

Christina Anger / Oliver Koppel / Axel Plünnecke

MINT und das Geschäftsmodell Deutschland

Positionen

Beiträge zur Ordnungspolitik
aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Christina Anger / Oliver Koppel / Axel Plünnecke

MINT und das Geschäftsmodell Deutschland

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek.

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-602-24164-4 (Druckausgabe)

ISBN 978-3-602-45964-3 (E-Book|PDF)

Herausgegeben vom Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Grafik: Dorothe Harren

© 2014 Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH

Postfach 10 18 63, 50458 Köln

Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln

Telefon: 0221 4981-452

Fax: 0221 4981-445

iwmedien@iwkoeln.de

www.iwmedien.de

Druck: Hundt Druck GmbH, Köln

Inhalt

1	Einleitung	4
2	MINT, Geschäftsmodell D und Wachstum	6
2.1	MINT und Innovationen	6
2.2	MINT und industrielle Verflechtungen	13
2.3	MINT und internationale Kapitalmobilität	15
2.4	MINT-Engpässe im Bildungssystem und Wachstum	17
2.5	Fazit: MINT-Angebot bestimmt den Wachstumspfad	18
3	MINT-Bedarfe im Geschäftsmodell D	19
3.1	Bedarf an MINT-Qualifikationen	20
3.2	Bedarf an MINT-Akademikern	22
3.3	Bedarf an MINT-Fachkräften	24
3.4	Fazit: künftige Herausforderungen	25
4	Handlungsempfehlungen	28
4.1	MINT-Kompetenzen fördern	29
4.2	Junge Erwachsene ohne Berufsausbildung qualifizieren	31
4.3	Ältere Erwerbsfähige aktivieren	32
4.4	Zuwanderung erleichtern	34
5	Fazit	36
	Literatur	38
	Kurzdarstellung / Abstract	41
	Die Autoren	42

1

Einleitung

Der Beitrag der Industrie zur gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung hat in den meisten entwickelten Volkswirtschaften in den letzten Dekaden deutlich abgenommen. Deutschland bildet hierbei eine Ausnahme. Seit Mitte der 1990er Jahre hat der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes unter Berücksichtigung des Industrie-Dienstleistungs-Verbunds sogar deutlich zugenommen. Das „deutsche Geschäftsmodell“ besteht dabei durch eine innovative und exportstarke Industrie (IW Köln/IW Consult, 2013). Die Wettbewerbsfähigkeit des Geschäftsmodells Deutschland hängt sehr stark von der Verfügbarkeit von Qualifikationen ab. Gerade die exportstarken deutschen Hochtechnologieunternehmen benötigen beruflich und akademisch qualifiziertes Personal, um die Produkte stetig zu verbessern und auf den Weltmärkten erfolgreich zu sein. Dabei sind vor allem technische Qualifikationen in den erfolgreichen Branchen von hoher Bedeutung (Anger et al., 2013b).

Arbeitskräfte mit einer Hochschul- oder Berufsausbildung im Bereich MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) zählen seit Jahren zu den Gewinnern am Arbeitsmarkt. Im Branchendurchschnitt waren im Jahr 2011 lediglich 11,4 Prozent der erwerbstätigen MINT-Akademiker befristet beschäftigt, ein großer Teil davon als Geschäftsführer und wissenschaftliche Mitarbeiter. Sonstige Akademiker waren dagegen zu 12,8 Prozent befristet beschäftigt. Von den beruflich qualifizierten MINT-Arbeitskräften – kurz: MINT-Fachkräfte – hatten nur 7,9 Prozent einen Zeitvertrag, während der Referenzwert sonstiger beruflich qualifizierter Arbeitskräfte bei 9,1 Prozent lag. MINT-Akademiker und -Fachkräfte sind darüber hinaus wesentlich häufiger in Vollzeit tätig, weisen eine höhere Berufszufriedenheit und auch Entlohnung auf.

Die Absolventenbefragungen des Hochschulinformationssystems (HIS) belegen regelmäßig, dass die Einstiegsjahresgehälter vollzeiterwerbstätiger MINT-Akademiker deutlich über dem vergleichbaren Durchschnitt aller Fachrichtungen liegen: bei Ingenieuren, Informatikern oder Mathematikern mit Universitätsabschluss um rund 4.000 Euro, bei MINT-Fachhochschulabsolventen gar zwischen 6.000 und 8.000 Euro (Rehn et al., 2011). Auch im weiteren Berufsverlauf weisen MINT-Akademiker relativ hohe Löhne auf: Diese sind den Daten des Sozio-oekonomischen Panels (SOEP) zufolge in den letzten Jahren – absolut und relativ – stark gestiegen. Im Vergleich zu

den Durchschnittslöhnen sind die Verdienste von MINT-Akademikern zwischen den Jahren 2000 und 2011 vom 1,3-Fachen auf das 1,5-Fache gestiegen. Werden zusätzlich auch die teilzeit- und die geringfügig beschäftigten Arbeitnehmer betrachtet, so betrug der Lohn eines MINT-Akademikers im Jahr 2011 das 1,7-Fache des Gehalts eines durchschnittlichen Erwerbstätigen.

Eine Erklärung für diese Umstände liegt in der Knappheit auf dem Arbeitsmarkt, die in vielen MINT-Berufen vorherrscht. Basierend auf einer Analyse von offenen Stellen und Arbeitslosen sowie unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Dauer einer Stellenbesetzung kommt die Bundesagentur für Arbeit zu folgenden Ergebnissen: „Bei den technischen Berufen zeigen sich Fachkräfteprobleme sowohl auf Ebene der Experten (Ingenieure) als auch bei den nichtakademischen Fachkräften. [...] Es zeigt sich ferner ein Fachkräftemangel bei den (Ingenieur-)Experten im Bereich Metallbau und Schweißtechnik, der technischen Forschung und Entwicklung, der Konstruktion und des Gerätebaus sowie bei Experten für die Ver- und Entsorgung“ (BA, 2013). Wie bei vielen akademischen MINT-Berufen können zunehmend auch in MINT-Ausbildungsberufen – etwa Mechatroniker oder Elektriker – nicht mehr alle offenen Stellen besetzt werden.

Ein derartiger Engpass wirkt sich langfristig nachteilig auf die Innovations- und Wirtschaftskraft Deutschlands aus, denn MINT-Arbeitskräfte sind für das hiesige Geschäftsmodell unverzichtbar und bilden dessen elementaren Stützpfeiler. Angesichts offener Volkswirtschaften und global zunehmend integrierter Märkte werden Investitionsentscheidungen international und anhand der Verzinsung des eingesetzten Kapitals getroffen. Unter sonst gleichen Umständen würde ein manifester MINT-Arbeitskräfteengpass in einer solchen Situation infolge der abnehmenden Grenzproduktivität des Faktors Kapital zu dessen Abwanderung führen, da er an Standorten mit einer besseren Versorgung mit MINT-Arbeitskräften eine deutlich höhere Verzinsung erzielen könnte (Abschnitt 2.3).

MINT-Knappheiten können vor diesem Hintergrund nicht in einem einfachen statischen Arbeitsmarktmodell analysiert werden. Im zweiten Kapitel soll daher gezeigt werden, warum aus langfristiger Perspektive die Nachfrage nach MINT-Qualifikationen insbesondere vor dem Hintergrund des deutschen exportorientierten Geschäftsmodells eine endogene Größe ist und ihrerseits vom Angebot an MINT-Qualifikationen abhängt. Ein größeres Angebot erhöht dabei Wachstum und Wohlstand in Deutschland. Im dritten Kapitel wird analysiert, ob langfristig das künftige Angebot den aktuellen Wachstumspfad auch für die kommenden zehn Jahre qualifikatorisch stützen kann.

Hierbei wird nach beruflichen und akademischen MINT-Qualifikationen differenziert. Im vierten Kapitel werden dann Maßnahmen diskutiert, die das Angebot an MINT-Qualifikationen und damit die künftigen Wachstumsperspektiven in Deutschland stärken können. Die Untersuchung schließt im fünften Kapitel mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse.

2

MINT, Geschäftsmodell D und Wachstum

Die innovativen und exportorientierten Branchen des Geschäftsmodells D sind auch aus Sicht der Neuen Wachstumstheorie von großer Bedeutung, die Innovationsprozessen und der Verfügbarkeit von Humankapital eine entscheidende Rolle für Wachstumsprozesse zuordnet (Barro/Sala-i-Martin, 2003). Vor dem Hintergrund der Wachstumstheorie und des Geschäftsmodells D wird daher zunächst der Stellenwert von MINT-Qualifikationen für die Innovationskraft deutscher Unternehmen beschrieben. Danach wird die Relevanz für die industriellen Verflechtungen untersucht. In einem dritten Schritt wird die Verfügbarkeit von Qualifikationen in einem neoklassischen Wachstumsmodell mit offenen Kapitalmärkten diskutiert und anschließend im vierten Schritt die Bedeutung der Effizienz des Bildungssektors für die langfristige Wachstumsdynamik erörtert. Diese Überlegungen werden im fünften Schritt zusammengeführt und es wird dargestellt, warum die Nachfrage nach MINT-Qualifikationen endogen ist und das entsprechende Angebot die Wachstumsdynamik der Volkswirtschaft beeinflusst.

2.1 MINT und Innovationen

In bodenschatzarmen Ländern wie Deutschland sind Innovationen der wesentliche Treiber von Wachstum, Beschäftigung und Wohlstand. Der auf volkswirtschaftlicher Ebene positive Zusammenhang zwischen Innovationen und Arbeitskräften mit innovationsrelevanten Qualifikationen wiederum wird in mehreren Studien empirisch belegt (zum Beispiel Dakhli/De Clercq, 2004). Aghion/Howitt (2006) betonen in diesem Kontext, dass vor allem solche Länder, die nah an der technologischen Grenze – also auf dem neuesten Stand der technischen Möglichkeiten – produzieren, technisch hochqualifizierte Arbeitskräfte benötigen, um die Innovationsdynamik zu stärken. Diese Erwägungen sind von besonderer Bedeutung für den Standort Deutsch-

land. Denn das Geschäftsmodell D basiert auf forschungsstarken Hochtechnologiebranchen, die ihrerseits stark auf MINT-Qualifikationen gründen.

In einem europäischen Vergleich zeigt sich eine Wirkungskette derart, dass das Zusammenspiel aus einer hohen Beschäftigungsdichte von MINT-Arbeitskräften und einer hohen gesamtwirtschaftlichen Forschungsintensität in der Regel zu einer hohen Innovationskraft führt. Länder wie Deutschland, Österreich, Finnland oder Schweden, die bezogen auf die Volkswirtschaft viele MINT-Arbeitskräfte beschäftigen und einen hohen Aufwand in Forschung und Entwicklung (FuE) betreiben, erzielen eine breite Innovationsneigung der heimischen Unternehmen und mithin eine hohe Patentleistung. Aufhol-Länder wie Tschechien oder Polen schneiden bei den Indikatoren der Innovationskraft noch nicht besonders gut ab, da sie zwar über eine gute Ausstattung mit MINT-Arbeitskräften, jedoch noch nicht über eine ausreichende (vor allem unternehmerische) Forschungsleistung verfügen. Hier tragen die schwerpunktmäßig beruflich qualifizierten MINT-Arbeitskräfte jedoch bereits durch ihre handwerklich-praktischen Fähigkeiten dazu bei, dass die Unternehmen – oft im Auftrag von oder im Produktionsverbund mit westeuropäischen Industrieunternehmen – in der Lage sind, neue und bessere Produkte mit hoher Qualität herzustellen („verlängerte Werkbänke“). Länder wie Griechenland, Italien, Spanien oder das Vereinigte Königreich hingegen, die auf gesamtwirtschaftlicher Ebene weder über eine gute Ausstattung mit MINT-Arbeitskräften noch über eine substanzielle FuE-Intensität verfügen, schneiden grundsätzlich schlecht bei der Innovationskraft ab (Tabelle 1).

Die hohe Innovationskraft Deutschlands mündet unter anderem in weit überdurchschnittlichen Exporterfolgen im Bereich der gehobenen Gebrauchsgüter- und Spitzentechnologie. Beim Außenhandel mit FuE-intensiven Waren erzielt Deutschland pro Kopf der Bevölkerung einen positiven Export-Import-Saldo in Höhe von 3.350 US-Dollar (Spitzenwert der europäischen Länder), während das vergleichsweise MINT-, forschungs- und innovationsschwache Vereinigte Königreich per saldo FuE-intensive Waren im Wert von 370 US-Dollar pro Kopf einführt, was dem Höchstwert für die Nettoimporte aller europäischen Länder entspricht (Gehrke, 2013). Sämtliche Euro-Krisenländer sind ebenfalls Nettoimporteure FuE-intensiver Waren. Ein qualitativ identischer Befund resultiert bei einem Blick auf die technologische Zahlungsbilanz, welche die grenzüberschreitenden Zahlungsflüsse für immaterielle innovationsrelevante Güter wie Patente, Lizenzen und Forschungs- sowie Entwicklungsdienstleistungen abbildet. Während Deutschland auch in dieser

MINT-Arbeitskräfte als Motor des Innovationsstandorts Deutschland

Tabelle 1

Land	MINT-Erwerbstätige, in Prozent aller Erwerbstätigen	Gesamtwirtschaftliche FuE-Ausgaben, in Prozent des BIP	Triade-Patente pro Million Einwohner	Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen, in Prozent aller Unternehmen aus Branchen mit Innovationsaktivität
Tschechien	48,2	1,88	1,8	35
Polen	42,6	0,76	0,5	16
Deutschland	30,6	2,89	60,9	64
Österreich	29,9	2,77	36,4	44
Frankreich	28,7	2,25	32,5	34
Finnland	27,8	3,78	52,0	46
Schweden	26,1	3,39	74,2	49
Belgien	23,8	2,21	28,1	52
Dänemark	22,1	2,98	41,4	43
Griechenland	16,6	0,67	0,7	n. a.
Spanien	15,2	1,36	3,5	29
Irland	14,7	1,66	14,6	47
Niederlande	14,5	2,03	48,6	47
Italien	13,9	1,25	9,9	40
Vereinigtes Kgr.	13,8	1,78	21,7	33
Slowenien	13,7	2,47	3,5	35

Triadepatente: Patente, denen aufgrund ihrer Erteilung durch das US-amerikanische, europäische und japanische Patentamt eine besondere Weltmarktrelevanz für die ihnen zugrunde liegende Erfindung zugeschrieben wird.

Quellen: Sonderauswertung des European Labour Force Survey, Eurostat, 2014; OECD, 2013

Statistik Nettoexporteur ist, importieren das Vereinigte Königreich und die Euro-Krisenländer unterm Strich im Umfang von 1 bis 1,5 Prozent ihrer Wirtschaftsleistung immaterielle Innovationsgüter aus dem Ausland (eigene Berechnungen auf Basis von OECD, 2013).

Innerhalb der innovativen Unternehmen werden MINT-Arbeitskräfte nicht nur in den Bereichen Produktion, Forschung und Entwicklung, sondern auch in Management, Vertrieb und After-Sales-Services benötigt, denn die Kombination aus markt-, produkt- und technikbezogenem Know-how stellt eine Grundvoraussetzung für das Hervorbringen und erfolgreiche Vermarkten von Innovationen dar. Diese elementare Bedeutung von MINT-Arbeitskräften als notwendige Voraussetzung für die Entfaltung von Innovationskraft wird durch eine Befragung von über 2.000 Unternehmen im Rahmen des IW-Zukunftspanels 2011 (Erdmann et al., 2012), die selbst Innovationen hervorbringen, eindrucksvoll belegt (Tabelle 2).

Innovationsrelevante Indikatoren

Tabelle 2

Durchschnittliche Bewertung für die unternehmerische Innovationsfähigkeit auf einer Skala von 0 (unwichtig) bis 100 (sehr wichtig)

Indikator	Innovatoren aus den Top-Innovationsbranchen	Innovatoren aus sonstigen Branchen	Innovatoren insgesamt
MINT-Promotionen	22,4	20,5	21,0
MINT-Hochschulabsolventen	55,7	49,2	50,9
Beruflich Qualifizierte	54,3	52,2	52,8
MINT-Kompetenzen Abiturienten	44,9	29,0	33,3
MINT-Kompetenzen Schüler	28,4	23,1	24,5
MINT-Risikogruppe	30,7	21,8	24,2
Unternehmerische FuE-Investitionen	27,8	16,8	19,8
Patente/Gebrauchsmuster	33,4	22,9	25,7
Forschungspersonal	37,4	41,9	40,6
Staatliche FuE-Investitionen	34,4	28,3	29,9
Steuerliche FuE-Förderung	42,1	30,3	33,5
IKT-Infrastruktur	39,6	37,2	37,8
Weibliche MINT-Absolventen	29,3	23,9	25,3
Ausländische Studierende	18,3	15,4	16,2
Bildungsaufsteiger	24,3	23,2	23,5
Risikokapital	55,1	40,9	44,7
Technologische Regulierung	53,2	43,0	45,8
Arbeitsmarktregulierung	57,5	49,0	51,3

N = 3.614; Top-Innovationsbranchen: Fahrzeugbau, Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemie/Pharma.
Eigene Berechnungen auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011, 15. Befragungswelle, Teildatensatz

Die Ergebnisse dieser Befragung belegen die Relevanz von MINT-Qualifikationen für die Innovationsfähigkeit der Unternehmen nicht nur absolut, sondern auch relativ zu anderen relevanten Innovationsfaktoren. Trotz deutlicher Unterschiede zwischen den Top-Innovationsbranchen¹ und den sonstigen Innovationsbranchen – etwa bei der Bewertung steuerlicher FuE-Förderung, eigener FuE-Anstrengungen oder der Verfügbarkeit von Risikokapital – eint beide Gruppen ihre Wertschätzung technisch-naturwissenschaftlicher Arbeitskräfte als unverzichtbarer Faktor für den Innovationserfolg. Unabhängig von der konkreten Innovationsstrategie eines Wirtschafts-

¹ Hierzu werden an dieser Stelle die Branchen Fahrzeugbau, Maschinenbau, Elektrotechnik sowie Chemie/Pharma gezählt. Diese vier Branchen vereinen bei einem Anteil von weniger als 10 Prozent der gesamtwirtschaftlichen Beschäftigung (eigene Berechnungen auf Basis des Mikrozensus 2011) rund 64 Prozent der gesamtwirtschaftlichen Innovationsaufwendungen (Rammer et al., 2014) auf sich.

zweigs – und nicht nur für Unternehmen in Hoch- und Spitzentechnologiebranchen – zählen MINT-Arbeitskräfte somit zu den wichtigsten Determinanten der unternehmerischen Innovationskraft. Dabei sind MINT-Fachkräfte ebenso wichtig für den Innovationserfolg wie MINT-Akademiker. Dass promovierte MINT-Arbeitskräfte nur einen vergleichsweise geringen Punktwert erhalten, legt nicht etwa deren fehlende Relevanz für das Innovationssystem nahe, sondern leitet sich vielmehr aus der Tatsache ab, dass gemessen an der Grundgesamtheit aller Innovatoren nur vergleichsweise wenige innovative Unternehmen promovierte MINT-Akademiker beschäftigen.

Trotz ihrer elementaren Bedeutung wurden Arbeitskräfte mit Abschluss MINT-Berufsausbildung in der bisherigen Literatur (stellvertretend EFI, 2013) bei der Analyse innovationsrelevanter Indikatoren oft ausgeklammert. Dabei besteht eine der Besonderheiten und Vorteile des deutschen Bildungssystems darin, dass es stark auf die heterogenen Anforderungen der Industrie ausgerichtet ist. So bedarf beispielsweise die Produktion von hochwertigen Technologien einer ausgewogenen Mischung aus technisch qualifizierten Arbeitskräften mit akademischen und beruflichen Abschlüssen, die neue Ideen entwickeln und auch umsetzen können. Diese ausgewogene Gewichtung reflektiert vor allem das typische Innovationsmuster derjenigen zahlreichen Innovatoren in Deutschland, welche Neuerungen erfolgreich im Kontext von technischem Erfahrungswissen der Mitarbeiter, explorativer Konstruktionsaktivität und etablierten Kundenbeziehungen und nicht zwingend als Ergebnis von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, wissenschaftlichem Forschungspersonal oder Patentanmeldungen generieren (Rammer et al., 2011).

Eine erfolgreiche staatliche Innovationspolitik ist folglich für Innovatoren aus den Top-Innovationsbranchen, aber auch für den Durchschnitt aller Innovatoren in Deutschland mit einer erfolgreichen Bildungspolitik im MINT-Bereich gleichzusetzen. Diese sollte in der Breite ausbildungsreife und in technisch-naturwissenschaftlichen Fächern im Durchschnitt gut qualifizierte Schulabsolventen hervorbringen. Sind diese Voraussetzungen gegeben, vermitteln die Innovatoren diesen Schulabsolventen im Rahmen einer Berufsausbildung das relevante Innovationswissen für die betriebliche Praxis.

MINT-Branchen sind innovativ

In einem globalen Wettbewerb mit zunehmend internationalisierter Forschungs-, Innovations- und Geschäftstätigkeit können Unternehmen eines Hochlohnlandes nur wettbewerbsfähig sein, wenn ihre Produkte und Dienstleistungen auf den Absatzmärkten durch Qualität, Differenziertheit und

Ressourceneffizienz Nachfrage wecken. Daher bilden die innovations- und exportstarken Hochtechnologiebranchen, besonders der Metall- und Elektroindustrie sowie der chemischen Industrie, die Stütze des Geschäftsmodells Deutschland. Das Erfolgsrezept dieser Branchen ist die eigenständige Entwicklung und Umsetzung von Innovationen in Form neuer Produkte, Produktionsprozesse und Dienstleistungen.

Die im Ländervergleich (Tabelle 1) aufgezeigte Wirkungskette lässt sich innerhalb eines Landes auch auf die Ebene der Branchen herunterbrechen. So geht eine höhere MINT-Dichte (Beschäftigung von MINT-Arbeitskräften relativ zu allen Erwerbstätigen in einer Branche) dabei in der Regel auch mit einer höheren Forschungsneigung der Unternehmen und schließlich auch mit höheren Innovationserfolgen einher. Nach dieser Wirkungskette finden sich diejenigen fünf Branchen mit der höchsten MINT-Akademikerdichte – Technische/FuE-Dienstleistungen, EDV/Telekommunikation, Elektroindustrie, Fahrzeugbau sowie Maschinenbau – auch bei sämtlichen forschungs- und innovationsbezogenen Indikatoren in der Spitzengruppe (Tabelle 3). Ihre Forschungs- und Innovationskraft gründet sich somit auf ihre weit überdurchschnittliche Beschäftigungsintensität von MINT-Arbeitskräften. Umgekehrt verzeichnen wenig MINT-affine Branchen wie Unternehmensberatung/Werbung, Finanzdienstleistungen oder Nahrungsmittel/Getränke/Tabak auch nur geringe Forschungsintensitäten und Innovationserfolge.

Die Ergebnisse aus Tabelle 3 zusammenfassend verbinden die Kernbranchen des Geschäftsmodells D somit eine intensive Beschäftigung von MINT-Arbeitskräften und große Innovationsanstrengungen zu veritablen Innovationserfolgen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Metall- und Elektroindustrie (M+E-Industrie) zu. Gleichzeitig weist die M+E-Industrie eine weit überdurchschnittliche Dichte an MINT-Arbeitskräften auf – zwischen 57 Prozent (Elektroindustrie) und 69 Prozent (Maschinenbau) aller M+E-Erwerbstätigen sind MINT-Akademiker oder verfügen über eine berufliche Qualifikation in einer MINT-Fachrichtung. Weiterhin sind in der M+E-Industrie auch eine weit überdurchschnittliche Innovationsintensität und in der Konsequenz auch weit überdurchschnittliche Erfolge gemessen am Umsatz mit innovativen Produkten zu verzeichnen.

Allein die M+E-Branchen zeichneten im Jahr 2011 für Innovationsaufwendungen in Höhe von 72,8 Milliarden Euro (Rammer et al., 2013) verantwortlich und bestritten damit bei einem volkswirtschaftlichen Beschäftigungsanteil von etwa 14 Prozent rund 55 Prozent der volkswirtschaftlichen Innovationsaufwendungen Deutschlands. Nicht nur werden in den MINT-intensiven

MINT-Arbeitskräfte als Motor der innovationsstarken Branchen Deutschlands

Tabelle 3

Branche	MINT-Akademiker	MINT-Fachkräfte	MINT-Erwerbstätige insgesamt	Innovationsausgaben, in Milliarden Euro	Innovationsaufwendungen, in Prozent des Umsatzes	Unternehmen mit Produktinnovationen, in Prozent	Umsatzanteil neuer Produkte, in Prozent
	pro 1.000 Erwerbstätige						
Technische/FuE-Dienstleistungen	463	223	687	3,87	7,6	32	14,2
EDV/Telekommunikation	265	245	511	10,78	6,7	63	23,2
Elektroindustrie	163	409	573	16,67	9,2	63	36,4
Fahrzeugbau	146	489	635	38,67	9,3	48	49,7
Maschinenbau	144	544	688	12,66	5,4	71	28,2
Energie/Bergbau/Mineralöl	131	471	602	3,75	0,6	19	4,4
Chemie/Pharma	126	402	527	13,43	6,6	70	14,5
Medienleistungen	94	125	220	1,55	2,0	26	9,1
Möbel/Spielwaren/Medizintechnik/Reparatur	62	396	458	3,27	3,2	35	16,1
Gummi-/Kunststoffverarbeitung	55	423	478	2,08	2,6	50	12,8
Unternehmensberatung/Werbung	53	42	95	0,71	1,1	20	8,3
Wasser/Entsorgung/Recycling	51	451	502	0,28	0,7	12	2,7
Großhandel	48	245	293	1,85	0,2	21	5,4
Glas/Keramik/Steinwaren	45	471	516	1,13	2,4	35	10,0
Finanzdienstleistungen	43	56	99	4,96	0,5	37	10,9
Metallerzeugung/-bearbeitung	41	561	602	4,79	1,9	30	8,7
Unternehmensdienste	41	220	261	0,80	0,8	13	5,5
Textil/Bekleidung/Leder	33	347	380	0,67	2,5	44	26,9
Transportgewerbe/Post	29	281	310	6,50	2,5	11	7,3
Holz/Papier	25	467	492	0,73	1,1	21	11,6
Nahrungsmittel/Getränke/Tabak	11	147	158	2,74	1,4	26	11,2

Die MINT-Akademiker umfassen auch die Absolventen von Berufsakademien.
 Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen; Rammer et al., 2013 (Datenstand: 2011); in den restlichen Branchen werden keine beziehungsweise keine volkswirtschaftlich relevanten Innovationsaufwendungen getätigt

Branchen des Verarbeitenden Gewerbes bezogen auf den Umsatz deutlich mehr Ressourcen in Forschung und Entwicklung investiert als im Durchschnitt der Volkswirtschaft, auch liegt die FuE-Intensität in großen Unternehmen dort doppelt so hoch wie in großen Unternehmen anderer Branchen (Eurostat, 2014).

2.2 MINT und industrielle Verflechtungen

Von den MINT-intensiven Branchen gehen substantielle Impulse für die gesamte Volkswirtschaft aus, da diese eng mit anderen Branchen verflochten sind. Vor allem das Verarbeitende Gewerbe erweist sich in diesem Zusammenhang als Ausgangspunkt wesentlicher Forschungs- und Innovationsprozesse. Räumliche Nähe und Agglomeration werden in der Literatur der New Economic Geography als ein entscheidender Faktor für die Entwicklung von Innovationen angesehen (zum Beispiel Audretsch/Feldman, 2003). Industrielle Cluster – vereinfacht formuliert räumlich konzentrierte sowie vertikal und/oder horizontal angelegte Netzwerke von Unternehmen, Forschungs- und MINT-Ausbildungsinstitutionen – bieten gerade für kleinere Unternehmen ein fruchtbares Umfeld für Innovationen und zur Entwicklung von Kooperationen mit größeren Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Die räumliche Konzentration von Unternehmen derselben Branche oder Technologie führt dazu, dass sich – unterstützt durch eine an den unternehmerischen Bedürfnissen orientierte Ausbildungsleistung regionaler Hochschulen – spezifische Arbeitsmärkte ausbilden. Während es für die Innovationskraft auf Branchenebene von Vorteil ist, wenn die Unternehmen in der Region auf Arbeitskräfte mit den notwendigen MINT-Qualifikation zurückgreifen können, kann die Lohnkonkurrenz zu lokalen Großunternehmen für kleinere Betriebe ein de-agglomerierender Faktor sein. Darüber hinaus werden industrielle Cluster zunehmend als Katalysatoren zur Beschleunigung des industriellen Wandels, der Entwicklung neuer regionaler Wettbewerbsvorteile, der Schaffung von Unternehmen und Arbeitsplätzen und damit zu Wachstum und Wohlstand angesehen (EU-Kommission, 2012).

In der Metall- und Elektroindustrie liegen fünf der europaweit elf Clusterregionen höchster Intensität in Deutschland, in der chemischen Industrie sind es vier von acht (IW Köln/IW Consult, 2013). Gemessen wird dabei die Beschäftigung der jeweiligen Branchen relativ zur Gesamtbeschäftigung in einer Region. Auf Basis der in Tabelle 3 (vgl. Abschnitt 2.1) dargestellten Binnenstruktur der innovativen Branchen kann dieser Indikator auch als heuristische Näherung für MINT-Cluster interpretiert werden.

Diese MINT-Cluster haben für das deutsche Geschäftsmodell eine herausgehobene Bedeutung, da sie eine Systemkopffunktion erfüllen, mit deren Hilfe in Deutschland ansässige Unternehmen in der globalisierten Weltwirtschaft erfolgreich bestehen. Viele deutsche Unternehmen reagieren auf die Herausforderungen des Strukturwandels hin zu einer forschungs- und wissensintensiven Gesellschaft mit einer Kombination aus Vertiefung und Zerlegung ihrer Wertschöpfungsketten (Hüther et al., 2008). Das Erfolgsrezept besteht aus permanentem Engineering mit kontinuierlich verbesserten Produkten und der Beherrschung von komplexen Kundenwünschen. Die regionalen Verflechtungen lassen sich daran erkennen, dass sich deutsche Unternehmen mit internationalisierter Geschäftstätigkeit in der Regel darauf konzentrieren, in Deutschland Kernfunktionen und die dort erzeugten Headquarter Services ihren Tochtergesellschaften zur Verfügung zu stellen. Unter Einsatz hochqualifizierter MINT-Arbeitskräfte beinhalten diese Kernfunktionen besonders die Produktion qualitativ hochwertiger Teile, die Erbringung hochwertiger technischer Dienstleistungen sowie Innovationsleistung durch Forschung und Entwicklung (Hüther

et al., 2008). Gleichzeitig nutzen die Unternehmen in Bereichen, die den Einsatz vergleichsweise einfach qualifizierter Arbeitskräfte voraussetzen, die Chancen der Globalisierung für die weltweite Zerlegung von Wertschöpfungsketten und zur Optimierung von Prozessen. Würden die zugehörigen Aktivitäten zu relativ hohen Löhnen am heimischen Standort erfolgen, wären sie der internationalen Konkurrenz nicht gewachsen. Es drohen jedoch auch die Systemkopffunktionen der industriellen Wertschöpfung abzuwandern, wenn die Arbeitskräfteversorgung im MINT-Bereich nicht langfristig sichergestellt werden kann.

MINT-Arbeitskräfte und industrielle Wertschöpfung

Tabelle 4

in Prozent

Land	Anteil der MINT-Arbeitskräfte an allen Erwerbstätigen	Anteil des Verarbeitenden Gewerbes ¹ an der Bruttowertschöpfung
Tschechien	48,2	36,8
Polen	42,6	29,9
Deutschland	30,6	34,7
Österreich	29,9	26,5
Frankreich	28,7	19,3
Finnland	27,8	25,0
Schweden	26,1	26,4
Belgien	23,8	26,0
Dänemark	22,1	20,0
Griechenland	16,6	10,3
Spanien	15,2	18,1
Irland	14,7	29,0
Niederlande	14,5	23,7
Italien	13,9	25,8
Vereinigtes Kgr.	13,8	15,9

¹ Inklusive Vorleistungsverbund.

Quellen: Sonderauswertung des European Labour Force Survey, Eurostat, 2014; IW Köln/IW Consult, 2013

Die Bedeutung der MINT-Qualifikationen für die Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe zeigt sich auch bei einer Gegenüberstellung beider Größen für europäische Volkswirtschaften (Tabelle 4). Hierbei zeigt sich, dass die Größen korrelieren und Staaten mit einer hohen industriellen Wertschöpfung tendenziell auch eine deutlich MINT-intensivere gesamtwirtschaftliche Beschäftigung aufweisen.

Um die gesamtwirtschaftliche Bedeutung von MINT-Qualifikationen verstehen zu können, muss schließlich auch die Rolle der MINT-Arbeitskräfte außerhalb des Verarbeitenden Gewerbes betrachtet werden. Die Tatsache, dass 60 Prozent aller erwerbstätigen MINT-Akademiker in Dienstleistungsbranchen beschäftigt sind (Tabelle 5), bedeutet keineswegs, dass ihre dortigen Tätigkeiten nicht industrienah wären. Im Gegenteil existiert im MINT-Segment eine enge Verflechtung von Industrie- und Dienstleistungsbranchen, denn die zunehmende intersektorale Arbeitsteilung ist schlicht Ausdruck eines Outsourcings in Verbindung mit einer zunehmenden Hybridisierung industrieller Produkte mit Dienstleistungs- und Servicekomponenten. Im Rahmen einer vertieften Wertschöpfungskette bieten Industrieunternehmen zunehmend Komplettgüter aus Waren und produktbegleitenden Diensten an. Die Erstellung der zugehörigen Dienstleistungen – darunter spezifische FuE-Dienstleistungen, technischer Service und Vertrieb sowie technisches Management – lagern sie aus und konzentrieren sich auf ihre Kernaufgaben.

Erwerbstätige Akademiker nach Wirtschaftssektoren Tabelle 5

im Jahr 2011

Wirtschaftssektor	MINT-Akademiker		Sonstige Akademiker		MINT-Akademiker, in Prozent aller Akademiker
	Erwerbstätige	in Prozent	Erwerbstätige	in Prozent	
Industriesektor	935.300	38,5	452.100	8,6	67,4
Dienstleistungssektor	1.477.200	60,9	4.743.600	90,5	23,7
Primärsektor	14.100	0,6	46.600	0,9	23,2
Insgesamt	2.426.500	100,0	5.242.200	100,0	31,6

Anzahl auf Hunderterstelle gerundet; Rundungsdifferenzen; alle Werte einschließlich der Absolventen von Berufsakademien.
Quelle: Anger et al., 2013b

2.3 MINT und internationale Kapitalmobilität

Auch im Rahmen der neoklassischen Wachstumstheorie zeigt sich die Bedeutung der Verfügbarkeit von MINT-Qualifikationen für die Wachstumsdynamik im Geschäftsmodell D. Bei neoklassischen Wachstumsmodellen mit internationaler Kapitalmobilität muss die Akkumulation von Kapital nicht

nur aus dem Inland über Ersparnisse erfolgen. Das international verfügbare Kapital wird bei Annahme eines vollkommenen Kapitalmarktes in die Region fließen, in der die höchste Rendite erzielt wird (Barro et al., 1995). Diese Modellannahmen sind vor allem bei Gütern praxisrelevant, die nicht eine nationale Nachfrage bedienen, sondern internationale Produktmärkte, und bei denen die Technologie prinzipiell weltweit verfügbar ist.

Barro et al. (1995) zeigen in einem Modell mit offenem Kapitalmarkt, in dem Sachkapital international mobil, Humankapital aber immobil ist, dass gerade das Humankapital der entscheidende wachstumsrelevante Faktor für das Bruttoinlandsprodukt (BIP) je Einwohner ist. Tabelle 2 (Abschnitt 2.1) zeigt, dass in den export- und innovationstarken Industrien des Geschäftsmodells D deutlich über die Hälfte der Fachkräfte eine MINT-Qualifikation hat.

Das BIP je Einwohner ist im Modell von Barro et al. (1995) nur vom Humankapital pro Kopf abhängig. Bezogen auf die Exportsektoren sind dies folglich die MINT-Qualifikationen. Das Realkapital fließt aus dem Rest der Welt so lange zu, bis das Grenzprodukt dem Weltzinssatz entspricht. Die Höhe des Wachstumspfad in Deutschland hängt nach diesem Modell also nur vom Humankapital ab, sodass das Fachkräfteangebot in Deutschland das Niveau des Bruttoinlandsprodukts je Einwohner bestimmt.

Kreditrestriktionen können als eine Ursache einer langsamen Konvergenzgeschwindigkeit bei internationalen Kapitalmärkten betrachtet werden. Empirische Untersuchungen zeigen jedoch für die OECD-Staaten oder für die Regionen der USA, dass dort ebenso eine relativ geringe Konvergenzgeschwindigkeit herrscht, obwohl Kreditrestriktionen nur eine untergeordnete Rolle spielen (Barro/Sala-i-Martin, 2003; Duczynski, 2000). Kremer/Thomson (1998, 5) sehen deshalb als Ursache für eine geringe Konvergenzgeschwindigkeit nicht die Kreditrestriktionen, sondern Komplementaritäten beim Humankapital: „Imperfect substitutability between the human capital of young and old workers can thus help explain why per capita(l) output does not converge instantaneously, as the open-economy, neoclassical growth models predicts.“

Die Komplementaritäten sind für die Wachstumseffekte sehr wichtig. Fehlen jüngere MINT-Fachkräfte, so sinkt aufgrund der Komplementarität das MINT-Aggregat schneller, als dies der quantitative Rückgang vermuten ließe. Andererseits bedeutet das relativ hohe Angebot an älteren MINT-Arbeitskräften, dass das Grenzprodukt zusätzlicher jüngerer MINT-Arbeitskräfte sehr hoch ist und wiederum zu hohen Wachstums- und Wohlfahrts-effekten führen würde.

2.4 MINT-Engpässe im Bildungssystem und Wachstum

Das MINT-intensive Geschäftsmodell D hat Auswirkungen auf die Entstehung von MINT-Qualifikationen. Im Lucas-Uzawa-Modell (Lucas, 1988; Uzawa, 1965) wird ein Zwei-Sektoren-Modell mit unterschiedlicher Produktionstechnologie betrachtet. Die Modellbetrachtung kann so interpretiert werden, dass im Industriesektor MINT-Qualifikationen eingesetzt werden und im Bildungssektor neue MINT-Qualifikationen produziert werden. Ein Teil der MINT-Qualifikationen bleibt im Bildungssektor zur Generierung weiterer Qualifikationen, der andere Teil wird im Industriesektor eingesetzt. Im Lucas-Uzawa-Modell wird die Produktion im Industriesektor wie zuvor durch eine substitutionale neoklassische Produktionsfunktion beschrieben. Neben dem Realkapital wird der Anteil der Qualifikationen, der nicht im Bildungssystem zur Generierung neuer Qualifikationen verwendet wird, dort eingesetzt.

Im Bildungssektor besteht keine Substituierbarkeit zwischen Qualifikationen und Realkapital, hier wird nur der Produktionsfaktor Humankapital h eingesetzt, wobei der nicht in der Industrie genutzte Anteil $(1 - u)$ verwendet wird. Der Faktor B beschreibt die als konstant angenommene Produktivität des Bildungssektors. Der Abschreibungsfaktor δ verringert den Bestand an Humankapital. Für die Änderung des Humankapitals folgt somit:

$$(1) \dot{h} = B(1 - u)h - \delta h$$

Die Wachstumsrate der Qualifikationen nimmt mit steigendem Anteil des Humankapitals im Bildungssektor, mit einer höheren Produktivität des Bildungssektors und mit einer kleineren Abschreibungsrate des Humankapitals zu.

Bei internationaler Kapitalmobilität wird Realkapital so lange in den Industriesektor eingesetzt, bis das Grenzprodukt des Realkapitals auf den internationalen Zinssatz gefallen ist. Im Unterschied zum einfachen neoklassischen Wachstumsmodell nach Solow (Solow, 1956) führt der Bildungssektor dazu, dass neues Humankapital akkumuliert wird, sodass bei gegebenem Realkapitalstock die Bruttoinvestitionen zunehmen und damit zu dessen Erhöhung führen.

Der Wachstumsprozess wird folglich durch die Akkumulation von Humankapital im unter konstanten Grenzerträgen arbeitenden Bildungssektor getragen. Im Gleichgewicht wächst der Realkapitalstock mit derselben Rate wie der Humankapitalstock, sodass der gesamte Output pro Kopf ebenso mit dieser Rate $w_y = B(1 - u) - \delta$ zunimmt. Die Wachstumsrate steigt demzufolge mit steigender Produktivität im Bildungssektor und zunehmendem Anteil des Bildungssektors am Gesamthumankapital der Volkswirtschaft.

Bestehen aufgrund des demografischen Wandels zunehmend Engpässe, so könnten diese vor allem den Bildungsbereich betreffen. Es könnte zu einem Rückgang des Anteils des dort eingesetzten Humankapitals kommen oder zu einem vermehrten Einsatz fachfremder Kräfte, was sich wiederum auf die Qualität der Ausbildung auswirken könnte. Der Industriesektor hat folglich selbst ein großes Interesse daran, die Entstehung von MINT-Qualifikationen im Bildungssystem zu fördern und dort die Effizienz zu erhöhen (Kapitel 4).

2.5 Fazit: MINT-Angebot bestimmt den Wachstumspfad

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass der MINT-Arbeitsmarkt nicht durch ein einfaches Marktmodell von Angebots- und Nachfragekurve abgebildet werden kann. Werden MINT-Arbeitskräfte knapp, so steigt nicht einfach deren Marktpreis, sondern es entstehen dynamische Anpassungseffekte, die zu Wohlstandsverlusten führen. Dies liegt daran, dass sich der MINT-Bedarf nicht exogen ergibt, sondern das Angebot selbst Innovationskraft und Wachstumsperspektive der Volkswirtschaft bestimmt. Dies gilt für die MINT- noch stärker als für andere Qualifikationen, da diese vor allem in den innovations- und exportstarken Branchen relevant sind. In diesen Wirtschaftszweigen können bei international verfügbaren Technologien und internationalen Kapitalmärkten trotz prinzipiell substituierbarer Produktionsfaktoren nicht einfach fehlende Fachkräfte durch mehr Kapital ersetzt werden. Im Gegenteil: Sind Fachkräfte knapp, so sinken Innovationskraft und Realkapital. In der Folge nehmen Wachstum und Wohlstand ab.

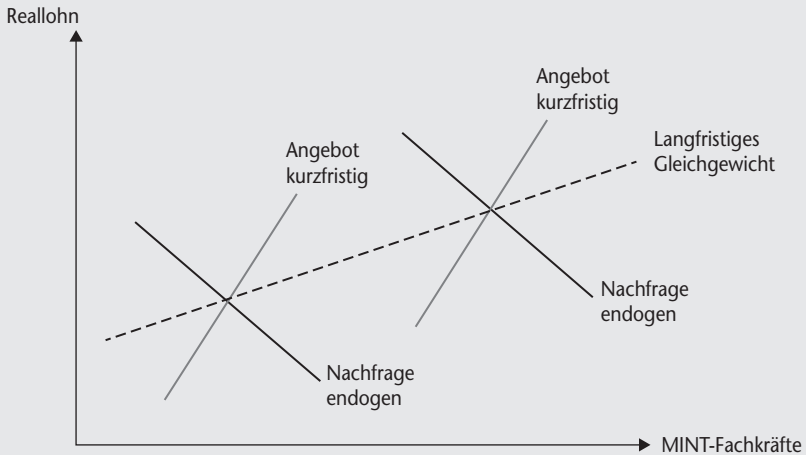
Im umgekehrten Fall bedeutet dies bezogen auf die Darstellung eines Marktkreuzes, dass bei einer Erhöhung des MINT-Angebots folgende Effekte auf die Wachstumsdynamik entstehen:

- die Innovationskraft der Unternehmen steigt,
- die Verflechtung der Unternehmen und damit die Agglomerationskraft des Wirtschaftsstandorts Deutschland steigt,
- internationale Kapitalströme werden ausgelöst,
- die Effizienz des Bildungssystems in den MINT-Bereichen wird gestärkt.

Die dargestellten Folgen bewirken, dass die Wachstumsdynamik in Deutschland zunimmt. Der steigende Wachstumspfad und die höhere Dynamik führen wiederum dazu, dass sich die Nachfrage nach MINT-Qualifikationen weiter erhöht. Im neuen Gleichgewicht wird ein höherer Wohlstand erreicht, der im Marktmodell zu einem höheren Reallohn führt (Abbildung 1). Langfristig führt damit ein höheres Angebot an MINT-Qualifikationen über dadurch ausgelöste Innovations- und Wachstumsprozesse zu mehr Wohlstand

Stilisierter Arbeitsmarkt für MINT-Fachkräfte

Abbildung 1



MINT-Fachkräfte: MINT-Akademiker und MINT-Arbeitskräfte.
Eigene Darstellung

und höheren Löhnen im Marktmodell – und nicht wie bei der Analyse eines statischen Marktmodells einer geschlossenen Volkswirtschaft ohne dynamische Wohlfahrtseffekte zu sinkenden Reallohnen.

3

MINT-Bedarfe im Geschäftsmodell D

MINT-Qualifikationen sind im industriebasierten Geschäftsmodell Deutschlands von großer Bedeutung. In einem ersten Schritt ist zu untersuchen, in welchen Bereichen und Berufen ein Bedarf an MINT-Qualifikationen vorliegt. Erlernter Beruf und ausgeübter Beruf sind dabei nicht identisch. Besonders die hohe Innovationsorientierung des Geschäftsmodells D führt dazu, dass in vielen Nicht-MINT-Berufen vor allem MINT-Qualifikationen benötigt werden. In einem zweiten Schritt sollen die Bedarfe an MINT-Akademikern näher betrachtet werden. Danach folgt im dritten Schritt die Analyse künftiger Engpässe beruflicher MINT-Qualifikationen. Im vierten Schritt werden aus diesen Ergebnissen Handlungsnotwendigkeiten abgeleitet.

3.1 Bedarf an MINT-Qualifikationen

Die Verflechtung von Industrie- und Dienstleistungsbranchen und die zunehmende Hybridisierung industrieller Produkte mit Dienstleistungs- und Servicekomponenten wirken sich auch auf den Bedarf von MINT-Arbeitskräften in verschiedenen Berufen aus – besonders deutlich wird dies bei Akademikern. In Bezug auf die ausgeübten Berufe weisen diese eine immense Flexibilität auf und es bestehen Bedarfe in einer Reihe von verschiedenen Berufsfeldern. Mit knapp 1,4 Millionen oder einem Anteil von 57 Prozent arbeitet die Mehrheit der MINT-Akademiker erwartungsgemäß in technisch-naturwissenschaftlichen Berufen (Tabelle 6).

Mehr als 40 Prozent der beschäftigten MINT-Akademiker arbeiten demnach in anderen Berufsfeldern, etwa als Manager oder Professor. So arbeiten 294.600 MINT-Akademiker in Rechts-, Management- und wirtschaftswissenschaftlichen Berufen. Sie sind hier vor allem als Unternehmer oder Geschäfts-

Erwerbstätige MINT-Akademiker nach ausgeübtem Beruf

Tabelle 6

im Jahr 2011

Beruf	Erwerbs-tätige MINT-Akademiker	Anteil erwerbs-tätiger MINT-Akademiker, in Prozent	Beispielberuf
Technisch-naturwissenschaftliche Berufe	1.379.200	56,9	Ingenieur; Informatiker
Rechts-, Management- und wirtschaftswissenschaftliche Berufe	294.600	12,3	Unternehmer; Geschäftsführer; Geschäftsbereichsleiter; Direktionsassistenten
Büro-, kaufmännische Dienstleistungsberufe	155.100	6,5	Verwaltungsfachleute (höherer oder gehobener Dienst); Organisatoren; Controller
Künstlerische, medien-, geistes- und sozialwissenschaftliche Berufe	138.200	5,5	Wissenschaftler; Publizisten; Marketing- und Absatzfachleute
Lehrberufe	121.300	5,0	Hochschullehrer; Lehrer an berufsbildenden Schulen
Berufe im Warenhandel, Vertrieb	81.000	3,4	Einkäufer/Einkaufsleiter
Sonstige Berufe	257.100	10,4	Apotheker; Techniker in Gartenbau und Landesplanung; Waren-, Fertigungsprüfer

Alle Werte einschließlich der Absolventen von Berufsakademien.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen; Abgrenzung der Berufsgruppen nach Helmrich/Zika, 2010

führer tätig. Weitere 155.100 sind in Büro- oder kaufmännischen Dienstleistungsberufen zum Beispiel als Verwaltungsfachleute im höheren oder gehobenen Dienst, als Organisatoren oder als Controller hauptsächlich bei Herstellern von technisch-komplexen Produkten beschäftigt. Beschäftigungsbedarfe für MINT-Akademiker haben darüber hinaus in nennenswertem Umfang auch die künstlerischen, medien-, geistes- und sozialwissenschaftlichen Berufe. In diesem Berufsfeld sind 138.200 MINT-Akademiker vor allem als Wissenschaftler, Publizisten oder als Marketing- und Absatzfachleute beschäftigt. Bei Absatzfachleuten ist wiederum die Besonderheit relevant, dass technisch komplexe Produkte und Dienste entlang der Wertschöpfungskette hier im Wesentlichen technische Kompetenzen erfordern. Ein weiteres wichtiges Aufgabenfeld sind die Lehrberufe. Hier gibt es 121.300 erwerbstätige MINT-Akademiker, wovon ein Großteil als Hochschullehrer tätig ist. So ist ein Physikprofessor in der Regel Physiker, ein Maschinenbau-professor Ingenieur. Aber auch als Lehrer sowohl an allgemeinbildenden als auch an beruflichen Schulen werden Absolventen eines MINT-Studienfachs eingesetzt. Zum Beispiel als Einkäufer oder Einkaufsleiter sind MINT-Akademiker auch in Berufen aus dem Bereich Warenhandel und Vertrieb beschäftigt, in dem insgesamt 81.000 Personen mit dieser Qualifikation arbeiten. Unter den sonstigen Berufen sind MINT-Akademiker etwa bei den Apothekern, den Ingenieuren im Gartenbau und in der Landesplanung oder bei den Waren- und Fertigungsprüfern zu finden.

Studien, die den MINT-Arbeitsmarkt lediglich am ausgeübten Beruf abgrenzen und nur die Entwicklung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in MINT-Berufen betrachten (Brenke, 2012), analysieren somit nur gut die Hälfte der am Arbeitsmarkt nachgefragten Beschäftigungsperspektiven und berücksichtigen nicht die Besonderheit des deutschen Geschäftsmodells. Im Rahmen ihres Studiums lernen MINT-Akademiker, mathematisch-analytische Denkmuster auf hohem Niveau anzuwenden und komplexe technische Probleme in der Praxis zu lösen. Diese Fähigkeiten sind Querschnittskompetenzen, die in vielen Berufen angewandt werden können. MINT-Akademiker werden aus diesem Grund am Arbeitsmarkt in zahlreichen Erwerbsberufen nachgefragt und können dort wertvolle Beiträge zur Wertschöpfung leisten.

Die im Rahmen eines MINT-Studiums erworbenen Kompetenzen befähigen auch häufig für eine Führungsfunktion. So sind MINT-Akademiker deutlich häufiger als andere Hochschulabsolventen in Führungspositionen tätig. Im Jahr 2010 hatten mehr als 46 Prozent der MINT-Akademiker eine

Erwerbstätige in leitender Position

Tabelle 7

im Jahr 2010, in Prozent

MINT-Akademiker	46,3
Sonstige Akademiker	40,0
Alle Erwerbstätige	20,9

Alle Branchen; Angaben ohne Selbstständige; die Angaben zu den Akademikern beinhalten die Absolventen einer Berufsakademie; die Beantwortung dieser Frage war freiwillig. Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2010; eigene Berechnungen

Studienfach von Industriemanagern

Tabelle 8

in Prozent

	2005	2011 ¹
MINT	55,1	56,0
Wirtschaftswissenschaften	29,3	31,6
Sonstiges	15,6	12,3

Rundungsdifferenzen. ¹ Ohne Berufsakademien. Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen

leitende Position inne. Bei den übrigen Akademikern traf dies nur auf 40 Prozent zu (Tabelle 7). Auch hierbei ist der Erfolg von Unternehmen in den eng verflochtenen Industrie- und Dienstleistungsbranchen von technischem Know-how in den Führungsbereichen abhängig.

Besonders deutlich wird die Bedeutung des technikaffinen Geschäftsmodells D für den Bedarf an MINT-Akademikern bei der Besetzung von Managerpositionen in der Industrie. So haben im Jahr 2011 unter allen als Manager tätigen Akademikern in der Industrie 56 Prozent ein MINT-Fach studiert. Wirtschaftswissenschaftler, die in einigen Arbeitsmarktstudien (Brenke, 2012) allein als Qualifikation dem Beruf Manager zugeordnet werden, sind in diesem Beruf nur zu knapp 32 Prozent zu finden. Sonstige akademische Fachrichtungen spielen bei Managern in der Industrie mit 12,3 Prozent eine untergeordnete Rolle (Tabelle 8).

3.2 Bedarf an MINT-Akademikern

Wie sich der Bedarf an MINT-Arbeitskräften in Zukunft entwickeln wird, lässt sich nicht für einzelne Jahre exakt prognostizieren. Viele MINT-Akademiker sind in den Hochtechnologiebranchen beschäftigt, die sehr stark von der globalen Konjunktorentwicklung abhängig sind. Da sich diese für einzelne Jahre kaum vorhersagen lässt, ist eine detaillierte Prognose zum Arbeitsmarkt für MINT-Arbeitskräfte in Deutschland nicht für jedes einzelne Jahr möglich.

Wie in Kapitel 2 gezeigt, ist aus langfristiger Sicht der Bedarf vom Angebot und der damit verbundenen Wachstumsdynamik sowie von der demografischen Entwicklung abhängig. Zum einen lässt sich sehr gut prognostizieren, wie viele MINT-Akademiker in den nächsten Jahren altersbedingt aus dem Arbeitsmarkt ausscheiden werden und ersetzt werden müssen, also welcher Ersatzbedarf besteht. Zum anderen kann zumindest grob erfasst werden, welcher Expansionsbedarf besteht, wenn der Wachstumspfad der

Volkswirtschaft fortgeschrieben werden soll. Hierbei wird die Expansion der Beschäftigung von MINT-Akademikern in einem Stützzeitraum erfasst und der Expansionspfad fortgeschrieben.

In den nächsten Jahren wird ein erheblicher Ersatzbedarf im MINT-Segment entstehen, da viele der heute erwerbstätigen MINT-Akademiker bereits kurz vor dem Renteneintrittsalter stehen. Dabei ist der MINT-Arbeitsmarkt deutlich stärker als andere Arbeitsmarktsegmente von der Alterung der Gesellschaft betroffen (Geis/Plünnecke, 2012). Bis zum Jahr 2016 ist von einem jährlichen Ersatzbedarf von 49.500 Personen auszugehen (Tabelle 9). In den Jahren 2017 bis 2021 liegt er mit 55.900 Personen um durchschnittlich 13 Prozent und in den Jahren 2022 bis 2026 mit 65.500 Personen um 32 Prozent höher. Der Einfluss des demografischen Wandels auf die Nachfrage nach MINT-Akademikern nimmt also in den kommenden Jahren sukzessive zu.

Ersatzbedarf an MINT-Akademikern Tabelle 9

Jahr	Durchschnittlicher Ersatzbedarf pro Jahr
Bis 2016	49.500
2017 bis 2021	55.900
2022 bis 2026	65.500

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen

Darüber hinaus entsteht durch den technischen Fortschritt ein Expansionsbedarf im technisch-naturwissenschaftlichen Segment, der sich aus dem Zusammenwirken dreier Trends speist. Erstens entstehen durch das langfristige Wachstum der deutschen Volkswirtschaft zusätzliche Arbeitsplätze. Zweitens führt der anhaltende Strukturwandel hin zu einer wissensintensiven Gesellschaft zu einer Verlagerung von Arbeitsplätzen vom Primär- und Sekundärsektor (Urproduktion und Industrie) in den Tertiärsektor (Dienstleistungen) und drittens auch zu einer bevorzugten Beschäftigung hochqualifizierter Arbeitskräfte (Bonin et al., 2007).

Zwischen den Jahren 2005 und 2010 ist die Erwerbstätigkeit der MINT-Akademiker pro Jahr um 59.000 Personen gestiegen. Für den zukünftigen jährlichen Expansionsbedarf wird der Trend in dieser Höhe fortgeschrieben. Aktuelle Entwicklungen, wie die Umstellung der Stromgewinnung auf erneuerbare Energieträger, die zunehmende Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien im geschäftlichen und privaten Alltag, die Einführung der Elektromobilität und die Entwicklung nanotechnischer Verfahren für die Medizin und zur Herstellung von Hightech-Produkten, dürften den künftigen Expansionsbedarf sogar noch erhöhen.

Die Ausführungen in Kapitel 2 haben gezeigt, dass der Expansionsbedarf keine exogene Größe ist, sondern ein steigendes Angebot an MINT-Arbeits-

kräften Clusterregionen stärkt und Grundlage der Wachstumsdynamik in offenen Volkswirtschaften ist. Langfristig würde ein höheres MINT-Angebot diese Wachstums- und Agglomerationskräfte stärken und das Wohlstandsniveau erhöhen. Im Folgenden wird der Bedarf beschrieben, der die Wachstumsdynamik seit dem Jahr 2005 fortschreiben würde.

Fast man den Ersatz- und Expansionsbedarf zusammen, ergibt sich für die kommenden Jahre ein Gesamtbedarf von durchschnittlich 108.500 MINT-Akademikern im Jahr. Aufgrund des sich verstärkenden demografischen Wandels dürfte sich dieser jährliche Bedarf im Zeitraum 2017 bis 2021 auf jährlich 114.900 MINT-Akademiker erhöhen. Dabei ist allerdings einschränkend anzumerken, dass die Entwicklung der konjunkturellen Lage in dieser Berechnung nicht berücksichtigt werden kann. Die Nachfrage nach MINT-Akademikern kann also unter Umständen in einzelnen Jahren höher und in anderen niedriger sein. Dennoch zeigen die Zahlen, dass die Nachfrage nach Absolventen naturwissenschaftlich-technischer Studiengänge in den kommenden Jahren weiter steigen dürfte.

3.3 Bedarf an MINT-Fachkräften

Bis zum Jahr 2016 ergibt sich ein jährlicher Ersatzbedarf bei den beruflich Qualifizierten im MINT-Bereich von 241.800. Dieser steigt in den Folgejahren weiter an. In den Jahren 2017 bis 2021 liegt er mit 264.900 Personen um durchschnittlich 10 Prozent und in den Jahren 2022 bis 2026 mit 289.200

Ersatzbedarf an MINT-Fachkräften

Tabelle 10

im Durchschnitt pro Jahr

Jahr	Beruflicher Bereich insgesamt	Davon: Meister/Techniker
Bis 2016	241.800	43.900
2017 bis 2021	264.900	45.600
2022 bis 2026	289.200	50.500

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen

Personen um 20 Prozent höher. Der Ersatzbedarf bei den Meistern und Technikern beträgt bis zum Jahr 2016 pro Jahr 43.900 und liegt zwischen den Jahren 2017 bis 2021 bei 45.600 (+3,9 Prozent). In den Jahren 2022 bis 2026 liegt er mit 50.500 um 15 Prozent höher (Tabelle 10).

Neben dem Ersatzbedarf kann auch ein Expansionsbedarf bestehen. Wie bei den MINT-Akademikern wird dieser durch die Entwicklung der Erwerbstätigkeit der MINT-Fachkräfte in den letzten Jahren bestimmt. Zwischen den Jahren 2005 und 2010 nahm die Zahl der Erwerbstätigen mit einer beruflichen MINT-Qualifikation pro Jahr durchschnittlich um knapp 100.000 Personen zu. Daher ist davon auszugehen, dass neben dem Ersatzbedarf auch

noch zusätzliche Facharbeiter und Meister/Techniker für einen Expansionsbedarf benötigt werden.

3.4 Fazit: künftige Herausforderungen

Das Angebot an akademischen und beruflich qualifizierten MINT-Kräften wird sich in den kommenden Jahren aufgrund unterschiedlicher Entwicklungen im Bildungssystem differenziert entwickeln. Dies wird bei der Betrachtung des Anteils der MINT-Akademiker beziehungsweise der MINT-Fachkräfte an der Bevölkerung in verschiedenen Altersgruppen deutlich. Bei den MINT-Akademikern ist der Anteil in der Altersgruppe zwischen 30 und 34 Jahren mit 7,2 Prozent höher als in den älteren Kohorten (Tabelle 11). Gemessen an der gesamten Bevölkerung stehen damit in der jungen Alterskohorte mehr MINT-Akademiker zur Verfügung als bei den älteren Jahrgängen. Dies ist eine positive Entwicklung, um den bestehenden und zukünftigen Engpässen im MINT-Bereich entgegenzuwirken.

MINT-Arbeitskräfte nach Altersgruppe Tabelle 11

Anteile an der Bevölkerung in der entsprechenden Altersgruppe im Jahr 2011, in Prozent

Altersgruppe	MINT-Akademiker	MINT-Fachkräfte
30–34 Jahre	7,2	19,7
35–39 Jahre	5,9	22,0
40–44 Jahre	6,3	24,6
45–49 Jahre	6,0	26,2

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen

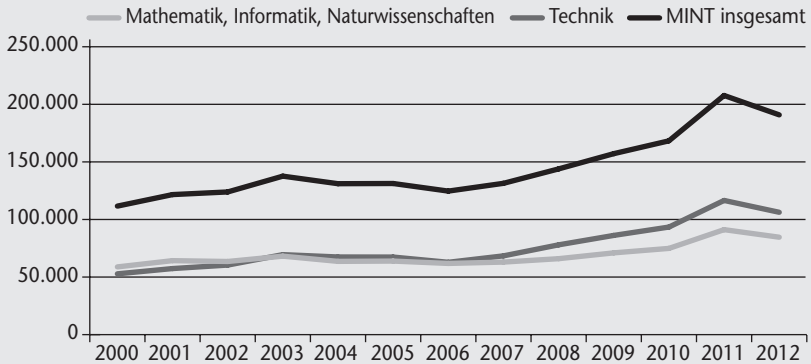
Anders stellt sich die Situation bei den MINT-Fachkräften dar. Der Anteil dieser Personen an der Bevölkerung in der Alterskohorte zwischen 30 und 34 Jahren ist mit 19,7 Prozent geringer als in den nachfolgenden Alterskohorten. Aus dieser Entwicklung ergibt sich ein erster Hinweis darauf, dass die Engpässe bei Fortführung der bestehenden Wachstumsdynamik aufgrund des demografischen Wandels zukünftig bei den MINT-Fachkräften noch größer ausfallen als bei den -Akademikern. In den kommenden Jahren werden die steigenden Studienabsolventenquoten diese unterschiedliche Entwicklung noch zusätzlich verstärken. Daher werden die Herausforderungen für akademisch und beruflich qualifizierte MINT-Arbeitskräfte separat betrachtet.

Akademischer MINT-Nachwuchs

Neben dem Engagement vieler MINT-Initiativen haben vermutlich die guten Arbeitsmarktperspektiven der MINT-Akademiker dazu geführt, dass sich in den letzten Jahren immer mehr junge Menschen für ein MINT-Studium entschieden haben. So ist die Anfängerzahl in solchen Fächern seit dem Studienjahr 2000 von 111.600 auf 190.900 im Studienjahr 2012 gestiegen.

MINT-Studienanfänger

Abbildung 2



Quellen: Statistisches Bundesamt, 2005–2010; 2012–2013

Dabei hat die Zahl der Anfänger in einem technischen Studiengang deutlich stärker zugenommen als die Anfängerzahlen in Mathematik, Informatik oder Naturwissenschaften (MIN). Im Studienjahr 2000 begannen nur knapp 52.800 Personen ein Ingenieurstudium, im Studienjahr 2012 waren es rund 106.300. Im MIN-Bereich stiegen die Anfängerzahlen von fast 58.800 im Studienjahr 2000 auf rund 84.600 im Studienjahr 2012 (Abbildung 2).

Allerdings ist zu bedenken, dass ein Teil dieses Anstiegs der Studienanfängerzahlen auf Sondereffekte zurückzuführen ist. Durch die sukzessive Umstellung auf das achtjährige Gymnasium legen seit dem Jahr 2007 in einzelnen Bundesländern jeweils zwei Jahrgänge gleichzeitig ihr Abitur ab. Hinzu kommt das Auslaufen der Wehrpflicht. Diese wurde im Jahr 2011 endgültig ausgesetzt. Allerdings wurden schon in den vorangegangenen Jahren immer weniger junge Männer eingezogen, sodass es bereits in den Vorjahren zu einer Erhöhung der Zahl männlicher Studienanfänger gekommen ist. Auch die Zahl der MINT-Erstabsolventen ist in den letzten Jahren gestiegen. Im Jahr 2012 haben 108.500 Erstabsolventen ein MINT-Studium abgeschlossen, wovon 60.300 ein ingenieurwissenschaftliches und 48.200 ein Studium im MIN-Bereich absolviert haben (Abbildung 3).

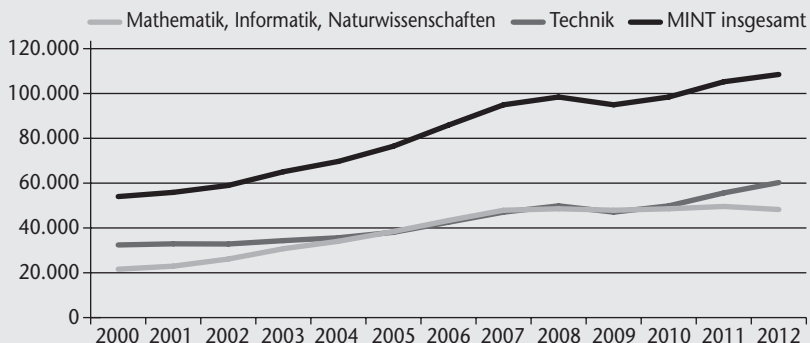
Beruflich qualifizierter MINT-Nachwuchs

Das künftige Angebot an jungen Menschen mit einer beruflichen Qualifikation im MINT-Bereich wird wie folgt berechnet: Ausgangsbasis ist die Kohortenstärke der 20- bis 24-Jährigen in den nächsten Jahren nach der

MINT-Absolventen

Abbildung 3

Erstabsolventen eines MINT-Studiums



Quellen: Statistisches Bundesamt, 2005–2011; 2012–2013b

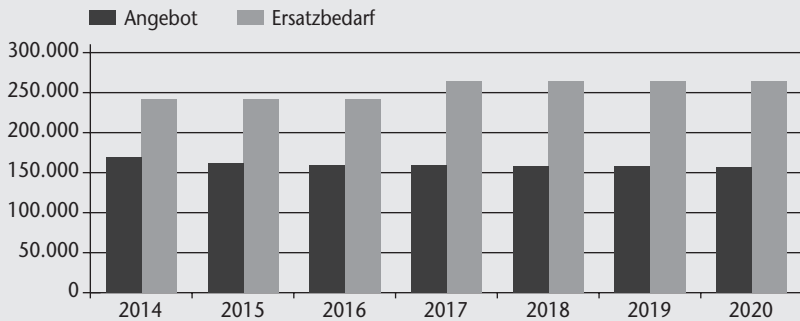
12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamts. Nach IW-Berechnungen auf der Basis des Mikrozensus 2011 besitzen gegenwärtig ungefähr 20 Prozent der jüngeren Personen einen beruflichen Abschluss im MINT-Bereich. Daher wird die Annahme getroffen, dass auch zukünftig 20 Prozent der jüngeren Alterskohorten einen solchen Abschluss erwerben werden. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass von diesen Personen 95 Prozent einer Erwerbstätigkeit nachgehen. Diese angenommene Erwerbstätigenquote ist etwas höher als die aktuellen Erwerbstätigenquoten von MINT-Fachkräften, aber es ist möglich, dass die Quoten aufgrund eines zunehmenden Engpasses an beruflich qualifizierten Personen steigen werden.

Auf der Basis dieser Berechnungsgrundlage wird deutlich, dass das jährliche Angebot an nachrückenden jungen Menschen mit einer beruflichen MINT-Qualifikation in den nächsten Jahren deutlich rückläufig ist. Stellt man die Entwicklung des zukünftigen jährlichen Angebots an MINT-Fachkräften dem Ersatzbedarf gegenüber, so zeigt sich, dass beide Größen von Jahr zu Jahr stärker auseinanderklaffen (Abbildung 4). Schon derzeit übersteigt der Ersatzbedarf das Angebot an jungen MINT-Fachkräften. Die Differenz zwischen beiden Größen ist allerdings noch relativ gering. Die vorhandene Lücke könnte gegenwärtig noch dadurch geschlossen werden, dass ältere Arbeitnehmer länger an ihrem Arbeitsplatz gehalten werden. Langfristig wird diese Maßnahme jedoch nicht ausreichen.

Von Anfang 2014 bis Ende 2020 ergibt sich eine besondere Herausforderung. Der Ersatzbedarf an MINT-Fachkräften liegt ohne zusätzliche Maß-

MINT-Fachkräfte: zukünftiges Angebot und Ersatzbedarf

Abbildung 4



Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen auf Basis Statistisches Bundesamt, 2009c, Variante 1-W1

nahmen zur Fachkräftesicherung bei rund 1.785.000. Der Expansionsbedarf beträgt – beim Wachstumstempo der Beschäftigung im Zeitraum 2005 bis 2010 – rund 678.000. Der Gesamtbedarf beläuft sich damit auf knapp 2,5 Millionen MINT-Fachkräfte. Ohne Zuwanderung und weitere Maßnahmen zur Fachkräftesicherung steht dieser Nachfrage jedoch durch die Ausbildung im Inland nur ein Angebot in Höhe von gut 1,1 Millionen MINT-Fachkräften gegenüber. Damit dürfte sich der MINT-Fachkräftengpass des Jahres 2013 in Höhe von 64.900 auf rund 1,4 Millionen erhöhen. Dieser Situation muss mit Fachkräftesicherungsmaßnahmen im Bereich der Erwerbstätigkeit von Älteren, Frauen und Zuwanderern sowie mit weiteren Maßnahmen begegnet werden.

4

Handlungsempfehlungen

Die Arbeitskräftesicherung im MINT-Bereich sollte den zuvor beschriebenen Engpässen entgegenwirken. Besonders deutlich dürften sich die Engpässe bei den beruflichen MINT-Qualifikationen wachstumshemmend auswirken. Auch die IW-Unternehmensbefragung zur Innovationskraft der Unternehmen zeigt, dass berufliche MINT-Qualifikationen sowie die Ausbildungsreife und MINT-Kompetenzen der Schüler für die Innovationskraft

der Unternehmen von zentraler Bedeutung sind. Daher wird in einem ersten Schritt untersucht, wie die Ausbildungsreife der Schulabsolventen beziehungsweise wie die mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schüler gestärkt werden können. In den folgenden Schritten werden weitere Maßnahmen zur Fachkräftesicherung analysiert. Für die beruflichen MINT-Qualifikationen sind dabei die Qualifizierung junger Erwachsener ohne Berufsabschluss und die Erwerbspotenziale von Älteren von hoher Bedeutung. Für MINT-Akademiker ergeben sich wiederum besondere Chancen aus der Zuwanderung.

4.1 MINT-Kompetenzen fördern

Im Bildungsbereich sollte die MINT-Bildung in der Breite gestärkt werden. Hierzu ist es wichtig, die Ausbildungsreife der Jugendlichen vor allem in den MINT-Kompetenzen zu steigern. Um die Einflussfaktoren für diese Fähigkeiten zu untersuchen, wird eine eigene cluster-robuste Regressionsanalyse der PISA-Daten vorgenommen (Tabelle 12). Neben Kontrollvariablen zum Bildungs- und Migrationshintergrund des Elternhauses, der familiären Situation und der Ausstattung der Schulen (zu den Kontrollvariablen siehe auch Anger et al., 2014) wird näher auf den Zugang zu frühkindlicher Bildung (Besuch eines Kindergartens), die Einstellung der Schüler zur Mathematik, die Profilierung einer Schule im MINT-Bereich und das Verhältnis beziehungsweise den Respekt zwischen Schülern und Lehrern eingegangen.

Die Ergebnisse im Einzelnen

- Die empirische Untersuchung zeigt, dass die Teilnahme an frühkindlicher Bildung die Mathematik-Kompetenzen der Schüler positiv beeinflusst. Daher sollte die frühkindliche Infrastruktur weiter ausgebaut werden.
- Wichtig ist zudem die Einstellung der Schüler zur Mathematik. Schüler, die der Aussage zustimmen, dass Mathematik ein wichtiges Fach für ein Studium ist, schneiden signifikant bei den Kompetenzen in Mathematik besser ab. Auch Untersuchungen zu den IQB-Schülertests 2012 zeigen ein ähnliches Ergebnis. So betonen Jansen et al. (2013), dass Schüler, die ein positives Selbstkonzept in einem Fach haben, im Längsschnitt höhere Kompetenzzuwächse erreichen, als Schüler mit gleicher Ausgangskompetenz, aber vergleichsweise niedrigem Selbstkonzept.
- Auch das MINT-Profil der Schule selbst hat einen signifikanten Einfluss auf die Kompetenzen der Schüler. Nimmt die Schule an Mathematikwettbewerben teil, so erreichen alle Schüler dieser Schule im Schnitt rund

Einflussfaktoren auf die Anzahl der PISA-Punkte in Mathematik

Tabelle 12

im Jahr 2012

Zugang zu frühkindlicher Bildung

Kindergarten ist länger als ein Jahr besucht worden	28,0*** (5,24)
---	-------------------

Einstellung zu Mathematik

Mathematik ist ein wichtiges Fach, da es für ein späteres Studium benötigt wird (Referenz: Ablehnung oder starke Ablehnung)	
Starke Zustimmung	31,8*** (7,5)
Zustimmung	11,2*** (2,84)

MINT-Schule

Schule nimmt an Mathematikwettbewerben teil	40,0*** (5,37)
---	-------------------

Verhältnis und Respekt zwischen Schülern und Lehrern

Schüler-Lehrer-Verhältnis (Referenz: schlechtes oder sehr schlechtes Verhältnis)	
Gutes Schüler-Lehrer-Verhältnis	57,9** (2,06)
Leicht schlechtes Schüler-Lehrer-Verhältnis	57,0** (2,16)
Respekt vor den Lehrern (Referenz: fehlt sehr oder in größerem Umfang)	
Respekt fehlt gar nicht	29,8** (2,36)
Respekt fehlt etwas	27,1** (2,53)
Anzahl der Schüler	1.868
Anzahl der Schulen	177
R ²	0,4194

Abhängige Variable: Punkte im PISA-Test, Schätzung von cluster-robusten OLS-Modellen; ***/**/* = signifikant auf dem 1-/5-/10-Prozent-Niveau; in Klammern sind die t-Werte angegeben.
Eigene Berechnungen auf Basis der PISA-Rohdaten 2012

40 Punkte in den Mathematik-Kompetenzen mehr als Schüler an Schulen ohne solche Wettbewerbe.

- Eine hohe Bedeutung hat außerdem der Respekt beziehungsweise das Verhältnis zwischen Schülern und Lehrern. Auch dieses Merkmal hat einen starken Einfluss auf die Kompetenzen der Schüler.

Initiativen der Wirtschaft haben diese Zusammenhänge erkannt. Viele MINT-Initiativen und -Projekte der Wirtschaft an Kindergärten und Schulen fördern Interesse und Motivation der Kinder sowie das Selbstkonzept der Schüler. Die Auszeichnung von MINT-freundlichen Schulen oder MINT-EC-Schulen stärkt

das Profil der Schulen, Weiterbildungsangebote für Lehrer unterstützen diese in ihrem Unterricht. Die Qualität der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung kann folglich entlang der Bildungskette erhöht werden. In der Folge nehmen Innovationskraft (Abschnitt 2.1) und die Effizienz des Bildungssystems (Abschnitt 2.4) zu. Dadurch steigen Wachstum und Wohlstand (Abschnitt 2.5).

4.2 Junge Erwachsene ohne Berufsausbildung qualifizieren

Um Engpässe an MINT-Fachkräften zu lindern, sollte versucht werden, junge Erwachsene, die keine abgeschlossene Berufsausbildung haben, durch eine entsprechende Nachqualifizierung für derartige Aufgaben zu schulen.

Nach Berechnungen auf der Basis des Mikrozensus gab es im Jahr 2011 rund 1,3 Millionen geringqualifizierte Personen im Alter zwischen 20 und 29 Jahren. Davon geht gegenwärtig nur ein gutes Drittel einer Erwerbstätigkeit nach. Gerade diese Gruppe, die schon in den Arbeitsmarkt integriert ist, könnte ein Potenzial darstellen, das durch Weiterbildung für das berufliche MINT-Segment qualifiziert werden kann.

Detailliertere Analysen verdeutlichen jedoch, dass die erwerbstätigen geringqualifizierten Personen zu knapp 71 Prozent im Dienstleistungsbereich beschäftigt sind und nur ein relativ geringer Anteil von 27,4 Prozent im Industriesektor (FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen). Der Großteil dieser Personen arbeitet also bislang nicht in MINT-typischen Bereichen, sodass eine Weiterbildung zu einem MINT-Ausbildungsberuf entsprechend aufwendig wäre.

Multivariate Untersuchungen von Esselmann et al. (2013) machen darüber hinaus deutlich, dass vor allem drei Faktoren eine Bildungsarmut unter jungen Erwachsenen erklären: ein fehlender Schulabschluss, ein im Ausland erworbener Abschluss und der Familienstatus „alleinerziehend“.

- Zur Reduzierung der Bildungsarmut am Ende der Schulpflicht sind vor allem Maßnahmen zum Ausbau der frühkindlichen Bildung von hoher Bedeutung. Auch können eine Stärkung der Schulautonomie und andere institutionelle Rahmenbedingungen das Risiko von Bildungsarmut reduzieren helfen (Anger et al., 2006; Anger et al., 2012).
- Um im Ausland erworbene Bildungsabschlüsse besser am deutschen Arbeitsmarkt nutzen zu können, ist die Anerkennung ausländischer Abschlüsse zu verbessern. Daneben bestehen auch Kompetenzdefizite, vor allem bei der Beherrschung der deutschen Sprache, die durch Qualifizierungsangebote behoben werden sollten (Anger et al., 2010).

- Um die Vereinbarkeit von Ausbildung und Familie vor allem für Alleinerziehende zu verbessern, sind Ganztagsbetreuungsangebote auszubauen. Diese senken die Bildungsarmut von Eltern und Kindern, reduzieren die Armutsgefährdung, dienen der Fachkräftesicherung und zahlen sich auch fiskalisch für die öffentliche Hand aus (Anger et al., 2012).

4.3 Ältere Erwerbsfähige aktivieren

Durch eine weitere Erhöhung der Erwerbstätigkeit älterer Personen kann bis zum Jahr 2020 ein relevanter Beitrag zur Fachkräftesicherung gelingen. Hierzu ist es wichtig, an der Rente mit 67 festzuhalten und in den Unternehmen die Bildung in der zweiten Lebenshälfte strategisch stärker ins Auge zu fassen.

Aus betrieblicher Sicht müssen sich Investitionen in das Humanvermögen der älteren Belegschaftsangehörigen rechnen. Die Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik hat durch die Verlängerung der Lebensarbeitszeit im Zuge der Rente mit 67 wichtige Voraussetzungen dafür geschaffen, dass ältere Mitarbeiter einen Anreiz haben, möglichst lange im Berufsleben zu verweilen. Unternehmen werden dadurch in die Lage versetzt, ihre Aufwendungen für die Weiterbildung von älteren Belegschaftsangehörigen zu amortisieren. Auf diese Weise wird auch der berufliche Umstieg von durch einen Arbeitsplatzverlust bedrohten älteren Beschäftigten oder der Wiedereinstieg älterer Arbeitsloser begünstigt.

Eine proaktive altersgerechte Personalpolitik sollte über die gesamte Erwerbsbiografie von Mitarbeitern hinweg so gestaltet werden, dass keine negativen Folgen für die Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit in späteren Phasen der Biografie entstehen. Durch Interventionen in frühen Phasen der Laufbahn in Form von Aus- und Weiterbildung, Job-Rotation und Gesundheitsförderung lassen sich Alterungsprozesse positiv beeinflussen und die Risiken einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit in späteren Berufsphasen reduzieren. Darüber hinaus sollten die positiven Effekte der Weiterbildung für ältere Erwerbspersonen transparent gemacht werden. Weiterbildung sichert höhere Einkommenspfade und erhöht die Beschäftigungsfähigkeit (Anger et al., 2013a).

Die Rendite der Weiterbildung hängt in hohem Maße von den Kosten ab. Zum einen sind die direkten Kosten einer Weiterbildung für das ökonomische Kalkül des Arbeitnehmers relevant. Zum anderen hat gerade die Dauer der Erwerbsunterbrechung einer Aufstiegsfortbildung entscheidende Bedeutung für die Höhe der Opportunitätskosten und damit für die Rendite. Gelingt es der Politik, durch die Förderung berufsbegleitender Modelle der Weiterbil-

derung die Opportunitätskosten zu reduzieren, so nimmt nicht nur die Rendite von Bildungsmaßnahmen im Allgemeinen, sondern insbesondere auch der Weiterbildung in der zweiten Lebenshälfte für den Einzelnen deutlich zu. Entscheidende Faktoren sind in diesem Zusammenhang die bessere Durchlässigkeit des Bildungssystems und eine Anrechnung in der Praxis erworbener Kompetenzen. Ebenso sind bei der Verzahnung von beruflicher und akademischer Bildung Anrechnungsmodelle weiterzuentwickeln. Die Bildungspolitik hat durch die Öffnung der Hochschulen für Fachkräfte mit dreijähriger Berufserfahrung ohne formale Studienberechtigung und die Förderinitiative zur Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf die Hochschulstudiengänge erste Impulse für eine bessere Durchlässigkeit und Verzahnung von beruflicher und akademischer Bildung gesetzt, die durch einen Ausbau berufs begleitender Studienangebote seitens der Hochschulen gestärkt werden könnten.

Erhöhen sich durch die Rentenreform und eine steigende Weiterbildung die altersspezifischen Erwerbstätigenquoten im Jahr 2020 so, dass die Erwerbstätigenquote der Personen im Alter von x der heutigen Erwerbstätigenquote der Personen im Alter von $x - 1$ entspricht, so kann man den Effekt einer Aktivierung älterer Erwerbspersonen berechnen. Die Erwerbstätigenquote der 60- bis 64-jährigen MINT-Akademiker würde sich dadurch von aktuell 62,9 auf 67,8 Prozent erhöhen, die der 65- bis 69-jährigen von 16,4 auf 25,7 Prozent. Bei MINT-Fachkräften würden die Erwerbstätigenquoten im selben Zeitraum bei den 60- bis 64-Jährigen von 44,9 auf 51,1 Prozent und bei den 65- bis 69-Jährigen von 9,1 auf 16,3 Prozent zunehmen.

Gelingt es, die Erwerbspersonen bis zum Jahr 2020 im Durchschnitt ein Jahr länger im Erwerbsleben zu halten, nähme die Zahl der erwerbstätigen MINT-Akademiker durch diese Maßnahme um 40.300 zu. Die Anzahl der erwerbstätigen Personen mit einer beruflichen MINT-Qualifikation würde durch diese Maßnahme um 214.300 steigen.

Die geplante Rente mit 63 nach 45 Beitragsjahren würde diesen positiven Effekten der Fachkräftesicherung entgegenwirken. Bei MINT-Akademikern, die erst später in den Arbeitsmarkt eintreten, dürften die negativen Effekte auf das Fachkräfteangebot gering sein. Vor allem die Engpässe bei MINT-Fachkräften würden durch die Rente mit 63 deutlich verschärft, da viele von diesen typischerweise männlichen Erwerbsbiografien im Alter von 63 Jahren 45 Beitragsjahre erreichen dürften. Das Rentenkonzept der Großen Koalition gefährdet folglich – durch seine negativen Effekte auf die Fachkräftesicherung – die Innovationskraft sowie die Standortattraktivität und damit Wachstum und Wohlstand.

4.4 Zuwanderung erleichtern

Neben der besseren Nutzung der Potenziale von Älteren hat die Zuwanderung bei MINT-Akademikern in den letzten Jahren zur Fachkräftesicherung beigetragen. Dies gilt auch für die Industrie als Kern des Geschäftsmodells D. So stieg die Beschäftigung von MINT-Akademikern in der Industrie vom Jahr 2005 bis zum Jahr 2011 um 12,8 Prozent. Die Beschäftigung von über 55-jährigen MINT-Akademikern nahm in diesem Zeitraum mit 42,6 Prozent besonders dynamisch zu. Auch die Beschäftigung von MINT-Akademikern mit eigener Migrationserfahrung erhöhte sich mit 25,8 Prozent etwas mehr als doppelt so stark wie die Gesamtbeschäftigung (Tabelle 13).

Erwerbstätige MINT-Akademiker in der Industrie

Tabelle 13

	2005	2011 ¹	Veränderung, in Prozent
Insgesamt	776.082	875.401	12,8
Ältere (55 Jahre und älter)	112.139	159.930	42,6
Personen mit Migrationserfahrung	97.521	122.652	25,8

¹ Ohne Berufsakademien.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus, Erhebungsjahr 2011; eigene Berechnungen

Ein Grund für die steigende Beschäftigung von zugewanderten MINT-Akademikern besteht darin, dass viele der nach Deutschland neu zugewanderten Personen ein Studium in den Engpassbereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik abgeschlossen haben (Geis, 2012). Unter den neu Zugewanderten im Alter zwischen 25 und 64 Jahren hatten 10,2 Prozent einen akademischen MINT-Abschluss. In der gleichaltrigen Gesamtbevölkerung lag dieser Anteil nur bei 5,7 Prozent (Geis/Kemeny, 2014).

Ein zweiter Grund ist die in den letzten Jahren gestiegene Arbeitsmarktteilhabe von zugewanderten MINT-Arbeitskräften. So hat sich die Erwerbstätigenquote unter den MINT-Akademikern mit Migrationserfahrung zwischen den Jahren 2005 und 2010 von 69,9 auf 77,3 Prozent erhöht. Im Jahr 2011 betrug die Erwerbstätigenquote 80 Prozent. Damit hat auch die Zuwanderung zu einer zunehmenden Anzahl an erwerbstätigen MINT-Kräften geführt. Eine Betrachtung der Herkunftsregionen von erwerbstätigen MINT-Akademikern zeigt, dass es hier einige Verschiebungen gegeben hat: Zwischen den Jahren 2002 und 2006 kamen die meisten der erwerbstätigen MINT-Akademiker aus ehemaligen Sowjetrepubliken und Osteuropa. In den Jahren 2007 bis 2011 hat die Zuwanderung aus den Euro-Krisenstaaten und dem sonstigen Westeuropa zugenommen und aus der ehemaligen Sowjetunion und den osteuropäischen Staaten abgenommen (Anger et al., 2013b, 34 f.).

Unerschlossene Zuwanderungspotenziale bestehen vor allem in Drittstaaten. Um die Zuwanderung weiter zu erhöhen, gibt es seit dem 1. August 2012 die sogenannte Blaue Karte. Damit wird auch für MINT-Akademiker aus Drittstaaten der Zugang zum deutschen Arbeitsmarkt erheblich erleichtert. Die Gehaltsschwelle für MINT-Akademiker wurde auf 35.000 Euro brutto pro Jahr gesenkt. Bei entsprechenden Sprachkenntnissen erhalten Inhaber der Blauen Karte bereits nach 21 Monaten eine dauerhafte Niederlassungserlaubnis in Deutschland. Auch für die Zuwanderer, die an inländischen Hochschulen ihren Abschluss machen, gibt es deutliche Verbesserungen. Die Suchphase, in der sie sich um eine adäquate Beschäftigung in Deutschland bemühen können, wird auf 18 Monate erweitert.

Alichniewicz/Geis (2013) zeigen, dass die Zuwanderung über die Hochschulen besonders attraktiv für den deutschen Arbeitsmarkt ist:

- 42 Prozent der Hochschulabsolventen, die zum Studium in Deutschland aus dem Ausland zugewandert sind, weisen eine MINT-Fachrichtung auf. Dieser Anteil ist deutlich höher als der Gesamtanteil aller Absolventen mit rund 35 Prozent.
- Männliche Zuwanderer über die Hochschulen sind mit rund 92 Prozent in etwa in demselben Maß erwerbstätig wie männliche Hochschulabsolventen ohne Migrationshintergrund (94 Prozent). Sie sind mit 81 Prozent sogar leicht häufiger in Fach- und Führungspositionen tätig (ohne Migrationshintergrund: 76 Prozent).
- Zuwanderer über die Hochschulen sind vor allem als Wissenschaftler, Ingenieure, Softwareentwickler, Unternehmer und Hochschullehrer tätig. 23,5 Prozent der Absolventen sind allein in diesen fünf Berufen beschäftigt. Damit stärken Zuwanderer die MINT-Berufe oder arbeiten an Hochschulen und verbessern damit Effizienz und Qualifikationsausstattung des Bildungssektors, was sich wiederum langfristig in der Entstehung neuer Qualifikationen auch für die Branchen des Geschäftsmodells D auszahlt (Abschnitt 2.4).

Ebenfalls zugenommen hat der Anteil der MINT-Fachkräfte mit Migrationserfahrung an allen erwerbstätigen MINT-Fachkräften. Dieser Anteil ist zwischen den Jahren 2005 und 2010 von 10,8 auf 11,6 Prozent angestiegen. Bei den Zuwanderungsregionen der im Jahr 2011 erwerbstätigen MINT-Fachkräfte mit Migrationserfahrung zeigen sich andere regionale Schwerpunkte als bei den MINT-Akademikern. Die Zuwanderer stammen vor allem aus Osteuropa.

Im Zuwanderungsrecht sollten für beruflich Qualifizierte weitere Verbesserungen ins Auge gefasst werden. So empfiehlt es sich, für Personen aus

Drittstaaten mit einer beruflichen MINT-Qualifikation die Zuwanderungshürden deutlich zu senken. Zusammen mit einer besseren Anerkennung im Ausland erworbener Qualifikationen und einer Stärkung der Willkommenskultur sollte auch die Zuwanderung bei den beruflichen MINT-Qualifikationen stärker zur Fachkräftesicherung beitragen können. Um die Willkommenskultur zu stärken, werden aktuell im Rahmen der Demografiestrategie und Fachkräfteoffensive der Bundesregierung Maßnahmen entwickelt. Das Informationsportal „Make it in Germany“ ist ein erster Baustein. Gelingt es, die positive Entwicklung der Zuwanderung von MINT-Akademikern nach Deutschland zu verfestigen und Impulse für MINT-Fachkräfte zu setzen, so könnte die Zuwanderung einen relevanten Beitrag zur Arbeitskräftesicherung leisten und helfen, die Engpässe zu mildern.

5

Fazit

Arbeitskräfte mit technisch-naturwissenschaftlichen Qualifikationen sind für die deutsche Industrie von elementarer Bedeutung, da sie für die Innovationskraft der Unternehmen maßgeblich verantwortlich zeichnen. Dies gilt besonders für die Branchen Fahrzeugbau, Maschinenbau, Elektrotechnik sowie Chemie/Pharma, die bei einem Anteil von weniger als 10 Prozent der gesamtwirtschaftlichen Beschäftigung knapp zwei Drittel der gesamtwirtschaftlichen Innovationsaufwendungen auf sich vereinen. Diese Kernbranchen des deutschen Geschäftsmodells verbinden eine intensive Beschäftigung von MINT-Arbeitskräften und große Innovationsanstrengungen zu veritablen Innovationserfolgen. Stehen den Unternehmen am Standort Deutschland nicht im ausreichenden Maße MINT-Arbeitskräfte zur Verfügung, so droht eine Verlagerung der betroffenen Bereiche ins Ausland. Dies würde Innovationskraft kosten, zu geringeren Investitionen in Deutschland führen sowie die Agglomerationskraft schwächen und hätte gravierende negative Wachstums- und Wohlstandseffekte zur Folge. Diese Zusammenhänge verdeutlichen, dass der MINT-Arbeitsmarkt nicht in einem einfachen statischen Marktmodell beschrieben werden kann. Vielmehr bestimmt das Angebot langfristig den Wachstumspfad – die Nachfrage ist endogen.

Angesichts der demografischen Entwicklung werden in den kommenden Jahren immer mehr MINT-Arbeitskräfte altersbedingt aus dem Erwerbsleben

ausscheiden. Über diesen reinen Ersatzbedarf hinaus wird auf der Nachfrage-seite ein umfangreicher Expansionsbedarf an MINT-Arbeitskräften wirksam, wenn die aktuelle Wachstumsdynamik langfristig gesichert werden soll. Während auf der Angebotsseite bei der Entwicklung der akademischen MINT-Absolventenzahlen in den letzten Jahren Fortschritte erzielt werden konnten, steht die berufliche MINT-Bildung vor immer größeren Problemen. So ist nicht nur der Anteil von MINT-Berufsbildungsabschlüssen innerhalb eines Jahrgangs stetig gesunken. Sondern es verringern sich verschärfend hierzu auch die Jahrgangsstärken. Um die MINT-Arbeitskräfteversorgung und mithin die Stärke des Industriestandorts Deutschland aufrechterhalten zu können, ist daher die Umsetzung diverser Handlungsempfehlungen geboten:

- Erstens müssen die MINT-Kompetenzen der Kinder und Jugendlichen gestärkt werden. Entsprechende Maßnahmen sollten bereits im vorschulischen Bereich einsetzen und entlang der gesamten Bildungskette erfolgen. Dabei engagiert sich die Wirtschaft bereits zielführend durch zahlreiche MINT-Projekte, die die Profilbildung von Schulen stärken und Jugendliche motivieren sowie die Lehrerausbildung unterstützen.
- Zweitens sollten junge Erwachsene ohne formale Berufsausbildung qualifiziert werden. Hierbei sind entsprechende Zielgruppen ins Auge zu fassen, Schulabschlüsse nachzuholen, die Abschlüsse von Zuwanderern anzuerkennen beziehungsweise gegebenenfalls diese Personen nachzuqualifizieren und eine Betreuungsinfrastruktur für die Kinder von Alleinerziehenden auszubauen, damit Familie und Ausbildung für diese Zielgruppe besser vereinbar ist.
- Drittens sollte die in der Vergangenheit bereits erfolgreiche Strategie der Aktivierung älterer MINT-Arbeitskräfte weiter verfolgt und intensiviert werden. Die Beschlüsse zur Rente mit 63 nach 45 Beitragsjahren sind dabei dringend zurückzunehmen, da dadurch vor allem Fachkräftepotenziale von beruflich qualifizierten MINT-Kräften verloren gehen.
- Schließlich kann viertens eine qualifikationsorientierte Zuwanderungspolitik dazu beitragen, die Herausforderungen der Versorgung des Industrie- und Innovationsstandorts Deutschland mit MINT-Arbeitskräften erfolgreich zu bewältigen. Speziell die Zuwanderung über die Hochschule zeigt dabei eine hohe MINT-Orientierung und stärkt auch den Bildungssektor selbst, der langfristig für die Fachkräfteversorgung in Deutschland von hoher Bedeutung ist. Die nach dem Studium der doppelten Jahrgänge frei werdenden Hochschulkapazitäten sind folglich zu erhalten und verstärkt mit Studierenden aus dem Ausland zu besetzen.

Literatur

Aghion, Philippe / Howitt, Peter, 2006, Joseph Schumpeter Lecture Appropriate Growth Policy. A Unifying Framework, in: Journal of the European Economic Association, 4. Jg., Nr. 2/3, S. 269–314

Alichniewicz, Justina / Geis, Wido, 2013, Zuwanderung über die Hochschule, in: IW-Trends, 40. Jg., Nr. 3, S. 3–17

Anger, Christina / Demary, Vera / Plünnecke, Axel / Stettes, Oliver, 2013a, Bildung in der zweiten Lebenshälfte. Bildungsrendite und volkswirtschaftliche Effekte, IW-Analysen, Nr. 85, Köln

Anger, Christina / Erdmann, Vera / Plünnecke, Axel / Riesen, Ilona, 2010, Integrationsrenditen. Volkswirtschaftliche Effekte einer besseren Integration von Migranten, IW-Analysen, Nr. 66, Köln

Anger, Christina et al., 2012, Ganztagsbetreuung von Kindern Alleinerziehender. Auswirkungen auf das Wohlergehen der Kinder, die ökonomische Lage der Familien und die Gesamtwirtschaft, IW-Analysen, Nr. 80, Köln

Anger, Christina / Geis, Wido / Plünnecke, Axel / Seyda, Susanne, 2014, Demografischer Wandel und Fachkräftesicherung. Ein Fortschrittsbericht, IW-Analysen, Nr. 94, Köln

Anger, Christina / Koppel, Oliver / Plünnecke, Axel, 2013b, MINT-Herbstreport 2013. Erfolge bei Akademisierung sichern, Herausforderungen bei beruflicher Bildung annehmen, Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall, Köln

Anger, Christina / Plünnecke, Axel / Seyda, Susanne, 2006, Bildungsarmut und Humankapitalschwäche in Deutschland, IW-Analysen, Nr. 18, Köln

Audretsch, David / Feldman, Maryann, 2003, Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation, in: Henderson, Vernon / Thisse, Jacques (Hrsg.), Handbook of Urban and Regional Economics. Cities and Geography, Bd. 4, Amsterdam, S. 2713–2739

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2013, Fachkräfteengpassanalyse Juni 2013, Nürnberg

Barro, Robert J. / Mankiw, Gregory N. / Sala-i-Martin, Xavier, 1995, Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth, in: American Economic Review, 85. Jg., Nr. 1, S. 103–115

Barro, Robert J. / Sala-i-Martin, Xavier, 2003, Economic Growth, Boston

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

Brenke, Karl, 2012, Ingenieure in Deutschland – Keine Knappheit abzusehen, DIW Wochenbericht 11/2012, Berlin, S. 3–8

Dakhli, Mourad / De Clercq, Dirk, 2004, Human capital, social capital, and innovation. A multi-country study, in: Entrepreneurship & Regional Development, 16. Jg., Nr. 2, S. 107–128

- Duczynski**, Petr, 2000, Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth: Comment, in: American Economic Review, 90. Jg., Nr. 3, S. 687–694
- EFI** – Expertenkommission Forschung und Innovation, 2013, Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, http://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten/EFI_2013_Gutachten_deu.pdf [18.3.2014]
- Erdmann**, Vera / **Koppel**, Oliver / **Plünnecke**, Axel, 2012, Innovationsmonitor. Die Innovationskraft Deutschlands im internationalen Vergleich, IW-Analysen, Nr. 79, Köln
- Esselmann**, Ina / **Geis**, Wido / **Malin**, Lydia, 2013, Junge Menschen ohne beruflichen Abschluss, in: IW-Trends, 40. Jg., Nr. 4, S. 51–65
- EU-Kommission**, 2012, European Competitiveness Report 2012. Reaping the Benefits of Globalization, Brüssel
- Eurostat**, 2014, Innovation in high-tech sectors (CIS 2010), EU Member States and selected countries [htec_cis7], URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=htec_cis7&lang=en [26.1.2014]
- Gehrke**, Birgit, 2013, Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich, in: Gehrke, Birgit / Schiersch, Alexander, FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 7-2013, Berlin, S. 41–86
- Geis**, Wido, 2012, Der Beitrag der Zuwanderung zur Fachkräftesicherung, in: IW-Trends, 39. Jg., Nr. 2, S. 85–98
- Geis**, Wido / **Kemeny**, Felicitas, 2014, 12 gute Gründe für Zuwanderung, IW policy papers, Nr. 2/2014, Köln
- Geis**, Wido / **Plünnecke**, Axel, 2012, Fachkräftesicherung durch Familienpolitik, Gutachten für das Bundesministerium für Frauen, Senioren, Familien und Jugend, Köln (unveröffentlicht)
- Helmrich**, Robert / **Zika**, Gerd (Hrsg.), 2010, Beruf und Qualifikation in der Zukunft. BIBB-IAB-Modellrechnungen zu den Entwicklungen in Berufsfeldern und Qualifikationen bis 2025, Bonn
- Hüther**, Michael / **Rodenstock**, Randolf / **Schwenker**, Burkhard / **Thumann**, Jürgen R. (Hrsg.), 2008, Systemkopf Deutschland Plus. Die Zukunft der Wertschöpfung am Standort Deutschland, Köln
- IW Köln** – Institut der deutschen Wirtschaft Köln / **IW Consult** – Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH, 2013, Industry as a growth engine in the global economy. Final Report, Köln
- Jansen**, Malte / **Schroeders**, Ulrich / **Stanat**, Petra, 2013, Kapitel 11. Motivationale Schülermerkmale in Mathematik und den Naturwissenschaften, in: Pant, Hans A. (Hrsg.), IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I, Münster
- Kremer**, Michael / **Thomson**, James, 1998, Why Isn't Convergence Instantaneous? Young Workers, Old Workers, and Gradual Adjustment, in: Journal of Economic Growth, 3. Jg., Nr. 1, S. 5–28

- Lucas**, Robert E. Jr., 1988, On the Mechanism of Economic Development, in: Journal of Monetary Economics, 22. Jg., Nr. 1, S. 3–42
- OECD**, 2013, Main Science and Technology Indicators, Paris
- Rammer**, Christian et al., 2011, Innovationen ohne Forschung und Entwicklung. Eine Untersuchung zu Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit neue Produkte und Prozesse einführen, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 15-2011, Mannheim
- Rammer**, Christian et al., 2013, Innovationsverhalten der Deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2012, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Mannheim
- Rammer**, Christian et al., 2014, Innovationsverhalten der Deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2013, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Mannheim
- Rehn**, Torsten / **Brandt**, Gesche / **Fabian**, Gregor / **Briedis**, Kolja, 2011, Hochschulabschlüsse im Umbruch. Studium und Übergang von Absolventinnen und Absolventen reformierter und traditioneller Studiengänge des Jahrgangs 2009, HIS Forum Hochschule, Nr. 17/2011, Mannheim
- Solow**, Robert, 1956, A Contribution to the Theory of Economic Growth, in: Quarterly Journal of Economics, 70. Jg., Nr. 1, S. 65–94
- Statistisches Bundesamt**, 2005–2010; 2012–2013, Bildung und Kultur. Studierende an Hochschulen, Wintersemester ..., Fachserie 11, Reihe 4.1, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt**, 2005–2011; 2012, Bildung und Kultur. Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980–2003, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt**, 2009c, Bevölkerung Deutschlands bis 2060. Ergebnisse der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt**, 2013b, Bildung und Kultur. Prüfungen an Hochschulen, Fachserie 11, Reihe 4.2, Wiesbaden
- Uzawa**, Hirofumi, 1965, Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, in: International Economic Review, 6. Jg., Nr. 1, S. 18–31

Kurzdarstellung

Ein steigendes Angebot an MINT-Arbeitskräften (MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) erhöht Innovationskraft, stärkt Investitionen in Realkapital und Agglomerationskraft der export- und innovationstarken Industrie in Deutschland. Engpässe führen daher langfristig nicht zu steigenden Löhnen, sondern reduzieren Wachstum und Wohlstand. Die demografische Entwicklung wird das MINT-Angebot künftig vor allem bei beruflichen Qualifikationen verringern, bei MINT-Akademikern führen steigende Studierendenzahlen und Zuwanderungserfolge zu leichten Zuwächsen. Um die aktuelle Wachstumsdynamik langfristig zu sichern, sind MINT-Kompetenzen der Kinder und Jugendlichen zu stärken, junge Erwachsene ohne Berufsausbildung zu qualifizieren, die Aktivierung älterer MINT-Arbeitskräfte weiter zu intensivieren und eine qualifikationsorientierte Zuwanderungspolitik umzusetzen.

Abstract

A growing supply of STEM workers (STEM stands for science, technology, engineering and mathematics) enhances companies' innovativeness, encourages investment in real capital and increases the advantages of cluster effects in Germany's strongly innovation- and export-oriented industry. In the long run, therefore, shortages of skilled workers lead not to higher wages but to reduced growth and prosperity. Demographic developments will most significantly reduce the supply of STEM workers with vocational qualifications, while rising numbers of tertiary students and success in attracting well-educated immigrants will lead to a slight increase in the pool of STEM graduates. To ensure that the current level of economic growth persists into the foreseeable future, it will be necessary to improve the STEM competences of schoolchildren and students, to train young adults currently lacking a vocational qualification, to activate older STEM workers even more intensively and to implement a qualification-oriented immigration policy.

Die Autoren

Dr. rer. pol. **Christina Anger**, geboren 1974 in Hildesheim; Studium der Volkswirtschaftslehre und Promotion in Trier; seit 2004 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Senior Economist im Kompetenzfeld „Humankapital und Innovation“.

Dr. rer. pol. **Oliver Koppel**, geboren 1975 in Arnsberg; Studium der Volkswirtschaftslehre in Bonn und Promotion in Köln; seit 2005 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Senior Economist im Kompetenzfeld „Humankapital und Innovation“.

Prof. Dr. rer. pol. **Axel Plünnecke**, geboren 1971 in Salzgitter; Studium der Volkswirtschaftslehre in Göttingen und Promotion in Braunschweig; seit 2003 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Leiter des Kompetenzfelds „Humankapital und Innovation“, seit 2005 stellvertretender Leiter des Wissenschaftsbereichs „Bildungspolitik und Arbeitsmarktpolitik“; seit 2010 zudem Professor für Wirtschaftswissenschaften an der Deutschen Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement.