

Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen*

Oliver Koppel, Mai 2007

Unternehmen in Deutschland haben aktuell große Probleme, Bewerber für offene Ingenieurstellen zu finden. Insgesamt konnten die Unternehmen im Jahr 2006 etwa 48.000 Vakanzen nicht besetzen. Besonders stark betroffen waren Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Bayern, wo zusammengenommen zwei Drittel aller unfreiwilligen Vakanzen auftraten. Neben den bekannten ingenieurnahen Industriebranchen wie dem Maschinen- und Fahrzeugbau können vor allem forschungs- und wissensintensive Dienstleistungsbranchen geplante Stellen nicht besetzen. Der Ingenieurarbeitsmarkt zeigt nicht zuletzt angesichts der anhaltend guten Konjunktur ein gravierendes Ungleichgewicht. So hat sich nachfrageseitig die Anzahl arbeitsloser Ingenieure im letzten Jahr halbiert, und die Unternehmen planen für das Jahr 2007 Neueinstellungen in Höhe von über 8 Prozent ihres Ingenieurpersonals. Angebotsseitig droht sich ein bereits existierender Engpass wegen konstant schwacher Frauenbeteiligung, stagnierender Studienanfängerzahlen und überdurchschnittlicher Abbrecherquoten in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen sogar noch zu verschärfen. Der aus dem aktuellen Ingenieurmangel resultierende Wertschöpfungsverlust für die deutsche Volkswirtschaft beläuft sich auf mindestens 3,5 Milliarden Euro.

Steigender Bedarf an Humankapital

Human- und Sachkapital stehen in einer komplementären Beziehung zueinander (Romer, 1990; Aghion/Howitt, 1998). Technologischer Fortschritt und Wirtschaftswachstum resultieren vor allem im industriellen Sektor erst durch das Zusammenspiel von technologischen Produktionsmöglichkeiten und hoch qualifizierten Mitarbeitern. Besonders im Bereich wissensintensiver Arbeiten können Mitarbeiter nicht beliebig substituiert werden, sondern es kommt bei der Wahrnehmung solcher Aufgaben vielmehr auf die spezifischen Qualifikationen an. Volkswirtschaftlich gesehen, ist das in einer Gesellschaft vorhandene Humankapital somit nicht als ein homogener Produktionsfaktor zu interpretieren. Die besondere Bedeutung des technischen Humankapitals kann beispielsweise dadurch illustriert werden,

* Diese Studie entstand in Zusammenarbeit mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI).

dass in den Unternehmen ohne diese spezifisch und hoch qualifizierten Mitarbeiter, welche die technologischen Produktionsmöglichkeiten entwickeln, konstruieren, aufbauen und warten, keine adäquate Wertschöpfung erfolgen kann. Empirische Studien belegen in diesem Zusammenhang die besondere Bedeutung von Ingenieuren für das innovationsrelevante Humankapital. So wurde für das Verarbeitende Gewerbe in Frankreich gezeigt, dass die zusätzliche Beschäftigung eines Ingenieurs im Vergleich zu einem Mitarbeiter einer anderen Qualifikation im Durchschnitt einen mehr als doppelt so hohen Beitrag zur Wertschöpfung eines Unternehmens leistet (Crépon/Duguet/Mairesse, 1998).

Der Bedarf speziell an technisch qualifiziertem Humankapital hat sich in allen industrialisierten Volkswirtschaften drastisch erhöht (Siegel, 1999). Dies lässt sich unter anderem als unmittelbare Folge der Verbreitung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien erklären. Nicht zuletzt die in einer globalisierten Wirtschaft resultierende Notwendigkeit, auf nationaler Ebene technischen Fortschritt zu realisieren, hat zu einer drastischen Verschiebung des Bedarfs hin zu technisch qualifiziertem Humankapital („skill-biased technological change“) geführt. Die besondere Bedeutung des technischen Humankapitals wird somit durch den anhaltenden Strukturwandel hin zu einer forschungs- und wissensintensiven Gesellschaft nochmals verstärkt.

Aktuelle Studien deuten darauf hin, dass sich in Deutschland inzwischen deutliche Engpässe bei der Verfügbarkeit von Ingenieuren entwickelt haben. So attestieren ausländische Unternehmen den deutschen Ingenieuren sowohl die höchste Ausbildungsqualität als auch die schlechteste Absolventenverfügbarkeit aller Berufsgruppen (BCG, 2007). Internationale Benchmark-Studien zum Innovationsgeschehen kommen in diesem Zusammenhang übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass sich diese Knappheit des technischen Humankapitals in Deutschland als limitierender Faktor in Bezug auf den technologischen Fortschritt und das Wirtschaftswachstum erweist (Hülkamp/Koppel, 2005; Europäische Kommission, 2006). Während diese Studien auf Basis der Studierenden- und Absolventenzahlen der naturwissenschaftlich-technischen Studiengänge getroffen werden, erhebt die im Folgenden präsentierte Erhebung des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln den Ingenieurmangel aus Sicht der Unternehmen in Deutschland.

Der Arbeitsmarkt für Ingenieure

Im Jahr 2006 waren in Deutschland 642.201 Ingenieure sozialversicherungspflichtig beschäftigt (Tabelle 1). Hinzu kommen noch selbstständige und beamtete Ingenieure. Der Anteil der Frauen an den beschäftigten Ingenieuren belief sich lediglich auf knapp 11 Prozent. Die typischen Beschäftigungsfelder liegen zunächst im Produzierenden Gewerbe, wo

fast 60 Prozent der Ingenieure aktiv sind. Dabei arbeitet mehr als jeder fünfte Ingenieur im Fahrzeug- oder Maschinenbau, und mehr als jeder zwanzigste Ingenieur ist im Baugewerbe beschäftigt. Eine große Anzahl ist jedoch auch in Ingenieurbüros, Patentanwaltskanzleien oder anderen technik- und unternehmensnahen Dienstleistungsunternehmen beschäftigt. Desgleichen leisten viele Ingenieure in auf Forschung und Entwicklung (FuE) spezialisierten Unternehmen wichtige Vorleistungen für Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, entwickeln und koordinieren Lösungen im Logistikbereich oder erstellen Statikberechnungen im Konstruktionsbereich. Angesichts der Tatsache, dass gut 42 Prozent der Ingenieure im Dienstleistungsbereich beschäftigt sind, muss das traditionelle Bild des Ingenieurs als typischem Industriebeschäftigten inzwischen um die Facette eines Dienstleisters im Bereich der technik- und unternehmensnahen Dienstleistungen ergänzt werden.

Tabelle 1

Ingenieurbeschäftigung in Deutschland im Jahr 2006

Sozialversicherungspflichtig beschäftigte und arbeitslose Ingenieure¹⁾

	Anzahl	Anteil in Prozent
Produzierendes Gewerbe	369.841	57,6
Maschinen-, Fahrzeugbau	140.904	21,9
Baugewerbe	35.506	5,5
Übriges Produzierendes Gewerbe	193.431	30,1
Dienstleistungssektor	271.470	42,3
Handel	27.645	4,3
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	9.369	1,5
Kredit- und Versicherungsgewerbe	1.903	0,3
Ingenieurbüros, Rechtsberatung, Werbung	132.142	20,6
Erziehung, Unterricht, Kultur, Sport, Unterhaltung	11.491	1,8
Gesundheits-, Sozialwesen	3.643	0,6
Öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung	37.026	5,9
Übrige Dienstleistungen	48.251	7,5
Land-, Forstwirtschaft, Gartenbau	846	0,1
Ingenieure insgesamt²⁾	642.201	100
Nachrichtlich: Arbeitslose³⁾	37.905	5,6

Angaben zum Stichtag 30. Juni 2006. 1) Ohne Personen in Ausbildung, Selbstständige und Beamte. 2) Summe enthält Rundungsfehler. 3) Arbeitslose mit dem Zielberuf Ingenieur.

Quellen: IAB, 2007; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Im Juli 2006 waren in Deutschland fast 38.000 Arbeitslose mit dem Zielberuf Ingenieur gemeldet. Das entspricht 5,6 Prozent aller Ingenieure. Für den März 2007 meldete die Bundesagentur für Arbeit (BA) 13.600 offene Stellen für Ingenieure und ingenieurähnliche Berufsgruppen in Deutschland (BA, 2007a). Diese Anzahl ist jedoch nur als ein erster Indikator für einen Ingenieurmangel zu interpretieren. Zum einen muss man bedenken, dass die Unternehmen der BA erfahrungsgemäß lediglich 38 Prozent ihrer offenen Stellen melden, so dass von zwei weiteren offenen Stellen je gemeldete Stelle auszugehen ist (BA, 2007b, 27). Zudem sinkt die Meldewahrscheinlichkeit mit der für eine Stellenbesetzung gesuchten Qualifikation, so dass für akademische Qualifikationen mit einem noch höheren Volumen zu rechnen ist. Zum anderen ist das bloße Melden einer offenen Stelle beispielsweise noch nicht mit einer unfreiwilligen Vakanz gleichzusetzen, da die offene Stelle auch unmittelbar besetzt werden könnte.

Ingenieurintensität nach Branchen

Wenn nicht anders gekennzeichnet, stammen die in den folgenden Abschnitten präsentierten Daten aus einer im Februar 2007 durchgeführten Unternehmensbefragung (IW-Zukunftspanel). Insgesamt stellten dabei 3.364 Unternehmen aus dem Produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor ihre Daten im Rahmen eines Online-Fragebogens zur Verfügung. Um aus der Stichprobe auf die Grundgesamtheit in Deutschland hochrechnen zu können, wurde ein Hochrechnungsmodell mit acht Branchen und drei Umsatzgrößenklassen verwendet. Die Gewichtungsfaktoren für die Hochrechnung von Verhältnissen und Anteilswerten setzten dabei die Anzahl der in der Stichprobe je 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 wurde die gewichtete Stichprobe entsprechend des Anteils der in der Stichprobe insgesamt vorhandenen Unternehmen zu der Grundgesamtheit der im Unternehmensregister aufgeführten Unternehmen multipliziert.

Tabelle 2 zeigt einige auf die Grundgesamtheit in Deutschland hochgerechnete Umfrageergebnisse für ingenieurnahe Branchen. In der Elektroindustrie und dem Maschinenbau beschäftigen etwa drei von vier Unternehmen Ingenieure. Aber auch Unternehmen aus forschungs- und wissensintensiven Dienstleistungsbranchen wie etwa der Bereich FuE weisen ebenfalls eine hohe Ingenieurbeschäftigung auf. 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. So beschäftigt etwa lediglich jedes zwölfte Unternehmen der in

Tabelle 2 nicht aufgeführten Werbebranche überhaupt Ingenieure. Die in Tabelle 1 ablesbare hohe Anzahl im Dienstleistungsbereich beschäftigter Ingenieure resultiert somit eher aus der hohen Anzahl im Dienstleistungsbereich Beschäftigter allgemein als aus einer hohen Ingenieurintensität der zugehörigen Unternehmen.

Tabelle 2

Ingenieurnachfrage in Deutschland

Ergebnisse der IW-Umfrage

	Anteil der Unternehmen mit Ingenieuren in Prozent aller Unternehmen	Im Jahr 2006 realisierte Neueinstellungen von Ingenieuren	Für das Jahr 2007 geplante Neueinstellungen von Ingenieuren	Anteil der Unternehmen ¹⁾ mit Problemen bei der Rekrutierung von Ingenieuren im Jahr 2006 in Prozent
		In Prozent der im Jahr 2006 im Unternehmen beschäftigten Ingenieure ¹⁾		
FuE	75,0	9,5	22,3	30,0
Maschinenbau	70,9	8,8	13,2	35,1
Elektroindustrie	74,6	6,2	11,9	31,1
Bauwirtschaft	45,2	10,0	9,0	13,6
Fahrzeugbau	58,8	6,2	9,4	18,2
Datenverarbeitung u. -banken	57,1	6,6	11,6	24,4
Metallerzeugung u. -bearbeitung	44,0	6,2	6,5	13,5
Chemie/Gummi/Kunststoff	52,2	6,1	7,2	15,4

1) Basis: Unternehmen, die Ingenieure beschäftigen.
Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Neueinstellungspotenziale für Ingenieure

Im Durchschnitt haben die Unternehmen in Deutschland im Jahr 2006 Neueinstellungen im Umfang von über 6,6 Prozent ihres gesamten Ingenieurpersonals getätigt. Diese Quote beinhaltet sowohl den Netto-Beschäftigungsaufbau als auch Stellenneubesetzungen, die beispielsweise infolge natürlicher Fluktuation erforderlich wurden. In den Bereichen Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie im Bauingenieurwesen beläuft sich der demographiebedingte Ersatzbedarf bis zum Jahr 2010 auf jährlich 3,1 beziehungsweise 2,9 Prozent der aktuell erwerbstätigen Personen (Bonin et al., 2007). Dies sind die höchsten Werte sämtlicher Fächergruppen, deren Durchschnittswert bei lediglich 1,8 Prozent liegt. Besonders hohe Quoten bei den Neueinstellungen konnte die Bauindustrie verbuchen (Tabelle 2), was nicht zuletzt mit dem letztjährigen Aufschwung dieser Branche und den stark rückläufigen Arbeitslosenzahlen der Bauingenieure korrespondiert (IAB, 2007).

Für das Jahr 2007 planen die Unternehmen im Durchschnitt sogar Neueinstellungen in Höhe von 8,4 Prozent ihres aktuellen Personalbestands an Ingenieuren. Dieses 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 noch mehr Ingenieure als im Jahr 2006 einstellen würden. Zum anderen ist die zum Teil substanzielle Diskrepanz zwischen den für 2007 geplanten und den für 2006 realisierten Neueinstellungen in Branchen wie dem Maschinenbau, Fahrzeugbau, der Elektroindustrie und den forschungsintensiven Dienstleistungsbranchen bereits ein Anzeichen dafür, dass es den betroffenen Unternehmen im abgelaufenen Jahr nicht in einem ausreichenden Maß gelungen ist, ihren Bedarf an Ingenieuren zu decken.

Rekrutierungsprobleme

Im Durchschnitt sah sich im Jahr 2006 etwa jedes sechste Unternehmen, das Ingenieure beschäftigt, mit Problemen bei der Rekrutierung konfrontiert. Am stärksten betroffen waren mit dem Maschinenbau und der Elektroindustrie Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Wiederum berichten jedoch auch die wissensintensiven unternehmensnahen Dienstleistungsbranchen wie beispielsweise die FuE-Dienstleister oder der Bereich Datenverarbeitung und Datenbanken über entsprechende Probleme (Tabelle 2). Die Bauwirtschaft war im Jahr 2006 nur in einem unterdurchschnittlichen Ausmaß von Problemen bei der Rekrutierung betroffen. Das Gleiche gilt für die Unternehmen der Chemischen Industrie (einschließlich Gummi- und Kunststoffherstellung), von denen zwar über die Hälfte Ingenieure beschäftigt, jedoch lediglich 15 Prozent Probleme bei deren Rekrutierung nennen. Diese Ergebnisse sind nicht zuletzt im Licht der aktuellen Arbeitsmarktdaten plausibel, weisen doch die Berufsgruppen der Bauingenieure und Chemieingenieure mit über 10 Prozent trotz rückläufiger Tendenz höhere Arbeitslosenquoten auf als der Durchschnitt der Ingenieure mit 5,6 Prozent (IAB, 2007). So repräsentieren Bauingenieure bei einem Anteil von etwa 18 Prozent an den sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieuren etwa 37 Prozent der arbeitslosen Ingenieure.

Eine Branche ist umso eher von Rekrutierungsproblemen betroffen, 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 und Nachrichtenübermittlung (6,4 Prozent) sowie der Maschinenbau (5,2 Prozent) nicht nur die höchste Forschungsintensität aller Branchen auf (ZEW, 2006, 10).

Die gleichen Branchen leiden auch vermehrt unter Problemen bei der Rekrutierung von Ingenieuren.

Differenziert man die Probleme bei der Ingenieurrekrutierung nach Bundesländern, so zeigt sich, dass Unternehmen in Bayern (20,9 Prozent) und Baden-Württemberg (19,9 Prozent) anteilig am stärksten, die Unternehmen der nördlichen Flächenländer und Nordrhein-Westfalen (13,9 Prozent) vergleichsweise weniger und die in Rheinland-Pfalz (7,7 Prozent) am wenigsten hiervon betroffen waren. Die Zahlen sind plausibel, da beispielsweise Baden-Württemberg über eine traditionelle Stärke im Bereich Maschinenbau verfügt (DPMA, 2007) und dieser wiederum überproportional stark unter dem Rekrutierungsproblem leidet. Dagegen zeichnet sich die Wirtschaftsstruktur der nördlichen Flächenländer mit Ausnahme des niedersächsischen Fahrzeugbaus durch vergleichsweise geringere Anteile ingenieurnaher industrieller Hoch- und Spitzentechnologie aus. Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen wiederum pflegen unter anderem eine relative Stärke in der Chemischen Industrie und der Bauwirtschaft, deren Unternehmen wiederum nur moderat vom Ingenieurmangel betroffen sind.

In ihrer gravierendsten Form äußern sich die Probleme bei der Rekrutierung darin, dass ein Unternehmen eine vakante Ingenieur-Position nicht besetzen kann. In diesem Fall haben sich entweder keine Aspiranten auf die freie Stelle beworben, oder aber die Bewerber wiesen Defizite bezüglich der Qualifikation auf, so dass das Unternehmen von einer Einstellung Abstand genommen hat. In einer weniger deutlichen Form können bei der Rekrutierung auch Probleme in der Art 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 in der Regel das einstellende Unternehmen zu tragen hat.

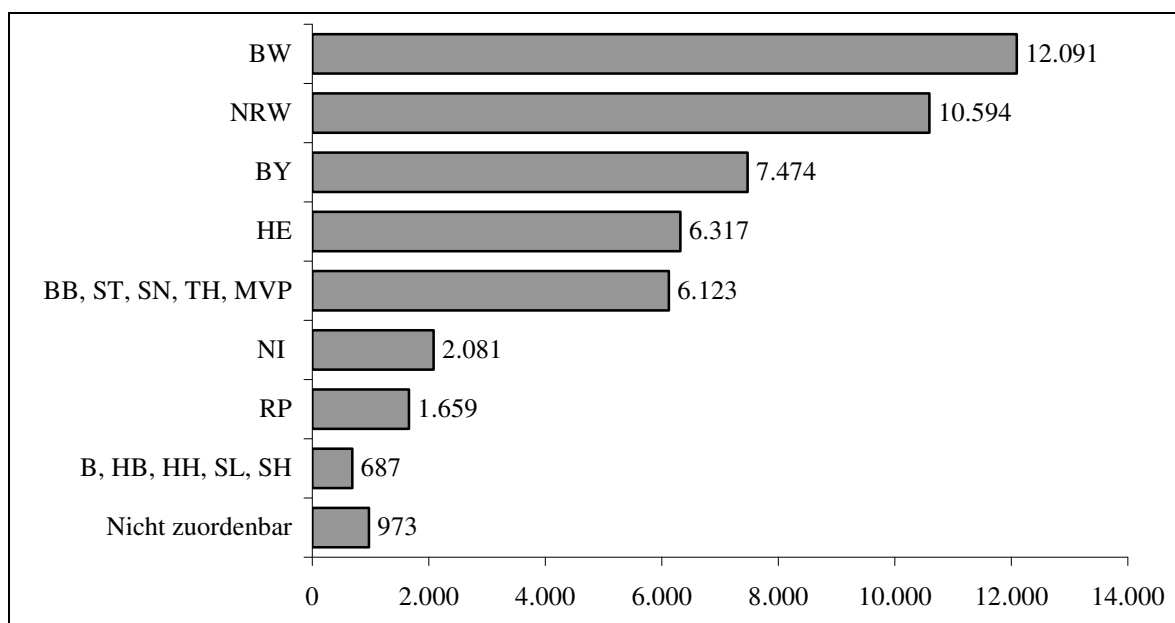
Konkret wurde den Unternehmen im Rahmen der IW-Erhebung die Frage gestellt, wie viele geplante Ingenieurstellen sie im Jahr 2006 nicht besetzen konnten. Da der Beginn einer Vakanz nicht notwendigerweise auf den Beginn des Jahres 2006 gefallen sein muss, wurden für den durchschnittlichen Wert einer unfreiwilligen Ingenieurvakanz sechs Personenmonate angesetzt. Insgesamt haben die deutschen Unternehmen im abgelaufenen Jahr 47.998 Ingenieurstellen unfreiwilligerweise nicht besetzen können. Dieses Ausmaß an Vakanz übertrifft die Stärke eines kompletten Jahrgangs an Ingenieurabsolventen in Deutschland. Betrachtet man zunächst die regionale Dimension des Ingenieurmangels (Ab-

bildung 1), so zeigt sich ein deutliches Nord-Süd-Gefälle. Wie bereits bei dem Anteil an Unternehmen mit Problemen bezüglich der Ingenieurrekrutierung, so sind die südlichen Flächenländer auch absolut betrachtet besonders stark von unfreiwilligen Ingenieurvakanz betroffen. Wenngleich hingegen 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 Ingenieurvakanz auch in den neuen Bundesländern an. Obwohl dort die staatlichen Hochschulen eine gemessen am regionalen Bedarf gute Versorgung mit naturwissenschaftlich-technischen Absolventen gewährleisten, wandern diese oft in andere Bundesländer ab. Indikatoren deuten darauf hin, dass vor allem Bayern von dieser Wanderung profitiert (Stettes, 2007, 119). Ohne diese Art des innerdeutschen Brain Drains würde die Verfügbarkeit von Ingenieuren insgesamt in den südlichen Bundesländern noch kritischere Ausmaße annehmen.

Abbildung 1

Ingenieurvakanz nach Bundesländern

Ergebnisse der IW-Umfrage, Anzahl der Vakanz



Um ausreichende Fallzahlen gewährleisten zu können, mussten einzelne Bundesländer und Branchen bei der Hochrechnung geclustert werden.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

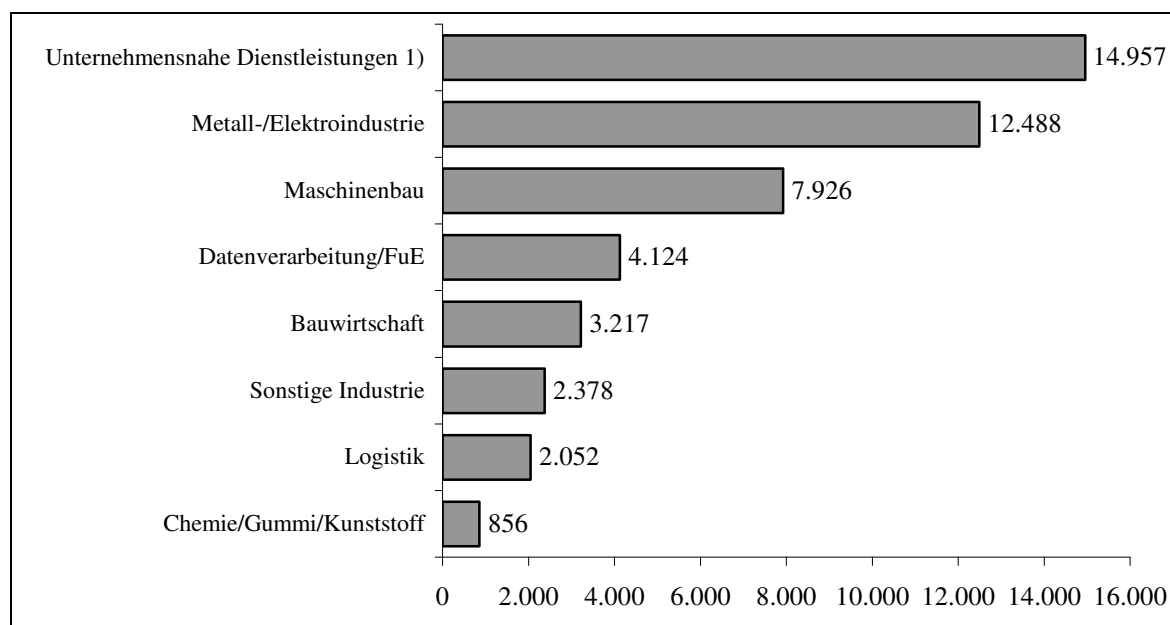
Betrachtet man den Ingenieurmangel nach Branchen, so zeigt sich, dass mit den unternehmensnahen Dienstleistungen die meisten Ingenieurvakanz von einer Branche außerhalb der klassischen Industrie gemeldet wurden (Abbildung 2). Insgesamt entfallen über vier

von zehn Ingenieurvakanzten auf den Dienstleistungsbereich. 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 Vakanzen führen, beispielsweise wenn ein Unternehmen eine Ingenieurstelle sowohl selber als auch über eine Zeitarbeitsfirma zu besetzen versucht. Da Unternehmen aus dem Bereich Arbeitnehmerüberlassung jedoch lediglich einen Anteil von 2,1 Prozent in der gesamten Stichprobe ausmachen, ist von einer moderaten Überzeichnung des Ingenieurmangels in den unternehmensnahen Dienstleistungen auszugehen.

Abbildung 2

Ingenieurvakanzten nach Branchen

Ergebnisse der IW-Umfrage, Anzahl der Vakanzen



1) Ohne Datenverarbeitung, Datenbanken, FuE.
Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Da immerhin gut 42 Prozent aller sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieure im Dienstleistungssektor tätig sind (s. Tabelle 1) und zu diesem Bereich beispielsweise auch Ingenieurbüros zählen, ist dieses Ergebnis nicht überraschend. Aber auch die typischen ingenieurnahen Industriebranchen des Verarbeitenden Gewerbes wie der Maschinenbau, die Elektroindustrie oder der Fahrzeugbau sind in einem erheblichen 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 – deutlich weniger geplante Stellen nicht besetzt werden.

Wertschöpfungsverlust durch Ingenieurmangel

Die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen des Ingenieurmangels äußern sich als ein Wertschöpfungsverlust, der den Unternehmen infolge von entgangenen Aufträgen und Verzögerungen im Bereich von Entwicklung und Produktion entsteht. Um den gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungsverlust der Unternehmen quantifizieren zu können, wurde die Anzahl unfreiwillig vakanter Ingenieurstellen je Branche mit der branchendurchschnittlichen Wertschöpfung je Erwerbstätigen auf Basis von Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) bewertet. Diese Wertschöpfungsgrößen repräsentieren unter anderem die Unterschiede in der Produktivität zwischen den einzelnen Branchen und reichen für das Jahr 2006 von 38.182 Euro im Baugewerbe bis zu 91.025 Euro für Beschäftigte der unternehmensnahen Dienstleistungen.

Insgesamt hat die deutsche Volkswirtschaft im Jahr 2006 infolge des Ingenieurmangels einen Wertschöpfungsverlust in Höhe von mindestens 3,48 Milliarden Euro zu verzeichnen. Er verteilt sich dabei in etwa zu gleichen Teilen auf die ingenieurnahen Industrie- und die wissensintensiven Dienstleistungsbranchen. Dabei entfällt auf den Bereich der unternehmensnahen Dienstleistungen ein Wertschöpfungsverlust in Höhe von 1.361 Millionen Euro und auf den Bereich Datenverarbeitung und Datenbanken sowie FuE ein Verlust in Höhe von insgesamt 375 Millionen Euro. Die Metall- und Elektroindustrie (einschließlich Maschinen- und Fahrzeugbau) hatte einen rechnerischen Wertschöpfungsausfall von fast 1.350 Millionen Euro zu verkraften. Die Höhe des Wertschöpfungsverlusts ist aus mehreren Gründen als Untergrenze zu interpretieren. Zum einen muss berücksichtigt werden, dass Ingenieure eine im Vergleich zum Durchschnitt der anderen Berufsgruppen deutlich höhere Produktivität und Wertschöpfung aufweisen. So deckt bereits das Bruttojahreseinkommen, welches lediglich eine Komponente der gesamten Wertschöpfung eines Beschäftigten ausmacht, eines voll erwerbstätigen Ingenieurs nahezu die gesamten 58.999 Euro durchschnittlicher Wertschöpfung eines Beschäftigten in Deutschland ab. Zum anderen sind bei der Berechnung lediglich so genannte Erstrundeneffekte berücksichtigt. Gesamtwirtschaftlich betrachtet, hat der Ingenieurmangel allerdings auch Konsequenzen für die Wertschöpfung in anderen Wirtschaftsbereichen.

Angebotsseitige Ursachen des Ingenieurmangels

In internationalen Untersuchungen zum Innovationsgeschehen wird in Deutschland ein Mangel an Nachwuchsakademikern besonders im Bereich naturwissenschaftlich-technischer Qualifikationen festgestellt (Europäische Kommission, 2006). Gemessen werden bei diesem Vergleich üblicherweise die Absolventen naturwissenschaftlich-technischer Studiengänge. Im Bereich dieser so genannten MINT-Studiengänge (Mathematik, Informa-

tik, 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 ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge lässt sich anhand mehrerer Indikatoren erläutern. So schließt nur etwa jeder Fünfte eines Altersjahrgangs überhaupt ein Hochschulstudium ab (Tabelle 3). Ausgehend von dieser schmalen Basis erlangt wiederum nur jeder siebte deutsche Hochschulabsolvent einen Abschluss in einer ingenieurwissenschaftlichen Studienrichtung. Auch die zugehörige Dynamik ist Besorgnis erregend: Der Anteil ingenieurwissenschaftlicher Absolventen an allen Absolventen eines Jahrgangs hat sich im Zeitraum 1998 bis 2003 kontinuierlich von 20,1 auf 17,3 Prozent reduziert. Wenngleich Deutschland beim Anteil der Ingenieurwissenschaften zumindest auf Augenhöhe mit ausgewählten internationalen Konkurrenten liegt, so macht sich die fehlende Basis an Hochschulabsolventen innerhalb eines Jahrgangs negativ bemerkbar. Dieser Umstand trägt maßgeblich dazu bei, dass sich Deutschland beim Anteil von Absolventen eines ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs an der Erwerbsbevölkerung am Schluss der relevanten Vergleichsländer befindet.

Tabelle 3

Ingenieurkennziffern im internationalen Vergleich

	Deutschland	USA	Finnland	Schweden	Japan
Anteil aller Hochschulabsolventen am Altersjahrgang in Prozent ¹⁾	19,3	33,2	40,7	28,1	30,9
Ingenieuranteil an allen Hochschulabsolventen eines Jahrgangs in Prozent ²⁾	17,3	6,4	21,3	20,8	20,8
Erstabsolventen: Ingenieure ³⁾	36.206	133.914	8.093	11.061	130.707
Erstabsolventen pro 1.000 Beschäftigte	0,93	0,95	3,42	2,56	2,00

1) OECD, 2006, Stand 2004. 2) BMBF, 2004, Stand 2003. 3) Ingenieurwissenschaften und Bauwesen, OECD Education Online Database.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

 Institut der deutschen
Wirtschaft Köln

Im Jahr 2004 kamen auf 1.000 Beschäftigte hierzulande lediglich 0,93 Ingenieur-Absolventen. Dieser Anteil gibt auch einen Hinweis darauf, in welchem Umfang der Volkswirtschaft derzeit Absolventen der besonders innovationsrelevanten Studienfächer – nicht zuletzt zum Ausgleich von natürlicher Fluktuation – zur Verfügung stehen. Länder wie Finnland oder Schweden, die zu Beginn der neunziger Jahre angesichts des wachsenden Bedarfs der heimischen Industrie nach hoch qualifizierten Ingenieuren und Naturwissenschaftlern – in Finnland vor allem die Informations- und Kommunikationstechnologie-

branche – vor ähnlichen Problemen standen, haben reagiert und die Anstrengungen im nationalen Bildungssystem immens intensiviert. Lagen diese Länder zu Beginn der neunziger Jahre noch hinter Deutschland, so stehen finnischen Unternehmen inzwischen bezogen auf die Beschäftigten mehr als dreimal so viele Ingenieure zur Verfügung.

Eine aktuelle Studie zeigt in diesem Zusammenhang, dass bei den Neueinschreibungen in den letzten Jahren eine deutliche Verschiebung zugunsten von Studienfächern der Rechts-, Wirtschafts- und Sozial-, Sprach- und Kulturwissenschaften festzustellen ist (Heine et al., 2006). Dieser Entwicklung vorgelagert sind unter anderem ein anhaltend geringes Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern in der Oberstufe sowie ein sinkendes Interesse am Besuch technisch orientierter beruflicher Schulen, was wiederum auch in dem überwiegend fehlenden Technikunterricht an den allgemein bildenden Schulen begründet liegt.

Zudem ist im Bereich der Ingenieurwissenschaften eine immer noch geringe Anzahl von Frauen zu bemerken. 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. Von den 38.135 Studenten, die im Jahr 2005 ein ingenieurwissenschaftliches Studium abschlossen, waren knapp 22 Prozent Frauen (Statistisches Bundesamt, 2006). Somit ist – vor dem Hintergrund des aktuellen Frauenanteils von lediglich knapp über 10 Prozent an den sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieuren – mittelfristig zwar mit einer Erhöhung der Partizipation zu rechnen; ein großer Teil des Ingenieur-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. 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.

Literatur

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

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2007a, *Arbeitsmarkt in Zahlen, März 2007, Gemeldete Stellen*, URL: <http://www.pub.arbeitsamt.de/hst/services/statistik/200703/iiii4/gem-stellend.pdf> [Stand: 2007-03-15]

BA, 2007b, *Der Arbeits- und Ausbildungsmarkt in Deutschland – März 2007*, Nürnberg

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/AmCham_IV_BusinessBarometer.pdf [Stand: 2007-03-29]

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

Bonin, Holger / Schneider, Marc / Quinke, Hermann / Arens, Tobias, 2007, *Zukunft von Bildung und Arbeit – Perspektiven von Arbeitskräftebedarf und -angebot bis 2020*, IZA Research Report, Nr. 9, Bonn

Crépon, Bruno / Duguet, Emanuel / Mairesse, Jaques, 1998, *Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level*, NBER Working Paper, Nr. 6696, Cambridge MA

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

Europäische Kommission, 2006, *European Innovation Scoreboard 2006 – Comparative analysis of innovation performance*, URL: http://www.proinno-europe.eu/doc/EIS2006_final.pdf [Stand: 2007-02-18]

Heine, Christoph / Egel, Jürgen / Kerst, Christian / Müller, Elisabeth / Park, Sang-Min, 2006, *Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen*, ZEW Dokumentation, Nr. 06-02, URL: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation0602.pdf> [Stand: 2007-04-17]

Hülkamp, 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 Spiegel der Statistik – Beschäftigung und Arbeitslosigkeit*, Nürnberg

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

OECD – Education Online Database, URL: <http://www.oecd.org/education/database> [Stand: 2007–04]

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

Siegel, Donald, 1999, *Skill-biased Technological Change*, Nottingham

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

Stettes, Oliver, 2007, *Die föderale Ordnung im Bildungswesen*, in: *IW Köln (Hrsg.), Föderalismus in Deutschland – Ökonomische Analyse und Reformbedarf*, Köln, S. 101–129

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

Shortage of Engineers in Germany – Scope and Macroeconomic Costs

German enterprises currently face severe problems when it comes to recruiting engineers. Two-thirds of the 48,000 vacancies which could not be filled in 2006 were located in Baden-Württemberg, North Rhine-Westphalia and Bavaria. The bottlenecks affect industries which are traditionally associated with engineers like vehicle and machine construction as well as research- and skill-intensive service industries. The mismatch between labor demand and supply surfaced when the economy recovered. On the demand side the number of jobless engineers dropped by almost 50 percent last year as firms strive to boost their engineering staff by 8 percent. On the supply side continuing low female participation as well as stagnating enrolment in engineering courses and above-average drop-out rates among students contribute to and aggravate a bottleneck which in terms of forgone value added cost at least 3.5 billion euros last year alone.