

Studie



Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen

Für:
Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)
Graf-Recke-Str. 84
40239 Düsseldorf

Ansprechpartner im IW Köln:
Dr. Oliver Koppel
Wissenschaftsbereich Bildungspolitik und Arbeitsmarktpolitik

Köln, 11. April 2007

Inhalt

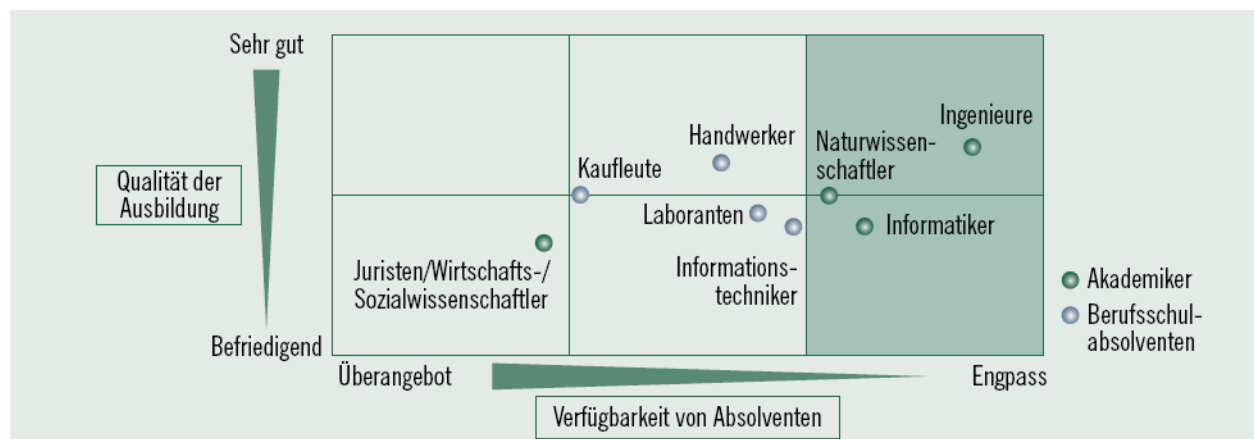
1.	Die Bedeutung von Ingenieurqualifikationen für den Innovationsstandort D	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Die volkswirtschaftliche Bedeutung des technischen Humankapitals	4
1.3	Ingenieure in Deutschland.....	5
2.	Ingenieurbeschäftigung in Deutschland	6
2.1	Stichprobenstruktur der Befragung und Hochrechnung	6
2.2	Ingenieurbeschäftigung in den Unternehmen	8
2.3	Beschäftigung und Beschäftigungsbedarf	11
3.	Ingenieurmangel in Deutschland.....	13
3.1	Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren	13
3.2	Ausmaß und Symptome des Ingenieurmangels	16
3.3	Gesamtwirtschaftliche Konsequenzen des Ingenieurmangels	19
3.4	Maßnahmen der Unternehmen gegen Probleme bei der Ingenieurrekrutierung	21
4.	Ursachen der Probleme im Bereich der Ingenieurrekrutierung	22
4.1	Nachfrageseitige Ursachen	22
4.2	Angebotsseitige Ursachen.....	23
5.	Zusammenfassung.....	26
6.	Literatur.....	28

1. Die Bedeutung von Ingenieurqualifikationen für den Innovationsstandort D

1.1 Einleitung

„Die deutsche Ingenieurausbildung der Hochschulen gilt – nach wie vor – als weltweit führend“ (BCG, 2007, 24). Dies ist das Fazit einer im März 2007 veröffentlichten Studie der Boston Consulting Group zu den Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Deutschland aus Sicht US-amerikanischer Unternehmen. Sowohl im internationalen Vergleich als auch im Vergleich zu anderen Qualifikationen zeigt sich in dieser Studie die exponierte Bedeutung deutscher Ingenieure für die Unternehmen (Abbildung 1). Gleichzeitig konstatieren die Unternehmen jedoch einen aktuell vorhandenen Engpass im Bereich der Verfügbarkeit von Ingenieurabsolventen, welcher sich negativ auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirkt.

Abbildung 1: Begehrte und rare Ingenieure - Qualität der Absolventen und deren Verfügbarkeit in Deutschland aus Sicht von US-Unternehmen



Quelle: BCG (2007), 30

Auch deutsche Unternehmen bestätigen immer wieder diese Ergebnisse einer Außensicht auf den Innovationsstandort Deutschland. Aufsehen erregte die Ankündigung eines Großunternehmens, man könne mehrere hundert offene Ingenieurstellen angesichts fehlender Bewerber nicht besetzen und müsse entsprechend im Ausland rekrutieren (SZ, 2006). Alleine im März 2007 meldet die Bundesagentur für Arbeit einen Bestand von 13.600 offenen Stellen für Ingenieure und ingenieurähnliche Berufsgruppen (BA, 2007). Bedenkt man, dass der Bundesagentur für Arbeit erfahrungsgemäß lediglich jede dritte offene Stelle gemeldet wird (FTD, 2007), so ist von einer deutlich höheren Zahl auszugehen.

Zusammengenommen deuten die obigen Einzelevidenzen darauf hin, dass sich die Unternehmen in Deutschland aktuell mit einem gravierenden Ingenieurmangel konfrontiert sehen. Die vorliegende Studie hat diese Problematik aufgegriffen und die Unternehmen in Deutschland detailliert zum Ausmaß und den Hintergründen befragt und auf Basis der Unternehmensdaten die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen des Ingenieurmangels in

Deutschland kalkuliert. Kapitel 1 erläutert zunächst kurz die besondere Bedeutung technischen Humankapitals für das Wachstum und den technischen Fortschritt einer Volkswirtschaft aus einer theoretischen und empirischen Perspektive und gibt einen Überblick über die Ingenieurbeschäftigung in Deutschland. In Kapitel 2 wird das Ausmaß des Ingenieurmangels in Deutschland analysiert. Dabei werden die nachfrageseitigen Facetten des Themas Ingenieurmangel aus Sicht der Unternehmen beleuchtet und mit Hilfe der Erhebungsdaten quantifiziert. Kapitel 3 geht anschließend auf die angebotsseitigen Ursachen der in Deutschland herrschenden Mangelsituation ein und vergleicht die Situation hierzulande unter anderem im internationalen Kontext. Abschließend werden die Erkenntnisse der Studie zusammengefasst und die resultierenden Schlussfolgerungen sowie die entsprechenden politischen Handlungsoptionen diskutiert.

1.2 Die volkswirtschaftliche Bedeutung des technischen Humankapitals

In der Tradition der so genannten endogenen Wachstumstheorie (Romer, 1990) belegen zahlreiche Studien die Bedeutung des technischen Humankapitals in seiner Funktion eines Treibers des technischen Fortschritts für das Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Sowohl die ökonomischen Modelle als auch die empirischen Studien belegen dabei eine Wirkungskette derart, dass Forschung und Entwicklung in den Unternehmen zu Innovationen, die Diffusion von Innovationen zu technologischem Fortschritt und dieser wiederum zu ökonomischem Wachstum führt (Zachariadis, 2003). So zeigen Guellec/van Pottelsberghe (2001) in einer internationalen Vergleichsstudie der Industrienationen auf, dass eine 1-prozentige Erhöhung der Forschungs- und Entwicklungsaktivität des Wirtschaftssektors eine Steigerung der totalen Faktorproduktivität in Höhe von 0,13 Prozent bedingt, welche mit einem entsprechenden Wachstum des nationalen Bruttoinlandsprodukts einhergeht.

Die Durchführung von Forschung und Entwicklung stellt auch auf Ebene der Unternehmen eine der relevantesten Determinanten für Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit dar (Porter, 1991). So verzeichnen FuE-betreibende Unternehmen nicht nur ein höheres Umsatzwachstum, sondern auch positive Beschäftigungseffekte (ZEW, 2004); während forschungsintensive Unternehmen in der jüngeren Vergangenheit Beschäftigung aufgebaut haben, verlief die Entwicklung in nicht oder nur in geringem Ausmaß FuE-betreibenden Unternehmen entgegengesetzt (RWI, 2005).

Die volkswirtschaftlichen Wachstumsmodelle zeigen weiterhin auf, dass Humankapital und Sachkapital – wie beispielsweise Produktionsanlagen – in einer komplementären Beziehung zueinander stehen (Aghion/Howitt, 1998). Anders ausgedrückt wird technologischer Fortschritt und somit volkswirtschaftliches Wachstum insbesondere im industriellen Sektor erst durch das Zusammenspiel von Produktionsmöglichkeiten und hochqualifizierten Individuen ermöglicht. Insbesondere im Bereich wissensintensiver Arbeiten können Mitarbeiter dabei nicht beliebig substituiert werden, sondern es kommt für die Wahrnehmung anspruchsvoller Aufgaben vielmehr darauf an, dass ein Mitarbeiter über spezifische Qualifikationen verfügt. Volkswirtschaftlich gesehen ist das in einer Gesellschaft vorhandene Humankapital somit nicht

als homogener Faktor zu interpretieren. Die in diesem Zusammenhang besondere Bedeutung technischen Humankapitals kann dadurch illustriert werden, dass in den Unternehmen ohne diese spezifisch und hochqualifizierten Mitarbeiter, welche die Produktionsmöglichkeiten entwickeln, konstruieren, aufbauen und warten, keine adäquate Wertschöpfung erfolgen kann. Empirische Studien belegen die besondere Bedeutung von Ingenieuren als Repräsentanten des besonders innovationsrelevanten Humankapitals. So zeigen Crépon et al. (1998), dass die zusätzliche Beschäftigung eines Ingenieurs im Vergleich zu einem Mitarbeiter einer anderen Qualifikation im Durchschnitt auf statistisch signifikantem Niveau einen mehr als doppelt so hohen Beitrag zur Wertschöpfung des Unternehmens leistet.

Der Bedarf speziell an technisch qualifiziertem Humankapital hat sich insbesondere in den letzten beiden Dekaden in sämtlichen industrialisierten Volkswirtschaften drastisch erhöht (Siegel, 1999). Diese Tatsache lässt sich als unmittelbare Folge der Verbreitung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien erklären. Nicht zuletzt die in einer globalisierten Weltwirtschaft resultierende Notwendigkeit, den technischen Fortschritt auf nationaler Ebene aufrecht zu erhalten, hat daher zu einer drastischen Verschiebung des Bedarfs hin zu technisch qualifiziertem Humankapital geführt. Ökonomen bezeichnen dieses Phänomen als „skill-biased technological change“. Die besondere Bedeutung des technischen Humankapitals wird somit durch den Strukturwandel hin zu einer forschungs- und wissensintensiven Gesellschaft nochmals verstärkt. Internationale Benchmark-Studien zum Innovationsgeschehen kommen in diesem Zusammenhang übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass sich eben dieses technische Humankapital in Deutschland als limitierender Faktor in Bezug auf den technologischen Fortschritt und das volkswirtschaftliche Wachstum erweist (Hülkamp/Koppel, 2005; EIS, 2006).

1.3 Ingenieure in Deutschland

Im Jahr 2006 waren in Deutschland 642.201 Ingenieure sozialversicherungspflichtig beschäftigt (Tabelle 1)¹. Deren typische Beschäftigungsfelder liegen zunächst im industriellen Sektor. So arbeitet mehr als jeder fünfte Ingenieur im Fahrzeug- oder Maschinenbau, mehr als jeder zwanzigste Ingenieur ist im Baugewerbe beschäftigt. Eine große Anzahl der Ingenieure ist jedoch auch in Ingenieurbüros, Patentanwaltskanzleien oder anderen technik- und unternehmensnahen Dienstleistungsunternehmen beschäftigt. Desgleichen leisten viele Ingenieure in auf Forschung und Entwicklung spezialisierten Unternehmen wichtige Vorleistungen für Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, entwickeln und koordinieren Lösungen im Logistikbereich oder leisten Statikberechnungen im Konstruktionsbereich. Angesichts der Tatsache, dass 42,3 Prozent der Ingenieure im Dienstleistungsbereich beschäftigt sind, muss das historische Bild des Ingenieurs als typischem Industriebeschäftigten inzwischen um die Facette eines Dienstleisters im Bereich der technikaffinen unternehmensnahen Dienstleistungen ergänzt werden.

¹ Relevant für die Einordnung als Ingenieur ist in dieser Statistik der Erwerbsberuf, das heißt es wird auf die ausgeübte Tätigkeit als Ingenieur unabhängig von der formalen Qualifikation abgestellt.

Tabelle 1: Ingenieure in Deutschland – Sozialversicherungspflichtig beschäftigte und arbeitslose Ingenieure in Deutschland im Jahr 2006 (ohne Personen in Ausbildung, Selbstständige und Beamte)

Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Anzahl)	642.201
davon Frauen	10,8%
Branchenstruktur	
Land-, Forstwirtschaft, Gartenbau	0,1%
Produzierendes Gewerbe, darunter:	57,6%
Maschinen-, Fahrzeugbau	21,9%
Baugewerbe	5,5%
Übriges produzierendes Gewerbe	30,1%
Dienstleistungssektor, darunter:	42,3%
Handel	4,3%
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	1,5%
Kredit- und Versicherungsgewerbe	0,3%
Ingenieurbüros, Rechtsberatung, Werbung	20,6%
Erziehung, Unterricht, Kultur, Sport, Unterhaltung	1,8%
Gesundheits-, Sozialwesen	0,6%
Öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung	5,9%
Übrige Dienstleistungen	7,5%
Arbeitslose	
Arbeitslose mit diesem Zielberuf (Anzahl)	37.905
Arbeitslosenquote an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten	5,6%

Quelle: IAB, 2007

2. Ingenieurbeschäftigung in Deutschland

Wenn nicht anders gekennzeichnet resultieren die in den folgenden Kapiteln präsentierten Daten aus der einer im Februar 2007 durchgeführten Unternehmensbefragung. Diese Daten wurden im Rahmen eines Online-Fragebogens erhoben, welcher an über 20.000 Unternehmen aus dem Produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor verschickt wurde. Insgesamt stellten 3.364 Unternehmen ihre Daten zur Verfügung.

2.1 Stichprobenstruktur der Befragung und Hochrechnung

Die Verteilung dieser Unternehmen nach Branchen und Größenklassen wird in den Tabellen 2a und 2b dargestellt.

Tabelle 2a: Stichprobenstruktur – Verteilung der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nach Branchen

Branche	Anzahl Unternehmen	Prozent
Land- und Forstwirtschaft	12	0,4
Bergbau	7	0,2
Energie- und Wasserversorgung	79	2,3
Ernährungsindustrie	82	2,4
Chemie / Gummi- und Kunststoffherstellung	172	5,1
Metallerzeugung und -bearbeitung	255	7,6
Maschinenbau	338	10,0
Elektroindustrie	189	5,6
Fahrzeugbau	52	1,5
Andere Branche des Verarbeitenden Gewerbes	277	8,2
Bauwirtschaft	178	5,3
Kfz-Handel, Reparatur, Tankstelle	30	0,9
Großhandel	164	4,9
Einzelhandel	76	2,3
Verkehr	110	3,3
Nachrichtenübermittlung	20	0,6
Kredit- und Versicherung	13	0,4
Datenverarbeitung und Datenbanken	143	4,3
Forschung und Entwicklung	66	2,0
Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung	56	1,7
Werbung, Marktforschung	127	3,8
Grundstücks- und Wohnungswesen	10	0,3
Vermietung beweglicher Sachen	21	0,6
Arbeitnehmerüberlassung	69	2,1
Andere Dienstleistungen für Unternehmen	247	7,3
Sonstige Dienstleistungen	259	7,7
Keine, kann Unternehmen nicht einordnen	246	7,3
Keine Angabe	66	2,0
Gesamt	3.364	100,0

Quelle: IW Köln

Tabelle 2b: Stichprobenstruktur – Verteilung der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nach Beschäftigtengrößenklassen

	Anzahl Unternehmen	Prozent
bis 50 Mitarbeiter	2.417	71,8
zwischen 50 und 250 Mitarbeiter	584	17,4
zwischen 250 und 500 Mitarbeiter	153	4,6
über 500 Mitarbeiter	196	5,8
Keine Angabe	14	0,4
Gesamt	3.364	100,0

Quelle: IW Köln

Um aus der Stichprobe der 3.364 Unternehmen auf die Grundgesamtheit in Deutschland hochrechnen zu können, wird ein Hochrechnungsmodell mit acht Branchen und drei Umsatzgrößenklassen verwendet. Die Gewichtungsfaktoren für die Hochrechnung von Verhältnissen und Anteilswerten setzen dabei die Anzahl der in der Stichprobe pro Segment vorhandenen Unternehmen ins Verhältnis zu der in der Grundgesamtheit aller 3.172.771 im Unternehmensregister in demselben Branchen- und Umsatzsegment aufgeführten Unternehmen. Für die Berechnung der absoluten Zahlen zum Ingenieurmangel (Abbildungen 8 und 9) berücksichtigen die Gewichtungsfaktoren neben dem Verhältnis der in der Stichprobe pro Segment vorhandenen Unternehmen zu der Grundgesamtheit aller im Unternehmensregister in demselben Branchen- und Umsatzsegment aufgeführten Unternehmen zusätzlich die Unterschiede der Bereiche Dienstleistung und Produzierendes Gewerbe im Hinblick auf die anteilige Ingenieurbeschäftigung.² Die mit Hilfe der Gewichtungsfaktoren ermittelte repräsentative Stichprobenverteilung wurde entsprechend des Anteils der in der Stichprobe insgesamt vorhandenen Unternehmen zu der Grundgesamtheit der im Unternehmensregister aufgeführten Unternehmen (Verhältnis 1:943) multipliziert.

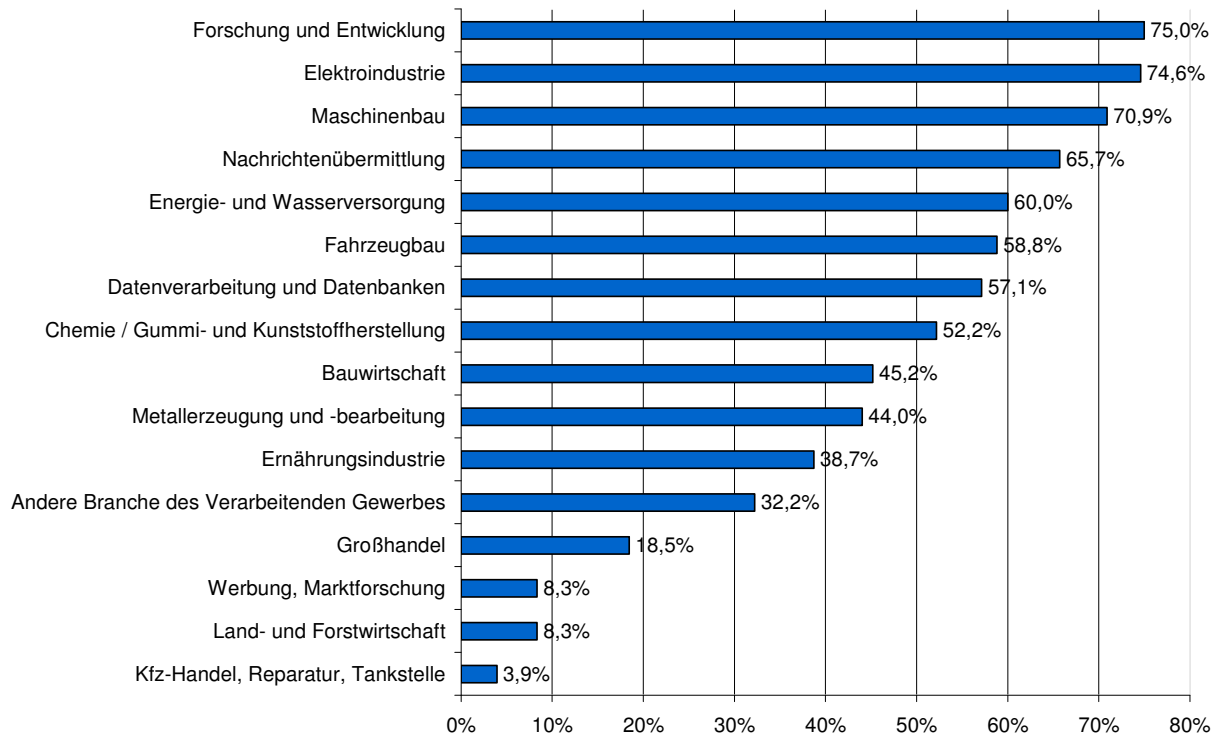
2.2 Ingenieurbeschäftigung in den Unternehmen

Bezogen auf den Anteil Ingenieure beschäftigender Unternehmen eines Sektors liegen die Unternehmen des Produzierenden Gewerbes deutlich vor dem Dienstleistungssektor. Wie zu erwarten, machen besonders ingenieuraffine Branchen wie die Elektroindustrie und der Maschinenbau, in welchen etwa drei Viertel aller Unternehmen Ingenieure beschäftigen, die Spitzengruppe aus (Abbildung 2). Auf Platz eins liegt mit der „Forschung und Entwicklung“ jedoch eine spezialisierte Dienstleistungsbranche, weitere forschungs- und wissensintensive Dienstleistungsbranchen weisen ebenfalls hohe Wahrscheinlichkeiten für Ingenieurbeschäftigung auf. Den Schluss bilden traditionelle Dienstleistungsbranchen wie die Werbebranche, in welchen lediglich vereinzelt größere Unternehmen Ingenieure beschäftigen. Es bestätigt sich die Vermutung, dass Unternehmen aus Branchen mit typischerweise stark technologieorientierter Ausrichtung eine sehr viel höhere Neigung zur Beschäftigung von Ingenieuren aufweisen als typische Dienstleistungsbranchen. Die hohe Anzahl im Dienstleistungsbereich beschäftigter Ingenieure resultiert somit eher aus der hohen Anzahl im Dienstleistungsbereich Beschäftigter allgemein als über eine hohe Ingenieurintensität der entsprechenden Unternehmen.³ Forschungs- und wissensintensive Dienstleistungsbranchen finden sich hingegen sehr wohl in der Spitzengruppe der Ingenieurbeschäftigung.

² So beträgt der Anteil sozialversicherungspflichtig beschäftigter Ingenieure an allen Beschäftigten des Produzierenden Gewerbes etwa 4,17 Prozent, während der entsprechende Anteil im Dienstleistungssektor lediglich bei 0,93 Prozent liegt (IAB, 2007; BA, 2007).

³ Etwa ein Drittel aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten entfällt auf das Produzierende Gewerbe und somit auf typische Industriebranchen, während die übrigen zwei Drittel im Dienstleistungs- und im öffentlichen Sektor tätig sind.

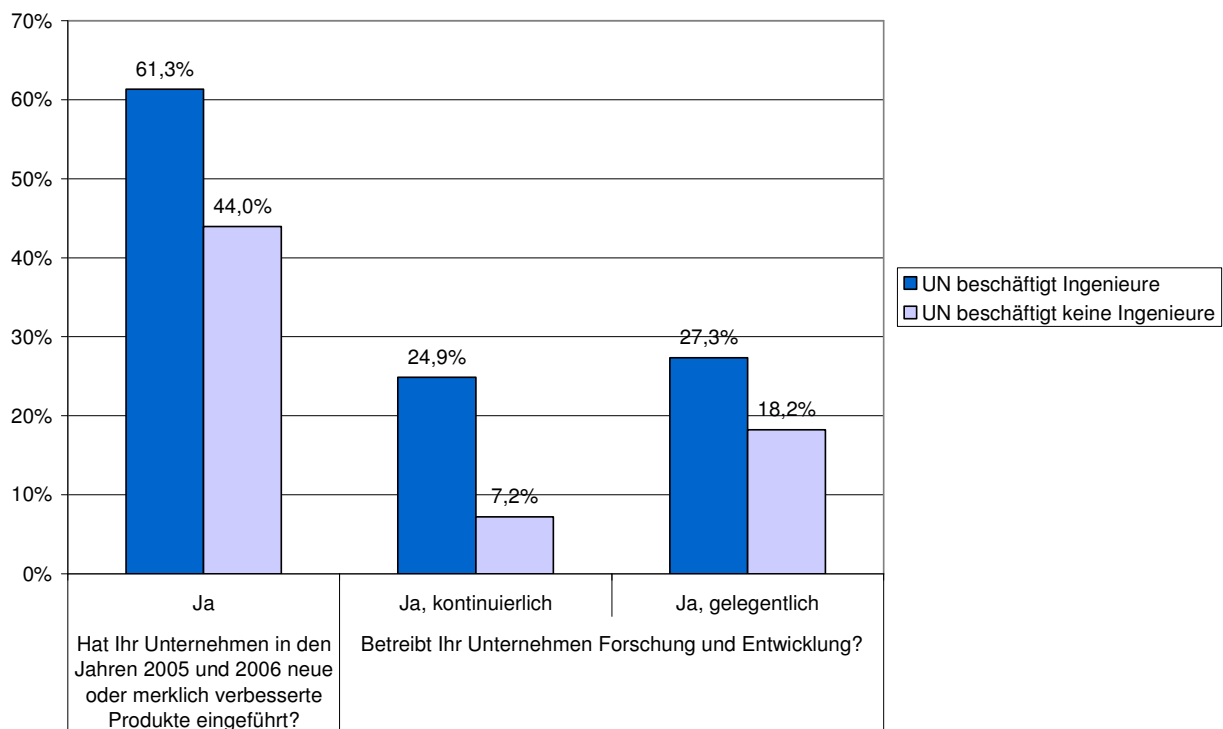
Abbildung 2: Ingenieurbeschäftigung nach Branchen - „Ja“-Antworten der Unternehmen auf die Frage „Beschäftigt Ihr Unternehmen Ingenieure in Deutschland?“, Darstellung nach ausgewählten Branchen, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland



Quelle: IW Köln

Neben der Branche stellt auch die Größe eines Unternehmens eine wesentliche Determinante für Ingenieurbeschäftigung dar. Die Wahrscheinlichkeit, in einem Unternehmen mindestens einen Ingenieur vorzufinden, steigt im Durchschnitt mit der Größe des Unternehmens an und liegt in Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern bei über 80 Prozent. Die Tatsache, dass etwa zwei von drei Unternehmen zwischen 50 und 500 Mitarbeitern Ingenieure beschäftigen, gibt bereits einen ersten Fingerzeig auf die große Bedeutung dieser Berufsgruppe für den Mittelstand. Ingenieure fungieren auch in diesen Unternehmen aufgrund ihrer spezifischen Qualifikationen im technischen Bereich als Innovationsträger einer Volkswirtschaft, wie Abbildung 3 illustriert.

Abbildung 3: Ingenieure und Innovation - Antworten der Unternehmen, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland



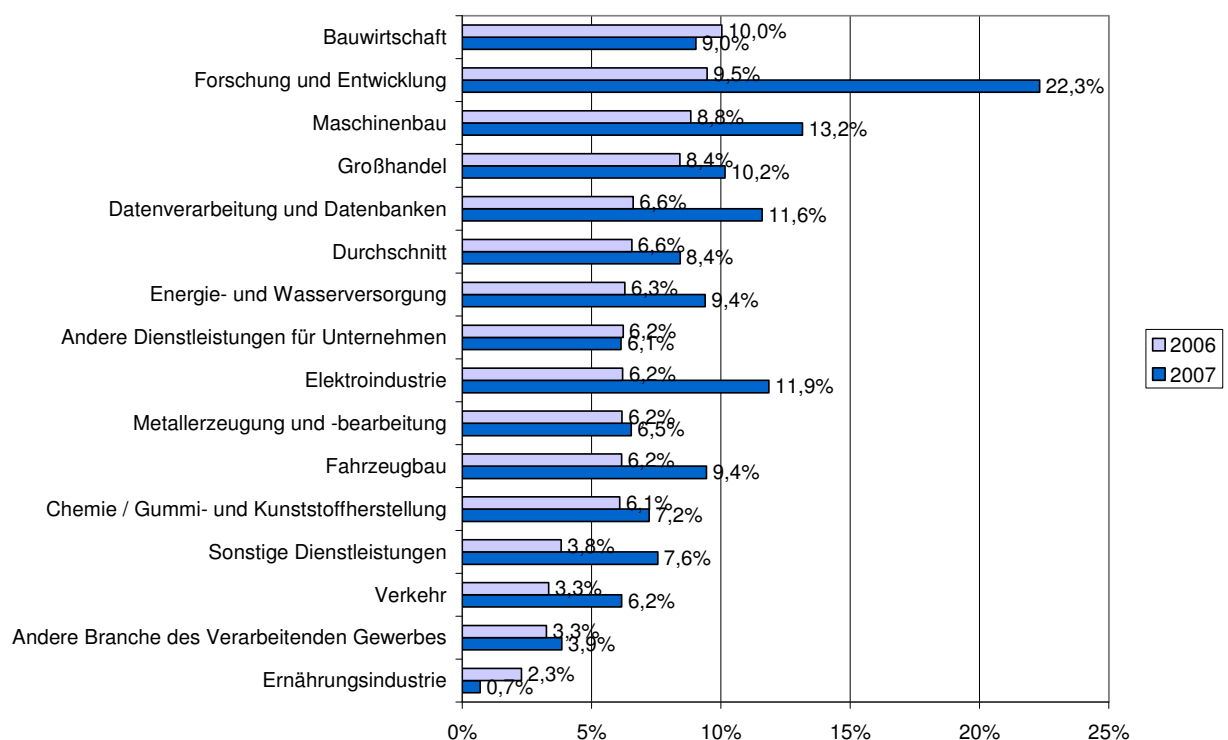
Quelle: IW Köln

So lag der Innovatorenanteil in der Klasse der Ingenieure beschäftigenden Unternehmen bei über 60 Prozent und folglich mehr als 17 Prozentpunkte oberhalb des Vergleichswerts von Unternehmen, die keine Ingenieure beschäftigen. Auch betreibt mit 52,2 Prozent die Mehrheit der Ingenieure beschäftigenden Unternehmen Forschung und Entwicklung, während der entsprechende Anteil in Unternehmen, die keine Ingenieure beschäftigen, nicht einmal halb so hoch liegt. Das wesentliche Ziel dieser Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten besteht in der Einführung neuer Produkte, Dienstleistungen und Produktionsprozesse. Zwar entstehen insbesondere viele Dienstleistungs- oder handwerkliche Innovationen auch ohne vorherige Forschung und Entwicklung. Jedoch entstehen solche Erfindungen, die einen substantiellen Markterfolg im Sinne einer radikalen Innovation versprechen, in der Regel erst durch einen oft langwierigen Prozess zielgerichteter und systematischer Forschung und experimenteller Entwicklung. Dieses gilt insbesondere für Patente, welche ihrerseits als Indikator substantieller Innovationspotenziale interpretiert werden können und keineswegs (mehr) als Nebenprodukt der regulären Geschäftstätigkeit entstehen (IW, 2006) sondern vielmehr durch den Einsatz ingenieurwissenschaftlichen Know-hows. Ingenieure stellen daher insbesondere in Bezug auf die Durchführung von Forschung und Entwicklung einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar, der es den Unternehmen erlaubt, Innovationen zu erzielen. Die besondere volkswirtschaftliche Bedeutung von Ingenieuren bestätigt sich in der aktuellen Untersuchung somit auch auf Unternehmensebene, zeigt sich doch unter anderem, dass Ingenieure beschäftigende Unternehmen im Durchschnitt deutlich forschungstärker und innovativer sind.

2.3 Beschäftigung und Beschäftigungsbedarf

Der Arbeitsmarkt für Ingenieure hat sich in den letzten Jahren sehr positiv entwickelt. So fiel zwischen 1999 und 2006 bei gleichzeitiger Steigerung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieure um 4.266 die Anzahl arbeitsloser Ingenieure von 76.666 kontinuierlich auf 37.905 (IAB, 2007). Im Rahmen der vorliegenden Umfrage zeigte sich, dass die Unternehmen im abgelaufenen Jahr durchschnittlich Neueinstellungen im Umfang von über 6,5 Prozent ihres gesamten Ingenieurpersonals getätigt haben (Abbildung 4). Diese Quote beinhaltet sowohl neu geschaffene Stellen als auch Stellenneubesetzungen, die beispielsweise in Folge natürlicher Fluktuation erforderlich wurden. Besonders hohe Quoten bei den Neueinstellungen konnte die Bauindustrie verbuchen, was nicht zuletzt mit dem letztjährigen Aufschwung dieser Branche und den rückläufigen Arbeitslosenzahlen der Bauingenieure korrespondiert (IAB, 2007).

Abbildung 4: Ingenieur-Neueinstellungen - Im Jahr 2006 realisierte und für das Jahr 2007 geplante Neueinstellungen von Ingenieuren als Anteil aller 2006 beschäftigten Ingenieure eines Unternehmens, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung nach ausgewählten Branchen

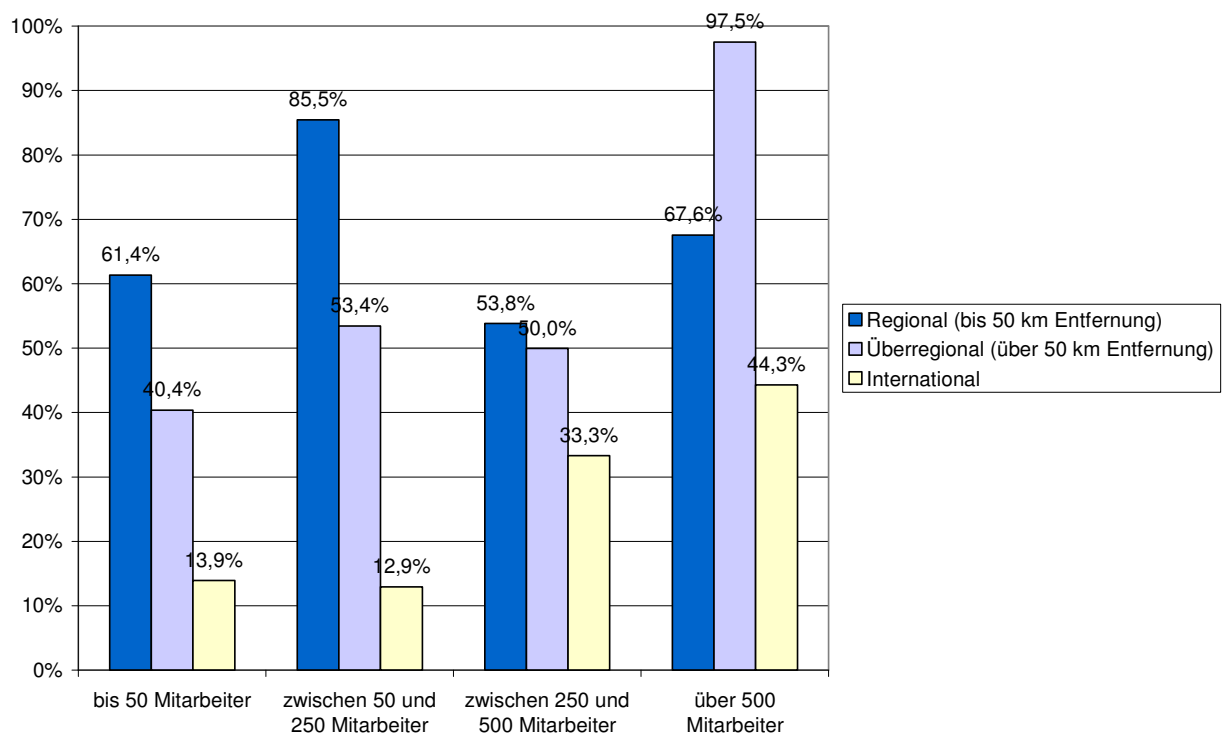


Quelle: IW Köln

Für das laufende Jahr planen die Unternehmen im Durchschnitt sogar Neueinstellungen in Höhe von 8,4 Prozent ihres aktuellen Personalbestands an Ingenieuren. Das im Vergleich zum abgelaufenen Jahr höhere Niveau geplanter Neueinstellungen bestätigt zum einen den allgemeinen Trend, dass die Unternehmen im Durchschnitt für das laufende Jahr eine gute

Geschäftsentwicklung erwarten und zur Deckung ihrer resultierenden Kapazitätsplanung gerne noch mehr Ingenieure als im Jahr 2006 einstellen würden. Zum anderen ist die zum Teil substantielle Diskrepanz zwischen den für 2007 geplanten und den 2006 realisierten Neueinstellungen in Branchen wie dem Maschinenbau, Fahrzeugbau, der Elektroindustrie und den forschungsintensiven Dienstleistungsbranchen bereits ein erstes Indiz dafür, dass es den betroffenen Unternehmen im abgelaufenen Jahr nicht in ausreichendem Maße gelungen ist, ihren Bedarf an Ingenieuren zu decken. In Bezug auf die räumlichen Rekrutierungsmuster gibt es dabei signifikante Unterschiede zwischen den Unternehmen. So rekrutieren kleine und mittelständische Unternehmen ihre zukünftigen Ingenieurmitarbeiter prioritär in der Region ihres Standorts (Abbildung 5). Die Bedeutung der jeweiligen Arbeitsmärkte nimmt hingegen bis hin zum Mittelstand mit deren Entfernung vom Sitz des Unternehmens kontinuierlich ab.

Abbildung 5: Ingenieurarbeitsmärkte - Kumulierte „Sehr wichtig“- und „Wichtig“-Antworten Ingenieure beschäftigender Unternehmen auf die Frage: „Wie wichtig sind die folgenden Arbeitsmärkte für die Deckung Ihres Ingenieurbedarfs?“, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung nach Beschäftigtengrößenklassen, Mehrfachantworten möglich



Quelle: IW Köln

Für große Unternehmen ist jedoch – nicht zuletzt bedingt durch deren in der Regel deutschlandweit operierenden Geschäftseinheiten – der überregionale Ingenieurarbeitsmarkt deutlich wichtiger als der Arbeitsmarkt in der unmittelbaren Umgebung des Unternehmenssitzes. Überraschend ist jedoch, dass bereits nahezu jedes sechste kleine Unternehmen auch den internationalen Ingenieurarbeitsmarkt zur Deckung seines Personalbedarfs heranzieht. Die anekdotische Evidenz deutet in diesem Zusammenhang

darauf hin, dass insbesondere große Unternehmen und solche Mittelständler, die über Auslandsaktivitäten im FuE- und/oder Produktionsbereich verfügen, Ingenieure auch systematisch im internationalen Umfeld rekrutieren. Zwei Motive für die Rekrutierung von Ingenieuren im Ausland erscheinen dabei dominant. Zum einen sollen Lücken in der hiesigen Personaldecke mit Spezialisten geschlossen werden, die in Folge der mangelnden Verfügbarkeit deutscher Pendanten auftreten. Ein prominentes Beispiel des abgelaufenen Jahres war die trotz geplantem Personalabbau erfolgte Ankündigung von Airbus, für die Besetzung offener Stellen Flugzeugbauingenieure im Ausland suchen zu müssen (SZ, 2006). Zum anderen werden gezielt junge Ingenieure aus dem Ausland rekrutiert, um mit deren Hilfe in ihren jeweiligen Heimatländern die personelle Struktur des deutschen Mutterunternehmens aufzubauen oder zu verstärken (HB, 2006).

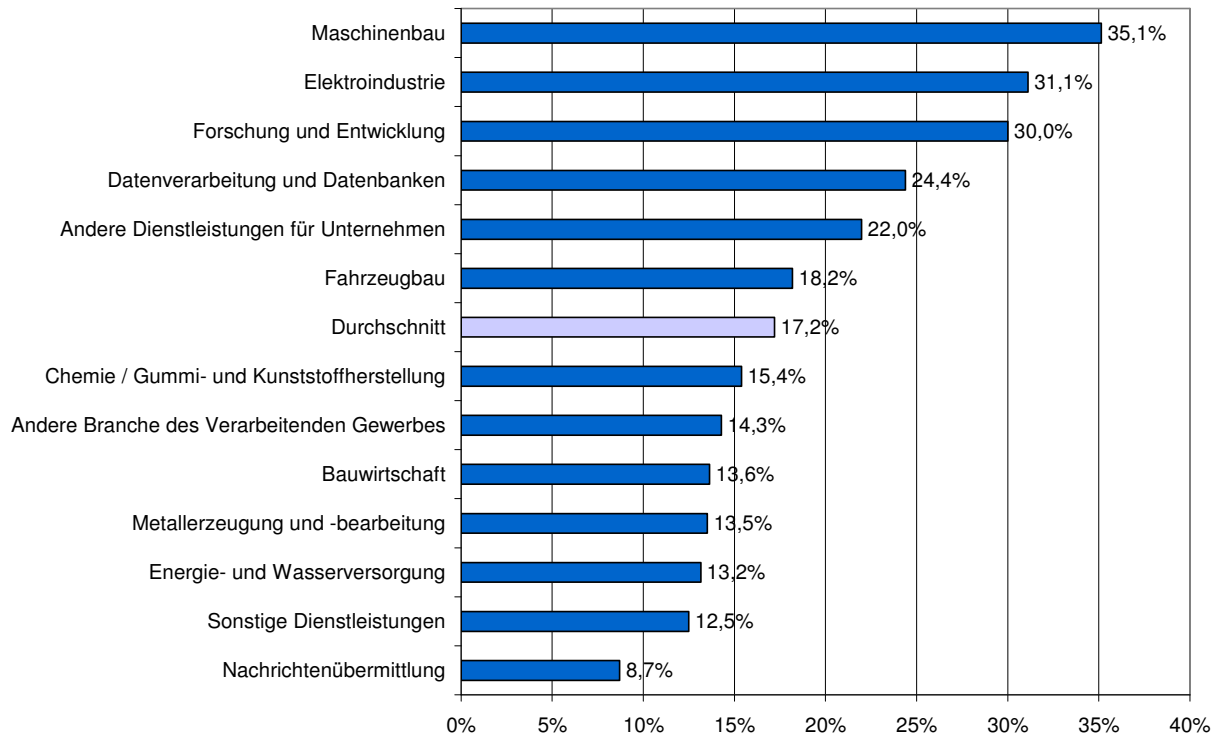
3. Ingenieurmangel in Deutschland

In diesem Kapitel wird zunächst geklärt, welcher Anteil der Unternehmen bei der Rekrutierung von Ingenieuren im abgelaufenen Jahr auf Probleme gestoßen ist und seinen Ingenieurbedarf gegebenenfalls nicht decken konnte. Zudem wird die Anzahl unfreiwilliger Ingenieurvakanzstellen auf Basis dieser Informationen quantifiziert und der für die Unternehmen resultierende Wertschöpfungsverlust kalkuliert.

3.1 Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren

Ein Teil der in Abbildung 4 dargestellten Diskrepanz zwischen geplanten und realisierten Stellenbesetzungen im Ingenieurbereich lässt sich bereits als Nachfrageüberhang auf Seiten der Unternehmen interpretieren. Eine Bestätigung für diese Interpretation liefert Abbildung 6, welche illustriert, dass sich im Durchschnitt mehr als jedes sechste Ingenieure beschäftigende Unternehmen im Jahr 2006 mit konkreten Problemen bei der Rekrutierung von Ingenieuren konfrontiert sah.

Abbildung 6: Probleme bei der Ingenieurrekrutierung - „Ja“-Antworten der Ingenieure beschäftigenden Unternehmen auf die Frage: „Hatte Ihr Unternehmen im Jahr 2006 Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren?“, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung ausgewählter Branchen



Quelle: IW Köln

Anteil am stärksten betroffen sind mit dem Maschinenbau und der Elektroindustrie Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Auffällig ist jedoch, dass auch zahlreiche Branchen aus dem Bereich der wissensintensiven unternehmensnahen Dienstleistungen wie beispielsweise die FuE-Dienstleister oder der Bereich Datenverarbeitung und Datenbanken über derartige Probleme klagen. Obwohl verhältnismäßig viele Unternehmen der Bauwirtschaft Ingenieure beschäftigen (Abbildung 2), ist diese Branche nur in einem unterdurchschnittlichen Ausmaß von Problemen bei der Rekrutierung betroffen. Gleiches gilt für die Unternehmen der Chemischen Industrie, von denen zwar über die Hälfte Ingenieure beschäftigt, jedoch lediglich 15 Prozent über Probleme bei deren Rekrutierung klagten. Diese Ergebnisse erscheinen nicht zuletzt im Lichte der aktuellen Arbeitsmarktdaten plausibel, sind doch trotz rückläufiger Tendenz die Berufsgruppen der Bau- beziehungsweise Chemieingenieure mit bezogen auf die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten höheren Arbeitslosenquote (Bauingenieure: 10,8 Prozent) deutlich stärker als der Durchschnitt der Ingenieure (5,6) von Arbeitslosigkeit betroffen (IAB, 2007). So repräsentieren Bauingenieure bei einem Anteil von etwa 18 Prozent an den sozialversicherungsbeschäftigten Ingenieuren etwa 37 Prozent der arbeitslosen Ingenieure.

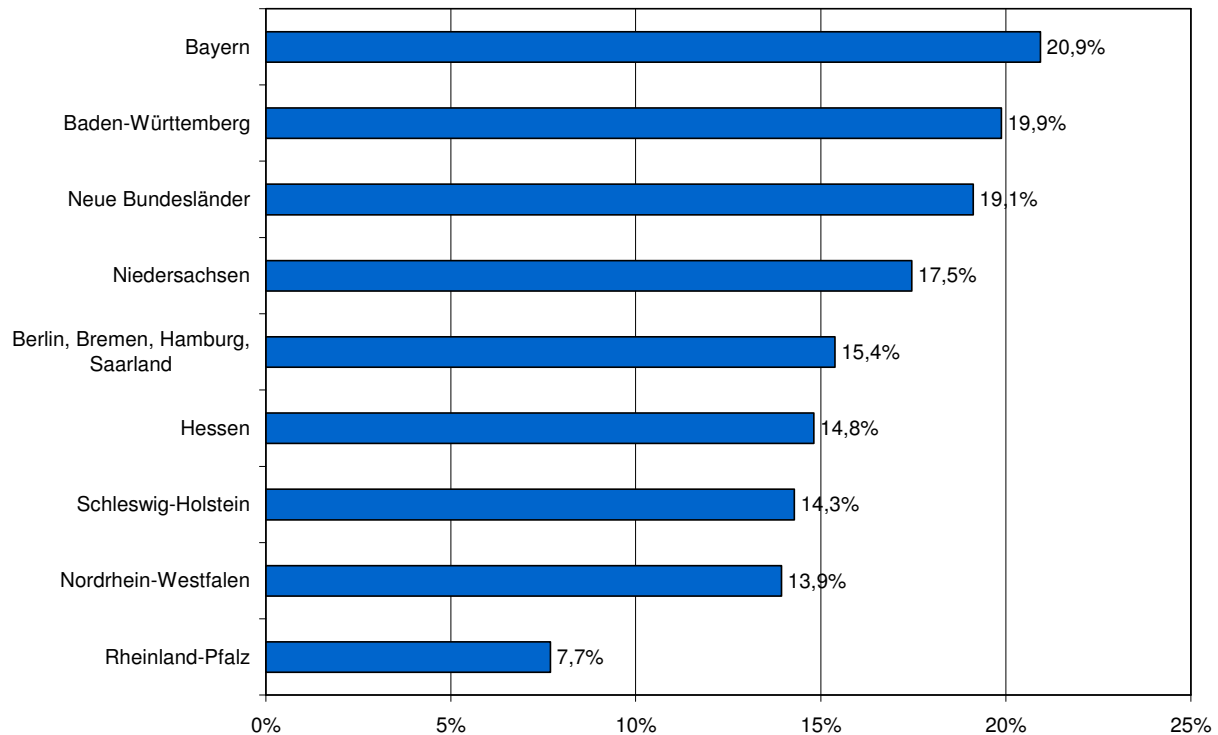
Insgesamt fällt auf, dass eine Branche in der Tendenz umso eher vom Ingenieurmangel betroffen ist, je höher ihre durchschnittliche Forschungs- und Innovationsintensität ausfällt. So weisen in Bezug auf die branchendurchschnittlichen Relationen von Innovationsaufwendungen

und Umsatz die Elektroindustrie, die FuE-Dienstleister und der Fahrzeugbau mit jeweils 8,3 Prozent, der Bereich EDV/Nachrichtenübermittlung (6,4) und der Maschinenbau (5,2) nicht nur die höchste Forschungsintensität aller Branchen auf (ZEW, 2006, 10); gemäß Abbildung 6 leiden die Unternehmen derselben Branchen auch am meisten unter Problemen bei der Rekrutierung von Ingenieuren. Der Ingenieurmangel betrifft somit insbesondere forschungsintensive, innovationsstarke Industrie- und wissensintensive Dienstleistungsbranchen, das heißt auf Branchenebene besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Innovationsintensität und Problemen bei der Rekrutierung hochqualifizierter technischer Fachkräfte.

Differenziert man die Probleme bei der Ingenieurrekrutierung nach Bundesländern, so zeigt Abbildung 7, dass bayerische und baden-württembergische Unternehmen anteilig am stärksten und die Unternehmen der nördlichen Flächenländer vergleichsweise seltener hiervon betroffen sind. Die Zahlen sind plausibel, da beispielsweise Baden-Württemberg über eine traditionelle Stärke im Bereich Maschinenbau verfügt und dieser wiederum überproportional stark unter den Problemen leidet, während sich die Wirtschaftsstruktur der nördlichen Flächenländer (mit Ausnahme des niedersächsischen Fahrzeugbaus) durch vergleichsweise geringere Anteile ingenieuraffiner industrieller Hoch- und Spitzentechnologie auszeichnet. Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen wiederum pflegen unter anderem eine relative Stärke in der Chemischen Industrie beziehungsweise der Bauwirtschaft⁴, deren Unternehmen wiederum nur moderat vom Ingenieurmangel betroffen sind.

⁴ So erfolgen die meisten Patentanmeldungen in NRW im Bereich Bauwesen. In keinem anderen Bundesland werden anteilig so viele Patente im Bereich Organische Chemie angemeldet wie in Rheinland-Pfalz. Die entsprechenden Anteile entsprechen etwa dem Doppelten (Bauwirtschaft in NRW) beziehungsweise Dreifachen (Organische Chemie in RP) des Bundesdurchschnitts (DPMA, 2007, 24).

Abbildung 7: Probleme bei der Ingenieurrekrutierung - „Ja“-Antworten der Ingenieure beschäftigenden Unternehmen auf die Frage: „Hatte Ihr Unternehmen im Jahr 2006 Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren?“, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung nach Bundesländern⁵



Quelle: IW Köln

3.2 Ausmaß und Symptome des Ingenieurmangels

In ihrer gravierendsten Form äußern sich die Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren in dem Umstand, dass ein Unternehmen eine vakante Position gar nicht besetzen kann. In diesem Fall haben sich entweder erst gar keine Aspiranten auf die vakante Stelle beworben oder aber die Bewerber wiesen Defizite bezüglich der Qualifikation auf, so dass das Unternehmen von einer Beschäftigung Abstand genommen hat. In der Konsequenz konnte die Vakanz in diesem Fall vom Zeitpunkt ihrer Entstehung bis hin zum Jahresende 2006 nicht geschlossen werden.⁶ Die Konsequenz besteht in diesem Fall aus einer unfreiwilligen temporären Vakanz, in deren Folge der eingeplante Mitarbeiter noch keine Wertschöpfung in dem Unternehmen erbringen kann. Als Beispiel kann ein Ingenieurbüro dienen, welches kurzfristig einen Auftrag zur Errichtung einer Anlage angeboten bekommt, für das zugehörige Projekt jedoch keinen Projektleiter finden kann. In der Folge muss der Auftrag entweder abgelehnt werden oder kann erst nach erfolgreicher Besetzung der entsprechenden Position begonnen werden. Natürlich

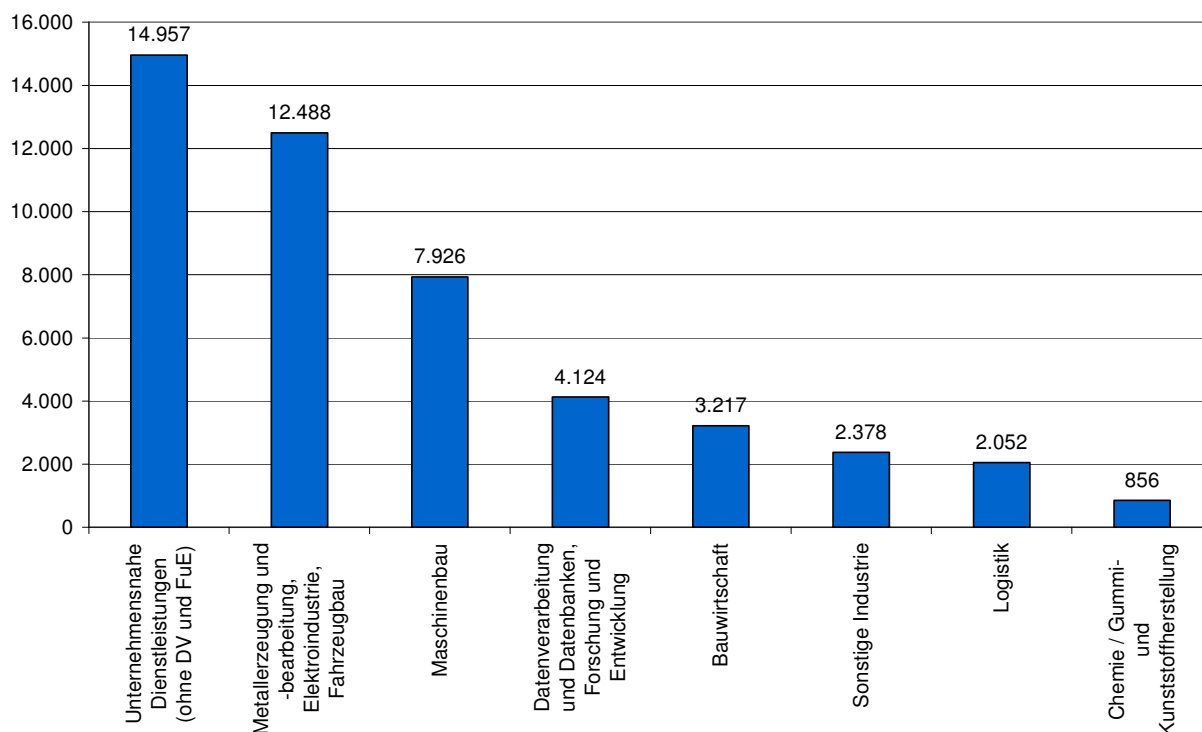
⁵ Zur Gewährleistung ausreichender Fallzahlen werden einzelne Bundesländer hier und an folgenden Stellen der Studie gruppiert ausgewiesen.

⁶ Selbst wenn eine Vakanz geschlossen werden konnte, besteht die Möglichkeit, dass die Besetzung der Stelle erst zu einem späteren Zeitpunkt als ursprünglich vorgesehen erfolgen konnte.

können bei der Rekrutierung auch Probleme dergestalt auftreten, dass eine vakante Stelle zwar besetzt werden konnte, der neue Mitarbeiter oder die neue Mitarbeiterin jedoch nicht die zur Ausführung der zugehörigen Tätigkeiten notwendigen Qualifikationen mitgebracht hat. In diesem Fall können beispielsweise Nachqualifizierungsmaßnahmen wie etwa eine spezifische Weiterbildung nötig werden, deren Kosten das einstellende Unternehmen zu tragen hat.

Diejenigen Unternehmen, die Ihren Bedarf mangels geeigneter Bewerber nicht decken konnten, wurden im Rahmen der Befragung gebeten, das Niveau Ihrer unfreiwilligen Ingenieurvakanz zu quantifizieren. Im Rahmen der Befragung tätigten etwa 300 Unternehmen quantitative Angaben zu dem von ihnen empfundenen Ingenieurmangel in Form geplanter, jedoch nicht besetzbarer Stellen. Konkret wurden die Unternehmen gefragt, wie viele geplante Ingenieurstellen sie im Jahr 2006 nicht besetzen konnten. Da der Beginn einer Vakanz nicht notwendigerweise auf den Beginn des Jahres 2006 gefallen sein muss, wurden die ermittelten unfreiwilligen Vakanz für die Berechnung des Ingenieurmangels in vollzeitäquivalente Stellen umgerechnet. Hierbei wurden für den durchschnittlichen Wert einer unfreiwilligen Ingenieurvakanz sechs Personenmonate angesetzt.⁷ Die Ergebnisse der Hochrechnung sind in Abbildung 8 dargestellt.

Abbildung 8: Unfreiwillige Ingenieurvakanz - Anzahl der vollzeitäquivalenten geplanten Ingenieurstellen, die Unternehmen im Jahr 2006 nicht besetzen konnten, Hochrechnung auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung nach Branchen

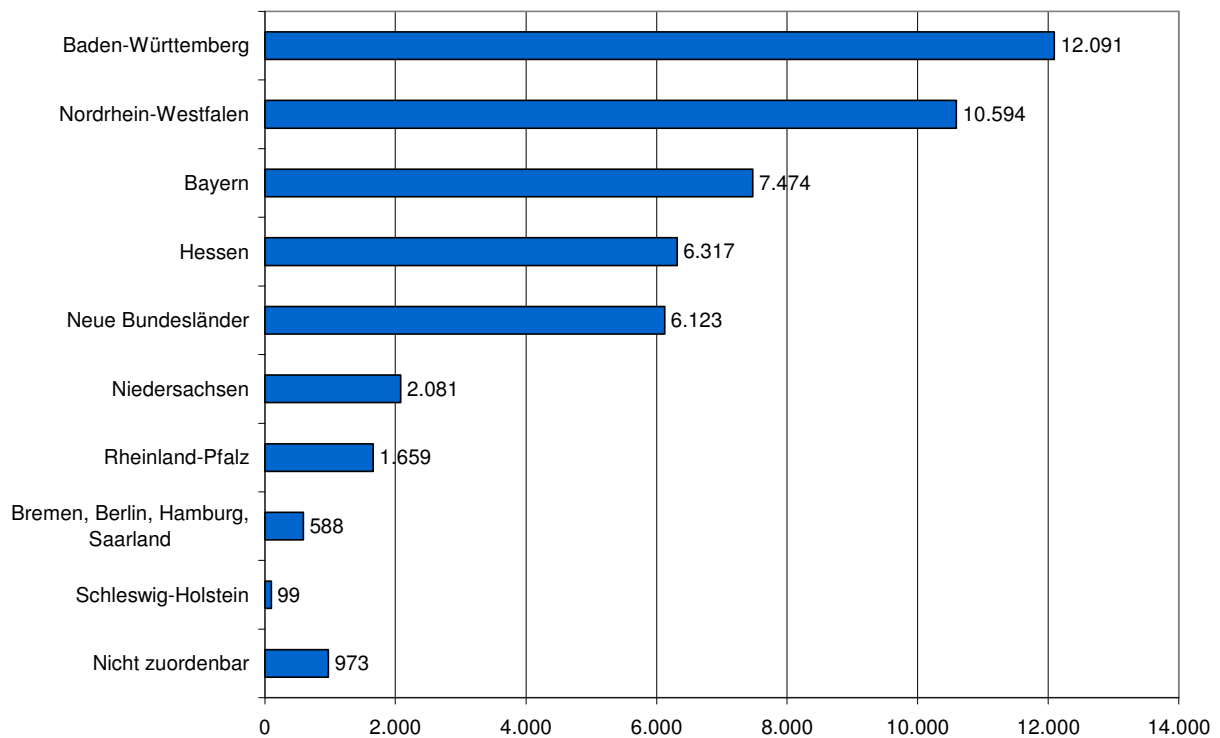


Quelle: IW Köln

⁷ Dieser Wert ergibt sich als statistischer Mittelwert bei einer unterstellten Gleichverteilung des Startzeitpunktes der unfreiwilligen Vakanz über das abgelaufene Jahr.

Insgesamt haben die deutschen Unternehmen im abgelaufenen Jahr 47.998 vollzeitäquivalente Ingenieurstellen unfreiwilligerweise nicht besetzen können. Abbildung 8 verdeutlicht, dass der Ingenieurmangel bestimmte Branchen in substantiellem Umfang betrifft. Mit den unternehmensnahen Dienstleistungen wurden die meisten Ingenieurvakanzten sogar von einer Branche außerhalb der klassischen Industrie gemeldet. Insgesamt entfallen über vier von zehn Ingenieurvakanzten auf den Dienstleistungsbereich. Verdeutlicht man sich, dass immerhin 42,3 Prozent aller sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieure im Dienstleistungssektor tätig sind (IAB, 2007) und zu diesem Bereich beispielsweise auch Ingenieurbüros zählen, so ist dieses Ergebnis auch nicht überraschend.⁸ Aber auch die typischen ingenieuraffinen Industriebranchen des Verarbeitenden Gewerbes wie der Maschinenbau, die Elektroindustrie oder der Fahrzeugbau sind in erheblichem Umfang vom Ingenieurmangel betroffen, entfällt doch nahezu jede zweite Ingenieurvakanz auf diese Branchen. Lediglich in den Bereichen Sonstige Industrie, Chemie und Bauwirtschaft konnten – nicht zuletzt auch gemessen am Beschäftigungsvolumen dieser Branchen – nur wenige geplante Stellen nicht besetzt werden.

Abbildung 9: Unfreiwillige Ingenieurvakanzten - Anzahl der vollzeitäquivalenten geplanten Ingenieurstellen, die Unternehmen im Jahr 2006 nicht besetzen konnten, Hochrechnung auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung nach Bundesländern



Quelle: IW Köln

⁸ Zu den unternehmensnahen Dienstleistungen zählen auch Unternehmen aus dem Bereich Arbeitnehmerüberlassung, die im Auftrag und für andere Unternehmen Beschäftigte anstellen und vermitteln. Diese besondere Vermittlungsfunktion kann zu Doppelzählungen unfreiwilliger Vakanzten führen, beispielsweise wenn ein Unternehmen eine Ingenieurstelle sowohl selber als auch über Einschaltung einer Zeitarbeitsfirma zu besetzen versucht. Da Unternehmen aus dem Bereich Arbeitnehmerüberlassung jedoch lediglich einen Anteil von 2,1 Prozent in der gesamten Stichprobe ausmachen (Tabelle 1a), ist lediglich eine moderate Überzeichnung des Ingenieurmangels in den unternehmensnahen Dienstleistungen zu erwarten.

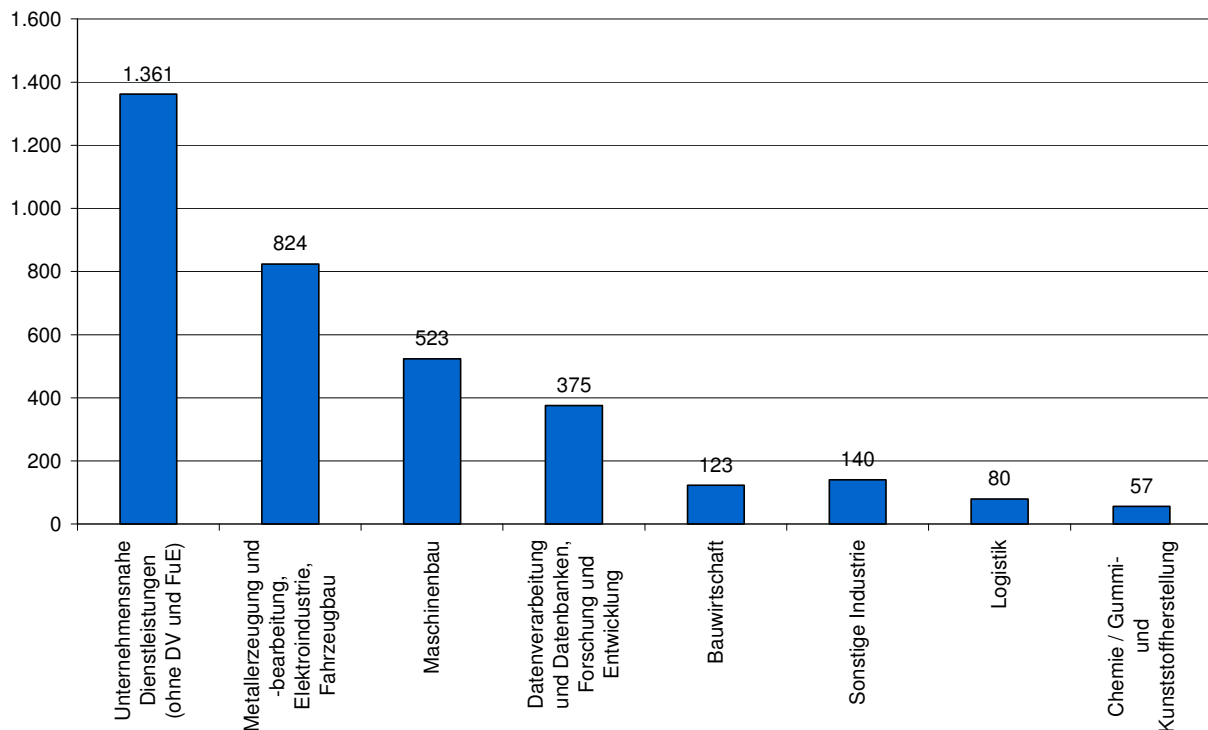
Betrachtet man die regionale Dimension des Ingenieurmangels (Abbildung 9), so zeigen sich auch hier deutliche Unterschiede. Insbesondere ist ein deutliches Nord-Süd-Gefälle zu beobachten. Wie bereits bei dem Anteil an Unternehmen mit allgemeinen Problemen bezüglich der Ingenieurrekrutierung (Abbildung 7), so sind die südlichen Flächenländer auch zahlenmäßig besonders stark von unfreiwilligen Ingenieurvakanzan betroffen. Obschon in Nordrhein-Westfalen anteilig nur unterdurchschnittlich viele Unternehmen über Probleme bei der Ingenieurrekrutierung klagen, so lässt sich der im bevölkerungsreichsten Bundesland vorhandene Ingenieurmangel maßgeblich durch die große Zahl an Unternehmen erklären.

Ein erhebliches Ausmaß nehmen die Ingenieurvakanzan auch in den neuen Bundesländern an. Obwohl die dortigen staatlichen Hochschulen eine gemessen am regionalen Bedarf sehr gute Versorgung mit naturwissenschaftlich-technischen Absolventen gewährleisten, wandern diese oft in andere Bundesländer ab. Die zugehörige Indikatorik deutet darauf hin, dass insbesondere Bayern von dieser Wanderung profitiert (Stettes, 2007, 119). Ohne diese Art des innerdeutschen Braindrain würde die Verfügbarkeit von Ingenieuren insbesondere in Bayern, aber auch in den übrigen südlichen Bundesländern noch deutlich kritischere Ausmaße annehmen.

3.3 Gesamtwirtschaftliche Konsequenzen des Ingenieurmangels

Die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen des Ingenieurmangels äußern sich insbesondere als Wertschöpfungsverluste, die den Unternehmen in Folge von Verlusten von Aufträgen und Verzögerungen im Bereich von Entwicklung und Produktion entstehen. Um den gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungsverlust der Unternehmen quantifizieren zu können, wurde die Anzahl unfreiwillig vakanter Vollzeit-Ingenieurstellen pro Branche mit der branchendurchschnittlichen Wertschöpfung pro Erwerbstätigem bewertet. Die verwendeten Werte repräsentieren unter anderem die Unterschiede in der Produktivität zwischen den einzelnen Branchen und reichen für das Jahr 2006 von 91.025 Euro für Beschäftigte der unternehmensnahen Dienstleistungen bis zu 38.182 Euro im Baugewerbe (Statistisches Bundesamt, 2007). Die aus dem Ingenieurmangel resultierenden Wertschöpfungsverluste der Branchen sind in Abbildung 10 dargestellt.

Abbildung 10: Wertschöpfungsverlust durch Ingenieurmangel – In Folge unfreiwillig vakanter Ingenieurstellen im Jahr 2006 resultierender Wertschöpfungsverlust in Millionen Euro, Hochrechnung auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Darstellung nach Branchen



Quelle: IW Köln

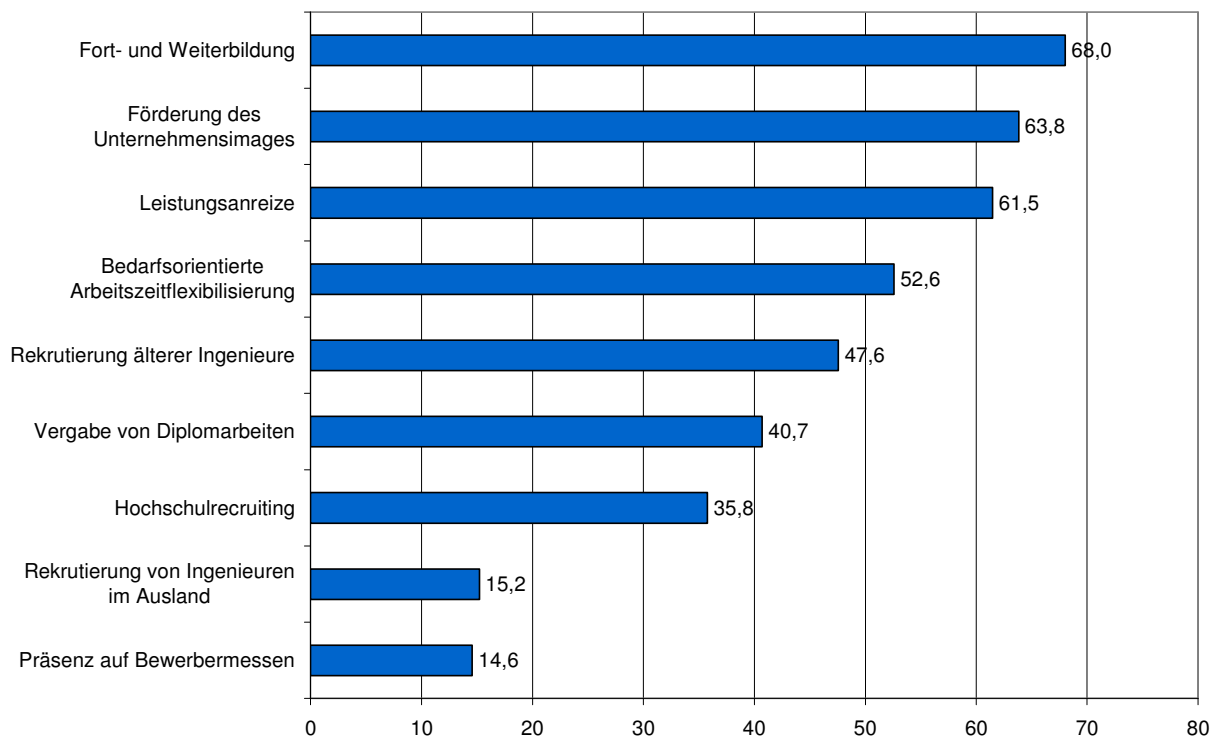
Insgesamt hat die deutsche Volkswirtschaft im abgelaufenen Jahr in Folge des Ingenieurmangels einen Wertschöpfungsverlust in Höhe von mindestens 3,48 Milliarden Euro erlitten. Dieser Wertschöpfungsverlust teilt sich in etwa paritätisch zwischen den ingenieuraffinen Industrie- und den unternehmensnahen Dienstleistungsbranchen auf. Diese Zahl ist aus mehreren Gründen als Untergrenze des Wertschöpfungsverlustes zu interpretieren. Zum einen wurde für ihre Berechnung die durchschnittliche Wertschöpfung pro Erwerbstätigem einer Branche herangezogen. Man muss jedoch berücksichtigen, dass Ingenieure eine im Vergleich zum Durchschnitt der anderen Berufsgruppen deutlich höhere Produktivität und Wertschöpfung aufweisen (vergleiche Kapitel 1.2). So zeigt eine Auswertung des Sozioökonomischen Panels, dass das Bruttojahreseinkommen eines vollzeitbeschäftigten Ingenieurs in Deutschland mit 58.551 Euro deutlich höher als der Vergleichswert von 36.344 Euro aller anderen Berufsgruppen ausfällt. Damit deckt der Bruttolohn eines Ingenieurs, welcher lediglich eine Komponente der gesamten Wertschöpfung eines Beschäftigten ausmacht, bereits die gesamten 58.999 Euro durchschnittlicher Wertschöpfung eines Beschäftigten in Deutschland ab (Statistisches Bundesamt, 2007). Zum anderen sind bei der Berechnung lediglich so genannte Erstrundeneffekte berücksichtigt. Gesamtwirtschaftlich betrachtet hat der Ingenieurmangel auch Konsequenzen für die Wertschöpfung in anderen Wirtschaftsbereichen. Verliert ein Ingenieurbüro in Folge des Ingenieurmangels einen Auftrag

zum Aufbau einer Produktionsanlage, so gehen oft auch Folgeaufträge in komplementären Branchen wie der Logistik verloren.

3.4 Maßnahmen der Unternehmen gegen Probleme bei der Ingenieurrekrutierung

Die Unternehmen in Deutschland sehen sich folglich mit drastischen Konsequenzen aus dem vorherrschenden Ingenieurmangel konfrontiert und sind gezwungen, Gegenmaßnahmen zu tätigen. An erster Stelle stehen dabei personalpolitische Maßnahmen, die entsprechenden Knappheiten kurz- und mittelfristig vorbeugen sollen.

Abbildung 11: Maßnahmen der Unternehmen gegen Ingenieurengpässe- Kumulierte prozentuale „Sehr wichtig“- und „Wichtig“-Antworten Ingenieure beschäftigender Unternehmen auf die Frage: „Wie wichtig sind die folgenden personalpolitischen Maßnahmen, um Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren zu vermeiden?“, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland, Mehrfachantworten möglich



Quelle: IW Köln

Abbildung 11 illustriert, dass die sowohl unternehmensinternen als auch externen personalpolitischen Maßnahmen eine hohe Bedeutung für die Unternehmen haben. So begegnen die meisten Unternehmen der angebotsseitigen Knappheit bei der Versorgung mit Ingenieuren zunächst intern dadurch, dass sie ihre Belegschaft weiterqualifizieren und dieser den Zugang zu dem entsprechenden Know-how ermöglichen. Die Förderung des

Unternehmensimages, welche den Unternehmen beispielsweise über eine höhere Bekanntheit Vorteile beim Rekrutierungswettbewerb mit Konkurrenten ermöglicht, wird als ähnlich bedeutsames Instrument eingeschätzt. Eine deutlich geringere Relevanz messen die Unternehmen netzwerkorientierten Aktivitäten wie der Präsenz auf Bewerbermessen und dem frühzeitigen Knüpfen von Kontakten zu kommenden Hochschulabsolventen über Rekrutierungsveranstaltungen im Hochschulbereich oder aber die Vergabe von Diplom- und Studienarbeiten zu. Immerhin nahezu jedes zweite Unternehmen setzt auf die gezielte Rekrutierung älterer Ingenieure und somit deutlich lieber auf heimische Mitarbeiter mit entsprechendem Erfahrungswissen, als etwa dem Ingenieurmangel durch eine Rekrutierung von Ingenieuren im Ausland zu begegnen.

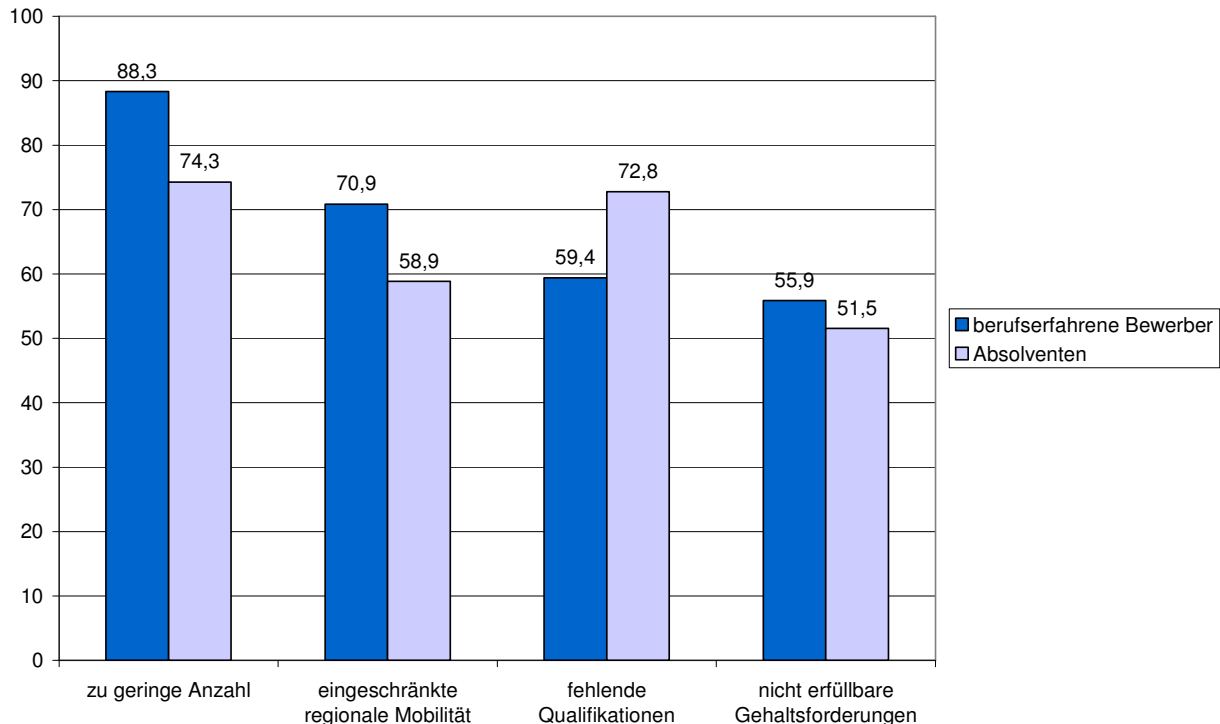
4. Ursachen der Probleme im Bereich der Ingenieurrekrutierung

An dieser Stelle sollen zunächst die nachfrageseitigen Ursachen der Probleme im Bereich der Ingenieurrekrutierung aus Sicht der Unternehmen dargestellt werden, bevor im Anschluss eine Analyse der Angebotsseite erfolgt.

4.1 Nachfrageseitige Ursachen

Im Rahmen der Erhebung wurden die Unternehmen, die Probleme mit der Rekrutierung von Ingenieuren hatten, differenziert nach Absolventen und bereits berufserfahrenen Bewerbern befragt. Wie Abbildung 12 illustriert, stellt sich die Relevanz der Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren für beide Gruppen qualitativ vergleichbar dar; quantitativ dominieren jedoch die Probleme im Bereich der Rekrutierung berufserfahrener Bewerber.

Abbildung 12: Ursachen der Rekrutierungsprobleme – Kumulierte prozentuale „Trifft zu“- und „Trifft eher zu“-Antworten der Unternehmen, die Probleme bei der Rekrutierung von Ingenieuren hatten, auf die Frage: „Welche der folgenden Ursachen treffen auf die Probleme Ihres Unternehmens bei der Rekrutierung von Ingenieuren zu?“, hochgerechnet auf die Grundgesamtheit in Deutschland, (Mehrfachantworten möglich)



Quelle: IW Köln

Die Knappheit an Bewerbern mit Berufserfahrung wird dabei als gravierendste Ursache der Probleme angesehen, gefolgt bereits von der Knappheit an Absolventen.

Als am wenigsten problematisch werden für beide Gruppen hingegen deren Gehaltsforderungen empfunden. Im Ingenieurbereich liegen die Probleme gemäß Einschätzung durch die Unternehmen somit bewerbertypenübergreifend in deren fehlender Verfügbarkeit begründet. Berufserfahrenen Bewerbern werden im Fall einer theoretischen Verfügbarkeit ein zu geringes Maß räumlicher Flexibilität und ihren jüngeren Kollegen fehlendes fachliches Know-how attestiert. Bei den Ursachen der beobachteten Probleme handelt es sich somit primär um einen echten Ingenieurmangel und lediglich sekundär um bewerbterspezifische Probleme.

4.2 Angebotsseitige Ursachen

In internationalen Untersuchungen zum Innovationsgeschehen wird in Deutschland ein Mangel an Nachwuchsakademikern insbesondere im Bereich naturwissenschaftlich-technischer Qualifikationen festgestellt (EIS, 2006). Gemessen werden bei diesem Vergleich üblicherweise die Absolventen naturwissenschaftlich-technischer Studiengänge. Im Bereich der Indikatorik dieser so genannten MINT-Studiengänge (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften,

Technik) findet sich Deutschland im internationalen Vergleich regelmäßig in der Schlussgruppe der Industrienationen wieder (OECD, 2006). Der hierzulande vorhandene Engpass in Bezug auf Absolventen besonders innovationsrelevanter Studiengänge lässt sich an mehreren Indikatoren festmachen. So schließt nur etwa jeder Fünfte eines Altersjahrgangs überhaupt ein Hochschulstudium ab (Tabelle 3).

Ausgehend von dieser im internationalen Vergleich schmalen Basis erlangt wiederum nur jeder siebte Hochschulabsolvent einen Abschluss in einer ingenieurwissenschaftlichen Studienrichtung. Auch die zugehörige Dynamik ist Besorgnis erregend, hat sich der Anteil ingenieurwissenschaftlicher Absolventen an allen Absolventen eines Jahrgangs zwischen 1998 und 2003 doch kontinuierlich von 20,1 auf 17,3 Prozent reduziert. Wenngleich Deutschland beim Anteil der Ingenieurwissenschaften jedoch noch zumindest auf Augenhöhe mit den internationalen Konkurrenten liegt, macht sich die fehlende Basis an Hochschulabsolventen innerhalb eines Jahrgangs negativ bemerkbar. Dieser Umstand trägt maßgeblich dazu bei, dass sich Deutschland bei der Durchdringung der Erwerbsbevölkerung mit Absolventen eines MINT-Studiengangs in der Schlussgruppe der relevanten Vergleichsländer befindet.

Tabelle 3: Ingenieurrelevante Hochschulkennzahlen im internationalen Vergleich

Indikator	Deutschland	USA	Finnland	Schweden	Japan
Ingenieuranteil an allen Hochschulabsolventen eines Jahrgangs ¹⁾	17,3	6,4	21,3	20,8	20,8
Anteil der Hochschulabsolventen am Altersjahrgang ²⁾	19,3	33,2	40,7	28,1	30,9
Erstabsolventen ³⁾					
Naturwissenschaften (Science) ⁴⁾	31.446	173.526	3.532	4.512	31.184
pro 1.000 Beschäftigte ⁶⁾	0,81	1,23	1,49	1,05	0,48
Ingenieure (Engineering) ⁵⁾	36.206	133.914	8.093	11.061	130.707
pro 1.000 Beschäftigte ⁶⁾	0,93	0,95	3,42	2,56	2,00

Quellen: 1) BMBF (2004), Stand 2003 2) OECD (2006), Stand 2004 3) OECD Education Online Database 4) Biowissenschaften (Life sciences), Physik, Mathematik/Statistik und Informatik 5) Ingenieurwissenschaften und Bauwesen 6) OECD Education Online Database; eigene Berechnungen

So kamen im Jahr 2004 auf 1.000 Beschäftigte hierzulande lediglich 0,93 neue Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge. Zusammengenommen mit der entsprechenden Quote naturwissenschaftlicher Absolventen gibt dieser Anteil einen Hinweis darauf, in welchem Umfang der Volkswirtschaft aktuell Absolventen der besonders innovationsrelevanten Studienfächer – nicht zuletzt zum Ausgleich von natürlicher Fluktuation – zur Verfügung stehen.

Länder wie Finnland oder Schweden, die zu Beginn der 1990er Jahre angesichts des wachsenden Bedarfs der heimischen Industrie – in Finnland insbesondere der Informations- und Kommunikationstechnologiebranche – nach hochqualifizierten Ingenieuren und Naturwissenschaftlern unter ähnlichen Problemen wie Deutschland aktuell litten, haben reagiert und die Anstrengungen im nationalen Bildungssystem immens intensiviert. Lagen diese Länder in der Indikatorik zu Beginn der 1990er Jahre noch hinter Deutschland zurück, so haben sie es inzwischen längst überholt. Aktuell stehen finnischen Unternehmen bezogen auf die Beschäftigten mehr als dreimal so viele Ingenieure zur Verfügung.

Die konkreten Gründe für die angebotsseitige Knappheit werden in einer aktuellen Studie von Heine et al. (2006) erläutert. So ist erstens etwa bei den Neueinschreibungen in den letzten Jahren eine deutliche Verschiebung zu Gunsten von Studienfächern der Rechts-, Wirtschafts- und Sozial-, Sprach- und Kulturwissenschaften festzustellen. Dieser Entwicklung vorgelagert ist unter anderem ein anhaltend geringes Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern in der Oberstufe sowie ein sinkendes Interesse am Besuch technisch orientierter beruflicher Schulen, welches seine Ursache auch in dem überwiegend fehlenden Technikunterricht an den allgemeinbildenden Schulen hat. Zweitens ist im Bereich der Ingenieurwissenschaften eine immer noch geringe Partizipation von Frauen zu konstatieren. Während in den Geisteswissenschaften Frauenanteile von bis zu 80 Prozent bei den Neueinschreibungen keine Seltenheit sind, erreicht in den Ingenieurwissenschaften immer noch keiner der Studienbereiche ein annähernd ausgeglichenes Verhältnis der Geschlechter. In der Elektrotechnik erfolgt nicht einmal jede zehnte Einschreibung durch eine Frau, in der Informatik jede fünfte und im Bauingenieurwesen immerhin etwa jede vierte. Diejenigen 38 135 Studenten, die im Jahr 2005 ein ingenieurwissenschaftliches Studium abschlossen, teilen sich in 21,8 Prozent Frauen und 78,2 Prozent Männer ein (Statistisches Bundesamt, 2006). Somit ist – gegeben den aktuellen Frauenanteil von lediglich knapp über 10 Prozent an den sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieuren (Tabelle 1) – mittelfristig zwar mit einer Erhöhung der Partizipation zu rechnen; ein großer Teil des Beschäftigungspotenzials droht jedoch weiterhin brachzuliegen. Schließlich schrecken auch überdurchschnittlich hohe Abbrecherquoten Jugendliche von der Aufnahme eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums ab. So schließt aktuell etwa ein Drittel aller Studienanfänger in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern das Universitäts- oder Hochschulstudium weder in diesem noch in einem anderen Fach ab (Maschinenbau: 34 Prozent, Elektrotechnik: 33 Prozent, Bauingenieurwesen: 30 Prozent). Etwas besser sieht die Situation an den Fachhochschulen aus, jedoch liegt auch hier beispielsweise die Elektrotechnik mit einer Abbrecherquote von 32 Prozent deutlich über dem Durchschnittswert anderer Studiengänge von 22 Prozent.

Dem Ingenieurmangel entgegenwirkende Maßnahmen der Bildungspolitik müssen somit eine Erhöhung sowohl der allgemeinen Studierbereitschaft, der Entscheidung zugunsten von Ingenieur- und Naturwissenschaften (insbesondere die bessere Vermittlung technikrelevanter Inhalte an den allgemeinbildenden Schulen sowie die frühzeitige Heranführung von Frauen an ingenieurwissenschaftliche Themen) als auch der Studienerfolgsquote beinhalten.

5. Zusammenfassung

Die deutschen Unternehmen sahen sich im Jahr 2006 mit substantiellen Problemen im Bereich der Rekrutierung von Ingenieuren konfrontiert. Jedes sechste Ingenieure beschäftigende Unternehmen war von derartigen Problemen betroffen. Insgesamt konnten 47.998 vakante Stellen mangels Bewerbern nicht besetzt werden. Das Ausmaß dieser Vakanzen entspricht mehr als der Stärke eines Jahrgangs an Ingenieurabsolventen. Am stärksten betroffen von diesem Ingenieurmangel waren die Bundesländer Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Bayern, auf die zusammengenommen nahezu zwei Drittel aller unfreiwilligen Ingenieurvakanz entfielen. Neben den ingenieuraffinen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes wie der Elektroindustrie und dem Maschinenbau litten insbesondere unternehmensnahe Dienstleistungsbranchen unter dem Ingenieurmangel.

Die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen dieses Fehlens an innovationsrelevantem Humankapital sind gravierend. So entging der deutschen Volkswirtschaft als unmittelbare Folge des Ingenieurmangels alleine im abgelaufenen Jahr Wertschöpfung in Höhe von mindestens 3,48 Milliarden Euro. Angesichts des im Vergleich zu anderen Berufsgruppen höheren Produktivitätsbeitrags von Ingenieuren ist sogar von einem deutlich höheren Verlust auszugehen.

Im Jahr 2006 haben die Unternehmen Ingenieur-Neueinstellungen im Umfang von 6,6 Prozent ihres Ingenieurpersonals getätigt. Für das laufende Jahr ist sogar eine durchschnittliche Neueinstellungsrate von 8,4 geplant, deren Erreichung jedoch angesichts des Ingenieurmangels gefährdet ist. Verhältnismäßig unkritisch stellt sich die Situation für die Unternehmen der Baubranche dar. Diese verzeichneten im letzten Jahr einen hohen Anteil neu eingestellter Ingenieure. Trotzdem litten sie im Vergleich zu anderen Branchen nur in moderatem Umfang unter Problemen bei der Rekrutierung von Ingenieuren und konnten Neueinstellungen im Wesentlichen ohne zeitliche Verzögerungen vornehmen. Hingegen hatte ein hoher Anteil der Unternehmen im Maschinenbau und der Elektroindustrie schwerwiegende Probleme, offene Ingenieurstellen mit fachlich adäquaten Bewerbern zu besetzen. Allgemein zeigt sich, dass das Ausmaß und die Konsequenzen des Ingenieurmangels auf Branchenebene mit der branchenspezifischen Forschungs- und Innovationsintensität steigen. Der Ingenieurmangel betrifft somit insbesondere die für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands entscheidenden Hoch- und Spitzentechnologiebranchen.

Eine der Hauptursachen des Ingenieurmangels liegt darin begründet, dass Deutschland im internationalen Vergleich zu wenige Menschen im Bereich naturwissenschaftlich-technischer und insbesondere ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge ausbildet. Die im Vergleich zu anderen Studiengängen hohen Abbrecherquoten und die niedrige Frauenbeteiligung verschärfen die Situation zusätzlich.

Die Unternehmen sehen ihre Probleme im Bereich der Rekrutierung von Ingenieuren an erster Stelle durch die auf dem Arbeitsmarkt fehlende Anzahl an Ingenieuren und nur sekundär durch

bewerberspezifische Defiziten wie eine inadäquate Qualifikation oder fehlende regionale Mobilität begründet. Aktiv entgegen wirken die Unternehmen den Engpässen bei der Verfügbarkeit von Bewerbern in erster Linie dadurch, dass sie die vorhandene Belegschaft durch gezielte Qualifikationsmaßnahmen aus- und weiterbilden.

6. Literatur

Aghion, Philippe / **Howitt**, Peter, 1998, Endogenous Growth Theory, Cambridge

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2007, Arbeitsmarkt in Zahlen, März 2007, Gemeldete Stellen, URL: <http://www.pub.arbeitsamt.de/hst/services/statistik/200703/iii44/gem-stellend.pdf> [2007-03-15]

BCG – The Boston Consulting Group, 2007, Perspektiven zum Wirtschaftsstandort Deutschland, Ergebnisse des IV. AmCham Business Barometer, URL: http://www.amcham.de/fileadmin/user_upload/Presse/AmChamIV_BusinessBarometer.pdf [2007-03-29]

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2004, Innovationsindikatoren zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Berlin

Crépon, Bruno / **Duguet**, Emmanuel / **Mairesse**, Jacques, 1998, Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level, NBER Working Paper 6696, Cambridge

DPMA – Deutsches Patent- und Markenamt, 2007, Patentatlas Deutschland – Regionaldaten der Erfindungstätigkeit, München

EIS – European Innovation Scorebord, 2006, URL: http://www.proinno-europe.eu/doc/EIS2006_final.pdf [2007-02-18]

FTD – Financial Times Deutschland, 2007, Fachkräftemangel – offene Stellen bleiben länger unbesetzt, FTD Nr. 56 vom 20.03.2007

Guellec, Dominique / **van Pottelsberghe de la Potterie**, Bruno, 2001, R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries, STI Working Papers 2001/3, Paris

HB – Handelsblatt, 2006, Überflieger aus dem Ausland, Handelsblatt Nr. 218 vom 12. November 2006, S. 5

Hülskamp, Nicola / **Koppel**, Oliver, 2005, Deutschlands Position im Innovationswettbewerb – Ergebnisse des IW-Innovationsbenchmarks, in: IW-Trends, 32. Jg., Heft 3, S. 45–61

IAB – Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 2007, Berufe im Siegel der Statistik, URL: <http://www.pallas.iab.de/bisds/alphabet.asp?alpha=I> [2007-03-12]

IW – Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 2006, Das Innovationsverhalten der technikaffinen Branchen – Forschung, Patente und Innovationen, Studie im Auftrag des VDI

OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development, 2006, Education at a Glance, Paris

OECD Education Online Database, <http://www.oecd.org/education/database/>

Porter, Michael, 1991, Nationale Wettbewerbsvorteile: erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt, München

Romer, Paul, 1990, Endogenous Technical Change, in: Journal of Political Economy, 98. Jg., Nr. 5, S. 71–102

RWI - Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2005, Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation, URL: http://www.rwi-essen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PUBLIKATIONEN/GUTACHTEN/INNOVATION_E_K.PDF [2007-02-11]

Siegel, Donald, 1999, Skill-Biased Technological Change, Nottingham

Statistisches Bundesamt, 2006, Bildung und Kultur, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, Wiesbaden

Statistisches Bundesamt, 2007, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 1.4, Bruttoinlandsprodukt bzw. Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen je Erwerbstätigen, Wiesbaden

Stettes, Oliver, 2007, Die föderale Ordnung im Bildungswesen, in: IW Köln (Hrsg.), Föderalismus in Deutschland, Deutscher Instituts-Verlag, Köln (erscheint demnächst)

SZ – Süddeutsche Zeitung, 2006, Mangel im Überfluss, Süddeutsche Zeitung Nr. 155 vom 8. Juli 2006, S. V2

Zachariadis, Marios, 2003, R&D, Innovation, and Technological Progress: A Test of the Schumpeterian Framework without Scale Effects, in: Canadian Journal of Economics, 36. Jg., Nr. 3, S. 566–586

ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, 2006, Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2005, Mannheim