieurwissenschaften an Fachhochschulen im gleichen Zeitraum von 52% auf ca. 27%. Für einzelne Zeitphasen schwanken diese Anteile jedoch um plus/minus 10-15%. Außerdem waren die Fachhochschulen zu Beginn der 70er Jahre kurz nach ihrer Etablierung im Bildungssystem vorrangig auf die Ingenieurwissenschaften konzentriert und erlangten im weiteren Verlauf eine deutliche Ausdifferenzierung ihres Studienangebots auch außerhalb der Ingenieurwissenschaften. Diese Argumente relativieren den markanten Rückgang bei den Anteilen an allen Studienanfängern. Die Betrachtung eines Indexwertes erlaubt die deshalb notwendige Berücksichtigung der absoluten Zahlen. Diese Verteilung dokumentiert eine bis 1990 ansteigende Nachfrage nach technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Nach 1990 vermindert sich die Anzahl der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften. Dieser rückläufige Trend endet erst 1999 bzw. 2000 mit leicht erhöhten Immatrikulationszahlen in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, die weit unterhalb des Niveaus von 1990 liegen.

Die Betrachtung einzelner Studiengänge zeigt, dass insbesondere für die Universitäten die scheinbar konstante Anzahl von technisch interessierten Studierenden trägt. Für wichtige Bereiche der Ingenieurwissenschaften wie dem Maschinenbau und der Elektrotechnik finden sich ebenso drastische Rückgänge der Studienanfängerzahlen wie bei den naturwissenschaftlichen Studiengängen Chemie und Physik. Auf der anderen Seite verzeichnen Studiengänge wie Wirtschaftsingenieurwesen exorbitante Zuwachsraten bei den Einschreibungen von 40% und höher, ebenso zeitweise das Studium des Bauingenieurwesens.

Es zeichnet sich ein sehr differenziertes Bild sehr unterschiedlicher Trends. Einerseits im Zeitvergleich und andererseits zu einem Zeitpunkt für verschiedene Studiengänge. Gemeinsam erscheint diesen Trends jedoch die Abhängigkeit von den konjunkturellen Schwankungen am Arbeitsmarkt. Unter dem Titel „Turbulenzen am Arbeitsmarkt“ dokumentierte eine Arbeitsgruppe um Helmut Winkler (VDI -Studie Ingenieurbedarf 2000) diese Abhängigkeiten seit Beginn der Jahrhundertwende. Die Studie über die Attraktivität von technischen und naturwissenschaftlichen Fächern der TA-Akademie weist auf erste Indizien hin, dass sich dieser Zusammenhang von Studienwahl und Arbeitsmarktlage vermindert.

Schaubild 5: Studienberechtigte der Jahrgänge 1976-1996 mit Aufnahme eines Ingenieursstudiums.

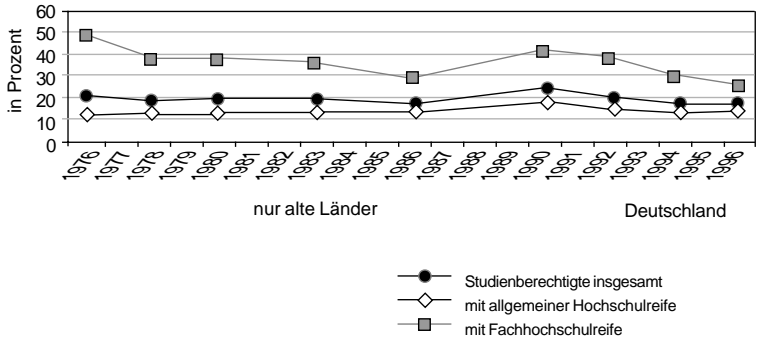
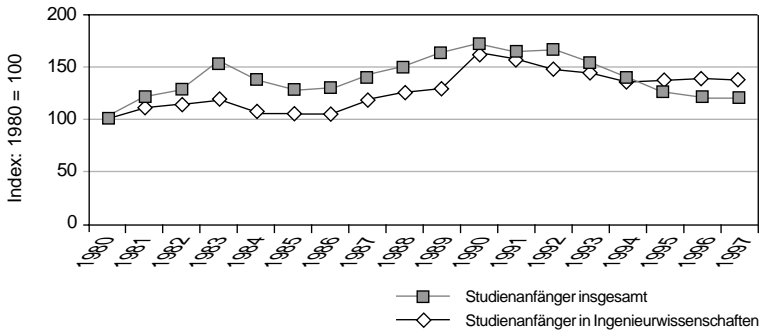


Schaubild 6: Entwicklung der Studienanfänger 1980 bis 1998 (indexiert: 1980=100)



Quelle HIS 1998: 20

Tabelle 2a: Anzahl der Studierenden 1993-2000 in ausgewählten technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mathematik und Naturwissenschaften								
Anzahl insgesamt	298.576	293.644	286.136	278.263	273.639	271.118	274.943	295.248
- Informatik	67.257	68.099	67.611	67.210	68.665	74.434	85.120	104.612
- Physik, Astronomie	39.947	37.997	35.312	32.379	29.769	27.582	26.041	25.508
- Chemie	42.167	39.223	36.638	33.982	31.862	30.471	29.372	29.430
- Biologie	46.863	46.364	45.911	45.822	45.571	45.029	44.926	45.905
- übrige Studiengänge	102.342	101.961	100.664	98.870	97.772	93.602	89.484	89.721
Ingenieurwissenschaften								
Anzahl insgesamt	383.368	375.012	356.867	336.248	318.869	305.063	292.482	287.758
- Maschinenbau, Verfahrenstechnik	152.580	143.888	132.002	119.066	108.450	101.452	97.220	97.813
- Elektrotechnik	99.701	91.752	82.659	73.419	67.705	63.753	60.634	60.279
- Bauingenieurwesen	53.057	57.539	60.838	60.963	60.598	57.816	52.771	48.499
- Architektur, Innenarchitektur	49.826	52.384	53.678	54.354	54.771	54.266	52.734	50.889
- übrige Studiengänge	28.204	29.449	27.690	28.446	27.345	27.776	29.123	30.278

Tabelle 2b. Studienanfänger 1993-2000 in ausgewählten technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mathematik, Naturwissenschaften Insgesamt	58.733	55.400	54.522	57.720	60.000	64.382	71.768	84.807
- Informatik	14.271	13.771	12.936	15.070	17.033	22.181	28.079	38.083
- Physik, Astronomie	6.387	5.864	5.434	5.278	5.374	5.443	5.945	6.289
- Chemie	6.982	6.043	5.971	6.371	6.624	7.480	7.638	7.906
- Biologie	7.724	7.568	8.026	8.440	8.607	8.524	9.255	9.437
- übrige Studiengänge	23.369	22.154	22.155	22.561	22.362	20.754	20.851	23.092
Ingenieurwissenschaften								
Insgesamt	71.568	66.265	60.827	59.612	57.888	59.624	61.060	64.697
- Maschinenbau, Verfahrenstechnik	25.864	22.672	20.124	19.780	19.765	21.111	22.304	24.854
- Elektrotechnik	17.017	14.183	11.554	11.915	11.533	13.038	13.988	14.992
- Bauingenieurwesen	13.373	13.818	13.485	12.335	11.520	9.908	8.759	8.425
- Architektur, Innerarchitektur	8.777	9.158	9.231	9.263	8.899	8.855	8.594	8.581
- übrige Studiengänge	6.537	6.434	6.433	6.319	6.171	6.712	7.415	7.845

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 11, Bildung und Kultur

Dem gegenüber zeigen die Zulassungszahlen für einzelne, von Unternehmen nachgefragte Studiengänge, dass die Wahrnehmung der Arbeitsmarktlage nach wie vor großen Einfluss auf die individuelle Studienwahl hat. Teilweise üben solche Studiengänge aufgrund der angenommenen guten Chancen auf einen zukünftigen Arbeitsplatz geradezu eine Sogwirkung aus. Dies gilt gegenwärtig beispielsweise für die Studiengänge Wirtschaftsingenieur und Informatik.

Tabelle 3: Subjektive Bewertung des Ingenieurstudiums

Jahrgänge	Das Studium war							
	interessant	praxisbezogen	schwierig	zu lang	teamorientiert	berufsbezogen	gute Dozenten	konkret
bis 1960	91	70	79	79	14	47	68	74
in %								
Mittelwert	1,69	2,18	2,06	2,83	3,59	2,44	2,20	2,18
1961-1970	79	59	76	79	17	54	63	54
in %								
Mittelwert	1,90	2,43	2,06	2,88	3,47	2,53	2,29	2,50
1971-1980	70	46	64	79	30	37	48	50
in %								
Mittelwert	2,14	2,74	2,29	2,93	3,18	2,91	2,60	2,63
1981-1990	67	39	68	74	26	32	39	34
in %								
Mittelwert	2,23	2,86	2,21	3,16	3,28	3,08	2,65	2,88
nach 1990	63	32	70	59	21	18	33	33
in %								
Mittelwert	2,35	3,01	2,18	3,38	3,48	3,35	2,76	2,94
Mittelwert insgesamt	2,12	2,72	2,17	3,09	3,38	2,94	2,55	2,71
Trend	↓ ↓	↓ ↓	–	↓	↗	↓	↓	↓ ↓

Die subjektive Bewertung des Ingenieurstudiums fällt eher ambivalent bis verhalten positiv aus. Auf der Positivliste finden sich die Beurteilungen als interessant, anspruchsvoll und mit hohen Anforderungen verbunden. Ambivalent ist die Bewertung der Hochschuldozenten sowie die Praxisnähe und Einbeziehung konkreter Lehrbeispiele und Projekte. Eindeutig negativ sind die Aussagen über die Vermittlung beruflicher Fachqualifikationen, die mangelnde Teamorientierung und eine zu lange Studiendauer.

Tendenziell wird das Ingenieurstudium aus Sicht der jüngeren erwerbstätigen Ingenieure weniger positiv beurteilt. Einzig die Teamorientierung im Studium wird heute als besser eingeschätzt, allerdings immer noch auf einem unzureichenden kommunikativen Niveau. Dieser Befund verweist auf die Bedeutung didaktischer Reformen an den Hochschulen mit dem Ziel einer erhöhten Attraktivität und stärkerer Praxisbezüge.

Eine Folge der subjektiven Unzufriedenheit mit dem Studium ist bei den Studierenden die Tendenz zum Studiengangwechsel oder in extremen Fällen zum Abbruch des Studiums. Die Hochschul-Information-System GmbH nennt auf einer Datenbasis von 1992 Abbruchquoten von 24-26% für universitäre Studiengänge und von 25-27% für Studiengänge an Fachhochschulen. Weitere 10-12% der Studienanfänger an den Universitäten (Fachhochschulen 15%) wechseln das Studienfach, wovon allerdings ca. 50% nur innerhalb der verschiedenen Ingenieurstudiengängen wechseln (HIS 1998: 33-34). Die „Verlustquote“ wäre insofern für Universitäten und Fachhochschulen bei ca. 30% bis 35% anzusetzen²⁰. Eigenen Berechnungen zufolge ergeben sich für einen Vergleich Studienanfängerzahl 1990 zur Absolventenzahl 1995 Abbruchquoten von 42%-43%. Die Abbruchquote an Universitäten ist hierbei mit 50% bis 52% deutlich höher als an Fachhochschulen mit 33% bis 35%.

Als Motive werden in der HIS-Studie vorrangig Distanz zum Studium, Überforderung und finanzielle Probleme angegeben. Differenziert nach Branchen gilt, dass in der Elektrotechnik eher die Überforderung das ausschlaggebende Motiv ist und im Maschinenbau die Distanz zum Studium, gegebenenfalls aus Mangel an konkreten technischen Bezügen zum Maschinenbau im Grundstudium.

Die Ergebnisse der TA-Studie über die Attraktivität von technisch-naturwissenschaftlichen Studiengängen weist für die Frage nach einem beabsichtigten Studienfachwechsel oder einem Studienabbruch in den Fächern Chemie und Bauingenieurwesen ca. 50% aus (Zwick/Renn, 2000: 86). Diese Daten verweisen auf eine hohe „Dunkelziffer“ potenzieller Studienabbrecher, die bei weiterhin verschlechterten Studienbedingungen zum Faktum werden kann.

Anteil der Studiengangwechsler und Wanderungsrichtung vom früheren Fach zum jetzigen Fach 1991 bis 1997

Tabelle 4: Anteil der Studiengangwechsler in %

	alte Länder						neue Länder											
	Uni		FH		insg.		Uni		FH		insg.							
	1991	1994	1991	1994	1991	1994	1991	1994	1991	1994	1991	1994						
Ingenieurwissensch.	10	11	12	11	14	15	11	13	14	3	8	11	11	12	14	4	9	12
Sprach- u. Kulturwiss.	35	34	33	20	21	27	34	33	33	21	30	30	*	16	11	21	29	28
Mathematik, Naturwiss.	17	17	20	14	15	24	17	17	20	6	10	13	*	9	17	6	10	14
Medizin	20	16	14				20	16	14	3	5	11				3	5	11
Jura, Wirtschaftswiss.	17	15	15	15	13	17	16	15	15	14	13	13	*	18	16	15	14	14
Sozialwissenschaften, Pädagogik	30	30	29	15	14	18	27	27	27	19	20	30	*	9	10	20	18	25
Insgesamt	21	21	22	13	14	17	20	20	21	9	14	19	18	13	14	9	14	17

* Fallzahlen zu gering

Quelle: HIS 1998

Tabelle 5: Wanderungsrichtung in % der Fachrichtungen vor dem Wechsel

	Fächergruppe nach dem Wechsel																
	Ingenieurwissenschaften		Sprach- und Kulturwissenschaften		Mathematik und Naturwissenschaft.		Medizin		Jura, Wirtschaftswissenschaft.		Sozialwissenschaften, Sozialwesen						
	1991	1994	1997	1991	1994	1997	1991	1994	1997	1991	1994	1997					
Ingenieurwissenschaften	34	44	58	8	8	21	17	23	4	3	1	23	19	7	8	9	3
Sprach- u. Kulturwissenschaften	5	4	6	52	54	8	8	17	8	4	2	10	10	11	17	21	9
Mathematik, Naturwissenschaften	12	14	16	12	16	33	32	59	16	10	2	14	15	7	13	14	5
Medizin	11	6	9	15	14	24	26	34	27	20	15	7	17	10	16	17	13
Jura, Wirtschaftswissenschaften	5	9	18	22	20	13	10	18	6	6	2	41	39	42	16	16	8
Sozialwissenschaften, Pädagogik	5	5	8	22	27	31	13	11	7	4	3	15	13	13	39	41	31

Quelle: HIS 1998

Insofern ist gegenwärtig nicht von einer Abnahme der Studienabbruchsquote auszugehen, sondern gegenteilig von einer erhöhten Tendenz zur Aufgabe des Studiums.

3.1.6 Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen

Nach wie vor sind die technischen und überwiegend auch die naturwissenschaftlichen Berufe eine Männerdomäne. Lediglich ca. 1/3 der Studierenden in naturwissenschaftlichen Disziplinen und ca 1/5 in den technischen Studiengängen sind Frauen. Hierbei divergieren die prozentualen Anteile je nach Studiengang beträchtlich (vgl. Tabelle 6) . Bei den Naturwissenschaften ist die Biologie zu 59% und die Chemie zu 39% in weiblicher Hand. Und auch bei den technischen Studiengängen finden sich im Bauingenieurwesen mit knapp 21% und vor allem an den Fakultäten für Architektur mit ca. 48% bedeutsame Anteile von Studentinnen. Im Maschinenbau hat sich der Frauenanteil von 10% im Jahr 1993 auf ca. 15% im Jahr 2000 erhöht, bei der Elektrotechnik ist mit ca. 6% der geringste Frauenanteil vorzufinden.

Um das Interesse von Frauen für ein Studium der Ingenieurwissenschaften zu erhöhen, wurden verschiedene öffentliche Kampagnen durchgeführt. Bekannt ist die „be-Ing“-Kampagne des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Auch die Modellprojekte reflektieren die vielseitigen Aktivitäten zur Förderung von Mädchen und Frauen in technischen Fächern und Studiengängen. Der Erfolg dieser Bemühungen zeigt sich in den generell ansteigenden Zahlen von Studentinnen in naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. In den Naturwissenschaften stieg der Anteil von 33% im Jahr 1993 um 2% auf 35% im Jahr 2000. Bei den Ingenieurwissenschaften beträgt die Steigerungsrate 6%, von 14,5 % im Jahr 1993 auf ca. 20,5% im Jahr 2000.

Tabelle 6: Anteil von Studentinnen an naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen (in %)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mathematik, Naturwissenschaften insgesamt	32,8	32,65	32,97	33,32	33,93	34,35	34,71	34,76
- Informatik	12,88	12,22	11,84	11,6	11,94	12,78	14,01	15,41
- Physik, Astronomie	11	11,37	11,86	12,54	13,28	14,32	15,74	17,09
- Chemie	30,9	30,95	31,23	31,7	32,57	34,6	36,53	38,64
- Biologie	54,59	54,52	55,17	55,4	56,07	56,75	57,77	58,79
- übrige Studiengänge	45,2	44,93	45,06	45,2	45,8	46,54	47,76	48,79
Ingenieurwissenschaften insgesamt	14,55	15,33	16,2	17,11	18,06	19,04	19,85	20,48
- Maschinenbau, Verfahrenstechnik	10,3	10,32	10,34	10,53	11,19	12,26	13,12	14,26
- Elektrotechnik	3,86	3,83	3,85	3,9	4,01	4,52	5,25	6,01
- Bauingenieurwesen	18,39	18,25	18,35	18,85	19,03	19,49	20,16	20,62
- Architektur, Innenarchitektur	43,11	44,02	44,92	45,48	46,2	46,71	47,19	48,09
- übrige Studiengänge	17,74	18,86	20,65	20,88	21,59	22,17	22,62	22,75

Vergleicht man die Frauenanteile an ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen (20%) und an den erwerbstätigen Ingenieuren (10%) zeigt sich, dass etwa die Hälfte der Absolventinnen nicht den erlernten Beruf ausübt. Die NRW-Studie zur besseren Frauenförderung in Technikberufen nennt Anteile von 60% der Diplomandinnen an Universitäten und von 40% der Diplomandinnen an Fachhochschulen, die trotz einer entsprechenden Ausbildung nicht in einem technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf arbeiten (ebd. 2000:32). Die hauptsächlichen Beschäftigungsfelder für Ingenieurinnen sind die Unternehmensbereiche Forschung und Entwicklung, Vertrieb und Service (Ingenieurinnen erwünscht! NRW-Kommission 2000, VDMA 2001:5).

Diese „beruflicher Abstinenz“ von Frauen kann verschiedene soziale Ursachen haben: mangelnde Vereinbarkeit von Familie und Beruf, für Frauen unattraktive Tätigkeiten, Nachwirkungen einer mangelnden Techniksozialisation oder einfach eine zu große Dominanz der männlichen Ingenieure im Berufsalltag. Im Ergebnis vermindert dies das Potenzial der technischen Fachkräfte erheblich.

In unserer Umfrage zur retrospektiven Bewertung von Studium, Beruf und den jeweiligen Entscheidungsmotiven werden technische und naturwissenschaftliche Berufe als eher familienfeindlich in ihrer Arbeitszeitregelung (55%) und hinsichtlich ihrer Arbeitsbelastung (48%) eingeschätzt. Auch fühlen sich Frauen im Vergleich zu Männern signifikant mit 54% zu 62% weniger vom Management gefördert. Auf regelmäßigen beruflichen Fortbildungen sind Frauen (53%) aktiver vertreten als ihre männlichen Kollegen (45%). Die NRW-Studie zeigt durch Analysen auf Basis des Mikrozensus, dass jedoch nur ca. 10% der weiblichen Ingenieurinnen Teilzeitarbeitsplätze wünschen. Andererseits lässt der hohe Ingenieurinnenanteil in der ehemaligen DDR die Vermutung zu, dass ganztägige Kinderbetreuungszeiten eine wichtige Bedingung für die Erwerbstätigkeit beider Eltern sind.

Ein strittiger Punkt ist, inwiefern der geringe Anteil von Frauen in technischen Berufen mit einem unterschiedlichen Verlauf der primären Techniksozialisation im Kindesalter im Zusammenhang steht? Unsere Studie indiziert, dass Mädchen einen anderen Zugang zur Technik haben als Jungen. Sie erschließen sich die Technik mehr von ihrer theoretischen und naturwissenschaftlichen Seite durch frühe „Forschungsarbeiten“ mit Mikroskop oder Fernrohr und das Lesen von Technikk-literatur. Spielerische Bezüge zur Technik finden sich nur bei 53% der befragten Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen (Männer: 85%). In der Förderung durch die Eltern finden sich Unterschiede: 37% der Frauen, jedoch 46% der Männer fühlten sich durch ihre Eltern sehr gefördert in ihren technisch-naturwissenschaftlichen Neigungen.

Bei der entsprechenden Talentförderung in der Schule ist kein Unterschied vorzufinden. Der veränderte Zugang zur Technik führt auch zu abweichenden Bewertungen beim Studienprofil. Generell bewerten Frauen den Mangel an Praxis- und Berufsbezügen höher als ihre männlichen Kommilitonen. Diese Analysen sprechen eher für die These eines unterschiedlichen Verlaufes der frühen Techniksozialisation. Frauen werden zudem durch die Strukturen in Elternhaus und Betrieb weniger gefördert als Männer, sind jedoch aktiver in der Gestaltung ihrer Qualifikationen durch eine vermehrte Teilnahme an Fortbildungsangeboten.

Eine andere These besagt, dass technische Berufe durch ein verändertes Tätigkeitsprofil hin zu sozial-kommunikativen Kompetenzen, etwa im Vertrieb oder Kundenservice, für Frauen attraktiver würden. Die Analysen unserer Studie liefern keine Anhaltspunkte für diese These. Weder für die Bewertung der Teamfähigkeit noch im Hinblick auf die Bewertung der intrinsischen und extrinsischen Motive für eine Studien- und Berufswahl finden sich markante Unterschiede zwischen Ingenieurinnen und Ingenieuren bzw. Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern. Dem widersprechen wiederum Ergebnisse der HIS-GmbH zur Typologisierung von Studierenden nach verschiedenen beruflichen Orientierungsmustern. Frauen werden – zumindest statistisch - im Ergebnis dieser Analysen eher Berufen mit sozial-kommunikativen Tätigkeiten zugeordnet. Auch Zwick/Renn (2000) finden Hinweise auf die Bestätigung der traditionellen Wertorientierungen für die Abkehr der Frauen von technische Berufen, nicht jedoch von den Naturwissenschaften.

Angesichts widersprüchlicher Befunde bedarf es weiterer Analysen zur Klärung der offenen Fragen über die Ursachen der „technischen Abstinenz“ bei Frauen, die sich zwar vermindert hat, jedoch der traditionelle Trend zur Technik als Männerdomäne ungebrochen erscheint.

3.1.7 Europäische Vergleiche

Für eine international vergleichende Betrachtung von Ingenieurberufen und naturwissenschaftlichen Tätigkeiten gelten die kritischen Anmerkungen zur statistischen Datenlage und zur fehlenden Vergleichbarkeit, auch aufgrund unterschiedlicher Berufskulturen (Lundgreen/Grelon, 1990; Grelon/Stück, 1994). So beschränkt sich diese Darstellung auf einzelne einfache Indikatoren.

Anknüpfend an den vorigen Abschnitt ist zunächst die Frauenquote, definiert als der Anteil von Ingenieurinnen an allen erwerbstätigen Ingenieuren, ein sol-

cher Indikator. Diese Frauenquote in Deutschland beträgt ca. 10% und ist im europäischen Vergleich relativ niedrig, insbesondere für die Kernbereiche des Maschinenbaus und der Elektrotechnik (Knauth 1998, Fazit 2000:13-14).

Tabelle 7: Erwerbstätige Ingenieurinnen im europäischen Vergleich

Portugal	24%
Griechenland	17%
Frankreich	16%
Belgien	14%
Dänemark	14%
Spanien	12%
Deutschland	10%
Niederlande	10%
Großbritannien	9%
Italien	6%

Quelle: FH Karlsruhe: Blazing Old Frontiers (ohne Zeitangabe)

Der geringe Anteil von Frauen in technischen Berufen resultiert explorativen Analysen zufolge jedoch weniger aus den Bedingungen des Studiums. Bedeutsamer erscheinen verbesserte gesellschaftliche Rahmenbedingungen zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf und ein verändertes Tätigkeitsprofil. Ausreichende Möglichkeiten zur Kinderbetreuung und ein hinreichendes Angebot an Teilzeitarbeitsplätzen (Pfenning, Astrid 2000, BMBF 2001: 26-27) sind Maßnahmen im gesellschaftlichen Bereich.

Das Image der deutschen Ingenieurausbildung im Ausland ist gut (BMBF 2001: 28). Dies könnte zumindest aus dem relativ hohem Anteil von 13% Studierenden der Ingenieurwissenschaften aus anderen Nationen geschlossen werden. Zum Vergleich: Der entsprechende Anteil ausländischer Studenten bei den naturwissenschaftlichen Studiengängen beträgt ca. 10%. Die hohe Akzeptanz der deutschen Ingenieurausbildung im Ausland ist jedoch ein trügerischer Indikator. Denn viele der ausländischen Studierenden kommen aus so genannten Entwicklungs- oder Schwellenländern, nicht jedoch aus Gesellschaften mit vergleichbarem Bildungsstand. Tatsächlich kommt es zu einer partiellen Abwanderung deutscher Fachkräfte ins Ausland aufgrund der besseren Arbeitsbedingungen für Forschung und Wissenschaft. Finanzielle Gründe für die Arbeitsemigration scheinen weniger ausschlaggebend zu sein.

Denn im internationalen Vergleich gesehen ist das Jahreseinkommen von Ingenieuren in Deutschland sehr hoch (Fazit 2000:8)²¹.

Weniger stark ausgeprägt ist hingegen die so bezeichnete Ingenieurdichte in Deutschland. Dieser Indikator setzt die Anzahl naturwissenschaftlicher Absolventen (einschließlich der Ingenieurwissenschaften) in Bezug zu je 100.000 Personen der Erwerbsbevölkerung (HIS 1998:46). Mit 813 Personen, die einen entsprechenden akademischen Titel bzw. Abschluss aufweisen, belegt Deutschland einen mittleren Platz im internationalen Ländervergleich. Diese Maßzahl ist ein „schwaches Maß“ für die Technisierung einer Gesellschaft, womit die Diffusion von Technik in den Alltag gemeint ist. Geht man davon aus, dass Technisierung von Lebensbereichen auch einen erhöhten Bedarf an Ingenieuren bedingt, so ist hier ein Nachholbedarf in Deutschland zu konstatieren. Der bedeutsame Sektor für die Technisierung von Gesellschaft ist der tertiäre Dienstleistungssektor. Für Staaten wie Irland, Großbritannien oder Japan ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung des allgemeinen Dienstleistungssektors und dessen Verquickung mit technischen Dienstleistungen entscheidend.

3.1.8 Demographische Entwicklung

„Sterben die Deutschen aus?“ titelte vor einigen Jahren die Boulevardpresse als die Daten zur demographischen Entwicklung bekannt gegeben wurden. Im langfristigen Trend gesehen ist die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland und auch in vielen anderen Industriestaaten rückläufig (HIS 1998: 8-9, Zwick/Renn 2000). Dies ist eine Folge veränderter Fertilitätsquoten. Die durchschnittliche Kinderzahl je Familie ist in Deutschland kleiner als zwei und liegt damit unter dem kritischen Wert zum Erhalt der Bevölkerungszahl. Folgt man früher von Generation zu Generation geburtenstarke Jahrgänge auf geburtenstarke Jahrgänge, so folgen heute geburtenschwache Jahrgänge auf geburtenschwache Jahrgänge. Diese Entwicklung begann zu Mitte der 60er Jahre und setzt sich bis Ende der 70er Jahre fort. Erst danach stiegen die Geburtenzahlen wieder leicht an. Zwischen 1964 und 1979 sank die Geburtenziffer um 44% von ca. 160.000 Geburten auf etwa 90.000 Geburten. Mit einer entsprechenden Zeitverzögerung von sechs Jahren für eine Einschulung, von 19 bis 20 Jahren für das Erlangen der Hochschulreife und von 27 bis 28 Jahren für das Erreichen eines Studienabschlusses hat diese demographische Entwicklung Einfluss auf das Bildungssystem und den Arbeitsmarkt. Dieser Einfluss wird zunächst noch abgeschwächt durch die Bildungs-

expansion zu Anfang der 70er Jahre, die zu einer erhöhten Anzahl von Abiturienten und Studienanfängern um ca. 20% bis 25% führte. Bereinigt um diese Effekte, ist ein Rückgang der Immatrikulationszahlen um ca. 20% durch diesen demographischen Wandel der Altersstruktur erklärbar.

Die Ingenieurwissenschaften sind von dieser demographischen Entwicklung zweifach betroffen: Zum einen profitieren sie nur unterdurchschnittlich von der Bildungsexpansion. Zum anderen sind die rückläufigen Studienanfängerzahlen an technischen Fakultäten teilweise deutlich höher als der Rückgang an Abiturienten erwarten lässt.

3.1.9 Einstellungen zur Technik

In diesen Abschnitt wird versucht, den Nachweis zu führen, dass die nachlassende Attraktivität technischer und naturwissenschaftlicher Berufe nicht aus einer negativen Beurteilung der Technik in der Gesellschaft abgeleitet werden kann. Alle sozialwissenschaftlichen Studien und demoskopischen Umfragen in Deutschland zeigen, dass Technik eher ambivalent bewertet wird. Nach einer Phase der unkritischen Technik-Euphorie in den 50er und 60er Jahren folgte eine von Technik-Kritik geprägte Phase in der 70er und 80er Dekade. Seit Anfang der 90er Jahre und im Kontext der lange versäumten öffentlichen Diskussion über Chancen und Risiken der Technik wird die öffentliche Meinung von Ambivalenz geprägt. Etwa 40-45% der Deutschen halten Technik allgemein für weder schlecht noch gut. Die Ursachen liegen einerseits in der Wahrnehmung von Chancen und Risiken als auch in der kontroversen individuellen Bewertung einzelner Technologien. So werden die Solarenergie, die Umwelttechnologie (3-Liter-Auto) und die Informationstechnologien zu 70-90% sehr positiv bewertet, die Kernenergie und die Gentechnik hingegen überwiegend negativ. Innerhalb der einzelnen Technologien ergeben sich weitere Differenzierungen im Meinungsbild. Die so genannte „grüne“ agrarwirtschaftliche Gentechnik“ stößt auf deutliche Ablehnung, medizinische Applikationen der „roten“ Gentechnik hingegen auf durchaus hohe Akzeptanz für einzelne Anwendungen.

Die nachstehende Tabelle verdeutlicht diese differenzierte Bewertung verschiedener Technologien für ausgewählte Altersgruppen. Es zeigt sich, dass Telekommunikation und die Computertechnik vorwiegend von jüngeren Personen mit positiven Erwartungen an die Gestaltung ihres zukünftigen Lebens verbunden werden. Ein Hinweis auf die Bedeutung von Techniksozialisation,

die hier zwischen verschiedenen Generationen zu verschiedenen Erwartungen führt. Für die ältere Generation sind moderne Informationstechnologien und die Computernutzung nicht Gegenstand ihres Alltags, für die jüngere Generation hingegen sind diese Technologien zum Bestandteil ihres Alltags geworden und prägen ihr Bild von Technik.

Tabelle 8: Positive Erwartungen an ausgewählte Technologien (in %)

	Weltraum- forschung*	Telekom- munikation*	Gentechnik	Computer- technik*	Solar energie
bis 25 Jahre	50	85	40	84	83
26-35	45	78	37	81	85
36-45	46	70	35	75	80
46-55	41	68	35	72	84
56 und älter	35	57	36	50	77

Datenquelle: Biotech-Survey der TA-Akademie 1997 (n=1500),

* signifikante Alterseffekte

Die Untersuchung von Technikeinstellungen lässt nicht erkennen, dass die mangelnde Attraktivität von technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen von einer allgemeinen Technikablehnung oder von einer allgemeinen Abstinenz von Technik verursacht wird. Vielmehr finden sich gerade in der Jugend hohe Nutzungsquoten für bestimmte moderne Technologien wie Computer, Internet, Handy (Zwick/Renn1998:2,17f.). Die Akzeptanz vieler Technologien ist sehr ausgeprägt, insbesondere wenn diese im Zusammenhang mit Nutzungen im Alltag stehen. „Gesellschaftliche Technologien“ wie die Kernenergie oder die Gentechnik werden hingegen eher skeptisch bis ablehnend bewertet, weil sie sich einer persönlichen Kontrolle entziehen und mit hohen Risiken assoziiert werden. Eine Technologie wie die Solarenergie wird hingegen akzeptiert, weil ihr ein hoher Nutzen bei geringen Risiken zugeschrieben wird und sich Assoziationen zur Ethik im Sinne eines Umweltschutzes ergeben.

4 Indikation des Mangels

„Mangel herrscht vor, wenn von etwas Nötigem zuviel fehlt“ (Pfenning/Renn 2001). Diese Definition verweist auf strukturelle Defizite zwischen individueller Akzeptanz entsprechender Berufe und deren gesellschaftlicher Funktionalität. Strukturelle Defizite können Resultat institutioneller Defizite sein, die eigentlich für die Erfüllung der gesellschaftlichen Funktionalität geschaffen wurden. Sie können aber auch Resultat veränderter Rahmenbedingungen der gesellschaftlichen Struktur sein. Die vorherigen Ausführungen haben verdeutlicht, wofür Ingenieure und Naturwissenschaftler nötig sind:

- ihre herausragende berufliche Stellung in Wissenschaft, Forschung, Entwicklung und Konstruktion,
- die ökonomische Bedeutung ihrer Entwicklungen, Erfindungen und Produkte für wirtschaftliche Prosperität,
- die Bedeutung der Technik für die Beherrschbarkeit des Alltags und
- die Bedeutung der Technik für die Gestaltung von Umwelten.

Ein Mangel an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern wird zum wirtschaftlichen Problem. Er kann zur Verlangsamung in der Produktentwicklung führen, zur Stagnation in der Forschung und zum Rückschritt beim Innovationsniveau. Dies sind alles Faktoren, die für ein qualitatives Wachstum einer zudem exportorientierten Wirtschaft wenig dienlich sind.

Wieviel Ingenieure und Naturwissenschaftler fehlen jedoch tatsächlich? Zu Recht verweisen viele Autoren (BMBF 2001, Zwick/Renn 2000) auf die Tatsache, dass die Wirtschaft durch ihre fehlgeleitete Personalpolitik zu Beginn der 90er Jahre selbst die Wirkungszusammenhänge in Kraft gesetzt hat, die den heutigen Mangel verursacht haben. Die wirtschaftliche Argumentation ist deshalb nur eine Seite der Medaille. Die zweite Seite ist Niveau, Entwicklung und die Ausblicke für die technische Bildung als wichtiges Element unserer Kultur und unserer Gesellschaft. Technische Bildung ermöglicht einen sachgerechten Umgang mit Technik, ihren Chancen und Risiken, zeigt die Diffusionspotenziale von neuen Technologien auf und thematisiert den Zusammenhang von sozialen, ökonomischen und technischen Wandel.

4.1 Vorsicht Prognose! – Von Bedarfen und Absolventen

Viele Stellungnahmen zur Situation der technisch-naturwissenschaftlichen Berufe fokussieren auf die gegenwärtige Mangelsituation in der Maschinenbau-Industrie, der Elektroindustrie und im Informatik-Bereich. Diese „Mangel-Perspektive“ lässt außer Betracht, dass auch ein Überschuss an qualifizierten Fachkräften ein Defizit zwischen Bedarf und Nachfrage signalisiert. Volkswirtschaftlich ist dies ein Verbrauch an Humanressourcen und Humankapital, individuell hinterlässt eine solche Situation Enttäuschung, Frustration und unter Umständen Arbeitslosigkeit und Umschulung. Werden diese individuellen Erfahrungen zu einem sozialen Phänomen, weil solche Erfahrungen von vielen betroffenen Menschen geteilt werden, können sie maßgeblich zur negativen Imagebildung des Berufsbildes beitragen. Dies geschah bei den Ingenieurwissenschaften in den Krisenjahren 1991/1992. Überschuss und Mangel sind gleichermaßen Indikatoren struktureller Defizite.

Generell werden in der Fachliteratur drei Formen von Bedarfen unterschieden: Der Ersatzbedarf wegen Altersgrenzen, Vorruhestandsregelungen oder auch Kündigungen ausscheidender Ingenieure und Naturwissenschaftler, ein Neubedarf für Stellen zur Entwicklung neuer Produktlinien und ein Innovationsbedarf für Forschung und Entwicklung (Fazit 2000, VDMA, 2001). Neubedarf und Innovationsbedarf sind in hohem Maße von der konjunkturellen Lage abhängig.

4.1.1 Darstellung von Prognosemodellen

Es finden sich verschiedene Ansätze zur Indikation des Bedarfs und zur Analyse, ob ein Mangel besteht oder nicht. In Übersicht 2 sind die verschiedenen Prognosen in der gebotenen Kürze und Vereinfachung dargestellt.

Die Erstellung von Prognosen über den Bedarf an technischen und naturwissenschaftlichen Nachwuchs' ist einer methodischen und inhaltlichen Kritik ausgesetzt. Neben Fragen zur Zuverlässigkeit und zur Validität der Datenbasen wird der Vergleich von subjektiven Daten und aggregierten, tabellarischen Daten²², die Dynamik der zugrunde liegenden subjektiven Einstellungen und Verhaltensweisen sowie die generelle Komplexität eines validen Prognosemodells als Probleme angeführt. Diese Komplexität veranschaulicht die VDI-Studie von Winkler et al. (Fazit 2000:5) in einem Schaubild über die mannigfachen analytischen Beziehungen und wechselseitigen Einflüssen. Dies war für

Übersicht 2: Darstellung ausgewählter Bedarfsprognose

Studie	Prognose	Diagnose
VDI-Studie, Ingenieurbedarf 2000	Erstellen von drei Szenarien: S1: sinkende Absolventenzahlen bei steigendem Bedarf S2: Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage aufgrund stagnierender Absolventenzahlen und stagnierendem Bedarf S3: großes Angebot an Arbeitskräften durch vorhergehende hohe Absolventenzahlen Bezifferung des Ersatzbedarfs mit 2,5 bis 3% der Gesamtzahl der erwerbstätigen Ingenieure.	Mangel im Elektrobereich, hinreichende Deckung im Maschinenbau und Überkapazitäten bei Bauingenieuren
ZEW-Studie 1999	Lineare Schätzung des Ersatzbedarfs aufgrund der Altersverteilung der berufstätigen Ingenieure sowie lineare Schätzung des Neubedarfs durch Fortschreibung der Zuwachsraten zwischen 1990 und 1995. Die Studie benennt Zahlen für Neueinstellungen von 90.000 Maschinenbauern und 76.000 Elektrotechnikern für die nächste fünf Jahre.	Erwartung eines Mangels in der Elektrotechnik, hinreichende Bedarfsdeckung beim Maschinenbau und Vorbehalte gegenüber der Aussagen einer generellen Mangelsituation.
ZVEI-Umfrage, 1998, 2000	Schätzung auf der Basis von Angaben von Unternehmen der Elektroindustrie für Ersatz- und Neubedarf. Die Bedarfsprognose beziffert ca. 7.600 Stellen für Elektroingenieure ab dem Jahr 2000, sowie 3500 Maschinenbauingenieure und 1300 Informatiker	Indikation von Mangel in Höhe von ca. zwei Absolventenkohorten der Elektrotechnik

Fortsetzung Übersicht 2:

<p>VDMA, 1995, 1998, 2001</p>	<p>Schätzung des Ersatz- und Neubedarfes mit 5-7% der erwerbstätigen Ingenieure (ca. 60.000 Ingenieure). Die VDI-Studie führt eine Austauschgröße in Höhe von 2,5-3% aus (ca. 30.000 Ingenieure)</p>	<p>Umfassende Mangelsituation im Maschinenbau und Elektrotechnik</p>
<p>Prognos VDMA 2001</p>	<p>Differenzierte Betrachtung von Ersatz- und Neubedarf, Berücksichtigung der Austauschrelationen der Branchen</p>	<p>Bedarf an 47.000 Ingenieuren für die Dekade 2000-2010, davon ca. 31.000 Maschinenbauingenieure und ca. 11.000 Elektroingenieure und 5.000 Ingenieuren aus anderen Fachdisziplinen. Hinzu kommen 2000 Informatiker und ca. 700 Wirtschaftsingenieure</p>
<p>BMBF, 2002</p>	<p>Zusammenfassende Bewertung verschiedener Studien zu technisch-naturwissenschaftlichen Berufen in Deutschland</p>	<p>Relativierung der Mangelsituation bezüglich der Branchen, Bestätigung des Mangels an Elektroingenieuren</p>

das Autorenteam des VDI auch der Anlass von einem konkreten Prognosemodell abzusehen und stattdessen verschiedene Szenarien unter variierenden Rahmenbedingungen auszuarbeiten.

Hinzu kommen reflexive Auswirkungen von Prognosen auf das konkrete Verhalten der Studierenden bei der Studienwahl. Im Sinne einer selbsterfüllenden Prognose werden Studiengänge, deren Arbeitsmarktrisiken aufgrund von Prognosen eher hoch bewertet werden, auch entsprechend bei der Studienwahl vermieden.

Im Detail betrachtet, zeigt sich die Richtigkeit der methodischen Vorbehalte gegenüber den Prognosen. Der Vergleich von, beispielsweise den Unternehmensbefragungen des VDMA oder des ZVEI entnommenen, Bedarfszahlen an technisch-naturwissenschaftlichen Fachkräften, mit den Absolventenzahlen setzt voraus, dass die Absolventen auch überwiegend eine Tätigkeit in den entsprechenden Unternehmensbranchen aufnehmen. Die Auswertung des Mikrozensus als individualbasierte Umfrage zeigt jedoch auf, dass lediglich ca. 22% der Maschinenbauingenieure und ca. 25% der Elektroingenieure in den entsprechenden Branchen tätig sind. Deshalb wäre der Vergleich von Absolventenzahl und Bedarfszahlen ein typisches Beispiel für einen statistischen „ökologischen Fehlschluss“.

Die Branchenbindung der Ingenieure an ihre jeweilige Fachdisziplin ist insofern nur gering ausgeprägt. Im Positiven bedeutet dies, dass eine fachspezifische Ingenieurausbildung bereits gegenwärtig ein weites Betätigungsfeld in der Wirtschaft und im öffentlichen Dienst ermöglicht. Für die Bewertung vieler Prognosemodelle auf der Basis der beschriebenen „bilanzierenden Gegenrechnung“ von Absolventen und Bedarfszahlen bedeutet diese niedrige Branchenbindung das statistische „Aus“.

Weiterhin ist in diesem Zusammenhang bedeutsam, ob tatsächlich alle Absolventen einen entsprechenden Beruf ergreifen. Beispielsweise ist der Frauenanteil in den entsprechenden Studiengängen deutlich höher als der jeweilige Anteil an erwerbstätigen Ingenieurinnen. Unter dem Vorbehalt verschiedener Bezugsgrößen für die Prozentuierung lässt sich vermuten, dass ein Teil der Absolventinnen nicht in den erlernten Beruf wechselt. Zur Klärung dieser Frage wären allerdings weitere Forschungsarbeiten nötig.

Darüber hinaus sind die Anteile der verschiedenen Ingenieurdisziplinen innerhalb der einzelnen Unternehmensbranchen zu beachten, um die Absolventenzahlen entsprechend gewichten zu können. So arbeiten in Unternehmen der Elektrobranche – bezogen auf alle Ingenieure – ca. 64% Elektroingenieure, aber auch ca. 20% Maschinenbauingenieure und jeweils 4% bis 6% Informatiker, Wirtschaftsingenieure oder Ingenieure anderer Fachrichtungen (ZVEI, 2000). In Firmen des Maschinenbaus haben ca. 64% der Ingenieure ein entsprechendes Diplom als Maschinenbauer oder Verfahrenstechniker, 20% sind Elektroingenieure, weitere 3% sind Informatiker und der Anteil der Wirtschaftsingenieure beträgt ca. 5%.

Für weitreichende Schätzungen der Absolventenzahlen wäre die Entwicklung der Studienzahlen und der Studienanfängerzahlen zu verfolgen und vorherzusagen. Die Zahl der Studierenden wird gewissermaßen dezimiert durch

Abwanderung zu anderen Studiengängen und durch Abgang von den Hochschulen. Die Bestimmung der Studienabbruchquoten ist jedoch bereits schwierig. Zudem scheinen diese Quoten einer hohen Varianz zu unterliegen.

Die Studienanfängerzahlen sind wiederum Resultat komplexer individueller Entscheidungsprozesse zur Berufsfindung. Motivationen und Interessen sind subjektive Größen, denen kognitive Prozessen zugrunde liegen, die sich einer direkten Beobachtung entziehen und nur mittels Indikatoren hinreichend erfasst werden können.

4.1.2 Anforderungen an valide Prognosen

Ein umfassendes Prognosemodell für den Vergleich von Absolventen und Nachfrage am Arbeitsmarkt müsste aufgrund der im vorherigen Abschnitt erläuterten methodischen und statistischen Probleme bzw. Anmerkungen folgende Informationen und Kriterien berücksichtigen:

- eine um Nichterwerbstätigkeit oder branchenfremde Abwanderung bereinigte Absolventenzahl für die jeweiligen Studiengänge,
- eine Aufteilung der Absolventen der verschiedenen Ingenieurdisziplinen auf deren Anteil an den verschiedenen Unternehmensbranchen,
- eine um die variablen Größen der Studienabbruchsquote und Studienfachwechsel bereinigte Studienanfängerzahl als Potenzial zur Bestimmung zukünftiger Absolventenzahlen,
- eine Berücksichtigung der Altersstruktur der erwerbstätigen Ingenieure zur Bestimmung des Ersatzbedarfs,
- eine Schätzung zur Höhe des Neubedarfs in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum,
- eine Schätzung zur Höhe des Innovationsbedarfs für Produktlinien in Abhängigkeit von den Unternehmensetats für diesen Unternehmenssektor,
- das Ausmaß der Substitutionsmöglichkeiten innerhalb der Unternehmen, um andere Fachkräfte mit Ingenieur Tätigkeiten betrauen zu können,
- die soziodemographische Entwicklung bezüglich der Studierendenquote und deren Verteilung auf die ingenieurwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Studiengänge.

Keine der vorliegenden Prognosen erfüllt nach unseren Recherchen diese Bedingungen, so dass sie mit Vorbehalten zu bewerten sind. Hervorgehoben seien jedoch die Studie des VDI und die im Auftrag des VDMA vom Institut PROGNOSE erstellte Bedarfsvorhersage. Die oftmals zitierte VDI-Studie zeichnet sich aus durch die methodische Reflexion der unsicheren Datenlagen und die erstellten alternativen Szenarien bei Annahme verschiedener Rahmenbedingungen. Die VDMA / Prognos-Studie leistet eine Berücksichtigung des branchenspezifischen Bedarfs sowie eine Differenzierung nach den Bedarfskategorien „Ersatzbedarf und Neubedarf“.

Es ist festzuhalten, dass es gegenwärtig kein Prognosemodell für valide Vergleiche von Bedarf und akademischen Nachwuchs in den Ingenieurwissenschaften gibt. Lediglich die Absolventenzahl der nächsten 3-5 Jahre lässt sich annähernd bestimmen und als Grundlage für die Indikation eines Mangels heranziehen.

4.1.3 Mangel an Absolventen

Die Zahlen sprechen gewissermaßen für sich: bei den Absolventenzahlen ist im Maschinenbau für die Zeitperiode 1993 bis 2000 ein Minus von 36% zu verzeichnen, in der Elektrotechnik ein Minus von 43% und im Bauingenieurwesen ein Plus von 62%. Diesen rückläufigen Absolventenzahlen steht ein zumindest gleichbleibender Bedarf der Industrie gegenüber, wobei viele Indikatoren eher für einen durch Neu- und Innovationsbedarf steigenden Ingenieurbedarf sprechen.

Bis zum Jahr 2003/2004 wird die Anzahl der Studierenden in den Kernbranchen der Ingenieurwissenschaften rückläufig bleiben bzw. auf dem niedrigen Niveau von 1998/1999 verharren. Erst danach könnte eine leichte Erhöhung der Absolventenzahlen vermutet werden, weil die Studienanfängerzahlen erst ab 1998 wieder angestiegen ist und die durchschnittliche Verweildauer an Hochschulen bei fünf (Fachhochschulen) bzw. sieben (Universitäten) Jahren liegt. Die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge werden hier keine kurzfristigen Veränderungen bewirken, weil sie überwiegend erst ab 1999 angeboten wurden.

Angesichts dieser gegenläufigen Entwicklung von steigendem Bedarf und sinkenden Absolventenzahlen ist eine weitere Konsequenz offensichtlich: Jeder Absolvent wird benötigt!

Tabelle 9: Absolventenzahlen von technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen in Deutschland, 1993-2000

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mathematik, Naturwissenschaften								
Insgesamt	31.193	34.905	35.865	36.508	36.292	34.209	32.537	30.379
- Informatik	5.403	6.258	6.610	6.667	7.088	6.617	6.384	5.806
- Physik, Astronomie	4.826	5.216	5.426	5.807	5.560	4.900	4.261	4.019
- Chemie	6.290	6.627	6.710	6.694	6.317	5.854	6.065	4.678
- Biologie	5.765	6.268	6.428	6.314	6.015	5.977	6.082	5.769
- übrige Studiengänge	8.909	10.536	10.691	11.026	11.312	10.861	9.745	10.107
Ingenieurwissenschaften								
Insgesamt.	47411	47763	50857	52278	49028	44441	42335	39270
- Maschinenbau, Verfahrenstechnik	20.986	20.687	21.700	22.304	20.327	16.804	15.441	13.466
- Elektrotechnik	13.781	13.728	14.163	13.745	12.383	10.657	9.343	7.890
- Bauingenieurwesen	4.326	4.949	5.588	6.237	6.330	6.859	7.026	7.040
- Architektur, Innenarchitektur	5.056	5.046	5.701	5.950	6.206	6.318	6.666	7.066
- übrige Studiengänge	3.262	3.353	3.705	4.042	3.782	3.803	3.859	3.808

Anmerkung: Der Startpunkt der Zeitreihe mit dem Jahr 1993 wurde gewählt, weil es das erste Studienjahr nach der wirtschaftlichen Krise 1991/92 war, von der die Ingenieurwissenschaften besonders betroffen waren. Entsprechend einer durchschnittlichen Studienverweildauer von 6 bis 7 Jahren wurde das Jahr 2000 als Referenzzeitpunkt gewählt.

Die Absolventenzahlen in den Naturwissenschaften bewegen sich im gleichen Zeitraum und im Gegensatz zu den Ingenieurwissenschaften auf einem relativ konstanten Niveau von ca. 30.000 bis 31.000 Personen. Auch die Entwicklung der Absolventenjahrgänge ist weniger von Extremen geprägt. Für die Chemie fällt der Rückgang mit ca. minus 26 Prozent am höchsten aus. Im Studiengang Physik sind die Absolventenzahlen mit ca. 17 Prozent ebenfalls rückläufig. Die Zunahme der Absolventenzahlen im Fach Informatik mit 7% erscheint in Erwägung des rasant gestiegenen Bedarfs deutlich zu gering, um die Nachfrage am Arbeitsmarkt zu decken.

Die Tendenz überwiegend rückläufiger Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften ist bei Universitäten und Fachhochschulen gleichermaßen vorhanden und unterscheidet sich auch nicht im teilweise dramatischen Ausmaß.

4.2 Indikation einer Krise – Vom Mangel zur Krise

Nach der öffentlichen und politischen Wahrnehmung der kritischen Situation in den technischen und naturwissenschaftlichen Berufen kam es durchaus zu Reaktionen und ersten Maßnahmen im bildungspolitischen Bereich. Eine Gesprächsrunde unter Federführung des BMBF mit dem Titel „Ingenieurdialog“ führte Politiker, Ingenieurs- und Wirtschaftsverbände zusammen. Ein Maßnahmenkatalog wurde erstellt.

Konkrete Ergebnisse dieses Dialoges war die Einführung einiger Bachelor- und Masterstudiengänge an den Hochschulen sowie die Etablierung weiterer berufsspezifischer Studiengänge an Fachhochschulen und insbesondere der Ausbau der Kapazitäten im Fach Informatik²³. Dies sind richtige und wichtige Schritte.

Allerdings ist anzumerken, dass es nicht nur um Änderungen im Angebot und in der Organisation der Hochschulen gehen kann, sondern auch didaktische Reformen notwendig sind. Beispielsweise wird der Ausbau der Kapazitäten für die Informatik konterkariert durch die hohe Studienabbruchquote (ca. 50%).

Aus einer Mangelsituation muss noch keine Krise werden, wenngleich das Ausmaß des Rückgangs an Studierenden der Ingenieurwissenschaften um 25% (von 383.368 im Jahr 1993 auf 287.758 im Jahr 2000) und in den einzelnen Fachrichtungen durchaus beunruhigend ist. Von einer Krise ist jedoch zu

sprechen, wenn der Mangel sich verfestigt, weil viele Einflussgrößen auf die Attraktivität der Ingenieurwissenschaften einen negativen Verlauf nehmen. Die Zusammenführung der verschiedenen Entwicklungen im Bereich Schule, Studium, Demographie und Gesellschaft soll als Bilanzierung der Bestandsaufnahme dienen.

Als Zeitperioden dieser zusammenfassenden Darstellung wurden die Krisenjahre (1990-1995), die Erholungsphase (1995-2000) und die Jahre der Trendwende (2000-2005) gewählt.

Die Mehrzahl der dargestellten Einflussgrößen weisen einen für die Attraktivität der Ingenieurwissenschaften negativen Trend auf. Defizite bzw. negative Entwicklungen finden sich in allen Bereichen: der schulischen und akademischen Bildung, der betrieblichen Situation und im gesellschaftlichen Umfeld. Diese Kumulation negativer Entwicklungen von Defiziten in den Bildungsinstitutionen, im kulturellen Bereich bezüglich einer unzureichenden Techniksozialisation und von demographischen Faktoren hinsichtlich eines rückläufigen Potenzials ist es, die uns von einer Krise der Ingenieurberufe sprechen lässt.

Positive Aspekte finden sich bei der Entwicklung des Frauenanteils an den Studierenden und an den erwerbstätigen Ingenieuren, wie auch in den Maßnahmen einem Studienabbruch entgegen zu wirken und die naturwissenschaftliche Bildung wieder zum obligatorischen Fächerkanon an Schulen zu machen.

Die Zunahme intrinsischer Motive bei der Studienwahl ist unter dem Blickwinkel eines veränderten Tätigkeitsprofils ebenfalls als positiv anzusehen, da hierdurch die Vielseitigkeit und Teamorientierung der beruflichen Tätigkeit zunimmt. Dies sind zugleich wichtige subjektive Motive zur Berufsorientierung.

In der Bilanz ist jedoch ein krisenhaftes Szenario angezeigt. Ohne strategische Maßnahmen würden die Ingenieurberufe in eine nachhaltige und andauernde Krisensituation geraten.

Übersicht 3: Bilanzierung der Entwicklung verschiedener Einflussgrößen auf die Attraktivität der Ingenieurwissenschaften

Einflussgrößen:	Krisenjahre 1990-1995	Erholungsphase 1996-2000	Trendwende 2000 – 2005
Demographische Faktoren:			
Altersstruktur der Bevölkerung	sinkendes Potenzial durch geringen/Anzahl junger Menschen	unterdurchschnittlicher Zuwachs an Studierenden	sinkendes Potenzial durch geringeren Anteil junger Menschen
Altersstruktur der Ingenieure	Ersatzbedarf von 20% bis 25%	Ersatzbedarf von 20% bis 25%	Ersatzbedarf über 25 % wegen Zunahme älterer erwerbstätiger Ingenieure
Anteil von Frauen in technischen Berufen	von niedrigem Niveau (<10%) leicht ansteigend	Stabilisierung bei einem Anteil von ca. 10%	weiterer leichter Anstieg zu erwarten auf ca. 15%
Studium an Fachhochschulen und Universitäten:			
Studienanfänger	stark rückläufig	Stagnation auf niedrigem Niveau	leichter Anstieg
Absolventen	sehr hoch (über 50.000)	Stagnation auf hohem Niveau und ohne Übergang Beginn rückläufiger Tendenzen	stark rückläufig bzw. stagnierend
Studienabbruchsquote	mit 20-40% auf vergleichbarem Niveau anderer Fachrichtungen	ansteigend wegen latenter Unzufriedenheit mit Studium Abbruchbereitschaft >50%	stagnierend auf hohem Niveau oder sinkend wg. Bachelor-Abschluss
Fachwechsel	konstanter Anteil von ca. 10-15%	konstanter Anteil von ca. 10% bis 15%	konstanter Anteil von ca. 10% bis 15%
Weibliche Studierende	Von niedrigem Niveau ansteigende Tendenz	anhaltende Tendenz leichter Zunahme	wahrscheinliche Stagnation auf leicht erhöhten Niveau von 20% bis 25%

Fortsetzung Übersicht 3:

Allgemeinbildende Schulen			
Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern	abnehmend (Physik: ca. 11%, Chemie: 9%, Biologie 33%)	Stagnation auf niedrigem Niveau und leichte Erhöhung bei Leistungskurswahlen	starke Erhöhung durch Oberstufenreform (Pflichtfach)
Förderung technischer oder naturwissenschaftlicher Fähigkeiten	niedrig (35-50%)	niedrig (35-50%)	ansteigend durch didaktische Reformen
Besuch technischer Schulen	verminderte Bedeutung für berufliche Bildung und Zugang zu Fachhochschulen	Stagnation auf vermindertem Akzeptanzniveau	?
Berufe:			
Fortbildung	steigender Bedarf wg. schneller Innovationszyklen	zusätzlich steigender Bedarf für Fortbildung älterer Ingenieure	zusätzlich steigender Bedarf für Fortbildung älterer Ingenieure
Tätigkeitsprofil	Intradisziplinäre Verschiebung hin zu erhöhter Bedeutung von Vertrieb und Konstruktion	Zunahme interdisziplinärer Tätigkeiten der Ingenieure (Produktmanagement)	Zunahme interdisziplinärer Tätigkeiten der Ingenieure
Branchenbindung	gering (< 25%)	gering (< 25%)	abnehmende Bedeutung wg. Zunahme inter- und intradisziplinärer Tätigkeiten
Kulturelle Faktoren			
Förderung im Elternhaus	durchschnittlich (< 50%)	durchschnittlich (< 50%)	?
Präferenzen bei Berufswahl	zunehmende Bedeutung intrinsischer Motive	zunehmende Bedeutung intrinsischer Motive	zunehmende Bedeutung intrinsischer Motive
Technikimage	ambivalent	ambivalent	ambivalent

5 Quo Vadis Technicus? Strategische Maßnahmen und Empfehlungen

Wenn sich Krisensymptome in vielen Einflussbereichen zeigen, müssen auch strategische Maßnahmen an diesen vielen Einflussbereichen ansetzen und darüber hinaus die Wechselbeziehungen im „strategischen Auge“ behalten. Idealerweise können die Maßnahmen oder Empfehlungen zudem verbunden werden mit konkreten Vorschlägen aus der Praxis, die sich bewährt haben, positive Entwicklungen angestoßen oder zumindest negative Entwicklungen gestoppt haben. In diesem Sinne ist die TA-Datenbank über Modellprojekte auch sinnvoll in die Darstellungen dieses Punktes einzubeziehen.

5.1 Vorschulalter und Schule

In unserem Alltagsverständnis wird Technik fast ausschließlich verbunden mit Dingen aus der „Welt der Erwachsenen“. Die Einbeziehung von Kindheit in Prozesse der Darstellung und Vermittlung von Technik mag deshalb befremdlich wirken. Sie ist jedoch begründet durch die Bedeutung der Techniksozialisation und durch die kulturellen Einflüsse auf die Wahrnehmung von Technik. Technisches Spielzeug ist ein fester Bestandteil unserer Spielkultur. Es mag wenig überraschen, dass 85% aller befragten Ingenieure und Naturwissenschaftler und 53% der befragten Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen gerne mit entsprechenden technischen Spielwaren spielten. Das überraschendste Ergebnis von Tabelle 10 ist jedoch, dass das Lesen technischer Bücher oder Romane mit an oberster Stelle für frühe Bezüge zur Technik in der Kindheit und Jugendzeit zu finden sind. Ein direkter kultureller Bezugspunkt.

Ebenso wird die hohe Relevanz praktischer Bezüge wie Reparaturen an Kraftfahrzeugen (vom Mofa bis zum Auto), das Werken mit Holz oder das Erforschen des „Innenlebens“ von Geräten deutlich. Traditionelles technisches Spielzeug wie Fernsteuerungen, Autorennbahnen und Modellbahnen rangieren mit einem, vor allem bei Männern, beachtlichen Anteil auf einem mittleren Rangplatz.

Berufsnahe Tätigkeiten wie das Schweißen von Metall, das Lötten elektronischer Schaltungen oder naturwissenschaftlich orientierte Spielwaren wie Chemie-Baukästen usw. haben eine eher untergeordnete Bedeutung in der

„Technikbiographie“ von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Zudem werden in der Regel mehrere technische Spielwaren ausgetestet und hierzu Erfahrungen gesammelt. Die Betrachtung der jeweiligen Kombinationen zeigt, dass naturwissenschaftliche und technische Spielbezüge gemeinsam ausprobiert werden, jedoch technischen Objekten oftmals der Vorrang eingeräumt wird.

Unterschiede zwischen Naturwissenschaftlern und Ingenieuren sind beim Spielen insofern vorhanden, dass Naturwissenschaftler in der Kindheit verstärkt Experimente mit Chemie-Baukästen, Beobachtungen mit dem Mikroskop oder den Fernrohr präferieren. Insgesamt zeigt sich, dass die frühen spielerischen Bezüge im erstaunlichen Maße kongruent mit dem später ergriffenen Beruf als Ingenieur oder Naturwissenschaftler sind. Dies unterstreicht die Bedeutung einer frühen Techniksozialisation für solch wichtige soziale Rollen wie das Ausüben eines Berufes.

Tabelle 10: Nutzung technischen Spielzeuges (in %)

	Insgesamt	Frauen	Männer	Ingenieure	Naturwissenschaftler
Elektronische Musik	4	3	5	3	9
Fernrohr / Astronomie	12	8	13	10	17
Arbeiten mit Metall	23	8	30	26	12
Elektronische Schaltungen	24	9	31	22	28
Mikroskop / Biologie	27	26	27	24	40
Chemie-Baukasten	27	19	31	22	49
Modellbahn / Autorennbahn	35	10	48	34	39
„Innenleben“ von Geräten	41	24	49	40	45
Reparaturen	52	30	63	55	45
Werken mit Holz	54	39	62	55	45
Lesen technischer Bücher	58	45	64	56	70
Computerspiele etc.*	68	40	80	70	69
Anderes techn. Spielzeug	20	25	17	21	13
kein spielerischer Bezug	7	3	20	10	5
Anzahl Nutzungen	3,9	2,6	4,5	3,8	4,2

Quelle: Umfrage der TA-Akademie, n=1064,

* = eingeschränkte Fallzahl durch altersbedingte Bereinigung, n=120)

Im Gegensatz zu diesen frühen technischen Bezügen steht die eher durchschnittliche bis geringe Förderung der Kinder und Jugendlichen durch Eltern

und Schule. In 43% der Fälle wird den Eltern die Förderung des technischen Talents ihres Kindes attestiert, 36% bejahen dies für die Schule und 35% für eine Förderung durch Lehrer. Lediglich 10% der Teilnehmer unserer Umfrage geben an, von Eltern, Schule und Lehrern während ihrer Jugend zugleich gefördert worden zu sein. In der Regel bleibt die Förderung ein Einzelfall (70%). Eine durchgehende Talentförderung ist demnach eindeutig die Ausnahme, die Techniksozialisation endet am Übergang von Vorschule zur Schule.

Allerdings verdeutlicht die TA-Umfrage, dass ca. 81% der teilnehmenden Ingenieure und Naturwissenschaftler sich daran versucht haben, ihren eigenen Kindern Technikbezüge zu vermitteln. Und immerhin ca. 53% würden aufgrund ihrer beruflichen Erfahrungen ihren Kindern auch einen technischen Beruf empfehlen. Das Ausüben eines technischen oder naturwissenschaftlichen Berufes ist demnach eine gute Voraussetzung für eine bessere Förderung der Kinder und Jugendlichen bei vorhandenen Talent und Fähigkeiten.

Für die strategischen Empfehlungen ergeben sich daraus folgende Schlussfolgerungen: Der Umgang mit alltäglichen Werkmaterialien, vornehmlich Holz, kann in der Vorschule oder im Kindergarten erstes Objekt „technischer Begierde“ werden. Werkunterricht hat deshalb eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für das Wecken von technischem Interesse in der Kindheit. Dies ist auch wichtig, um an eine vorhandene Förderung entsprechender Talente durch das Elternhaus in der Grundschule anzuknüpfen.

Die zentrale Forderung im schulischen Bereich der Technikförderung ist jedoch die Einführung eines schulischen Schwerpunkts „Technik“ in der Sekundarstufe I und in der Sekundarstufe II. Technik soll als eigenständiges Thema ausführlich erörtert werden. Dies erfordert ein entsprechendes Curriculum, eine entsprechende didaktische Form und hierfür spezifisch ausgebildete bzw. geschulte Lehrer. Ein Lehrplan für den schulischen Schwerpunkt Technik soll Themen zur kulturellen Bedeutung der Technik für die Gestaltung der Umwelt durch den Menschen, zur Gestaltung des alltäglichen Lebens, zur Geschichte der Technik und fachübergreifend zu den sozialen, gesellschaftlichen und ethischen Implikationen von Technik und Technologien behandeln. Die Schüler sollen auch über die spezifischen Methoden der Technik informiert werden. Hierzu sind auch attraktive Formen der didaktischen Aufbereitung des Unterrichts notwendig. Zielsetzung ist eine lebensnahe und projektbezogene Vermittlung der Inhalte, ein gestalterischer Zugang zu den Lehrzielen, ein problemorientierter und fachübergreifender Unterricht sowie das Einbeziehen von Techniknutzungen außerhalb der Schule, beispielsweise in Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, aber auch Technikmuseen.

Dies bedingt neue Qualifikationen der Fachlehrer, die in deren Ausbildung berücksichtigt werden müssen. Die Voraussetzungen in Baden-Württemberg sind diesbezüglich als gut einzuschätzen. Einerseits gibt es bereits Kabinettsbeschlüsse zur Einführung eines Fächerverbundes „Natur und Kultur“ in der Grundschule sowie zur Einführung eines Fächerverbundes „Materie-Natur-Technik“ an den Hauptschulen und eines Faches „Naturwissenschaft und Technik“ an den Gymnasien. Im Bereich der didaktischen Ausbildung für ein Fach Technik stehen sieben Lehrstühle an Universitäten und Fachhochschulen zur Verfügung. Strategische Zielsetzung dieser Vorschläge ist die Institutionalisierung von technischer Bildung als fester Bestandteil der allgemeinen Schulbildung.

Für die naturwissenschaftlichen Schulfächer Biologie, Physik und Chemie sind die Probleme eher in der mangelnden Attraktivität des Unterrichtes zu sehen. Sie werden als repetitiv, langweilig und lebensfern empfunden (Zwick/Renn, 2000). Dies rückt didaktische Fragen der Aufbereitung des Unterrichtes in den Vordergrund der strategischen Empfehlungen. Unter dem Stichwort „Entformalisierung“ ist ein erster Vorschlag zur Überarbeitung der Lehrpläne formuliert. Gemeint ist hiermit die grundsätzliche Neuorientierung des entsprechenden fachlichen Unterrichts an naturwissenschaftlichen Phänomenen und am projektbezogenen Lernen. Die Vermittlung formalen Wissens, insbesondere von Formeln, in denen die Naturwissenschaften traditionell ihre Erkenntnisse bündelt, soll sich den Schülern durch Ableitungen zu Erfahrungen, Verbindungen zum Alltagsleben oder durch eigenes Erarbeiten im Rahmen von problemorientierten Unterricht ergeben. Der experimentelle Charakter der naturwissenschaftlichen Methodik soll im Unterricht auch für die Schüler mehr Bedeutung erlangen. Dies setzt allerdings eine entsprechende Ausstattung der Lehrräume voraus.

Ein weiterer Bereich strategischer Maßnahmen an Schulen bezieht sich auf die Aufwertung der Berufsberatung im Zusammenhang mit der Vorbereitung auf die Berufswelt und auf ein mögliches Studium. Die strategische Bedeutung bezieht dieser Handlungsbereich durch die hohen Studienabbruchquoten mangels ausreichender Information über die Anforderungen des Studiums sowie hinsichtlich der Verminderung konjunktureller Einflüsse auf dem Arbeitsmarkt auf die Studien- und Berufsentscheidungen junger Menschen. Eine effiziente Berufsberatung muss insofern als Bestandteil des Lehrplans frühzeitig einsetzen, kontinuierlich fortgeführt werden und die Möglichkeit für die Schüler einschließen, sich selbst ein Bild über Studium und Beruf zu verschaffen. Für den letztgenannten Punkt sind qualifizierte Berufspraktika wichtig. Für die Berufsberatung an Schulen sind darüber hinaus die Erfahrungen von „Berufs-

praktikern“ von Bedeutung, d.h. Erfahrungsberichte von erwerbstätigen Ingenieuren und Naturwissenschaftlern aus den verschiedenen Disziplinen ebenso wie von Studierenden der jeweiligen Fakultäten.

5.1.1 Beispiele für Schulen

Einer Verbesserung der schulischen Bedingungen für den Unterricht in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern – soweit vorhanden – wird erhöhte Aufmerksamkeit von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft geschenkt. Entsprechend vielfältig sind die Aktivitäten und Maßnahmen in diesen Bereich. Viele Projekte beziehen die Förderung von Schülerinnen explizit oder sogar ausschließlich ein.

Ein Schwerpunkt der Aktivitäten liegt in der Berufsberatung unter Einbeziehung von erwerbstätigen Ingenieuren, Naturwissenschaftlern, Firmenvertretern und Studierenden der jeweiligen Fachrichtungen. Dieses Engagement ist allerdings überwiegend vom ehrenamtlichen Engagement von Mitgliedern des VDI oder des VDMA getragen und insofern nicht institutionalisiert. Diese personengebundenen Aktivitäten bergen die Gefahr der Diskontinuität. Deshalb sollte in Kooperationen von Schulen und Wirtschaft, ggf. unter politischer Förderung die Kontinuität dieser effizienten Form der Berufsberatung auf Dauer abgesichert werden. In diesem Zusammenhang könnte auch eine ausreichende Zahl von Praktikumsplätzen für Schüler garantiert werden, die ebenfalls für wichtig erachtet werden, um den Schülern eigene Erfahrungen aus der „Arbeitswelt“ des gewünschten Traumberufes zu verschaffen.

Seit Beginn 2002 gibt es auch eine vom Bundesarbeitsamt erstellte informative Datenbank mit den Namen „BerufNet“ Online. Diese beinhaltet ausführliche Informationen zum Tätigkeitsprofil, Ausbildungsgang, etwa dem Studium und zur Arbeitsmarktlage.

Auf große Resonanz stoßen bislang auch die so genannten Mit-Mach-Labore von Unternehmen (z.B. die BASF) und einigen Forschungsinstitutionen. Diese Labore sind Experimentierwerkstätten, die Schulklassen das Durchführen von einfachen bis komplexen Experimenten unter fachkundiger Anleitung ermöglichen. Eine mobile Form solcher Labore ist das „Science Mobil“. In Sachen gelang es, die ehemals in der Tradition des Schulsystems der DDR verankerten kommunalen technischen Labore zu einem Netzwerk zu verbinden. In diesen Freizeiteinrichtungen wird Technik mit Spaß und Spiel verbunden, beispielsweise durch ein Projekt zum Bau von Elektro-Gokarts.

Im Rahmen des bekannten Projektes „TheoPrax“ in Zusammenarbeit von Schulen und der Fraunhofer-Gesellschaft erhalten Schüler die Möglichkeit, für ein real in Industrie oder Forschung nachgefragtes Produkt Lösungsvorschläge zu entwickeln und dadurch Theorie und Praxis miteinander zu verbinden und zugleich Einblicke in die kommerzielle Forschung und industrielle Produktion zu erhalten.

Nähere Informationen über diese Modellprojekte, einschließlich möglicher Kontaktmöglichkeiten, können der Datenbank der TA-Akademie entnommen werden.

5.2 Hochschulen und Berufswahl

Die Ursachen der mangelnden Attraktivität der technischen und naturwissenschaftlichen Studiengänge an den Fachhochschulen und Universitäten sind vornehmlich in ihrer Wahrnehmung als schwierig, zu analytisch und zu wenig kreativ sowie in den äußeren Einflüssen von Arbeitsmarktschwankungen zu sehen. Wahl des Studiums und Wahl des Berufes sind aus dieser Perspektive der jungen Menschen unmittelbar verknüpft. Dies gilt insbesondere für die Fachhochschulen, deren Studiengänge traditionell mehr berufsbezogen sind als die der universitären Studiengänge.

Der Übergang von Schule zur Hochschule muss so gestaltet werden, dass sich für motivierte und fachlich interessierte Schüler kein Bruch zwischen Lehrinhalten und Studienplänen sowie in den didaktischen Formen ergibt. Subjektiv fühlen sich ca. 65% der Abiturienten oder Studienberechtigten mit ihrer schulischen Vorbildung ausreichend auf das Studium vorbereitet. In der Retrospektive ist festzustellen, dass sich gerade die jüngeren Altersgruppen der 30-39-jährigen Ingenieure und Naturwissenschaftler am besten durch die Schule auf ein Studium vorbereitet fühlten (73%), während die älteren Jahrgänge der 60-69-jährigen dies nur zu 55% bejahen²⁴. Dies stellt der heutigen Schule ein gutes Zeugnis aus und widerspricht der Kritik an einer mangelnden Wissensqualifikation der Erstsemester. Allerdings kann zwischen subjektiver Einschätzung und tatsächlichem Wissen im wahrsten Sinn des Wortes eine große Lücke klaffen.

Die strategische Zielsetzung für eine erhöhte Akzeptanz technischer und naturwissenschaftlicher Berufe ist deshalb auf zwei Dimensionen der Hochschulausbildung gerichtet: Die Förderung motivationaler Komponenten und die inhaltliche Einführung in das Studienfach.

Im Hinblick auf die Motivation der Studierenden stehen intrinsische Gründe an erster Stelle: Selbständiges Arbeiten, vielseitige Tätigkeiten, das eigene Talent, Fähigkeiten und Fertigkeiten einzubringen und praktische Momente der Ausbildung wie Tüfteln und Naturgesetze anwenden. Extrinsische Motive wie Arbeitsplatzsicherheit, Höhe des Einkommens, Aufstiegschancen oder das soziale Ansehen des Berufes sind erst an zweiter Stelle von Bedeutung. Erkennbar wird jedoch, dass die zukünftigen Berufsaussichten ein entscheidendes Argument darstellen. Dies reflektiert die Bedeutung der konjunkturellen Schwankungen des Arbeitsmarktes.

Der Motivation der Studierenden sollte eine Studienreform dergestalt Rechnung tragen, dass im Grundstudium bereits Praxiskenntnisse und anwendungsbezogene Lehrinhalte vermittelt werden. Der Terminus „Praxiskenntnisse“ ist in Unterscheidung zur beruflichen Praxis hierbei zu definieren als die Vermittlung von Kenntnissen im Umgang mit Geräten, Apparaturen, Programmen und das Durchführen von Experimenten. Diese Lehrinhalte sollten gleichberechtigt neben der Vermittlung des basalen Grundwissens und den notwendigen Schlüsselqualifikationen, beispielsweise in Mathematik, stehen. Bei Zielkonflikten in der Deputatsaufteilung sollte auf jeden Fall ein Kompromiss zwischen beiden Anforderungen gefunden werden.

Dem fachlichen Interesse der Studierenden würde am ehesten eine ausführliche thematische Einführung in das Kernfach während des Grundstudiums entgegen kommen, einschließlich der Möglichkeit erster fachlicher Vertiefungen oder zentraler Spezifika des Faches. Im Rahmen eines verkürzten Studiums zum Bachelor-Abschluss wäre eine entsprechende Neufassung oder Modifikation der Studienpläne und Prüfungsordnungen ohnehin erforderlich. Auch das große Angebot an berufsbezogenen Studiengängen und entsprechende Praxissemester an den Fachhochschulen entspricht dem Wunsch der Studierenden nach einer frühen Vermittlung fachlicher Kenntnisse. Im Grundstudium sollte didaktisch dem Erlangen eigener Erkenntnisse durch Experimente und problemorientiertes Lernen der Vorrang vor der Vermittlung von Kenntnissen durch den Dozenten eingeräumt werden.

Das Hauptstudium sollte neben der eingehenden Vertiefung fachlichen Spezialwissens vor allem der Vermittlung von berufsrelevantem Wissen dienen. Eine funktionierende Zusammenarbeit von Wirtschaft und Hochschulen ist hierfür eine zentrale Voraussetzung. Zur Vorbereitung auf die zunehmende Relevanz interdisziplinärer Tätigkeiten im späteren technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf als auch zur Aneignung von Lernmethoden sollten im Studium Möglichkeiten zur frühen Einübung sozialer und kommunikativer Kompetenzen bestehen. Unter sozialer Kompetenz wird hierbei die „Fähigkeit in sozialen

Tabelle 12: Subjektive Motive zur Berufswahl nach Geschlecht und Berufssparte

	Insgesamt		Frauen		Männer		Ingenieure		Naturwissen- schaftler	
	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
Selbständiges Arbeiten	31	63	34	60	30	64	32	62	31	66
Vielseitige Tätigkeiten im Beruf	25	72	28	69	23	74	25	72	26	71
Talent verwirklichen und einbringen	24	72	21	74	25	72	22	73	29	68
Tüfteln können	16	58	7	54	20	68	17	60	14	56
Naturgesetze praktisch anwenden	13	66	12	62	13	68	10	67	23	67
Zukünftige Berufsaussichten	12	76	10	74	12	76	13	77	9	69
Experte sein	11	60	5	52	13	64	12	64	7	46
Sicherheit des Arbeitsplatzes	9	59	9	58	8	59	8	58	12	57
Aufstiegsmöglichkeiten	4	64	3	58	5	67	4	68	5	52
Berufliche Spezialisierung	4	50	4	47	4	52	4	52	3	52
Hohes Einkommen	3	63	3	59	2	70	3	70	2	56
Ansehen des Berufes	2	48	1	45	2	49	2	50	6	43
Empfehlungen der Eltern	1	15	2	15	1	15	1	16	1	10
Ratschläge von Freunden	1	20	1	20	1	20	1	20	0	17
Ratschläge von Lehrern	1	22	2	17	2	24	1	23	3	20

Umfrage der TA-Akademie, ++=außerordentlich wichtig, +=sehr wichtig / eher wichtig, n=990 – 1054

Situationen unter Berücksichtigung situationsspezifischer Anforderungen Ziele und Pläne zweckrational zu realisieren“ verstanden (Ethik-Magazin 2/ 2001:78). Adäquate Möglichkeiten zur Vermittlung sozialer und kommunikativer Kompetenzen können durch Veranstaltungen als Wahlpflichtfach oder als Ergänzungsveranstaltungen angeboten werden.

Obschon Universitäten und Fachhochschulen Stätten der Forschung sind, ist zu berücksichtigen, dass Wissen sich verändert, erneuert oder auch als unrichtig erweist. Durch die Forschungsarbeit an den Hochschulen stellt sich im reflexiven Sinne immer häufiger und in immer kürzeren Abständen die Forderung nach einer Revision des Wissensbestandes. Der Fundus an fachspezifischen Wissen für die Darstellungen in der Lehre ist deshalb dahingehend zu überprüfen, welche zentralen Erkenntnisse oder Wissenszusammenhänge als Bestandteil der Lehre auf Dauer oder zumindest für längere Zeit als unangefochten gelten können.

5.2.1 Beispiele aus den Hochschulen

Die Aktivitäten für ein erhöhtes Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen konzentrieren sich einerseits auf Maßnahmen für einen besseren Anschluss von Schule zur Hochschule und andererseits auf den Übergang von Hochschule in den Beruf.

Im Vordergrund des erst genannten Aktivitätsbereiches stehen die konventionellen, allerdings in der Regel nur eintägigen Informationsveranstaltungen (Uni-Tag, Tag der offenen Tür usw.). Diese Veranstaltungen können nur als Informationsforum dienen, aber keine tiefergehenden Impressionen vom universitären Alltag wiedergeben. Beispielhafte Angebote, die Schülern einen längeren Einblick in das universitäre Leben ermöglichen sind Sommerhochschulen während der vorlesungsfreien Zeit oder ein Schnupperstudium für Schüler.

Zur Erleichterung des Wechsels in das Berufsleben findet sich eine reichhaltige Palette interessanter Aktivitäten. Erwähnenswert ist die Vielzahl von Wettbewerben, die von Unternehmen, Dachverbänden der Wirtschaft, aber auch von der Politik durchgeführt werden, um talentierten Nachwuchs zu fördern. Solche Wettbewerbe sind vor allem dann sinnvoll, wenn sie regelmäßig stattfinden.

Zum Förderspektrum zählt die Vielzahl von Stipendien zur Förderung der Studierenden. Diese haben insofern strategische Bedeutung, als finanzielle

Gründe mit zu den hohen Studienabbruchquoten in höheren Semestern führen. Eine finanzielle Förderung kann hier Abhilfe bieten und betroffenen Studierenden den Abschluss ihres Studiums zu ermöglichen.

Auch der Ausbau und mitunter die Integration von Auslandsaufenthalten im Rahmen von Austauschprogrammen kann durchaus ein Anreiz für die Aufnahme eines technischen oder naturwissenschaftlichen Studiengangs sein. Ein positives Beispiel ist der Studiengang „Internationales Management in den Ingenieurwissenschaften“ an der Fachhochschule Reutlingen.

Die Fachhochschule Braunschweig bietet im Hauptstudium der Ingenieurwissenschaften eine Vertiefung mit dem Schwerpunkt „Unternehmensführung“ an, um angehende Ingenieure mit den Prinzipien des Führungsmanagements vertraut zu machen. Dieses Projekt ist unseres Erachtens deshalb heraus zu heben, weil es ein latentes Problem aufgreift: im nächsten Jahrzehnt steht bei vielen kleinen und mittelständischen Unternehmen ein Wechsel in der Führungsebene bevor. Und es mangelt auch hier an qualifiziertem Nachwuchs.

Zur Verbesserung der Kommunikation zwischen Studenten und Dozenten werden Gesprächsrunden und Aktivitäten unter dem Motto „Meet den Prof“ angeboten, um außerhalb der Lehre und formalen Strukturen Kontaktmöglichkeiten zu schaffen. Hierzu ist das NAT-Working-Netzwerk der Robert-Bosch-Stiftung ein empfehlenswertes Beispiel. Dieses Netzwerk bringt Professoren und Studierende zusammen, um gemeinsam an Problemlösungen für ein technisches Projekt zu arbeiten

Auch zu diesen aufgeführten Beispielen finden sich detaillierte Hinweise und Informationen in der TA-Datenbank über die Modellprojekte zur Verbesserung der Attraktivität von technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen.

5.3 Unternehmen und Wirtschaft

In Deutschland ist die Wirtschaft das hauptsächliche Betätigungsfeld der Ingenieure und auch der Naturwissenschaftler. Ausgehend von den Angaben unserer Befragung zeichnet sich folgendes Bild der „Beschäftigungslandschaft“ von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. 65% der Ingenieure sind in Unternehmen angestellt, weitere 15% sind freiberuflich tätig. Mit 17% ist der Staat bzw. der öffentliche Dienst ebenfalls ein wichtiger Arbeitgeber, wobei ca. 7% dieses Anteils auf die Hochschulen als Forschungseinrichtungen entfallen.

Naturwissenschaftler sind hingegen zu ca. 28% im öffentlichen Dienst beschäftigt, deutlicher Arbeitsschwerpunkt sind die Hochschulen mit ca. 20%. In der Wirtschaft sind ca. 51% der befragten Naturwissenschaftler tätig, zuzüglich einer Selbständigenquote von ca. 6%.

In den Unternehmen wird über das Tätigkeitsprofil der Ingenieure und der Naturwissenschaftler ebenso entschieden wie über die Qualifikationsanforderungen für eine Einstellung. Das Personalmanagement der Unternehmen hat signifikanten Einfluss auf die Arbeitsmarktlage und ist imagebildend für die zentrale Frage der zukünftigen Berufsaussichten bei der Berufs- und Studienwahl junger Menschen Pro oder Kontra eines Ingenieurberufes. Dies sind wichtige Punkte zur Bemessung der Attraktivität dieser Berufe und implizieren eine hohe Verantwortung an das Handeln der Wirtschaft und Unternehmen. Es ist aus heutiger Sicht eindeutig ein Fehler im Personalmanagement gewesen, auf den konjunkturellen Einbruch der Jahre 1991/1992 mit massiven Entlassungen der Fachkräfte zu reagieren. Dies betrifft vor allem Großunternehmen. Der Mittelstand hielt selbst während dieser Krisenjahre seinen Personalbestand an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Diese Strategie war richtig. Bereits drei bis vier Jahre nach den Krisenjahren begann sich ein Mangel an Fachkräften abzuzeichnen.

Der Beitrag der Wirtschaft zur größeren Attraktivität der Ingenieurberufe und der naturwissenschaftlichen Berufe beruht deshalb an zentraler Stelle auf einer vorausschauenden Personalpolitik. Der so genannte „Kontinuitätsfaktor“ soll für qualifizierte Fachkräfte das Vertrauen in die Sicherheit des Arbeitsplatzes wieder herstellen.

In diesem Zusammenhang ist auch die kontinuierliche berufliche Fortbildung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern von hoher Bedeutung. Entsprechende Fortbildungsprogramme können der Qualitätssicherung des Wissensbestandes dienen und die Fachkräfte auf dem aktuellen Stand in Forschung, Konstruktion und Messtechnik halten. Wird dies versäumt, erhöht sich das Risiko der Arbeitslosigkeit, vornehmlich für ältere Ingenieure. Naturwissenschaftler sind von diesem sozialen Tatbestand in weitaus geringerem Ausmaß betroffen. Für diese Berufsgruppe ist eher der Einstieg in das Berufsleben problematisch. Während Ingenieure normalerweise kurz nach Studienabschluss ihre erste Stelle antreten, benötigen Naturwissenschaftler bis zu einem Jahr hierfür. Allerdings verbleiben sie ohne Altersrisiken im Beruf.

Die anhaltende Arbeitslosigkeit älterer Ingenieure verstärkt den Eindruck der unsicheren Berufsaussichten. Dem gegenüber findet sich eine hohe Zufriedenheit der Ingenieure mit ihrem Beruf. Jeweils ca. 80 bis 85% geben an, dass

sich ihre Erwartungen an die Sicherheit des Arbeitsplatzes, die Höhe des Einkommens und die Möglichkeit ihre Fähigkeiten einzubringen erfüllt haben. Die entsprechenden Prozentwerte für die Erwartungen an den beruflichen Aufstieg und die Mitwirkung an technischen Erfindungen oder Produkten liegen mit 70 bis 75% um durchschnittlich ca. 10% darunter.

Naturwissenschaftler bewerten die Übereinstimmung von Erwartungen und beruflicher Realität durchweg niedriger. Hier finden sich 66 bis 75% Zustimmung für die Erfüllung der Erwartungen an Karriere, Einkommenshöhe, Arbeitsplatzsicherheit und Mitwirkung an Entdeckungen und Produktentwicklungen. Allerdings geben ca. 90% der Naturwissenschaftler an, dass sie mit den Möglichkeiten ihr Talent in den Beruf einzubringen sehr zufrieden waren. Sie erscheinen insofern als „berufliche Überzeugungstäter“ mit hoher intrinsischer Motivation.

Bilanzierend über alle Erwartungen hinweg verändert sich die Bewertung. Nur noch ca. 56% der Ingenieure und ca. 51% der Naturwissenschaftler sehen alle ihre Erwartungen rundweg erfüllt oder gar übertroffen.

Es gibt ein weiteres Argument für eine regelmäßige berufliche Fortbildung. Angesichts der sozio-demographischen Trends und der hohen Studentenquote sind weitere Zuwächse im Rekrutierungspotenzial für technische oder naturwissenschaftliche Berufe kaum noch vorhanden. Auch die Substitutionsmöglichkeiten scheinen begrenzt. Zum einen, weil der in Frage kommende Personenkreis mit naturwissenschaftlichen Abschlüssen sich ebenfalls verkleinert. Zum anderen, weil diese Prozesse langwierig sind und nicht kurzfristig wirksam werden. Deshalb gewinnt der Mitarbeiterstab aus älteren Ingenieuren zunehmend an Bedeutung und kann über Fortbildungsangebote an das jeweilige Unternehmen gebunden werden.

Der zweite Personenkreis, der für eine erweiterte Nachfrage für technisches Fachpersonal in Frage kommt, sind die Absolventinnen der entsprechenden Studiengänge. Der Wandel der Tätigkeiten der Ingenieure hin zur interdisziplinären Zusammenarbeit im Verbund mit sozialen und kommunikativen Kompetenzen trägt zur erhöhten Attraktivität dieser Berufe für Frauen bei. Ingenieurinnen sind – wie bereits ausgeführt – überwiegend in einem solchen beruflichen Kontext tätig.

Eine gezielte Frauenförderung muss auch die Frage nach der Vereinbarkeit von Familie und Beruf thematisieren. Wie in anderen Branchen ist hierbei die Verfügbarkeit flexibler Arbeitszeitmodelle und von Teilzeitarbeitsplätzen sehr bedeutsam.

Die strategischen Vorschläge an Wirtschaft und Unternehmen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Ausweitung des Angebots zur beruflichen Fort- und Weiterbildung, Förderung von Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen sowie ein vorausschauendes Personalmanagement.

5.3.1 Beispiele aus der Wirtschaft

Für diesen Bereich sind Beispiele rar gesät, weil die Unternehmen ihre jeweiligen Maßnahmen zur Frauenförderung und zur Fortbildung aus Gründen der Konkurrenzsituation nicht offenlegen möchten.

Bekannt ist jedoch zum Beispiel das Ausbildungs- und Trainee-Programm der Firma Siemens für Naturwissenschaftler, vorrangig für Physiker. Dieses Förder- und innerbetriebliche Ausbildungsprogramm hat zum Ziel, Aufgaben von Ingenieuren an andere Berufsinhaber zu übertragen. Hierfür wurden Ausbildungskorridore mit fachübergreifenden Lernzielen ausgearbeitet (VDI-Studie, Ingenieurbedarf 2000).

Zur Bewertung der Fortbildungsangebote kann auf die entsprechenden Angaben unserer Studie zurückgegriffen werden. Die Fortbildungsangebote der Unternehmen sind sehr umfassend, lediglich jeweils ca. 5% der Ingenieure und der Naturwissenschaftler geben an, keine Angebote zur Fortbildung wahrnehmen zu können. Etwa jeder zweite Ingenieur oder Naturwissenschaftler nimmt regelmäßig und weitere 26% eher sporadisch und punktuell an Fortbildungen teil. Ungefähr die Hälfte der Teilnehmer hält die betrieblichen Fortbildungsangebote für ausreichend. Ein Viertel der Ingenieure und Naturwissenschaftler verfügen über berufliche Zusatzqualifikationen, 46% von ihnen trägt sich mit dem Gedanken zu promovieren. Als Fazit ist zu konstatieren, dass die betriebliche Fortbildung ein hohes Niveau erreicht hat, aber verbesserungswürdig erscheint.

Viele Aktivitäten von Unternehmen zielen auf eine Vernetzung von Betrieben und Bildungseinrichtungen, vornehmlich Schulen und Hochschulen. Im schulischen Bereich unterstützt dieses Engagement eine Verbesserung der Berufsberatung durch das Aufzeigen beruflicher Entwicklungsperspektiven. Zur Stärkung intrinsischer Motive der Jugendlichen bei der Berufswahl, sollten bei der Berufsberatung neben Informationen über Karrieremöglichkeiten und Einkommensregelungen auch Informationen über die konkreten Tätigkeiten der Ingenieure und Naturwissenschaftler gegeben werden. Die „kognitive Verstär-

kung“ der intrinsischen Motive ist ein bedeutsames Argument zur Vermeidung von Studienwahlen ausschließlich auf der Basis von Arbeitsmarktdaten, die ursächlich für die „Schweinezyklen“ sind. Beispiele für gelungene und umfangreiche Informationskampagnen über die Tätigkeit von Ingenieuren sind die „Thinking-Kampagnen“ von VDI und VDMA, ebenso auch die aktuelle Datenbank „BerufsNet“ der Bundesanstalt für Arbeit (BfA).

Ein außerordentlich positives Beispiel für die Vernetzung von Wirtschaftsunternehmen und Bildungseinrichtungen ist das „TheoPrax-Projekt“ der Fraunhofer-Gesellschaft. Neben den bereits geschilderten Angeboten für Schülergruppen, ist dieses Projekt auch mit Hochschulen verbunden. Ziel ist die Vermittlung von Erfahrungen aus Beruf und Studium an Schüler, die Berufsvorbereitung für Studierende und das Ermitteln technischer Lösungen für die Unternehmen (Eyerer, 1998). Die Firmen leisten für diese Erfindungen bzw. die Entwicklung von Lösungsvorschlägen einen finanziellen Beitrag. Das TheoPrax-Projekt ist in seiner Funktionalität vor allem vom Aufbau lokaler oder regionaler Netzwerke von Unternehmen und Bildungseinrichtungen abhängig.

5.4 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Technik als kulturelles System bedarf der Verankerung technischer Bildung als festem Bestandteil der Allgemeinbildung in den verschiedenen Bildungsinstitutionen unserer Gesellschaft. So wichtig die Unterstützung der technischen Bildung an Schulen und Hochschulen ist, so wenig sollte die außerschulische Bildung über Themen und Belange der Technik vernachlässigt werden.

Die Weiterbildungsinstitutionen unserer Gesellschaft sind gefordert, technische Themen verstärkt aufzugreifen. Die Themenpalette sollte die aktuellen Technikdebatten, beispielsweise über die Gentechnik, die Nanotechnologie, erneuerbare Energien, Solarenergie usw. aufgreifen. Ebenso aber auch Themen der allgemeinen Technikerfahrungen aus dem Alltag erfassen, beispielsweise Fragen zur Nutzung der Computertechnologie, Einstieg in das Internet, digitale Fototechnik, DVD-Videotechnik oder unter dem Motto „Jetzt helfe ich mir selbst“ Wege der einfachen Reparatur technischer Systeme des Alltags (Auto, Fahrrad, Hauselektrik, „Aufrüstung“ des Heimcomputers usw.). Nicht umsonst finden sich in den verschiedenen Baumärkten entsprechende Warensortimente. Zu diesen Einrichtungen der Weiterbildung zählen die Volks-

hochschulen und als Innovation auch erste „Technik-Schulen“, die die zuvor beschriebene Themenpalette aufgreifen und ähnlich strukturiert sind wie die traditionellen Musikschulen als unverzichtbarer Bestandteil der kulturellen Bildung in unserer Gesellschaft.

Eine wichtige soziale Funktion dieser Weiterbildung kann die Überbrückung der Wissenskluft in der Nutzung neuer Technologien bei Jugendlichen und deren Eltern sein. Im Zusammenhang mit der Diskussion über die Defizite der Techniksozialisation könnte der verschiedene generative Zugang zu den neuen Technologien, insbesondere Computer, Internet, Mobiltelefone relevant sein. Eine erfolgreiche Techniksozialisation bedingt jedoch auch ein hinreichendes Verständnis oder Wissen der „Sozialisationsagenten“, hier der Eltern, aber auch der Lehrer über die neuen Technologien unserer Gesellschaft.

Technik als soziales System bedarf der Legitimation durch die Gesellschaft. Mit dem Begriff Legitimation ist Beteiligung und Akzeptanz verbunden. Die Technikgeschichte lehrt, zuletzt am Beispiel der „grünen“ Gentechnik, wie abhängig technische Entwicklungen von der öffentlichen Akzeptanz sind. Deshalb ist der Dialog und Diskurs über die Technik und ihre Folgen, Chancen wie Risiken, ein bedeutsamer Aspekt. Akteure in dieser sozialen Arena sind die Forschungsinstitutionen, Unternehmen mit technischen Produktionsstätten und interessierte Bürger. Begegnungsstätten mit der Technik können –

Tabelle 13: Subjektive Gründe für den Ansehensverlust der Technikberufe (TA-Umfrage, Angaben in %, n=664)

mangelnde Vermittlung technischen Wissens in der Schule.....	51
zu starke Orientierung an Konsum und Reichtum.....	40
Fehler in der Wirtschaft (Arbeitsbedingungen, Entlassungen).....	39
junge Leute zu konsumorientiert, zu bequem.....	34
Technik ist zu alltäglich geworden.....	33
Überbetonung der Risiken.....	29
Katastrophen und negative Technikfolgen.....	28
gesellschaftliche Folgen der Technik nicht berücksichtigt.....	27
Technik wurde zu komplex.....	26
Verschweigen von Risiken.....	16
Fehler bei der Einführung neuer Technologien.....	15
es wird zu wenig Forschung betrieben.....	14
fehlende Berücksichtigung der Interessen der Nutzer.....	11
Technik hat bei Lösung von Umweltproblemen versagt.....	11
technischer Fortschritt ist nicht mehr vermittelbar.....	10

und sind – attraktive Technikmuseen, so genannte Science-Center sein oder auch punktuelle Formen wie die Darstellung der technischen Produktionsabläufe in einem Unternehmen oder einer Forschungseinrichtung am Tag der offenen Tür.

Transparenz in den technischen Abläufen, Offenheit für die positiven und negativen Seiten technischer Entwicklungen und die Darstellung der sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Folgen der Technik sind Voraussetzungen für eine kritische Technikakzeptanz. Kritisch deshalb, weil verdeutlicht werden muss, dass diese Folgen nicht unmittelbar der Technik immanent sind, sondern sich aus dem Kontext ihrer Nutzung oder ihres Missbrauchs durch Akteure ergeben. In der öffentlichen Debatte und in der Risikokommunikation wird oftmals der Eindruck vermittelt, dass Technik als soziales System eine hohe Eigendynamik besitzt und in deterministischer Weise sich ihren Weg bahnt. Negative Folgen werden deshalb der Technik selbst zugeordnet. Tatsächlich finden sich jedoch hinter diesen Entwicklungen soziale Akteure mit legitimen Eigeninteressen. Der gesellschaftliche Dialog über Technik ist in seiner Legitimation darauf angewiesen, diese Interessen offen zu legen und der Diskussion anderer Interessen auszusetzen. Dazu dienen die vielen Dialogforen, neue Beteiligungsmöglichkeiten wie Bürgergutachten und Mediationsverfahren und letztlich auch die Einrichtungen der Technikfolgenabschätzung.

Strategisches Ziel der Maßnahmen zur Verbesserung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ist ein positives Technikimage, das die Leistungen der Technik für die Gesellschaft und Wirtschaft darstellt, die Diskussion über negative Technikfolgen beinhaltet und den Bürger über Begegnungs- und Informationsmöglichkeiten mit der Technik in die Lage versetzt, sich seine eigene Meinung zu bilden.

Ein weiteres wichtiges Thema der Diskussion über gesellschaftliche Rahmenbedingungen ist das Aufzeigen der beruflichen Perspektiven. Berufe als soziale Institutionen benötigen gleichfalls eine Legitimation, um gesellschaftlich akzeptiert zu werden und nicht nur als ökonomische Funktionen zu gelten.

Dieses gesellschaftliche Image der Technikberufe hat – im Gegensatz zu den naturwissenschaftlichen Berufen – deutlich gelitten. Nur ca. 46% der befragten Personen unserer TA-Studie geben an, das Ansehen der technischen Berufe sei „sehr hoch“ oder „eher hoch“, ca. 65% konstatieren einen Wandel des Ansehens ihrer Berufe in der Gesellschaft zum Negativen.

Die Gründe werden aus Sicht der Akteure in einer veränderten Werthaltung, Defiziten der schulischen Bildung und Fehler der Wirtschaft gesehen.

Der Berufsstand der Ingenieure scheint ob dieser Ergebnisse von großen Selbstzweifeln über die gesellschaftliche Akzeptanz ihrer Berufe und Leistungen geprägt. Dies indiziert auch, wie tiefgehend die Akzeptanzkrise der technischen Berufe unsere Gesellschaft durchdrungen hat.

Ausgehend von den dargestellten Veränderungen zur Verbesserung der technischen Bildung und zur Verbesserung der betrieblichen Rahmenbedingungen ist anzunehmen, dass eine Verbesserung der Situation eintritt. Kritisch erscheint hingegen die in Tabelle 13 ebenfalls zum Ausdruck gebrachte Kulturkritik an den dominanten materiellen Wertorientierungen. Diese Wertorientierungen unterliegen auch Zyklen, umgangssprachlich als „Zeitgeist“ tituliert. Unsere Hypothese ist, dass in dem Maße wie Technik wieder öffentliches Thema wird und sich die technische Bildung an den Schulen etabliert, sich auch ihr Ansehen und Image zum Positiven verändert. Dem Image der Technikberufe und des Technikstudiums haftet das Etikett an, schwierig und mit hohen Anforderungen und hohen Risiken des Scheiterns verbunden zu sein. Es gibt gute Gründe für die Annahme, dass dieses Image eine Folge der Verbindung von Technik mit den komplexen Technologien (gemeint sind hiermit z.B. die Kernenergie, die Gentechnik usw.) und der fehlenden Alltagsassoziationen zur Technik ist.

5.4.1 Beispiele zum Thema „Technik und Gesellschaft“

In den vergangenen Jahren entstand eine Vielzahl von Technikmuseen, die der aktiven Begegnung mit Technik in ihren vielen Facetten dienen. In Baden-Württemberg wurde erfolgreich das Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim etabliert. Es versteht sich als ein Bildungsträger und weniger als musealer Technik-Tempel. In so genannten Zukunftswerkstätten werden aktuelle Themen der Technik aufgegriffen und in attraktiver Form dargestellt und behandelt. Solche Museen sind Ausgangspunkt weiterer Dialoge über Technik, ihre Folgen und ihre Perspektiven in unserer Gesellschaft.

Vergleichbare Einrichtungen finden sich in der Schweiz mit dem Technorama Museum oder dem GaraGe-Projekt in Leipzig. In diesem Museum wurden ausgediente technische Geräte zu neuen Arrangements zusammen gestellt, die Erfindergeist und Alltagsbezüge reflektieren. Insgesamt dokumentieren diese Einrichtungen eher die sozio-historischen Bezüge von Technik und Gesellschaft.

Der Darstellung der praktischen Seite der Technik und ihrer Alltagsbezüge von heute sind die Science-Center gewidmet sowie erste Modellprojekte zur Etablierung von lokalen Technischulen.

6 Das Zusammenwirken von technischer Bildung, Techniksozialisation und Technikberufen

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass man bei der Betrachtung der gegenwärtigen Mangelsituation nicht stehen bleiben kann, sondern technische Bildung und Techniksozialisation ebenso thematisieren muss.

Dies wird bereits aus der Erkenntnis deutlich, dass die individuelle Entscheidung für ein Studium einen bestimmten Berufswunsch impliziert und auf Erfahrungen aus der Schule und gegebenenfalls dem Elternhaus basiert. Dies entspricht unserer These von der Berufswahl als einem sozialen Prozess. Der erste Schritt hierzu ist, Kindern Möglichkeiten zur Beschäftigung mit technischen Dingen und Spielzeug anzubieten und sie hierbei zu betreuen oder anzuleiten. Die Eltern als primäre Bezugspersonen des Kindes sind hierbei jedoch nicht nur Betreuer und Anbieter, sondern unter Umständen auch Vorbild beim Umgang mit Technik im Alltag. Dies verweist wiederum auf die Bedeutung von Optionen der technischen Bildung in der Erwachsenenbildung. Unsere Umfrage bei Ingenieuren und Naturwissenschaftlern verdeutlicht eindrucksvoll, wie sehr die Nutzung des Personal-Computers zwischen den Generationen variiert. Es soll an dieser Stelle auch nochmals verdeutlicht werden, dass diese frühe Begegnung mit Technik auf spielerischer Weise erfolgt und es weniger um die Vermittlung von Wissen geht. Die Analysen haben verdeutlicht, dass einfaches Werken mit Holz und vor allem das Lesen von entsprechender Literatur bedeutsame Elemente der Vermittlung von Technik in Kindheit und Jugendzeit waren. In dieser Phase stehen motivationale Aspekte wie Spaß am Spiel, Interesse an technischen Dingen und das Sammeln erster Erfahrungen im Vordergrund. Neben dem Elternhaus sind Kindergärten und Vorschuleinrichtungen Institutionen der Kinderbetreuung, die in ihren Zielen solche motivationale Aspekte der Technik ebenfalls berücksichtigen sollten.

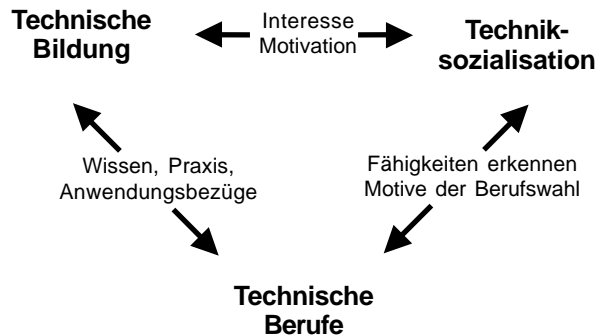
Das Interesse an Technik wird in der Schulzeit ergänzt durch eine technische und naturwissenschaftliche Bildung. Das allgemeine Bildungsideal, die Schüler in die Lage zu versetzen, ihre individuellen Talente zu erkennen, diese zu fördern und grundlegendes Wissen zu vermitteln, trifft in vollem Umfang auch für die technische Bildung zu. Allerdings wird erkennbar, dass in der Jugendzeit außerhalb der Schule markante praktische Anwendungen der Technik Bestandteil des Sozialisationsprozesses sind. Genannt wurden u.a. das Durchführen eigener Reparaturen, Experimente und Modellbau. Deshalb liegt es nahe, solche Alltagsbezüge oder Freizeit- bzw. Hobbyaktivitäten als Gegenstand der Technikdarstellung in der Schule zu nehmen. Die Bereitschaft, sich auch in der Freizeit mit technischen Fragestellungen zu beschäftigen, bekräftigt

tigt die Idee von „Technik-Schulen“ als Angebot der außerschulischen Wissensvermittlung für Jugendliche und Erwachsene.

Weiterhin endet technische Bildung nicht mit dem Ergreifen eines entsprechenden Berufes, sondern setzt sich durch Lernen an Projekten, Realisierungen von technischen Lösungen für Probleme und durch berufliche Veränderungen fort. Fachliche Fortbildung und betriebliches Vorankommen verändern unsere Erfahrungshorizonte zur Technik und unsere Bezüge zu ihr.

Schaubild 7 veranschaulicht die einfachen Beziehungen zwischen den drei Konstrukten von technischer Bildung, Techniksozialisation und technischen Berufen als soziale Institution, in der Wissen, Anwendung und Kompetenz zusammenfließen. Die beidseitig ausgerichteten Pfeile sollen verdeutlichen, dass es sich um einen selbstverstärkenden Prozess handelt, d.h. Ergebnisse der primären Techniksozialisation können durch technische Bildung oder Berufserfahrungen verstärkt werden. Deshalb ist es wichtig, dass die verschiedenen Maßnahmen in den verschiedenen Handlungsbereichen aufeinander abgestimmt sind.

Schaubild 7: Zusammenwirken von technischer Bildung, Techniksozialisation und technischen Berufen



Die Quintessenz lautet: Aktivitäten zur Verbesserung der betrieblichen Rahmenbedingungen sollten auf die Reformen in den technischen Studiengängen abgestimmt sein. Diese wiederum sollten auf die Maßnahmen im schulischen Bereich aufbauen und anschlussfähig sein.

Die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sind in diesem Schema weniger bedeutsam für die Abstimmung der einzelnen Maßnahmen. Die formale Veränderung von Institutionen ist vergleichsweise schnell zu bewerkstelligen durch Reformen, neue Aufgabenkataloge und das Erstellen neuer Tätigkeitsprofile. Soziale Prozesse durch Veränderungen der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, um das individuelle Interesse an Technik und Naturwissenschaften zu erhöhen sind hingegen langwieriger und anfälliger. Interesse lässt sich nicht formal verordnen, sondern es bedarf der Überzeugung durch gute Argumente für, positive Erfahrungen mit und Erwartungen an technische Berufe.

7 Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Studie präsentiert die TA-Akademie eine umfassende Einschätzung zur Lage der technischen und naturwissenschaftlichen Berufe, wobei aufgrund des aktuellen Mangels insbesondere die Ingenieurberufe im Mittelpunkt der Betrachtung stehen.

Auf Basis einer empirischen Analyse und Zusammenfassung vieler vorhandener Studien, Materialien und Modellprojekte wurde versucht, ein Bild zu zeichnen über zukünftig zu erwartende oder zu befürchtende Tendenzen in der Entwicklung dieser Berufe. Durch die Diskussion dieses Sachstandes und der Entwicklungstendenzen mit vielen Experten aus Bildungsinstitutionen, Ministerien, Wirtschaftsverbänden, Berufsverbänden und Wissenschaft wurden strategische Handlungsempfehlungen ausgearbeitet, die negative Tendenzen umkehren und positive Tendenzen verstärken sollen.

7.1 Entwicklung der technischen Berufe

Im Blickwinkel der aktuellen Diskussion über die Ingenieurberufe steht der akute Mangel an Ingenieuren im Maschinenbau und vor allem in der Elektrotechnik. Diese Mangelsituation wird zumindest bis zum Jahre 2004 andauern und es gibt keine Maßnahmen, die diese negative Entwicklung umkehren könnten. Im Hinblick auf den akuten Mangel kann die Devise nur lauten: „Jeder Absolvent zählt!“.

Darüber hinaus zeigen aber viele Indikatoren für die Wahl technischer Berufe negative Trends auf:

- die starken Rückgänge in den Jahren 1990 bis 1995 werden durch die leicht ansteigenden Zulassungszahlen an Fachhochschulen und Universitäten auch mittelfristig bis zum Jahr 2004 /2005 nicht ausgeglichen.
- Mittelfristig gelangt eine Schülergeneration an die Hochschulen, bei denen technisch-naturwissenschaftliche Fächer ein doppelt schlechtes Image haben. Sie gelten als schwierig, abstrakt und anstrengend bei zugleich hohen Risiken bezüglich der Benotung. Sie entsprechen andererseits nicht den intrinsischen Motiven von Vielseitigkeit und Selbständigkeit im Beruf, die verstärkt an Bedeutung gewinnen für das Ergreifen eines Studiums.

- Zugleich reduzieren sich für die Schüler die Erfahrungen mit technischer Bildung ausschließlich auf die Schule.
- Die Beschäftigungszahlen in den Unternehmen indizieren eine überproportional steigende Nachfrage nach Ingenieuren. Angesichts der wegen niedriger Geburtenzahlen rückläufigen Kohorten müssten die Immatrikulationszahlen der Ingenieurstudiengänge überproportional zunehmen. Tatsächlich sind die Zulassungszahlen in den meisten Studiengängen der Ingenieurwissenschaften jedoch unterdurchschnittlich. Dies lässt eine wachsende Lücke zwischen Bedarf und Angebot an Ingenieuren erwarten.
- Selbst wenn aus Gründen der konjunkturellen Arbeitsmarktlage Studierende wieder verstärkt Ingenieurwissenschaften studieren, wäre dies nur eine vorübergehende Lösung, weil die Studienwahl extrinsisch begründet ist („Sogwirkung“). Hohe Studienabbruchquoten, Fachwechsel und mangelndes Interesse am Studium würden konstruktiven Strategien zur Verbesserung des Studiums konterkarieren. Richtige Strategien würden auf eine „falsche“ Studentenschaft treffen und unter Umständen mangels Effizienz wieder verworfen werden. Die Entwicklung im Studiengang Informatik ist hierzu ein warnendes Beispiel²⁵.
- Die Entwicklung der technischen Berufe zeigt ein differenziertes Bild. Sowohl hinsichtlich der Unterscheidung zwischen Fachhochschulen und Universitäten als auch bezüglich der Betrachtung einzelner Studiengänge. Allerdings sind die Entwicklungstendenzen bei Fachhochschulen und Universitäten bei Unterschieden im Ausmaß des jeweiligen Trends oftmals parallel.

Richtig sind deshalb langfristige Strategien, die technische Bildung zum schulischen Schwerpunkt machen, die Bedingungen für eine erfolgreiche Techniksozialisation verbessern und die Studienfachwahl von extrinsischen Motiven möglichst entkoppelt.

7.2 Technische Bildung als gesellschaftliche Aufgabe

Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften, die zum Fächerkanon der Allgemeinbildung zählen, fehlt der Technik die Verankerung im Bildungssystem unserer Gesellschaft. In der Folge wird sie fast ausschließlich über ihre wirtschaftliche Bedeutung und Funktionalität wahrgenommen. Dies begründet

auch, warum die Studienwahl im so hohem Maße der Konjunkturlage folgt und sich ein ineffizienter Wechsel von Mangelsituation und Überschuss wie 1991/1992 im Maschinenbau und der Elektrotechnik und 1999/2000 für die Bauingenieure ergab.

- Die weitgehend fehlende Darstellung von Technik in einem eigenständiges Schulfach oder als eigenständiger schulischer Schwerpunkt innerhalb eines bestehenden Faches hat dazu beigetragen, dass die alltägliche Nutzung von Technik wenig wahrgenommen wird und deshalb ihr gestalterischer positiver Beitrag zur Lebensführung nur im geringen Maße wahrgenommen wird. In Deutschland ist die Technik definitorisch von ihrer alltäglichen Akzeptanz getrennt.
- Die Familie ist nur im geringen Maße eine „Sozialisationsagentur“ zur Technikvermittlung.
- Die Schule ist nur im geringen Maße eine „Sozialisationsagentur“ und Bildungsstätte für Technik.

Technische Bildung unterstreicht die Bedeutung der Technik für die Gestaltung der Umwelt durch den Menschen, für die Forschung in der Wissenschaft und für den Fortschritt in der Wirtschaft. Als Bestandteil des Bildungskanons trägt sie dazu bei, dass Technikinteresse sich nicht nur wegen wirtschaftlichen Überlegungen bildet, sondern aus intrinsischen Motiven und Talenten. Die Techniksozialisation dient dem Erkennen technischer und naturwissenschaftlicher Talente und deren späterer Förderung in Schule, Hochschule und Wirtschaft. Sie bedarf der kontinuierlichen Fortführung bei den Übergängen von Elternhaus zur Schule, Schule zur Hochschule und Hochschule zum Beruf.

Technischer und naturwissenschaftlicher Unterricht darf sich deshalb nicht nur an der Vermittlung formalen Wissens orientieren, sondern an didaktischen Konzepten zum problembezogenen, praxisorientierten, projektspezifischen und methodischen Lernen. Bezüge zu vorhandenen Erfahrungen und alltäglichen Nutzungen der Technik sind hierzu wichtig. Eine „Entformelisierung“ von Lehrmaterialien und Unterricht soll diese Umorientierung dokumentieren. Eine entsprechende fachliche Qualifikation und kontinuierliche Fortbildung des Lehrpersonals ist für einen Technikunterricht unverzichtbar.

Die Didaktik der technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildung erscheint als der wichtigste Schlüssel für eine erhöhte Attraktivität dieser Fächer und Studiengänge. Der Bewertung von Schülern und Studierenden ist gemeinsam, dass sie die Schul- oder Hochschulausbildung als abstrakt, schwierig und

lebensfern betrachten. Insofern verstärken sich diese negativen Eindrücke für die einzelnen Studierenden. Inwiefern die Einschätzung der Schwierigkeit des Studiums mit der Bedeutung extrinsischer Motive korreliert, ist eine offene Frage und bedarf weiterer Analysen.

Zur technischen Bildung zählt unseres Erachtens auch die ausführliche Information über technische Berufe, insbesondere die Ingenieurberufe. Eine gute Informationsbasis ist die Voraussetzung für die Schüler, sich ein Bild über den Einklang von ihren Fähigkeiten und Talenten mit den tatsächlichen beruflichen Tätigkeiten und Entwicklungsperspektiven zu machen. Deshalb ist der Erfahrungsaustausch mit „Berufspraktikern“ und Studierenden nötig. Der Vergleich der Studienabbruchquoten an Fachhochschulen und Universitäten lässt vermuten, dass vorherige berufliche Erfahrungen und Kenntnisse über die späteren beruflichen Tätigkeiten das Studium besser strukturieren helfen und eher zum Abschluss motivieren. Ebenso hilft die Informationen über die langfristigen Trends auf dem Arbeitsmarkt die Bedeutung der extrinsischen Motive in Relation zu den intrinsischen Motiven zu setzen. Mit Ausnahme der – zudem kurzen – Krise der Jahre 1991/1992 zeigt sich, dass für die klassischen Ingenieurbranchen Maschinenbau und Elektrotechnik durchweg gute Arbeitsmarktlagen vorzufinden waren. Die geringe Branchenbindung verweist zudem auf die guten Chancen für einen Berufseinstieg in andere Fachdisziplinen der Ingenieurwissenschaften.

Bezieht man diese Erfahrungen auf die Berufsberatung wird deutlich, dass sie einen großen Stellenwert besitzt, weshalb eine Aufwertung im Schulunterricht nötig ist. Das baden-württembergische Programm zur Berufsorientierung an Gymnasium (BOGY) ist ein positives Beispiel hierfür. Die Berufsberatung muss frühzeitig einsetzen, kontinuierlich fortgeführt werden und praxisorientiert sein.

7.3 Fazite und Defizite

Am Anfang unserer Analyse stand der gegenwärtige Mangel an Ingenieuren in der Elektrotechnik und im Maschinen- und Anlagenbau. Am Ende der Analysen steht die Indikation einer Krise der technischen Berufe und der technischen Bildung.

Als Kumulationsthese haben wir es bezeichnet, dass die technischen Berufe von drei Krisenphänomen betroffen sind:

- Von einem demographischen Wandel bezüglich verringerter Anteile von jungen Menschen für die Hochschulausbildung. Bei erhöhtem Bedarf sind die Ingenieurwissenschaften überproportional vom Rückgang der Studierenden betroffen. Weiterhin von einer demographischen Veränderung der Altersstruktur der Erwerbstätigen, die zu einem erhöhten Ersatzbedarf in der Wirtschaft führt.
- Institutionelle Defizite im Bereich der technischen Bildung, vor allem in Folge der fehlenden Implementation von Technik als schulischem Schwerpunkt. Die weitreichende Folge ist die abnehmende Akzeptanz technischer und naturwissenschaftlicher Berufe.
- Struktureller Wandel hinsichtlich veränderter Motivationslagen für eine Studien- und Berufswahl: Das Lehr- und Tätigkeitsprofil entspricht in der Wahrnehmung der jungen Menschen in weiten Teilen nicht ihren intrinsischen Motiven von Selbständigkeit im Beruf, vielseitigen Tätigkeiten und Selbstverwirklichung. Zugleich scheinen extrinsische Motive allmählich an Bedeutung zu verlieren. Dies führt zur mangelnden Attraktivität der technischen und naturwissenschaftlichen Berufe.

Die Krise resultiert nach diesen Schlussfolgerungen aus der negativen Verstärkung der abnehmenden Akzeptanz bei gleichzeitig mangelnder Attraktivität vieler ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge und Berufe.

Die Devise für eine Vermeidung der Krise ist ein umfassender strategischer Ansatz zur Verbesserung der Attraktivität der entsprechenden Schulfächer und Studiengänge sowie zur erhöhten Akzeptanz durch Forcierung der technischen Bildung in allen Lebensbereichen (Freizeit, Arbeit, Gesellschaft).

Eine wichtige Voraussetzung für eine erhöhte Akzeptanz ist die Entkoppelung von Arbeitsmarktschwankungen und individueller Entscheidung zur Studienwahl. Dies bedingt eine Unterstützung der intrinsischen Motive für die Berufsentscheidung bei den jungen Menschen.

Positive Veränderungen in den letzten Jahren sind die Zunahme von Studentinnen in einigen Ingenieurstudiengängen, die hohe berufliche Zufriedenheit erwerbstätiger Ingenieure sowie die Umsetzung von Maßnahmen zur beruflichen Fort- und Weiterbildung.

7.4 Offene Fragen

Oftmals treten bei Forschungsstudien neue Probleme und Fragestellungen zu Tage, die zuvor nicht bedacht waren. Im Rahmen unserer Studie über Strategien zur Vermeidung eines Mangels an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern ist dieses Phänomen ebenfalls aufgetreten.

Ein erster Punkt tangiert die Datenlage. Für die Nutzung der amtlichen Statistik sollten die relevanten Daten in vergleichender Weise zusammengeführt werden. Dies betrifft Daten über Studienanfängerzahlen, Absolventenzahlen, Arbeitslosigkeit, Studienabbruch und Studiengangwechsel. Die Vergleichbarkeit sollte auf möglichst niedrigem Aggregatsniveau, am besten auf Basis der einzelnen hauptsächlichen Studiengänge gewährleistet sein. Die Differenzierung nach Fachhochschulen und Universitäten sollte durchgehend eingehalten werden. Es wäre zu überlegen in regelmäßigen zeitlichen Abständen einen „Ingenieur-Barometer“ als Umfrage zu etablieren, um viele relevante subjektive und objektive Daten zusammenzuführen und der Politikberatung zuzuführen.

Ein zweiter Punkt betrifft offene Fragen zur Analyse. Unklar ist, weil mit widersprüchlichen Ergebnissen konfrontiert, die Analyse über die Bedeutung der frühen Technikozialisation durch einen spielerischen Umgang mit Technik im Bezug zur Vaterrolle als „zuständiger“ Bezugsperson. Die beiden Studien der TA-Akademie kommen zu widersprüchlichen Ergebnissen. Die Befragung der Schüler, vor allem auf qualitativer Basis, ergibt Indizien für diese These. Die retrospektive Ingenieurbefragung gegen diese These.

Weiterhin ist es relevant abzuklären, ob die Einschätzung des Studiums der Ingenieurwissenschaften als „schwierig und überfordernd“ signifikant mit der Dominanz extrinsischer Motive zur Studienwahl verbunden ist. Die Schlussfolgerung daraus wäre ein weiteres Indiz für die Bedeutung intrinsischer Motivationen für einen erfolgreichen Studiumsabschluss und würde Forderungen nach Veränderungen in den Anforderungen – nicht in der Art der Vermittlung – des Curricula relativieren.

Ebenfalls ungeklärt und in der Literatur mit verschiedenen Ergebnissen dokumentiert, sind Fragen zur Effizienz von Monoedukation und Koedukation von Mädchen und Jungen in Schule und Studium. Hier besteht eindeutig Anlass für weitere Forschung oder eine zusammenfassende Expertise.

Die in der Datenbank erfassten Modellprojekte werden durchaus rege nachgefragt. In der Annahme, dass gerade für Schulen diese Dokumentation sinn-

voller Projekte nützlich sein kann, könnte eine „Good Practices Analysis“ (GPA) angeschlossen werden, um besonders herausragende Projekte einem größeren Kreis zugänglich zu machen.

Für die Ingenieurwissenschaften besteht ein besonderes Problem im Mangel am wissenschaftlichen Nachwuchs, weil angesichts des umfassenden Mangels der öffentliche Dienst nur schwerlich mit den Offerten der Industrie für qualifizierte Ingenieure mithalten kann. Die Daten unserer Studie sind für solche Analysen nicht spezifisch genug. Allerdings zeigt sich eine hohe Bedeutung von Promotionsabsichten von Universitäts- und Fachhochschulabsolventen. Dies könnte ein selektiver Anreiz für den einstweiligen Verbleib im öffentlichen Dienst sein, wenn die entsprechenden Voraussetzungen zur Promotion gegeben sind. Dies ist vor allem für Fachhochschulen relevant.

Literaturverzeichnis

Aus Tradition für Innovation, 2001: Verein der Ingenieure, Techniker und Wirtschaftler in Sachsen e.V. (VITW). Projekt Formel E. Dresden.

Bund Deutscher Arbeitgeber (BDA), 2001: Mathe und Naturwissenschaften als Leistungskurse zu unbeliebt. Düsseldorf.

Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2001. Drucksache 14/6509. Situation und Perspektiven der Ingenieurinnen und Ingenieure in Deutschland. Antwort der Bundesregierung auf eine Große Anfrage. Berlin.

Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2001. Ingenieurdialog legt Memorandum zur Zukunftssicherung des Ingenieurwesens vor. Pressemitteilung von 11.5.2001. Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Forschung. BMBF-Publik (ohne Zeitangabe, wahrscheinlich 1999): Beruf Ingenieurin – Be.Ing. Bonn.

Buttler, Friedrich ad all: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. W.Kohlhammer: Stuttgart 33Jg./2000

Deutscher Absolventen-Kongress, 2001. Messezeitung: Maschinenbau: Gefragt ist Internationalität. S.17. Kreuzlingen (Schweiz).

Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, DVT. 1997. Mitgliedsvereine. DVT-Handbuch 1997. Düsseldorf.

Eckerle, Konrad / Weidig, Inge / Limbers, Jan, (Prognos Ag) 2002: Mittel- bis langfristiger Bedarf an Ingenieurinnen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Studie im Auftrag der Stiftung Impuls des VDMA. Basel.

Ederleh, Jürgen / Griesbach, Heinz, 1998. Ausbildung und Qualifikation von Ingenieuren: Herausforderungen und Lösungen aus transatlantischer Perspektive. HIS Kurzinformation A6/98. Hannover 1998.

Ethik-Magazin, Heft Nr. 2, 2001. Hrsg. vom Referat für Technik und Wissenschaftsethik an den Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg. Fachhochschule Karlsruhe.

Eyerer, Peter, 1999: TheoPrax. Ausbildungsmodell zur Verzahnung von Schulen, Hochschulen und Unternehmen. S. 40-48 in: Wechselwirkungen. Jahrbuch 1999.

Faktenbericht Forschung 2002, hrsg. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin.

Frasch, G. 1987. Der Rücklaufprozess bei schriftlichen Umfragen. Frankfurt.

Fuchs, Gerhard / Renz, Christian, 2001. Altern und Erwerbsarbeit. Workshopdokumentation. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg Nr. 201, Oktober 2001. Stuttgart.

Gemeinsame Kommission für die Studienreform im Land Nordrhein-Westfalen, 2000: Ingenieurinnen erwünscht. Handbuch zur Steigerung der Attraktivität ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge für Frauen. Hrsg. Vom Wissenschaftlichen Sekretariat für die Studienreform im Land Nordrhein-Westfalen.

Gemeinsame Kommission für die Studienreform im Land Nordrhein-Westfalen, 2000 (Hrsg.) Perspektiven: Studium zwischen Schule und Beruf. 1996. Verlag Luchterhand. Düsseldorf.

Gerlinger Generalanzeiger 14.02.02. Wissenschaft und Forschung: Jeder zweite IT-Student gibt auf.

Grelon André, Stück Heiner (Hrsg.): Ingenieure in Frankreich, 1747-1990. Campus: Frankfurt am Main 1996

Grunau, Wilfried, 1996. Ingenieure in Europa – Perspektiven internationaler Berufsausübung. http://www.vdv-online.de/gru_bd9.htm. Friedrichsfehn.

Hampel, Jürgen / Renn, Ortwin, 2001: Projektantrag „Zur Situation der Ausbildungsberufe im Handwerk. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart.

Heidenreich Martin: Ingenieure und Techniker in Frankreich. Eine Fallstudie über die Verschulung technischen Wissens (1). Arbeitsbericht Nr. 77 des FSP „Zukunft der Arbeit“. Universität Bielefeld, Fakultät für Soziologie, 1992

Heidenreich, Martin, 2001. Ingenieure und Techniker – Eine Fallstudie über die Verschiedenheit des Wissens. Arbeitsbericht und Forschungsmaterialien, Universität Bielefeld, Fakultät für Soziologie. Universität Bielefeld.

Herz, Thomas, 1983: Klassen, Schichten, Mobilität. Studienskripte zur Soziologie, hrsg. von Scheuch, Erwin und Sahner, Herbert. Stuttgart. 1983

Heublein, Ulrich / Sommer, Dieter, 2000. Lebensorientierungen und Studienmotivation von Studienanfängern. HIS – Hochschulinformationssystem GmbH, Kurzinformation A5 /2000. Hannover.

- HIS – Hochschulinformationssystem GmbH, 1999: Studienberechtigte 1999, Zahlenspiegel. Hannover.
- HIS – Hochschulinformationssystem GmbH, 1998: Ingenieurstudium: Daten, Fakten, Meinungen. Hannover.
- Hochschul-Informationssystem (Hrsg.): Ausbildung und Qualifikation von Ingenieuren: Herausforderungen und Lösungen aus transatlantischer Perspektive. HIS Kurzinformationen A6. Hannover:1998
http://www.vdv-online.de/gru_bd9.htm
- <http://www.vsud.ch/EU/BM/Bauvorlageberechtigung-deutscher-Ingenieure-in-Frankreich.ch>
- Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung (IAW), 2001: IAB-Betriebspanel Baden-Württemberg. Tübingen.
- Institut für angewandte Wirtschaftsforschung, 2001: IAB-Betriebspanel Baden-Württemberg. IAW-Mitteilungen, Nr. 3, 2001.
- Kontaxis, Nr. 4/2001: Formel-E-Fieber in Sachsen. Hrsg. Von Technischer Jugendfreizeit- und Bildungsverein e.V Berlin.
- Kontaxis, Nr. 4/2001: Jugend, Natur, Wissenschaft und Technik in Sachsen. Hrsg. Von Technischer Jugendfreizeit- und Bildungsverein e.V. Berlin.
- Kunz, Constanze, 2000. Was geschieht mit der Ingenieurarbeit. <http://www.gwdg.de>. Überarbeitete Fassung eines Beitrags zum Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 2000.
- Land Baden-Württemberg., Pressemitteilung vom 13.3.2002. Naturwissenschaften werden in allen Schularten gestärkt. Stuttgart.
- Landesarbeitsamt Baden-Württemberg, 1998: ABF-Info. Fachkräftemangel? Vergleich von Bewerber- und Stellenprofilen in einschlägigen Berufsordnungen Baden-Württemberg. Oktober – Dezember 1998.
- Lewin, Kurt / Heublein, Ulrich / Sommer, Dieter, 2000: Differenzierung und Homogenität beim Hochschulzugang. HIS – Hochschulinformationssystem GmbH, Kurzinformation A7/2000. Hannover.
- Lundgreen Peter, Grelon André (H.g.): Ingenieure in Deutschland, 1770-1990. Campus: Frankfurt am Main 1994.
- Mayer, Karl-Ulrich, 1975: Soziale Mobilität. S. 122-160 in Wiehn, E. / Mayer. K.U., Soziale Schichtung und soziale Mobilität. Eine kritische Einführung. München 1975.

Petermann, Klaus, 2001: Ingenieure und andere IT-Fachkräfte. S.53-62 in: Der Mensch und die Zukunftstechnologien. Technologiepolitik für die nächste Generation. VDE/Hans Seidel Stiftung (Hrsg.), München.

Pfenning, Astrid / Bahle, Thomas, 2000. Families and Family Policies in Europe. Comparative Perspectives. Verlag Peter Lang.

Pfenning, Uwe / Renn, Ortwin / Mack, Ulrich, 2000: Projektantrag „Strategien zur Vermeidung eines Mangels an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern“. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart.

Pfenning, Uwe / Renn, Ortwin, 2001: An Mangel kein Mangel: Zur kritischen Situation der technisch-naturwissenschaftlichen Berufe. S.65-83 in: Der Mensch und die Zukunftstechnologien. Technologiepolitik für die nächste Generation. VDE/Hans Seidel Stiftung (Hrsg.), München.

Schreiber, Jochen / Sommer, Dieter, 2000: Studentische Erfahrungen und Absichten zu Beginn des Hochschulstudiums. HIS – Hochschulinformationssystem GmbH. Kurzinformation A6 /2000. Hannover.

Statistisches Bundesamt, 1998: Internationale Hochschulstatistik. Band 12 der Schriftenreihe Spektrum Statistik. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2001: Bildung und Kultur. Fachserie 11, Reihe 4.3.1. Nichtmonetäre Hochschulstatistische Kennzahlen 1980-1999. Wiesbaden.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2001: Statistische Berichte Baden-Württemberg. Unterricht und Bildung. BIII 1 – J /01. Stuttgart.

Stern, Nr. 16/2002. Fächer mit Job-Garantie – Arbeitsmarktstudie 2002. Internetlink: www.stern.de / Studienführer.

Trychon, 2002: Vortragsunterlagen der Tagung: Plädoyer für die Zukunft. www.inch.ch.

Universität Stuttgart, 2001: Pressemitteilung von 21.11.2001: Zuwachs in Ingenieur- und Naturwissenschaften. Universität Stuttgart.

Urban, Dieter / Pfenning, Uwe, 1999: Technikfurcht und Technikhoffnung: Die Struktur und Dynamik von Einstellungen zur Gentechnik. Verlag Grauer. Stuttgart.

VDE-tech, 2001: Das Ende der Gutgläubigkeit- Einige Fakten zur Industrie- und Arbeitswelt, S. 15. Hrsg. Vom VDE Bundesverband. Frankfurt.

Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau, 1995. Ingenieure und Facharbeiter in der Investitionsgüterindustrie. Zusammenfassung der Ergebnisse der Ingenieurerhebung. Frankfurt.

Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau, 1998. Ingenieure und Facharbeiter in der Investitionsgüterindustrie. Zusammenfassung der Ergebnisse der Ingenieurerhebung. Frankfurt.

Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau, 2001. Ingenieure und Facharbeiter in der Investitionsgüterindustrie. Zusammenfassung der Ergebnisse der Ingenieurerhebung. Frankfurt.

Willke Helmut, 2001. Die Wissensgesellschaft. S.261-279 in: In welche Gesellschaft leben wir eigentlich?, Prongs, Armin (Hrsg.). Dilemma Verlag. München.

Willke, Helmut, 1997. Supervision des Staates. Suhrkamp Verlag. Frankfurt.

Winkler, Helmut, Schleef, Mirko, Störmer, Andreas., 2000: Fazit. Ingenieurbedarf – eine Studie des VDI. VDI-Nachrichten.

Wissenschaftszentrum Berlin (WZB-Mitteilungen 91 / 2001. Studienwahl im Schweinezyklus. Berlin.

Wolf, Elke, 1999: Ingenieure und Facharbeiter im Maschinen- und Anlagenbau und sonstigen Branchen. Analyse der soziodemographischen Struktur und der Tätigkeitsfelder. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, (ZEW). Dokumentation Nr. 99-05. Mannheim.

Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V., 1998: Ingenieur-Umfrage des ZVEI. ZVEI-Mitteilungen 20/1998. Frankfurt.

Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V., 2000: Ergebnisse der Ingenieur-Umfrage des ZVEI 2000. Kurzdarstellung der Ergebnisse. Frankfurt.

Zwick, Michael / Renn, Ortwin, 1998. Wahrnehmung und Bewertung von Technik in Baden-Württemberg. Präsentationsbroschüre der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart.

Zwick, Michael / Renn, Ortwin, 2000. Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart.

Anmerkungen

- 1 So zeigen Analysen über die Auswirkungen der Veröffentlichung von Arbeitsmarktprognosen, dass solche Prognosen partiellen Einfluss auf die individuelle Studien- und Berufswahl nehmen. Ein typischer Fall einer sich selbst bestätigenden Prophezeiung, in der erst durch die Prognose die Ereignisse zustande kommen, die antizipierend vorhergesagt werden.
- 2 Wengleich das Wortspiel von „Delphi und Trojanischem Pferd“ hier seinen semantischen Reiz hat, sei darauf hingewiesen, dass in der empirischen Sozialforschung solche Effekte, deren angestrebte Wirkung sich ins Gegenteil verkehrt, nicht weniger rhetorisch subtil als „Bumerang-Effekte“ betitelt werden.
- 3 Beispielsweise vermindert der Ausbau der Hochschulkapazitäten für den Studiengang Informatik durch eine Sogwirkung das Potenzial für technische Studiengänge. Der vehemente Ausbau von Substitutionsmöglichkeiten durch Arbeitsimmigration und Trainee-Programme von Unternehmen kann negative Rückwirkungen auf die Wahrnehmung der Arbeitsmarktchancen haben.
- 4 Aufgrund von Einladungen verschiedener Berufsverbände und Vereinigungen ergaben sich mehrere Gelegenheiten zur ausführlichen Diskussion mit erwerbstätigen Ingenieuren. Hervorzuheben sind die Vorträge und Diskussionen anlässlich der Jahreshauptversammlung des Deutschen Verbandes Technischer Wissenschaftlicher Vereine (DVT, 1997), auf dem Kongress „Der Mensch und die Zukunftstechnologien“ des VDE und der Hans-Seidel-Stiftung (vgl. Pfenning / Renn 2001), anlässlich der Jahreshauptversammlung des VDI Verbandes Nordbaden sowie einer Tagung der Konrad-Adenauer-Stiftung in Oberaula. Hinzu kamen drei Vortragsabende und Diskussionsveranstaltungen mit regionalen Arbeitskreisen des VDI Nordbaden und an den Fachhochschulen Mannheim und Reutlingen.
- 5 Die Postanschrift der Akademie für Technikfolgenabschätzung lautet: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Industriestraße 5, 70565 Stuttgart. Die Webpage ist unter der Adresse: www.ta-akademie.de zu erreichen. Dort befindet sich unter dem Menüpunkt „Top-Themen“ die Auswahl „Ingenieurprojekt“ mit weiteren Links zur Datenbank über die Modellprojekte bzw. zur Zusammenfassung der Umfrageergebnisse.

- 6 Als Beispiel für die unkoordinierte Datenlage sei auf den Bericht im STERN vom 16/2002 verwiesen, in dem ein neues Verfahren zur langfristigen Prognose von Berufsaussichten vorgestellt wird. Es basiert auf der einfachen Verbindung von vier Datenreihen (Arbeitslosenzahlen, Absolventenzahlen, Studienanfängerzahlen und Bedarfsangaben), die bislang bei verschiedenen statistischen Ämtern geführt und verwaltet werden.
- 7 Im Zusammenhang mit der Diskussion über Indikatoren der sozialen Nachhaltigkeit erscheint eine solche Kennzahl angesichts der wirtschaftlichen Bedeutung der Ingenieure sinnvoll zur Indikation der sozialen Nachhaltigkeit von Berufen.
- 8 Eine ausführliche Erläuterung des Studiendesigns findet sich im Kapitel 3 (S.29-32) der Publikation von Zwick /Renn, 2000.
- 9 Frasch benennt in seiner Studie „normale“ Rücklaufquoten bei postalischen Umfragen von 20-30%.
- 10 Beispielsweise nutzte der Mensch in der Steinzeit seine Erkenntnisse über die Herstellung und Verwendung von Farben für kulturelle und evtl. religiöse Zwecke wie die Höhlenmalereien aus der frühen Urzeit belegen.
- 11 In einer Umfrage fanden wir, dass selbst bei der äußerst umstrittenen und in vielen Bereichen eher mit höherer Ablehnung als mit Akzeptanz bewerteten Gentechnik die entsprechende naturwissenschaftliche Grundlagenforschung mit dem Ziel mehr über die menschliche Evolution zu erfahren, eine Zustimmung von über 98% erhält (Urban/Pfenning 1999).
- 12 Ein Beispiel für Interdisziplinarität war die Zusammenarbeit von Unternehmen der Mikrochipindustrie mit Unternehmen der Halbleiterindustrie, die eine enorme Leistungssteigerung der Prozessoren ermöglichte. Ein Beispiel für Transdisziplinarität in diesem Sektor sind die Kooperationen zwischen der Nanotechnologie, die ihr Wissen aus der Naturwissenschaft schöpft und der Halbleiterindustrie, die unter Umständen neue Prozessorgenerationen mit nochmals gesteigertem Leistungsumfang erwarten lässt. Diese wären auch bei idealen Voraussetzungen für die traditionelle Halbleitertechnologie nicht zu erreichen gewesen (GeoHeft 4/2002).
- 13 Eine interessante Abhandlung über den geschichtlichen Prozess der Zivilisation gibt der Soziologe Norbert Elias in seinen namhaften Werk gleichen Titels.
- 14 Auf dieser Annahme basiert Max Webers bekannteste Studie über die „Protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus“.

- 15 Soziologisch gesehen ließe sich Technik in diesem Zusammenhang in der Tradition der funktionalen Systemtheorie von Niklas Luhmann als Beispiel für ein selbstreferentielles, autopoietisches System ansehen, das „sich in sich“ reproduziert (Luhmann).
- 16 In der Ökonomie und den Sozialwissenschaften werden diese Größen im sogenannten sozio-ökonomischen Status (SES) zusammengefasst, der als Grundlage für die Messung des öffentlichen Ansehens von Berufen dient.
- 17 Eine sehr umfassende und nach den Themen Arbeit und Beruf, Hochschule, Organisationskonzepte, Technik und Verantwortung, Ingenieurinnen, Stellungnahmen, Prognosen, Datenlage und neuere Literatur gegliederte Zusammenstellung der Literatur findet sich bei Winkler et al., VDI-Nachrichten Fazit, Ingenieurbedarf 2000.
- 18 Der Vergleich von subjektiven Daten aus Umfragen mit tabellarischen Daten der amtlichen Statistik ist soziologisch gesehen eine Verbindung zwischen individualbasierten, mikrosoziologischen Aussagen und aggregierten Daten. Methodisch tangiert dies Fragestellungen zu sogenannten ökologischen und individuellen Fehlschlüssen bei der Interpretation der Daten über technische Berufe. Ein markantes Beispiel hierfür findet sich bei den Bedarfsprognosen. Hier werden die aggregierten Absolventenzahlen in Bezug gesetzt zu den prognostizierten Bedarfszahlen. Die individualbasierte Analyse zeigt jedoch, dass viele der Absolventen technischer Studiengänge nicht unmittelbar in Unternehmen der entsprechenden Branchen wechseln.
- 19 Ein Beispiel für einen Versuch zu einer, bezogen auf Unternehmen als Analyseeinheit, verbesserten Datenbasis zu gelangen, ist das IAB-Betriebspanel Baden-Württemberg (vgl. IAW, 2001:20-21).
- 20 Die Abbruchquoten bei anderen Fachrichtungen sind hiervon nicht maßgeblich verschieden. Die Quote für einen Studienfachwechsel bei den Ingenieurwissenschaften ist eher unterdurchschnittlich. Der VDI nennt in einer Pressemitteilung vom 14.2.2002 für Studierende im IT-Bereich Abbruchquoten von ca. 70% an Universitäten und von ca. 40% an Fachhochschulen. Diese Zahlen sind hinsichtlich der exorbitanten Steigerungsraten bei den Studienanfängern im IT-Bereich (Sogwirkungen) zu relativieren. Es ist zu vermuten, dass viele Studienanfänger entsprechende Studiengänge zunächst extrinsisch motiviert aus arbeitsmarktpolitischen Überlegungen wählten, sich jedoch im Verlauf des Studiums über ihre intrinsische Motivation klar wurden und hierbei ein „Mismatch“ bilanzierten.

- 21 Danach beträgt das durchschnittliche Jahresbruttogehalt ca. 70.000 DM und führt zu einem „dritten Platz“ im internationalen Ranking.
- 22 Dieses statistische Problem wird in der methodischen Literatur unter den Themen „ökologischer Fehlschluss“ und „individueller Fehlschluss“ diskutiert.
- 23 In der entsprechenden Fundstelle wird eine Anzahl von inzwischen ca. 500 verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen an den Hochschulen genannt (Pressemitteilung des BMBF vom 11.5.2001).
- 24 Dieser Effekt ist statistisch signifikant, $E_{\alpha} = .13$, Chi-Quadrat = $.002$.
- 25 „Jeder zweite IT-Student gibt auf“ lautet die Überschrift einer Pressemitteilung des Branchenverbandes Bitkom. Weiter wird ausgeführt, dass die Abbruchquote an Universitäten bei 70% liegt und an Fachhochschulen bei 40%. Als Gründe werden die schlechten Studienbedingungen angeführt.