

Erdmann, Vera

Article

Bedroht der Ingenieurmangel das Modell Deutschland?

IW-Trends - Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung

Provided in Cooperation with:

German Economic Institute (IW), Cologne

Suggested Citation: Erdmann, Vera (2010) : Bedroht der Ingenieurmangel das Modell Deutschland?, IW-Trends - Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, ISSN 1864-810X, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln, Vol. 37, Iss. 3, pp. 3-17, <https://doi.org/10.2373/1864-810X.10-03-01>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/157006>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Bedroht der Ingenieurmangel das Modell Deutschland?*

Vera Erdmann, August 2010

Deutschland weist komparative Vorteile im Bereich hochwertiger Technologien auf. Die Beschäftigung von Ingenieuren ist die Basis der hohen Wettbewerbsfähigkeit in diesen Branchen. Im europäischen Vergleich besitzt Deutschland nach Finnland derzeit die zweitgrößte Ingenieurdichte. Die deutsche Wirtschaft droht aber in Zukunft ihre komparativen Vorteile zu verlieren, wenn die Anzahl der nachrückenden Ingenieure sinken sollte. Der niedrige Anteil Jüngerer unter den Ingenieuren und die vergleichsweise geringe Anzahl technischer Studienabschlüsse sind ein Anzeichen dafür, dass der Ingenieur Nachwuchs in Deutschland nicht ausreichend gesichert ist, obwohl die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schüler eine gute Ausgangsbasis bilden. Zudem werden vorhandene Beschäftigungspotenziale noch nicht im notwendigen Umfang genutzt, wie der geringe Anteil weiblicher Ingenieure belegt. Die Tragfähigkeit des deutschen Geschäftsmodells ist somit gefährdet. Aus diesem Grund sind Maßnahmen zur Erhöhung des technischen Interesses von Schülerinnen und Schülern, zur Erschließung der Studierpotenziale von beruflich Qualifizierten und zur Steigerung der Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften notwendig.

Kennzeichen des deutschen Geschäftsmodells

Das deutsche Geschäftsmodell basiert auf einer starken Industrie, welche mit ihren Produkten den Grundstein für die deutsche Exportstärke legt. Im Jahr 2008 betrug der deutsche Warenexport allein knapp 11 Prozent der weltweiten Ausfuhren (OECD, 2010), ein von den übrigen OECD-Ländern unerreichter Anteil. Nach Definition der OECD sind im Verarbeitenden Gewerbe in Abhängigkeit von der FuE-Intensität vier Sektoren zu unterscheiden: Spitzentechnologie, Hochwertige Technologie, Mittlere Technologie und Niedrigtechnologie. Für den deutschen Export spielen vor allem Branchen aus den Sektoren der Spitzen- und der Hochwertigen Technologie eine Rolle (Übersicht). Mit Forschungs- und Entwicklungsausgaben, die mehr als 2 Prozent des Gesamtproduktionswerts ausmachen, sind diese Branchen besonders FuE-intensiv (OECD, 2007). Zwar tragen in Deutschland sowohl Spitzen- als auch Hochwertige Technologien in großem Umfang zum Export bei, im Vergleich mit weiteren europäischen Ländern lässt sich jedoch zeigen, worin die Spezialisierung des deutschen Modells besteht.

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

Übersicht

Branchen der Spitzen- und der Hochwertigen Technologie

Spitzentechnologie	Hochwertige Technologie
Luft- und Raumfahrzeugbau	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	Herstellung von chemischen Erzeugnissen (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)
Rundfunk- und Nachrichtentechnik	Schienerfahrzeugbau, Herstellung von sonstigen Fahrzeugen a. n. g.
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren	Maschinenbau

Quelle: OECD, 2007

 Institut der deutschen
Wirtschaft Köln

Die strukturelle Stärke einer Branche im Vergleich zur gesamten Industrie eines Landes stellt den sogenannten internen komparativen Vorteil dar. Dieser liegt dann vor, wenn die Branche stärker zur Handelsbilanz des Verarbeitenden Gewerbes beiträgt als andere Branchen des Landes. Dies drückt sich in einem positiven Wert aus:

$$\text{Interner komparativer Vorteil} = \left[\left(\text{Ex}_i - \text{Im}_i \right) - \left(\text{Ex}_{\text{VG}} - \text{Im}_{\text{VG}} \right) \frac{|\text{Ex}_i + \text{Im}_i|}{\left(\text{Ex}_{\text{VG}} + \text{Im}_{\text{VG}} \right)} \right] \cdot 100$$

(mit Ex = Exporte, Im = Importe, i = Branche, VG = Verarbeitendes Gewerbe).

Im Gegensatz dazu erlaubt die externe Betrachtungsweise einen Vergleich verschiedener Länder untereinander. Gegenübergestellt werden in diesem Zusammenhang der Exportanteil einer Branche in einem Land und der Exportanteil dieser Branche im OECD-Durchschnitt. Eine Spezialisierung auf eine Branche liegt dann vor, wenn der ermittelte Wert größer ist als 100.

$$\text{Externer komparativer Vorteil} = \frac{\left(\frac{\text{Ex}_i^k}{\text{Ex}_{\text{VG}}^k} \right)}{\left(\frac{\text{Ex}_i^{\text{OECD23}}}{\text{Ex}_{\text{VG}}^{\text{OECD23}}} \right)}$$

(mit Ex = Exporte, k = Land, i = Branche, VG = Verarbeitendes Gewerbe, OECD23 = OECD-Staaten mit Ausnahme von Chile, Luxemburg, Mexiko, Polen, Slowakische Republik, Südkorea, Tschechische Republik, Ungarn).

Relevant für einen internationalen Vergleich ist demnach vor allem die externe Betrachtungsweise. Durch den internen Bezug wird in erster Linie die nationale Bedeutung einer Branche identifiziert. Beide Indikatoren erlauben keine Aussage über den tatsächlichen Umfang von Exporten oder Importen, sondern lediglich über die Spezialisierungsmuster, die einen internationalen Vergleich ermöglichen.

Tabelle 1

Spezialisierungsquoten der Industrie

2008

	Spitzentechnologie		Hochwertige Technologie	
	Intern	Extern	Intern	Extern
Belgien	-0,8	83,8	0,2	120,2
Deutschland	-2,7	84,6	7,1	117,4
Finnland	-1,1	90,9	-3,1	75,4
Frankreich	1,3	105,2	1,9	103,9
Irland	6,3	225,4	4,2	79,2
Italien	-3,4	43,0	1,7	95,7
Niederlande	-2,0	118,5	0,2	68,6
Polen	-3,7	46,0	-0,3	91,4
Schweden	0,3	87,5	-0,5	85,9
Schweiz	9,2	202,5	0,4	72,7
Spanien	-4,4	46,9	2,4	99,6
Tschechische Republik	-1,8	89,2	3,8	103,3
Ungarn	2,1	142,2	0,7	105,4
Vereinigtes Königreich	1,3	121,3	4,3	107,7

Spitzentechnologie: Mediananteil der FuE-Ausgaben an der Produktion ≥ 5 Prozent.

Hochwertige Technologie: $2 \text{ Prozent} \leq$ Mediananteil der FuE-Ausgaben an der Produktion < 5 Prozent.

Intern: relativer Beitrag zur nationalen Handelsbilanz. Extern: nationaler Exportanteil im Verhältnis zum Exportanteil im OECD-Durchschnitt. Ein komparativer Vorteil besteht bei einem positiven Wert (intern) oder einem Wert größer 100 (extern).

Quelle: OECD, 2010

Tabelle 1 zeigt die deutsche Spezialisierung in Bezug auf Spitzen- und Hochwertiger Technologie im Vergleich zu 13 anderen europäischen Ländern. Diese wurden vor allem auf Basis ihrer Größe und ihrer industriellen Prägung ausgewählt. Sowohl der interne als auch der externe Blickwinkel zeigen, dass Deutschland deutliche komparative Vorteile in der Hochwertigen Technologie besitzt. Im Vergleich zum OECD-Durchschnitt nimmt der deutsche Exportanteil in den Hochwertigen Technologien unter den betrachteten europäischen Ländern nach Belgien den zweiten Platz ein. Beide Länder heben sich hinsichtlich

der Stärke ihres externen komparativen Vorteils deutlich von den übrigen Staaten ab. Im Spitzentechnologiesektor dagegen weist Deutschland keine Spezialisierung auf. Auch der interne Blickwinkel belegt diese Struktur des deutschen Geschäftsmodells. Während die Branchen der Hochwertigen Technologien überdurchschnittlich viel zur Handelsbilanz des Verarbeitenden Gewerbes beisteuern, ist der Beitrag der Spitzentechnologiesektoren unterdurchschnittlich.

Eine vergleichbare Struktur weisen vor allem Belgien und die Tschechische Republik sowie in der Tendenz auch Italien und Spanien auf. Frankreich besitzt sowohl bei Spitzen- als auch bei hochwertigen Technologien komparative Vorteile und ist damit nicht zuletzt aufgrund der Größe des industriellen Sektors ein großer Konkurrent Deutschlands. Irland und die Schweiz haben sich dagegen eindeutig auf die Produktion von und den Handel mit Spitzentechnologie spezialisiert.

Auch andere Indikatoren belegen, dass die Stärke der deutschen Industrie in der Hochwertigen Technologie liegt. So verfügt Deutschland bezogen auf die Wertschöpfung und Beschäftigung im Fahrzeug- und Maschinenbau über die höchste Spezialisierungsrate aller europäischen Länder (Eurostat, 2010a). Die Branchen der Hochwertigen Technologien stellen außerdem die größten Arbeitgeber im Verarbeitenden Gewerbe dar. Etwa die Hälfte aller Beschäftigten ist in diesem Bereich tätig. Die Unternehmen der Spitzentechnologien dagegen beschäftigen nur rund 13 Prozent der im Verarbeitenden Gewerbe tätigen Personen (Eurostat, 2010b).

Der Erfolg deutscher Unternehmen der Hochwertigen Technologien liegt vor allem in ihrer Innovationsfähigkeit begründet. Der Schwerpunkt der Innovationstätigkeit der Unternehmen aus diesen Branchen liegt auf der Entwicklung und Umsetzung von neuen Produkten (Eurostat, 2010c). Qualifiziertes Personal spielt daher eine besondere Rolle. Ingenieure stellen dabei die wichtigsten Träger und Treiber von Innovationen in Unternehmen dar.

Aufgrund ihrer hohen Forschungsintensität beschäftigen die Branchen der Spitzen- und der Hochwertigen Technologie Wissenschaftler und Ingenieure in großem Umfang. Tabelle 2 zeigt, dass in den meisten der 14 betrachteten europäischen Länder der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure am gesamten naturwissenschaftlich-technischen Personal in den Spitzentechnologiebranchen am höchsten ist. Eine Ausnahme davon bilden Spanien, das Vereinigte Königreich und Deutschland, die relativ mehr Wissenschaftler und Ingenieure in den Hochwertigen Technologien beschäftigen. Aufgrund der Fokussierung der deutschen Wirtschaft sind zudem absolut in den entsprechenden Branchen hier fast viermal so

viele Wissenschaftler und Ingenieure tätig wie in den Spitzentechnologiebranchen (Eurostat, 2010b).

Tabelle 2

Wissenschaftler und Ingenieure nach Technologiebereichen

2008 – in Prozent des naturwissenschaftlich-technischen Personals

	Spitzen- technologie	Hochwertige Technologie	Mittlere Technologie	Niedrig- technologie
Belgien	19,5	14,6	14,1	7,6
Deutschland	30,5	30,8	21,4	8,7
Finnland	47,1	34,1	18,9	12,8
Frankreich	49,3	29,8	26,5	16,2
Irland	32,4	k. A.	30,8	k. A.
Italien	29,5	8,3	6,0	3,9
Niederlande	26,3	21,8	14,5	10,7
Polen	25,0	22,4	17,3	8,8
Schweden	31,6	25,0	13,2	7,1
Schweiz	31,7	28,8	12,5	8,2
Spanien	15,3	16,5	8,2	4,2
Tschechische Republik	18,5	10,4	7,1	3,2
Ungarn	28,1	24,4	18,4	10,3
Vereinigtes Königreich	28,5	33,1	30,1	10,3

Spitzentechnologie: Mediananteil der FuE-Ausgaben an der Produktion ≥ 5 Prozent.

Hochwertige Technologie: $2 \text{ Prozent} \leq$ Mediananteil der FuE-Ausgaben an der Produktion < 5 Prozent.

Mittlere Technologie: $0,5 \text{ Prozent} \leq$ Mediananteil der FuE-Ausgaben an der Produktion < 2 Prozent.

Niedrigtechnologie: Mediananteil der FuE-Ausgaben an der Produktion < 2 Prozent.

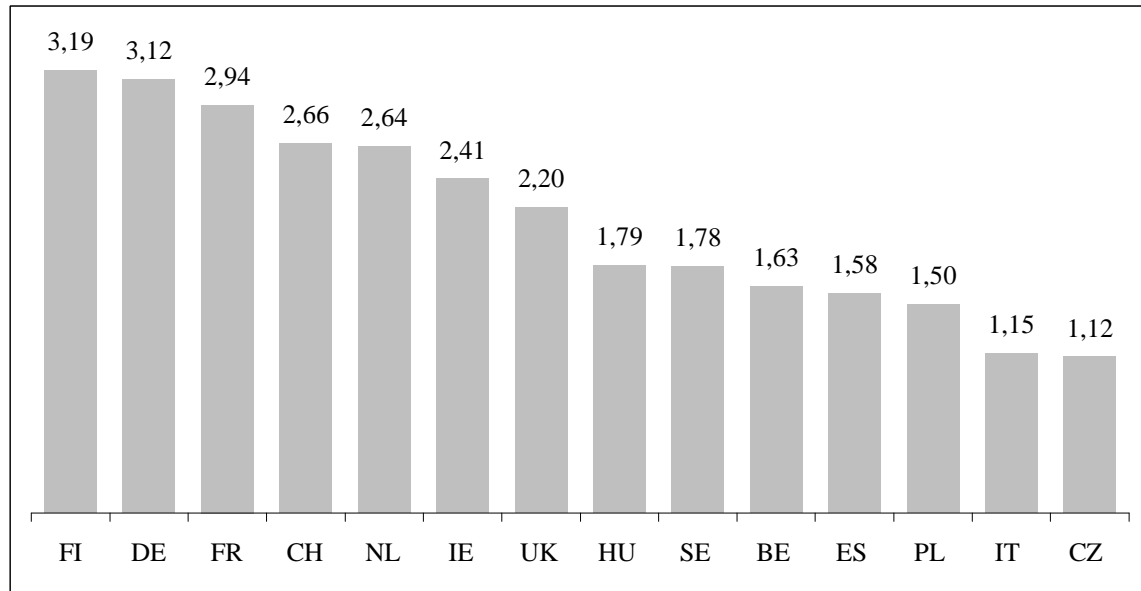
Quellen: Eurostat, 2010b; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Im europäischen Vergleich zeigt sich, dass Deutschland im Allgemeinen gut mit Ingenieuren ausgestattet ist (Abbildung 1). Rund 3,1 Prozent der deutschen Erwerbstätigen im Jahr 2007 waren als Ingenieure beschäftigt. Dieser Wert wurde lediglich von Finnland mit knapp 3,2 Prozent übertroffen. Auch Frankreich lag mit gut 2,9 Prozent erwerbstätigen Ingenieuren nur knapp hinter Deutschland. Andere Länder mit komparativen Vorteilen im Bereich der Hochwertigen Technologien wie Belgien und die Tschechische Republik standen mit rund 1,6 und rund 1,1 Prozent der Beschäftigten deutlich schlechter da.

Abbildung 1

Ingenieurdichte

Anteil der erwerbstätigen Ingenieure an allen Erwerbstätigen in Prozent im Jahr 2007



Quellen: Eurostat, 2009a; Institut der deutschen Wirtschaft Köln



Derzeit hat Deutschland mit Blick auf die für den Erfolg der Hochwertigen Technologien und die damit verbundenen komparativen Vorteile notwendigen Ingenieure eine gute Position inne. Allerdings reicht das Angebot an Ingenieuren, vor allem im Bereich Maschinen- und Fahrzeugbau, seit Jahren nicht aus, um alle offenen Stellen besetzen zu können (Koppel, 2010). Aus diesem Grund soll im Folgenden geprüft werden, wo im Einzelnen die Schwachstellen der Ingenieurverfügbarkeit liegen und ob das deutsche Geschäftsmodell hinsichtlich der Versorgung mit Ingenieuren tatsächlich ein Zukunftsproblem aufweist, wodurch der komparative Vorteil der deutschen Wirtschaft im Bereich der Hochwertigen Technologien gefährdet sein könnte.

Nachwuchssorgen als Gefahr für das Geschäftsmodell Deutschland

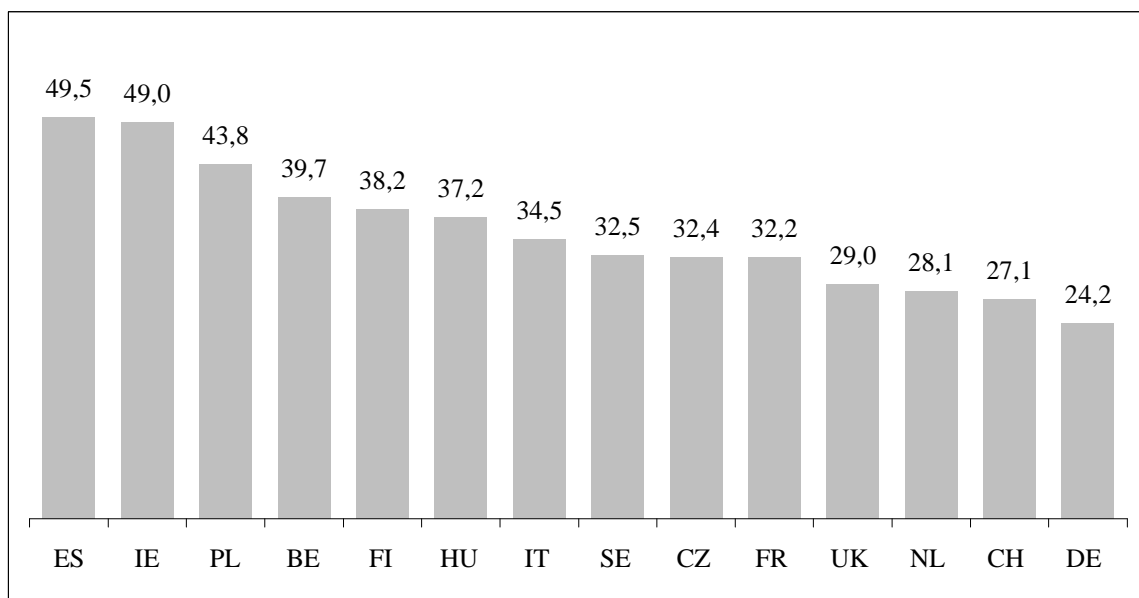
Um die Anzahl erwerbstätiger Ingenieure zumindest konstant zu halten, ist es notwendig, den Ersatzbedarf an Ingenieuren zu decken. Dieser entsteht, wenn Ingenieure altersbedingt endgültig aus dem Erwerbsleben ausscheiden und deren Stellen neu zu besetzen sind. Die Problematik, dass die demografische Entwicklung die Basis für das deutsche Geschäftsmodell gefährden kann, wird bereits beim Blick auf den Anteil jüngerer Ingenieure deutlich (Abbildung 2). Weniger als jeder vierte erwerbstätige Ingenieur und damit ein im europäischen Vergleich deutlich unterdurchschnittlicher Anteil der Ingenieure in Deutschland war im Jahr 2007 jünger als 35 Jahre. Unter den hier betrachteten 14 europäischen Ländern

nimmt Deutschland damit den letzten Platz ein. In Irland, das komparative Vorteile in den Branchen der Spitzentechnologien aufweist, war im gleichen Jahr fast jeder zweite Ingenieur jünger als 35 Jahre. Im Durchschnitt aller 14 Länder gehörte etwa jeder dritte erwerbstätige Ingenieur zu der jüngsten Altersklasse. Dies gilt ebenso für Frankreich und die Tschechische Republik.

Abbildung 2

Anteil erwerbstätiger Ingenieure unter 35 Jahren an allen erwerbstätigen Ingenieuren

Angaben in Prozent im Jahr 2007



Quellen: Eurostat, 2009a; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Der unterdurchschnittliche Anteil Jüngerer an den erwerbstätigen Ingenieuren in Deutschland weist auf eine für zukünftige Wachstumsprozesse relativ ungünstige Altersstruktur hin. Mittelfristig wird eine große Anzahl an Ingenieuren aus dem Erwerbsleben ausscheiden, ohne dass deren Stellen von nachrückenden jüngeren Fachkräften besetzt werden können. In der Folge entsteht ein Engpass an Ingenieuren, der durch eine im Rahmen des wirtschaftlichen Wachstums erfolgende Expansion an Arbeitsplätzen für hochqualifizierte technische Fachkräfte weiter verschärft werden könnte. Werden die resultierenden Vakanzen nicht adäquat besetzt, kann dies beispielsweise zu Verzögerungen in der Produktion oder bei der Entwicklung neuer Produkte und Technologien, dem Verlust von Aufträgen oder sogar der Verlagerung der von Ingenieurmangel betroffenen Unternehmensbereiche ins Ausland führen (Koppel, 2010). Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie und

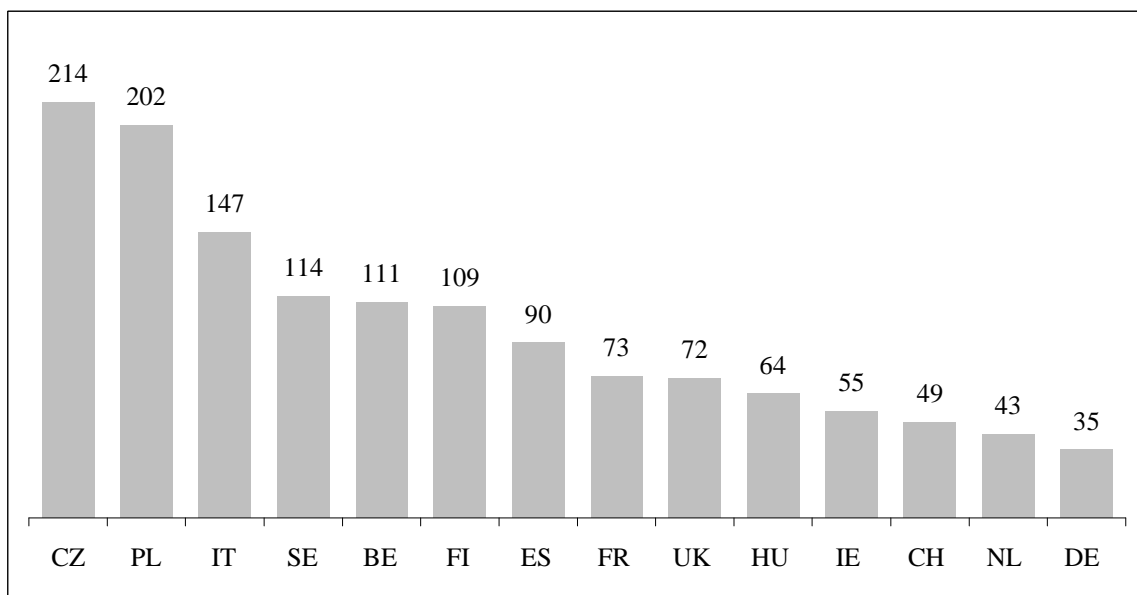
besonders die komparativen Vorteile der Branchen der Hochwertigen Technologien wären dadurch akut gefährdet.

Nicht nur die derzeitige Altersstruktur der deutschen erwerbstätigen Ingenieure, sondern auch die Absolventenzahlen in den technischen Studiengängen signalisieren eine drohende Nachwuchsproblematik. Denn unter den untersuchten Ländern weist Deutschland die größte Anzahl erwerbstätiger Ingenieure (Eurostat, 2009a) und damit potenziell den größten Ersatzbedarf auf. Bezogen auf alle Ingenieure ist in Deutschland die Ersatzrate unter den betrachteten 14 Ländern jedoch die niedrigste (Abbildung 3). Auf 1.000 erwerbstätige Ingenieure kamen im Jahr 2007 hierzulande lediglich 35 Absolventen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge. Das waren weniger als die Hälfte des Durchschnitts der 14 untersuchten Länder. Mehr als sechsmal so viele, nämlich 214, wies dagegen die Tschechische Republik auf. Die Ingenieurersatzrate Frankreichs war etwa doppelt so groß wie die deutsche. Belgien wies eine noch höhere Rate auf, sodass dort von einer besseren zukünftigen Bedarfsdeckung auszugehen ist.

Abbildung 3

Ingenieurersatzrate

2007 – Anzahl der technischen Hochschulabschlüsse pro 1.000 erwerbstätige Ingenieure



Quellen: Eurostat, 2009a; 2009b; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Die Ingenieurersatzrate für Deutschland ist aufgrund der Bildungsbeteiligung ausländischer Studierender sogar noch niedriger einzuschätzen als 35. Im Wintersemester 2008/2009 wiesen knapp 15 Prozent der Studierenden in den technischen Studiengängen eine auslän-

dische Staatsbürgerschaft auf (Statistisches Bundesamt, 2010). Im Durchschnitt aller Studierenden waren es lediglich 12 Prozent. Jungakademiker mit ausländischer Staatsbürgerschaft verlassen Deutschland jedoch in großer Anzahl im Anschluss an ihr Studium (Koppel, 2010). Die Problematik wird also dadurch verschärft, dass nicht sämtliche Ingenieurabsolventen deutscher Hochschulen dem deutschen Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen. Eurostat-Daten zeigen, dass ein ähnlicher Zusammenhang auch für Belgien, Frankreich, Schweden, die Schweiz und für das Vereinigte Königreich zutreffen könnte. Der Anteil ausländischer Studierender in Finnland oder Italien ist dagegen vergleichsweise niedrig (Eurostat, 2010d).

In Deutschland ist demzufolge nicht nur der Anteil Jüngerer an den derzeitigerwerbstätigen Ingenieuren relativ gering, sondern es entstehen zudem zunehmend Schwierigkeiten, den Ingenieur Nachwuchs in ausreichendem Umfang auszubilden. Diese beiden Faktoren stellen für deutsche Unternehmen vor allem in den ingenieuraffinen Branchen der Hochwertigen Technologien große Herausforderungen für die Zukunft dar. Die Sicherung des Ingenieur Nachwuchses wird damit zur Schlüsselaufgabe für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen.

Unvollständige Nutzung vorhandener Potenziale

Dabei sind die Probleme überwindbar, denn das notwendige schulische Leistungsvermögen ist durchaus vorhanden. So belegen die PISA-Ergebnisse in den Naturwissenschaften, dass deutsche 15-Jährige mit den Schülern in den 13 europäischen Vergleichsländern mithalten können und sie in vielen Fällen sogar überflügeln (Tabelle 3). Deutsche Schüler erreichten beim PISA-Test 516 Punkte in den Naturwissenschaften. Nur in Finnland (563 Punkte) und den Niederlanden (525 Punkte) schnitten die 15-Jährigen besser ab. Deutsche Jugendliche können zudem auch relativ häufig der Kompetenzstufe 5 oder höher zugeordnet werden. Diese Kompetenzstufe erreichen in den Naturwissenschaften diejenigen Schüler, die mindestens 634 Punkte erzielen. Bei ihnen wird beobachtet, dass sie in der Lage sind, auch komplexere naturwissenschaftliche Zusammenhänge kritisch zu bewerten. In Deutschland erreichte durchschnittlich jeder neunte 15-Jährige mindestens die Kompetenzstufe 5 in den Naturwissenschaften. Unter den untersuchten Ländern bedeutete dies einen vierten Platz hinter Finnland (20,9 Prozent), dem Vereinigten Königreich (13,7 Prozent) und den Niederlanden (13,1 Prozent).

Tabelle 3

Kompetenzen der 15-jährigen Schüler in den Naturwissenschaften im Jahr 2006

	Durchschnittliche Anzahl der PISA-Punkte	Anteil der 15-Jährigen auf Kompetenzstufe 5 oder 6 in Prozent
Belgien	510	10,1
Deutschland	516	11,8
Finnland	563	20,9
Frankreich	495	8,0
Irland	508	9,4
Italien	475	4,6
Niederlande	525	13,1
Polen	498	6,8
Schweden	503	7,9
Schweiz	512	10,5
Spanien	488	4,9
Tschechische Republik	513	11,6
Ungarn	504	6,9
Vereinigtes Königreich	515	13,7

Quelle: OECD, 2009a

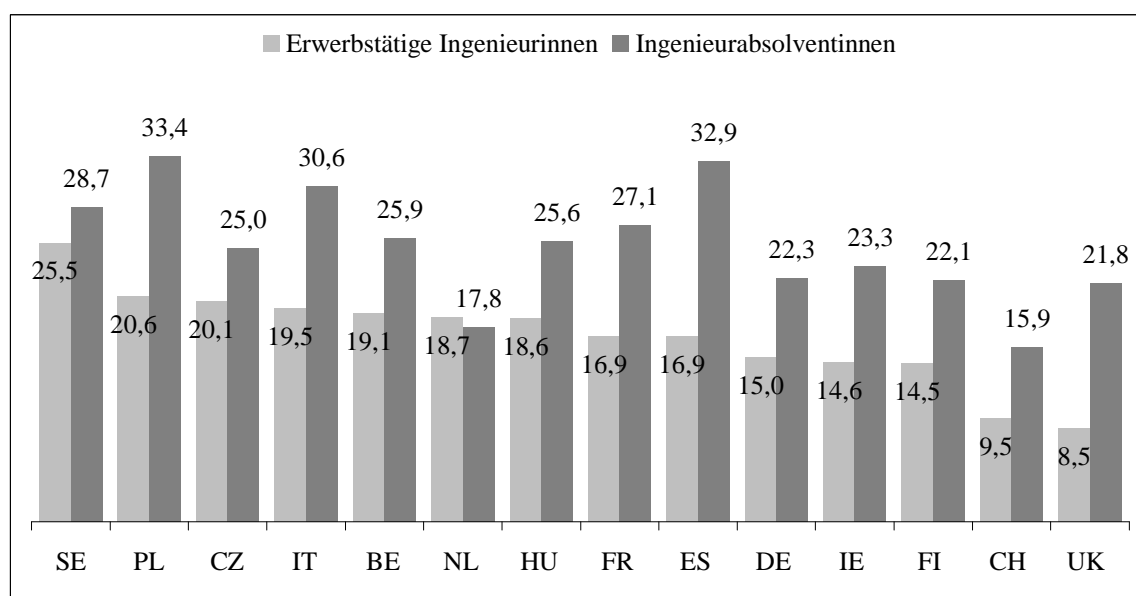
Die relativ geringe Anzahl technischer Hochschulabschlüsse in Deutschland in Relation zu der Anzahl der Erwerbstätigen kann demnach nicht darauf zurückgeführt werden, dass hierzulande zu wenige Schüler die für ein ingenieurwissenschaftliches Studium erforderlichen naturwissenschaftlichen Grundkompetenzen erwerben. In Ländern mit ähnlichen Testleistungen der 15-jährigen Jugendlichen, zum Beispiel in der Tschechischen Republik, ist die relative Anzahl der ingenieurwissenschaftlichen Absolventen deutlich größer als hierzulande. Dies gilt auch für Italien, obwohl dort die Schüler im Durchschnitt deutlich schwächer abschneiden als die deutschen. Dies impliziert, dass in Deutschland das Potenzial naturwissenschaftlicher und technischer Nachwuchskräfte, das in der Schule gebildet wird, im Anschluss nicht im gleichen Maß ausgeschöpft wird wie in den anderen Ländern.

Im Wesentlichen spielen hierbei zwei Faktoren eine Rolle: Zum einen beginnt eine zu geringe Anzahl von Studienberechtigten ein technikorientiertes Studium, zum anderen gelingt es zu wenigen Studierenden, ein ingenieurwissenschaftliches Fach erfolgreich abzuschließen. Vor allem das Potenzial von Frauen wird in einem zu geringen Umfang genutzt. In

Deutschland machten Frauen 2007 etwa 55,2 Prozent der Hochschulabsolventen aus. Abbildung 4 zeigt, dass im Jahr 2007 lediglich 22,3 Prozent der Absolventen eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums weiblich waren (OECD, 2009b). Damit liegt Deutschland auch im europäischen Vergleich auf einem der hinteren Plätze. Länder wie Polen, aber auch Frankreich und Belgien weisen in den Ingenieurwissenschaften deutlich höhere Frauenanteile auf.

Abbildung 4

Anteil der Frauen unter den Hochschulabsolventen in Ingenieurwissenschaften und unter den erwerbstätigen Ingenieuren in Prozent im Jahr 2007



Quellen: Eurostat, 2009a; OECD, 2009b; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Der Anteil weiblicher Ingenieure an allen erwerbstätigen Ingenieuren ist mit 15 Prozent in Deutschland sogar noch deutlich geringer als der Frauenanteil bei den Absolventen. Im Vergleich zu den übrigen betrachteten europäischen Ländern weist Deutschland damit einen eher geringen Frauenanteil auf. In Schweden, dem Land mit dem höchsten Frauenanteil, ist jeder vierte erwerbstätige Ingenieur weiblich. Auch in Frankreich, Italien und der Tschechischen Republik existiert eine überdurchschnittliche Anzahl weiblicher Ingenieure. Der europäische Vergleich zeigt, dass andere Länder das Potenzial von Frauen im Ingenieurberuf offensichtlich stärker nutzen. Es kommt hinzu, dass Frauen mit Ingenieurdiplom später auch seltener den gelernten Beruf ausüben als Männer (Erdmann/Koppel, 2010). Deutschland könnte durch eine verbesserte Partizipation der Frauen den mittelfristigen

Bedarf leichter decken und die mit dem Fachkräftemangel verbundene Problematik abmildern.

Schließlich wird die Nachwuchsförderung hierzulande durch eine hohe Schwundquote in den technischen Studiengängen beeinträchtigt. Im Unterschied zur Abbruchquote, die lediglich den Anteil der Studierenden beschreibt, der das Studium aufgibt, erfasst die Schwundquote auch Abwanderungen in andere Fächer und Zuwanderungen aus anderen Studiengängen. Im Jahr 2006 beendete mehr als ein Drittel der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften das Studium nicht (Heublein et al., 2008, 57 ff.). Andere Fächer weisen deutlich geringere Schwundquoten auf. So lag die Schwundquote in Lehramtsstudiengängen bei lediglich 9 Prozent, im Fach Medizin betrug sie sogar nur 2 Prozent (Heublein et al., 2008, 57 ff.). Den Ingenieurwissenschaften ging folglich jeder dritte Studienanfänger aufgrund der Studienanforderungen und -bedingungen verloren.

Das deutsche Geschäftsmodell auf dem Prüfstand

Im europäischen Vergleich lassen sich mithilfe einer Clusteranalyse vier Gruppen von Ländern identifizieren (Tabelle 4). Diese unterscheiden sich in den fünf Indikatoren Ingenieurichte, junge Ingenieure, Ingenieurersatzrate, Anteil der Schüler mit hohen naturwissenschaftlichen Kompetenzen und Frauenanteil bei erwerbstätigen Ingenieuren signifikant. Die demselben Cluster zugehörigen Länder sind sich vergleichsweise ähnlich, unterscheiden sich aber gleichzeitig deutlich von den den anderen Clustern zugeordneten Ländern.

Die Länder des ersten Clusters, zu dem beispielsweise Italien und Polen zählen, sind durch eine geringe Ingenieurichte gekennzeichnet. Die Abweichung vom Mittelwert beträgt teilweise anderthalb Standardabweichungen. Darüber hinaus besitzen diese Länder einen vergleichsweise hohen Frauenanteil an den erwerbstätigen Ingenieuren. Deutschland zählt – wie auch beispielsweise Frankreich und das Vereinigte Königreich – zum zweiten Cluster, welches sich durch eine hohe Ingenieurichte, einen geringen Anteil junger Ingenieure und eine unterdurchschnittliche Ingenieurersatzrate auszeichnet. Ingenieure haben für die Länder dieses Clusters zwar eine hohe Bedeutung, die Nachwuchssituation fällt jedoch problematisch aus. In Bezug auf die Ingenieurersatzrate weichen die diesem Cluster zugeordneten Länder um mindestens eine halbe Standardabweichung nach unten vom Mittelwert ab.

Tabelle 4

Relevante Indikatoren

Differenz zum Mittelwert der Länderauswahl in Standardabweichungen

Abkürzung	Dichte	Junge Ingenieure	Ingenieurersatzrate	Kompetenzen in Naturwissenschaften	Frauenanteil bei erwerbstätigen Ingenieuren
Mittelwert gesamt	2,1 Prozent	35,5 Prozent	98 pro 1.000 erwerbstätige Ingenieure	10,1 Prozent	17,0 Prozent
Standardabweichung	0,7	7,6	54,2	4,2	4,3
Cluster 1					
Belgien	-0,7	0,5	0,2	0,0	0,5
Italien	-1,4	-0,1	0,9	-1,3	0,6
Polen	-0,9	1,1	1,9	-0,8	0,8
Schweden	-0,5	-0,4	0,3	-0,5	2,0
Tschechische Republik	-1,5	-0,4	2,1	0,4	0,7
Ungarn	-0,5	0,2	-0,6	-0,8	0,4
Cluster 2					
Deutschland	1,5	-1,5	-1,2	0,4	-0,5
Frankreich	1,2	-0,4	-0,5	-0,5	0,0
Vereinigtes Königreich	0,1	-0,9	-0,5	1,3	-2,0
Niederlande	0,8	-1,0	-1,0	0,5	0,4
Schweiz	0,8	-1,1	-0,9	0,1	-1,8
Cluster 3					
Irland	0,4	1,8	-0,8	-1,3	-0,6
Spanien	-0,8	1,9	-0,2	-0,2	0,0
Cluster 4					
Finnland	1,6	0,3	0,2	2,6	-0,6

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Irland und Spanien bilden Cluster 3. Vor allem der sehr hohe Anteil jüngerer Ingenieure in diesen beiden Ländern, der um fast zwei Standardabweichungen vom Mittelwert abweicht, trägt dazu bei, dass sie eine eigene Gruppe bilden. In Bezug auf die geringe Ingenieurersatzrate ähneln sie den Ländern des zweiten Clusters. Finnland ist ein Spezialfall und bildet allein das vierte Cluster. Das Land besitzt zum einen die höchste Ingenieurichte, die rund anderthalb Standardabweichungen höher als der Mittelwert ist. Zum anderen weist Finnland mit Abstand die meisten Schüler mit hohen Kompetenzen in den Naturwissenschaften

auf. Die Abweichung vom Mittelwert beträgt hier sogar mehr als zweieinhalb Standardabweichungen.

Die Länder der Cluster 2 und 4 sind auf Ingenieure in besonderem Maß angewiesen, wie sich an der Ingenieurichte zeigt. Während finnische Unternehmen zukünftig kaum mit einem Ingenieurmangel zu kämpfen haben, stellt sich die Situation für die Länder des Clusters 2 jedoch anders dar. Ein ähnliches Muster hinsichtlich der Indikatoren wie in Deutschland weisen beispielsweise das Vereinigte Königreich oder Frankreich auf. Letzteres gleicht Deutschland auch in Bezug auf die Industriestruktur. Die deutsche Situation ist allerdings aus zwei Gründen besonders brisant: Zum einen erreicht Deutschland bei den meisten Indikatoren extremere Werte als Frankreich oder das Vereinigte Königreich, die Situation ist also prekärer. Zum anderen ist die deutsche Spezialisierung auf die stark ingenieurabhängigen Hochwertigen Technologien deutlich stärker ausgeprägt (Tabelle 1). Die Versorgung mit einer ausreichenden Anzahl an Ingenieuren ist vor diesem Hintergrund hierzulande von größerer Bedeutung als in den anderen europäischen Ländern.

Lösungsansätze

Die deutsche Stärke in den Hochwertigen Technologien muss durch die richtigen Schritte zur Abdeckung des Ingenieurbedarfs gewahrt werden. Dafür kommen Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern infrage, die optimalerweise gleichzeitig umgesetzt werden.

Erstens gilt es, bereits in den Schulen das Interesse für die Ingenieurwissenschaften und damit möglicherweise ein späteres Studium auszubauen. Die Einbindung technischer Aspekte in interdisziplinäre Schulprojekte, Unterrichtsbesuche von Praktikern, die aus ihrem Arbeitsalltag berichten, sowie Kooperationen zwischen Schulen und praxisorientierten Partnern wie Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen eignen sich dazu, die Begeisterung der Schüler für Technik zu wecken. Außerdem sind Maßnahmen wie der "Girls' Day" sinnvoll, um den Schülerinnen einen anderen Zugang zu technischen Themen zu eröffnen.

Zweitens sollte Personen mit einer technischen Berufsausbildung oder -fortbildung der Zugang zu einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Studium erleichtert werden. Anger und Plünnecke zeigen, dass die Kompetenzwerte der deutschen beruflich Qualifizierten im Durchschnitt auf einem vergleichbaren Niveau liegen wie die der formal Hochqualifizierten in den USA (Anger/Plünnecke, 2009). Vor diesem Hintergrund sind vor allem die Verbesserung und der Ausbau von Informationen über Studienmöglichkeiten, Studienbedingungen und -finanzierungsmöglichkeiten für Studienberechtigte mit beruflichem Abschluss

geeignet, um eine größere Anzahl Personen aus dem beruflichen Bildungssystem in das Hochschulsystem zu überführen. Auch Aufstiegsstipendien für beruflich Qualifizierte wären vor diesem Hintergrund sinnvoll. Zudem sollte der Hochschulzugang den Beschäftigten aus gewerblich-technischen Berufen ohne traditionelle Hochschulzugangsberechtigung erleichtert werden.

Drittens sind die Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften zu steigern. Neben der bereits angesprochenen Erhöhung der Studienanfängerzahlen kommt es vor allem auf die Verringerung der Abbruchs- und Wechselquote an. Eine Verbesserung der Lehre vor allem im Grundstudium sowie eine stärkere Berufs- und Praxisorientierung des Studiums wären in diesem Zusammenhang zielführend. Eine intensivere Förderung von Frauen in ingenieurwissenschaftlichen Fächern könnte dazu beitragen, dass eine größere Anzahl an Frauen ein ingenieurwissenschaftliches Studium beginnt und auch abschließt. Spezielle Stipendien für Studierende in den Ingenieurwissenschaften und ein Ausbau der dualen Studiengänge im technischen Bereich sind weitere Maßnahmen in diesem Handlungsfeld. Darüber hinaus besteht ein Ansatzpunkt in einer Anpassung und Erleichterung des Bleiberechts für ausländische Absolventen vor allem aus Nicht-EU-Ländern.

Literatur

Anger, Christina / Plünnecke, Axel, 2009, Signalisiert die Akademikerlücke eine Lücke bei den Hochqualifizierten? – Deutschland und die USA im Vergleich, in: IW-Trends, 36. Jg., Heft 3, S. 19–31

Erdmann, Vera / Koppel, Oliver, 2010, Ingenieurmonitor, Der Arbeitsmarkt für Ingenieure im April 2010, 05/2010, URL: <http://www.vdi.de/41790.0.html> [Stand: 21010–05–10]

Eurostat, 2009a, European Labour Force Survey 2007, Luxemburg

Eurostat, 2009b, Graduates in ISCED 3 to 6 by field of education and sex, URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/education/data/database> [Stand: 2010–04–06]

Eurostat, 2010a, Structural business statistics, Specialisation ratios, URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/european_business/introduction/specialisation_ratios [Stand: 2010–03–31]

Eurostat, 2010b, Jährliche Daten zu erwerbstätigen HRST und Untergruppen nach Wirtschaftszweig (von 2008), URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science_technology_innovation/data/database [Stand: 2010–03–31]

Eurostat, 2010c, Innovationen in Hochtechnologiesektoren, EU Mitgliedsstaaten und ausgewählte Länder, URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science_technology_innovation/data/database [Stand: 2010–04–01]

Eurostat, 2010d, Ausländische Studenten in Prozent der inländischen Studenten in ISCED 5A und 6, URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/education/data/database> [Stand: 2010–07–07]

Heublein, Ulrich / Schmelzer, Robert / Sommer, Dieter / Wank, Johanna, 2008, Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen, Statistische Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2006, HIS: Projektbericht, Hannover

Koppel, Oliver, 2010, Ingenieurarbeitsmarkt 2009/10 – Berufs- und Branchenflexibilität, demografischer Ersatzbedarf und Fachkräftelücke, Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure e. V., Köln

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development, 2007, OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007, Innovation and Performance in the Global Economy, Paris

OECD, 2009a, Education at a Glance 2009, URL: http://www.oecd.org/document/24/0,3343,en_2649_39263238_43586328_1_1_1_1,00.html [Stand: 2010-03-31]

OECD, 2009b, OECD.Stat, Graduates by field of education, URL: <http://stats.oecd.org/index.aspx?r=439778> [Stand: 2010-01-19]

OECD, 2010, STAN indicators ed. 2009, URL: <http://stats.oecd.org/index.aspx?r=878925> [Stand: 2010-03-31]

Statistisches Bundesamt, 2010, Bildung und Kultur, Studierende an Hochschulen – Vorbericht –, Wintersemester 2009/2010, Fachserie 11, Reihe 4.1, Wiesbaden

Does a Shortage of Engineers Jeopardise Germany's Comparative Advantages?

Compared to other European countries, Germany presently has a comparative advantage in the medium-high technology sector in which the expertise of engineers is vital. In Europe, Germany comes second in terms of engineering density after Finland. But the comparison also reveals that Germany will face mounting challenges in defending this position in the future. A low share of young engineers and a relatively small number of graduates in engineering indicate that the German educational system produces an insufficient supply. In addition, the relatively low share of female engineers shows that existing potentials are not fully exploited. Without a turnaround these factors will threaten Germany's comparative advantage in the future. Therefore, certain measures need to be taken in order to raise the interest of secondary school students in science and technology, improve the transition from vocational to tertiary education and lower the drop-out rates of tertiary students in engineering.