

Szenariomodell Ingenieurarbeitsmarkt

Die künftige Entwicklung von Arbeitskräfteangebot und -nachfrage bis zum Jahr 2029

Studie für den Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Tina Lackmann
Beruf und Gesellschaft
Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

Ansprechpartner:

Dr. Oliver Koppel

Köln, 10. April 2015

Kontakt Daten Ansprechpartner

Dr. Oliver Koppel
Telefon: 0221 4981-716
Fax: 0221 4981-99716
E-Mail: koppel@iwkoeln.de

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Postfach 10 19 42
50459 Köln

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Methodische Vorbemerkungen	5
2.1	Definition Ingenieur	5
2.2	Mikrozensus	5
2.3	Erstabsolventen oder Abschlüsse?	5
2.4	Studienanfänger im ersten Hochschul- oder Fachsemester?	7
3	Das künftige Arbeitskräfteangebot in den Ingenieurwissenschaften und seine Determinanten.....	9
3.1	Fachrichtungsübergreifende Entwicklung der künftigen Studienanfängerzahlen	9
3.2	Anteil der Ingenieurwissenschaften an allen Studienanfängern.....	10
3.3	Abschlussbezogene Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge	12
3.4	Verbleibquote der Bildungsausländer	14
3.5	Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure.....	16
4	Die künftige Arbeitskräftenachfrage in den Ingenieurwissenschaften und ihre Determinanten	17
4.1	Demografiebedingter Ersatzbedarf	17
4.2	Gesamtwirtschaftlicher Zusatzbedarf an Ingenieuren	20
4.3	Zusatzbedarf in besonders beschäftigungsdynamischen Branchen	21
5	Ergebnisse des Szenariomodells.....	23
5.1	Basisszenario „Alles bleibt wie bisher“	23
5.2	Szenario „Absolventenboom trifft lahrende Volkswirtschaft“	24
5.3	Szenario „Absolventenschwund trifft boomende Volkswirtschaft“	26
6	Zusammenfassende Ergebnisse	28
	Literatur	31
	Tabellenverzeichnis.....	32
	Abbildungsverzeichnis	32

1 Einleitung

Im Jahr 2011 hat ein Allzeitrekordwert von 116.500 Studienanfängern ein ingenieurwissenschaftliches Studium aufgenommen, von denen viele im laufenden Jahr 2015 ihren Bachelor-Abschluss erreichen werden. In diesem Wert spiegeln sich jedoch zahlreiche Sonder- und Einmaleffekte wie die Aussetzung der Wehrpflicht oder die G8-Reform in zahlreichen westdeutschen Bundesländern wider. 2014 verzeichneten die Ingenieurwissenschaften bereits 10.000 Studienanfänger weniger. Und in Folge des anhaltenden Rückgangs der Schülerzahlen werden auch die Studienanfängerzahlen in den Ingenieurwissenschaften künftig nochmals zurückgehen. Das heimische Absolventenpotenzial wird in den Jahren bis 2029 entsprechend sinken. Gleichzeitig werden in diesem Zeitraum infolge der demografischen Entwicklung immer mehr ältere Ingenieure aus dem Erwerbsleben ausscheiden. Über den resultierenden Personalbedarf hinaus, der dem Ersatz altersbedingt ausscheidender Ingenieure dient, führen langfristige Trends wie volkswirtschaftliches Wachstum, die Forschungs- und Wissensintensivierung der Gesellschaft oder die Digitalisierung der Arbeitswelt dazu, dass die Arbeitskräftenachfrage nach Ingenieuren künftig weiter steigen wird.

Vor diesem Hintergrund haben der Verein Deutscher Ingenieure und das Institut der deutschen Wirtschaft Köln ein Szenariomodell für den deutschen Ingenieurarbeitsmarkt bis zum Jahr 2029 entwickelt, um angesichts des demografischen Wandels frühzeitig auf die Herausforderungen im Ingenieurbereich reagieren zu können. Datengrundlage des Szenariomodells sind die amtlichen Statistiken des Mikrozensus, die Prüfungsstatistik und die Studierendenstatistik des Statistischen Bundesamtes. Im Rahmen des Szenariomodells wird auf der einen Seite das künftige Arbeitskräfteangebot in Abhängigkeit der relevanten angebotsseitigen Einflussfaktoren wie der Beliebtheit des Ingenieurstudiums unter den Studienanfängern, der abschlussbezogenen Erfolgsbilanz ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge oder der Zuwanderung von Ingenieuren aus dem Ausland analysiert. Dem gegenüber stehen die künftige Arbeitskräftenachfrage und deren Determinanten wie die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure oder der Zusatzbedarf in besonders beschäftigungsdynamischen Branchen.

Ergänzend hierzu wurde das Szenariomodell in Form einer webbasierten Anwendung aufbereitet (www.vdi.de/szenariotool), welche die künftigen Entwicklungen von Arbeitskräfteangebot und -nachfrage in den Ingenieurwissenschaften im Rahmen von interaktiven Szenariorechnungen illustriert. Mittels Stellschrauben wird dabei die Möglichkeit gegeben, die Wirkungsrichtung und das Ausmaß verschiedener Einflussfaktoren auf den Ingenieurarbeitsmarkt der Zukunft sowie die Bandbreite der möglichen künftigen Entwicklungen nachzuvollziehen.

2 Methodische Vorbemerkungen

2.1 Definition Ingenieur

Der Begriff Ingenieur bezeichnet in dieser Studie eine männliche oder weibliche Person, die über einen Abschluss in einem ingenieurwissenschaftlichen Studiengang der Hauptfachrichtungen Architektur, Städteplanung, Baugewerbe, Hoch- und Tiefbau, Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, chemische Verfahrenstechnik, Elektrizität, Energie, Elektrotechnik, Elektronik und Automation, Telekommunikation, Feinwerktechnik, Gesundheitstechnik, Metalltechnik, Fertigungs-/Produktionstechnik, Maschinenbau/-wesen, physikalische Technik, Verfahrenstechnik, Glas/Keramik, Holz, Kunststoff, Werkstoffe, Ingenieurwesen allgemein, Textil, Bekleidung, Schuhe, Leder, Umweltschutz, Umwelttechnik, Abfallwirtschaft, Naturschutz, Verkehrstechnik (Kraftfahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge) oder Wirtschaftsingenieurwesen an einer Universität, Hochschule oder Fachhochschule verfügt. Absolventen einer Ingenieurschule der ehemaligen DDR oder der BRD, die erfolgreich ein Anerkennungsverfahren durchlaufen haben, werden ebenso wie Absolventen einer Berufsakademie als Fachhochschulabsolventen mit erfasst. Auf eine geschlechterdifferenzierende Formulierung von Ausbildungs- und Berufsbezeichnungen wird in dieser Studie aus Gründen der Lesbarkeit verzichtet. Da im Mikrozensus Hauptfachrichtungen, nicht jedoch einzelne Studienfächer erfasst werden, konnten die Studienfächer Ton-technik (audiovisuelle Techniken und Medienproduktion), Innenarchitektur (Design), Forstwissenschaft (Forstwirtschaft), Gartenbau (Gartenbau), Ingenieurinformatik (Informatik) und Agraringenieurwesen (Pflanzenbau und Tierzucht), in denen ebenfalls Ingenieurabschlüsse vergeben werden können, nicht berücksichtigt werden, da sie nur gemeinsam mit den übrigen nicht ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen der in Klammern genannten Hauptfachrichtungen zu erfassen gewesen wären.

2.2 Mikrozensus

Der Mikrozensus ist die amtliche Repräsentativstatistik über die Bevölkerung und den Arbeitsmarkt in Deutschland. Mit einer jährlichen Ein-Prozent-Zufallsstichprobe der Haushalte in Deutschland bildet er die größte jährliche Haushaltsbefragung in Europa. Wie jede Stichprobe ist der Mikrozensus mit unvermeidlichen zufallsbedingten Stichprobenfehlern behaftet. Der einfache relative Standardfehler für Jahresergebnisse des Mikrozensus von über 5.000 / 100.000 liegt unter 15 / 3 Prozent. Im Rahmen des vorliegenden Szenariomodells wurden Jahresergebnisse des Mikrozensus verwendet, die zur Vermeidung von Scheingenauigkeit gerundet wurden. Die Erhebung der Mikrozensusdaten erfolgte über das Forschungsdatenzentrum (FDZ) der Statistischen Landesämter in Düsseldorf. Bärbel Hunke und Tim Siebenmorgen vom FDZ Düsseldorf gilt an dieser Stelle ein herzlicher Dank für ihre Unterstützung.

2.3 Erstabsolventen oder Abschlüsse?

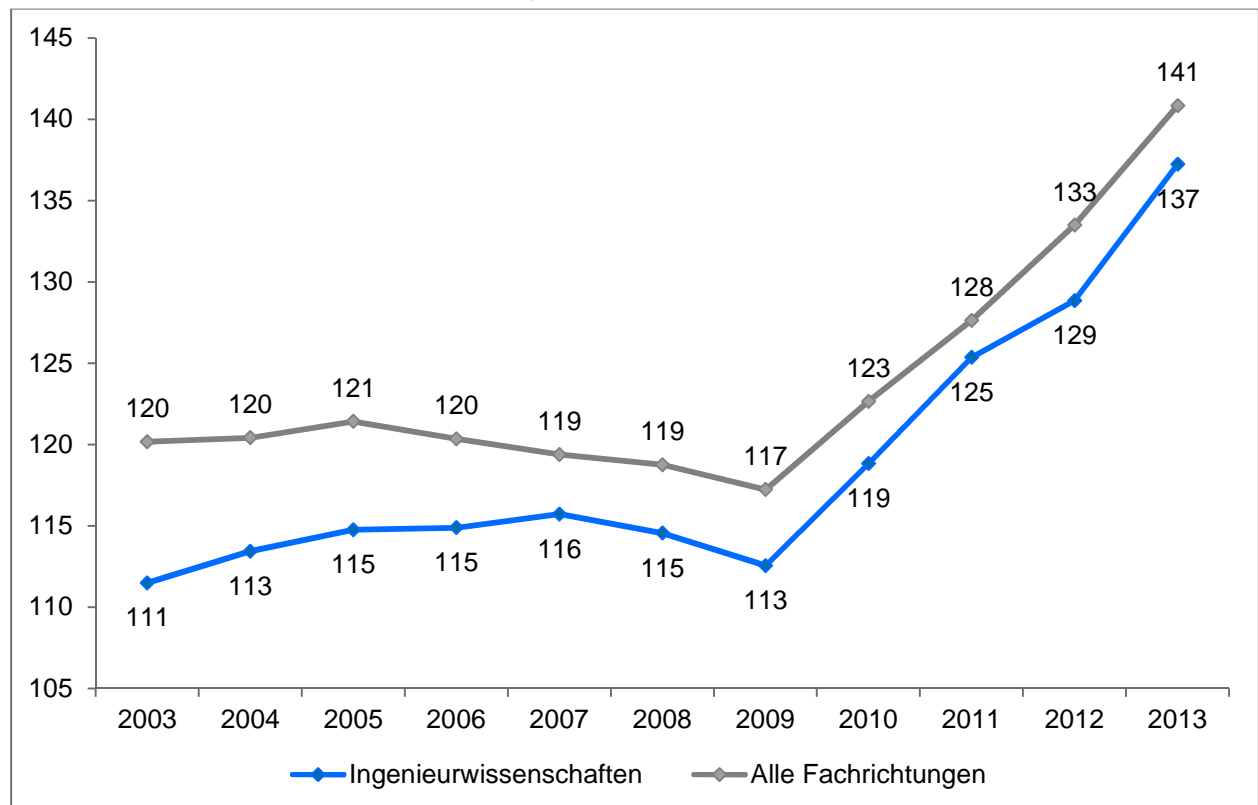
Die amtliche Hochschulstatistik weist für die verschiedenen Studienjahre¹ Daten sowohl zu Abschlüssen (Fallzählung) als auch zu Erstabsolventen (Kopfzählung) aus. Abbildung 2-1 zeigt, dass sich die Ergebnisdiskrepanz zwischen diesen beiden Messkonzepten zuletzt deutlich er-

¹ Ein Studienjahr umfasst jeweils das Sommersemester des betreffenden Jahres sowie das nachfolgende Wintersemester.

hört hat. In den Studienjahren zwischen 2003 und 2009 wurde die Prüfungsstatistik noch von grundständigen Studiengängen mit traditionellen Abschlüssen wie Diplom, Staatsexamen und Magister dominiert. Noch im Jahr 2003 beispielsweise repräsentierte das Fachhochschul- beziehungsweise Hochschuldiplom 97 Prozent aller Erstabschlüsse in den Ingenieurwissenschaften. Die mit 11 bis 13 Prozent noch verhältnismäßig geringe Diskrepanz zwischen der Anzahl an Absolventen eines Erststudiums und der Anzahl bestandener Prüfungen, die bis zum Studienjahr 2009 lediglich kleineren Schwankungen unterlag, resultierte aus Promotionen sowie Abschlüssen eines Aufbau- beziehungsweise Zweitstudiums.

Abbildung 2-1: Gravierende Diskrepanz zwischen Abschlüssen und Erstabsolventen

Auf 100 Erstabsolventen dieses Studienjahres kamen so viele Abschlüsse



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu, 2014b

Seit dem Studienjahr 2010, in dem die Hochschulen erstmals in quantitativ relevantem Umfang Absolventen der modularisierten Studiengänge hervorbrachten, hat sich dieses Verhältnis grundlegend geändert. Mit einem Verhältnis von 137 Abschlüssen auf 100 Erstabsolventen entsprechen immer weniger neue Abschlüsse auch tatsächlich neuen Absolventen. Konkret wurden im Studienjahr 2013 in einer Fallzahlbetrachtung rund 85.000 Abschlüsse in ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen erzielt, jedoch entfielen diese in einer Kopfbetrachtung auf gerade einmal 62.007 Erstabsolventen.

Der Grund für die in Abbildung 2-1 dargestellte zunehmende Diskrepanz liegt schlicht darin, dass die Hochschulstatistik infolge der Bologna-Reform über die Jahre in zunehmendem Umfang Doppel- und Dreifachzahlungen beinhaltet. Beispielsweise wird ein Ingenieur, der 2006 einen Bachelorabschluss, 2009 einen Masterabschluss und 2013 eine Promotion erworben hat, in der Fallzahlbetrachtung als drei Abschlüsse gezählt und taucht entsprechend zu drei Zeit-

punkten neu in der Statistik auf, während er dem Arbeitsmarkt nur einmal zur Verfügung steht (Kopfzählung). In den Ingenieurwissenschaften überschätzt die Fallzählung die tatsächliche Ausbildungsleistung der deutschen Hochschulen aktuell um knapp 37 Prozent, im Durchschnitt aller Studiengänge sogar um 41 Prozent. Mit dem anhaltenden Rückgang des Diploms zugunsten der gestuften Abschlüsse Bachelor und Master wird sich dieses Missverhältnis in der Zukunft nochmals deutlich erhöhen.

Bereits im Jahr 2013 entfielen in den Ingenieurwissenschaften nur noch 22 Prozent aller Erstabschlüsse auf Diplom-Abschlüsse von Fachhochschulen oder Universitäten. Der entsprechende Anteil ist von 97 Prozent im Studienjahr 2003 kontinuierlich gesunken und wird angesichts des nahezu vollständigen Auslaufens grundständiger Diplomstudiengänge in wenigen Jahren quantitativ nahezu bedeutungslos werden. Sporadisch wird auch künftig an einigen Hochschulen noch das Diplom vergeben, dies jedoch nur in Ausnahmefällen als Abschluss eines grundständigen Studiums, sondern als optionales Titeläquivalent zu einem Bachelor- oder Masterabschluss - etwa an einigen Hochschulen Mecklenburg-Vorpommerns oder Sachsens. Da das Szenariomodell zukünftige Entwicklungen im Ingenieurbereich analysiert, ist der Bachelor-Abschluss der auch quantitativ dominierende und mithin relevante berufsqualifizierende Erstabschluss. Da für den Arbeitsmarkt jedoch die Anzahl der verfügbaren Köpfe entscheidend ist, die zu einem bestimmten Zeitpunkt erstmals mit einem berufsqualifizierenden Abschluss aus den Hochschulen entlassen werden, betrachtet das Szenariomodell Erstabsolventen eines Bachelor-Studiengangs - unbenommen der Tatsache, dass viele dieser Absolventen noch ein Masterstudium oder gar eine Promotion anschließen und ebenso unbenommen der Tatsache, dass für eine gewisse Übergangszeit des Auslaufens auch noch traditionelle Abschlüsse vergeben werden.

2.4 Studienanfänger im ersten Hochschul- oder Fachsemester?

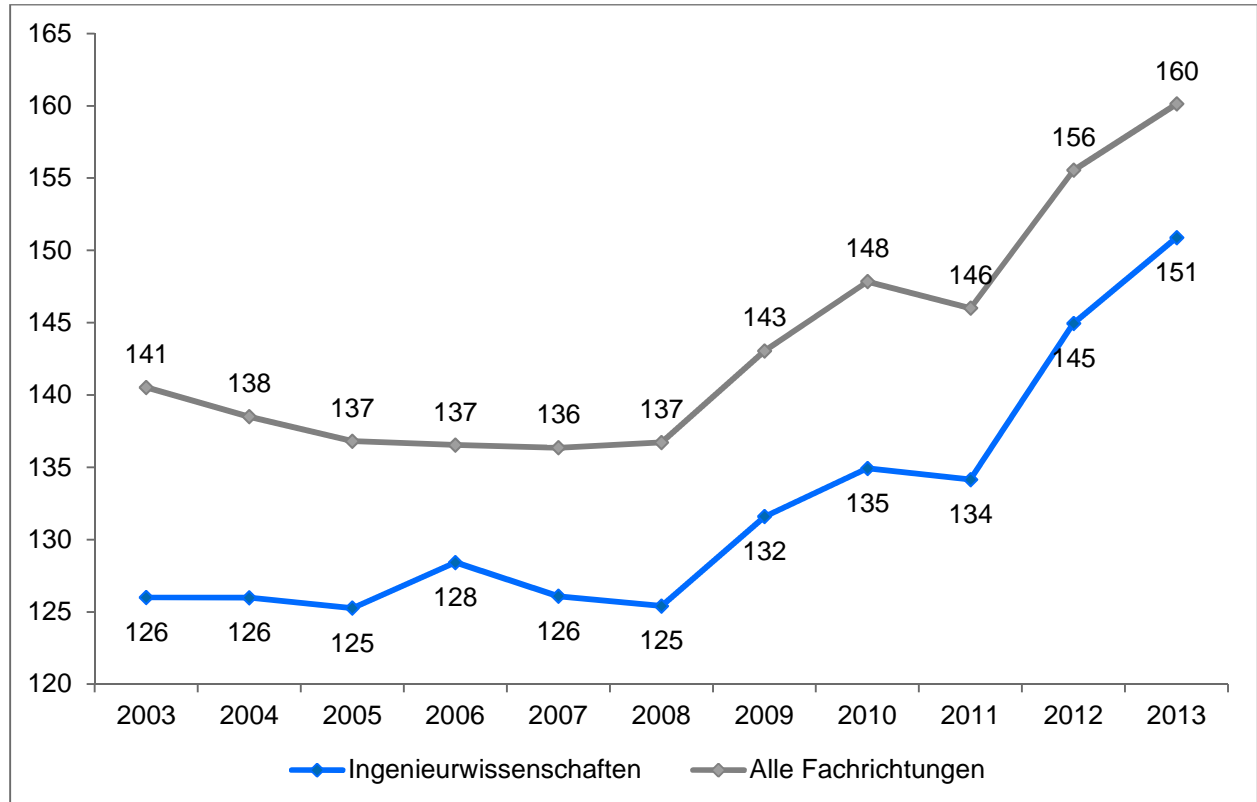
Während das Problem der korrekten Erfassung von Absolventen das Ende des Studiums betrifft, existiert in der Hochschulstatistik ein analoges Missverhältnis an dessen Beginn, konkret im Vergleich von Studienanfängern im ersten Fachsemester (Fallzählung) und jenen im ersten Hochschulsemester (Kopfzählung). In den Ingenieurwissenschaften ist das entsprechende Verhältnis in den letzten Jahren nahezu kontinuierlich gestiegen und lag im Studienjahr 2013 inzwischen bei 151 Studienanfängern im ersten Fachsemester zu 100 Studienanfängern im ersten Hochschulsemester (Abbildung 2-2), so dass die Anzahl der Hochschulanfänger durch eine Betrachtung der Fachsemester um die Hälfte überschätzt wird.

In einem typischen Beispiel eines konsekutiven Studiums erscheint ein Studienanfänger, der sich für einen ingenieurwissenschaftlichen Bachelor-Studiengang einschreibt, in der Statistik des entsprechenden Studienjahres sowohl in der Kategorie „Im ersten Fachsemester“ als auch in der Kategorie „Im ersten Hochschulsemester“. Wechselt er nach Abschluss des Bachelor-Studiengangs in einen ingenieurwissenschaftlichen Master-Studiengang, so taucht er erneut in der Kategorie „Im ersten Fachsemester“, nicht jedoch in der Kategorie „Im ersten Hochschulsemester“ auf. Gleiches gilt für einen Studiengangs- oder Fachbereichswechsel. Für das Szenariomodell werden daher ausschließlich Kohorten von Studienanfängern im Sinne von Studierenden im ersten Hochschulsemester analysiert. Auf dem Weg eines solchen Anfängerjahrgangs hin zu einem Absolventenjahrgang wird berücksichtigt, in welchem Umfang Studienanfänger eines Ingenieur-Bachelorstudiengangs ihr Studium ohne Abschluss abbrechen, vor Erreichen des Abschlusses in eine andere Fächergruppe oder Abschlussart wechseln und in wel-

chem Umfang Studierende aus anderen Fächergruppen oder Abschlussarten in das Ingenieur-Bachelorstudium hineinwechseln und dort den Abschluss erreichen (vgl. Abschnitt 3.3).

Abbildung 2-2: Gravierende Diskrepanz zwischen erstem Fach- und Hochschulsesemester

Auf 100 Studierende im ersten Hochschulsesemester dieses Studienjahres kamen so viele Studierende im ersten Fachsemester



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu, 2014b

3 Das künftige Arbeitskräfteangebot in den Ingenieurwissenschaften und seine Determinanten

Das zu einem bestimmten Zeitpunkt wirksam werdende Arbeitskräfteangebot in den Ingenieurwissenschaften setzt sich zusammen aus der Anzahl der Ingenieure, die ihren ersten berufsqualifizierenden Abschluss an deutschen Hochschulen ablegen abzüglich der Ingenieure, die zum Studium nach Deutschland gekommenen sind, nach dem Examen jedoch wieder abwandern und zuzüglich der Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure. Dabei wird unterstellt, dass die in Deutschland verbleibenden Absolventen deutscher Hochschulen und auch die aus dem Ausland zuwandernden Ingenieure vollständig zur Deckung des hiesigen Arbeitskräftebedarfs beitragen. Tatsächlich liegt die durchschnittliche Erwerbstätigenquote der Ingenieure im typischen Erwerbsalter bis 65 Jahre bei aktuell 89,2 Prozent (vgl. Abschnitt 4.1), doch rechnet das vorliegende Szenariomodell auch sämtliche freiwillig oder unfreiwillig nicht am Erwerbsleben teilnehmenden Ingenieure dem Arbeitskräfteangebot zu. Auch kann das Szenariomodell mangels Verfügbarkeit entsprechender Daten nicht die Abwanderung hierzulande ausgebildeter deutscher Ingenieure ins Ausland berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund muss bei der Interpretation berücksichtigt werden, dass das am deutschen Arbeitsmarkt tatsächlich wirksam werdende Arbeitskräfteangebot möglicherweise um bis zu fünfzehn Prozent überschätzt wird. Im Folgenden werden die verschiedenen Determinanten des Arbeitskräfteangebots näher erläutert.

3.1 Fachrichtungsübergreifende Entwicklung der künftigen Studienanfängerzahlen

Ausgangspunkt für künftige Absolventenjahrgänge sind die künftigen Studienanfängerjahrgänge. Die aktuellste Vorausberechnung der Studienanfängerzahlen der Kultusministerkonferenz (KMK, 2014a) für die Jahre bis 2025 zeigt, dass der mit 518.748 Studienanfängern gegebene Höchststand des Jahres 2011 künftig nicht mehr erzielt werden dürfte. Vielmehr werden die künftigen Studienanfängerzahlen nach dem Abebben der zahlreichen Sondereffekte (Aussetzung der Wehrpflicht, G8-Reform in zahlreichen westdeutschen Bundesländern) wieder deutlich und kontinuierlich sinken und im Jahr 2025 aller Voraussicht nach ein Niveau von 465.000 erreichen.

Als wesentliche Gründe hierfür identifiziert die KMK zu Recht, dass erstens die Kohortenstärke der nachrückenden Jahrgänge immer weiter abnimmt und zweitens die Studierneigung einer Kohorte in den zurückliegenden zwei Dekaden bereits von 25 Prozent auf ein Niveau von inzwischen knapp 50 Prozent gestiegen ist, die allgemeine Studierneigung folglich nur noch schwerlich in einem nennenswerten Umfang zu steigern sein dürfte. Effekte wie die zunehmende Studierneigung von Personen aus dem Berufsbildungssystem oder den anhaltenden Zustrom von Bildungsausländern² an deutsche Hochschulen sind in der KMK-Prognose bereits berücksichtigt. Auch wenn die KMK-Prognose keine fachrichtungsbezogenen Aussagen beinhaltet, so ist angesichts des strukturellen Trends doch unschwer abzusehen, dass auch die Ingenieurwissenschaften künftig deutlich an Studienanfängern verlieren werden.

² Darunter werden Ausländer verstanden, die ihre Hochschulzugangsberechtigung im Ausland erworben haben und speziell für das Studium nach Deutschland kommen. In den Ingenieurwissenschaften entfiel knapp jeder fünfte Studienanfänger des Studienjahres 2013 auf diesen Personenkreis.

Die fächerübergreifende Veränderung der Studienanfängerzahlen, die ihre Ursache beispielsweise in einer Änderung der allgemeinen Studierneigung haben könnte, repräsentiert die erste Stellschraube des Szenariomodells. Bei ansonsten gleichen Parametern führt eine fächerübergreifende Änderung der Studienanfängerzahlen zu einer Veränderung der Studienanfängerzahlen in den Ingenieurwissenschaften in derselben prozentualen Höhe und in der Folge auch zu einem entsprechenden Anstieg der Absolventenzahlen. Im Rahmen des Szenariomodells wird unterstellt, dass erfolgreiche Studienanfänger eines bestimmten Studienjahres vier Jahre später ihren berufsqualifizierenden Abschluss erzielen.³

In der Basisvariante des Szenariomodells werden die Studienanfängerzahlen gemäß der Vorausberechnung der KMK bis zum Jahr 2025 fortgeschrieben. Als Bandbreite der zugehörigen Stellschraube wird ein Intervall von fünf Prozent oberhalb und unterhalb dieser Vorausberechnung festgelegt. Realistisch betrachtet wird eine derartige Veränderung nicht sprunghaft wirksam. In dem Szenariomodell wirkt sie über einen Zeitraum von fünf Jahren, beginnend mit den Studienanfängern des Jahres 2015, steigert ihre Wirkung graduell. Nach fünf Jahren ist die vollständige Wirkung auf die Studienanfängerzahlen, nach neun Jahren entsprechend auf die Absolventenzahlen erreicht. In Tabelle 6-1 wird beispielhaft die quantitative Auswirkung einer isolierten fünfprozentigen Erhöhung dieser Stellschraube im Vergleich zum Status Quo, in diesem Fall der Prognose der Kultusministerkonferenz, ausgewiesen.

3.2 Anteil der Ingenieurwissenschaften an allen Studienanfängern

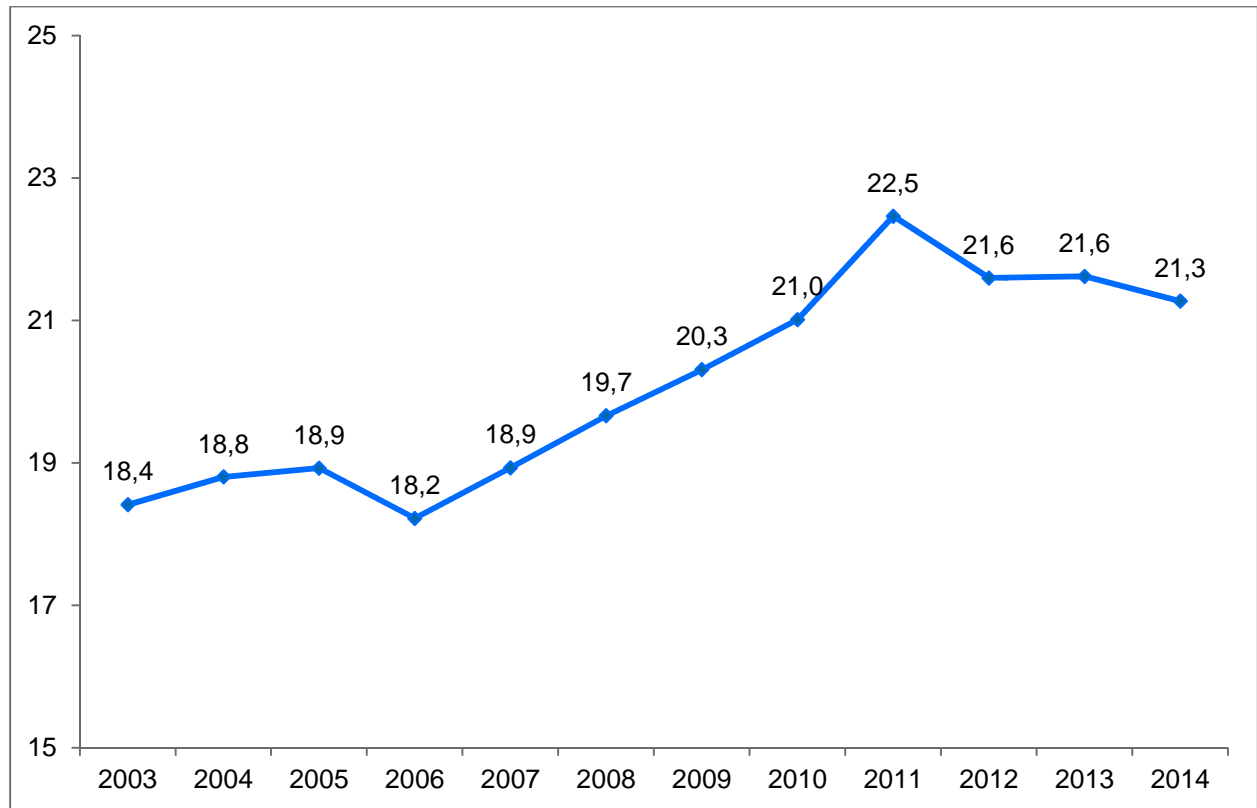
Zwischen den Studienjahren 2003 und 2014 ist die Zahl der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften um 37.000 gestiegen - von 69.500 auf 106.500. Zu 61 Prozent oder rund 22.700 Personen geht diese Entwicklung auf die fächergruppenübergreifende Zunahme der Studienanfängerzahlen zurück, die ihrerseits maßgeblich durch den Anstieg der generellen Studierneigung hervorgerufen wurde. Bildlich gesprochen haben die Ingenieurwissenschaften somit in erster Linie davon profitiert, dass der zu verteilende Kuchen größer geworden ist. Gleichzeitig ist es ihnen allerdings auch gelungen, ein größeres Stück aus dem Kuchen zu erobern (Abbildung 3-1), denn die weiteren 39 Prozent oder 14.300 Personen des Gesamtanstiegs wurden durch die Erhöhung des Ingenieuranteils unter den Studienanfängern hinzugewonnen, so dass dieser Indikator folglich eine weitere entscheidende Größe für das künftige Arbeitsmarktangebot an Ingenieuren darstellt.

Der Anteil der Ingenieurwissenschaften an allen Studierenden im ersten Hochschulsesemester stellt folglich die zweite im Rahmen des Szenariomodells verwendete Stellschraube für die Entwicklung des künftigen Arbeitskräfteangebots dar. Als Basis wurden - bewusst - die sehr hohen Durchschnittswerte dieses Indikators der Jahre 2010 bis 2013 verwendet. Während dieses Zeitraums betrug der aggregierte, über alle sechs Datenspalten von Tabelle 3-1 summierte Anteil der Ingenieurwissenschaften an allen Studienanfängern im ersten Hochschulsesemester 21,7 Prozent.⁴

³ Plausibilisiert wird diese Annahme durch die Tatsache, dass sich die durchschnittliche Fachbeziehungswise Gesamtstudienzeit eines ingenieurwissenschaftlichen Bachelorabschlusses aktuell auf 7,6 beziehungsweise 8,3 Semester beläuft (StaBu, 2014a).

⁴ Da der nachfolgende Studienerfolg in den Ingenieurwissenschaften deutlich zwischen Hochschulformen und Personenkreisen variiert (vgl. Abschnitt 3.3), berücksichtigt das vorliegende Szenariomodell die in Tabelle 3-1 ausgewiesenen sechs unterschiedlichen Gruppen von Ingenieurstudienanfängern.

Abbildung 3-1: Ingenieuranteil unter Studienanfängern auf hohem Niveau aber rückläufig
 Anteil der Ingenieurwissenschaften an allen Studierenden im ersten Hochschulsemester nach Studienjahren, in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu, 2014b

Tabelle 3-1: Mehr als jeder fünfte Studienanfänger möchte Ingenieur werden

Anteil der Ingenieurwissenschaften an allen Studierenden im ersten Hochschulsemester nach Hochschulformen und Personenkreisen, in Prozent

	Fachhochschule			Universität		
	Deutsche	Bildungsausländer	Bildungsinländer	Deutsche	Bildungsausländer	Bildungsinländer
2010	10,8	1,2	0,5	6,2	2,3	0,3
2011	11,2	1,2	0,5	7,3	2,3	0,3
2012	11,1	1,4	0,6	5,9	2,7	0,3
2013	10,8	1,5	0,6	5,8	2,9	0,3
2010 - 2013	11,0	1,3	0,5	6,3	2,5	0,3

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von StaBu, 2014c

Lesehilfe: Im Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2013 waren 11,0 Prozent aller Studierenden im ersten Hochschulsemester deutsche Ingenieurstudierende an einer Fachhochschule.

In der Basisvariante des Szenariomodells werden die Anteile der jeweiligen Gruppen Ingenieurstudierender zu deren konstanten Durchschnittswerten aus Tabelle 3-1 fortgeschrieben. Die alternativen Szenarien sehen eine für jeden der drei Personenkreise (Deutsche, Bildungsausländer, Bildungsinländer) wirksame und bis zu fünfprozentige Erhöhung oder Reduktion der Anteile vor. Die gesamte Bandbreite des möglichen künftigen Anteils der Ingenieurwissenschaften an allen Studierenden im ersten Hochschulsemester kann im Rahmen des Szenariomodells folglich zwischen knapp 20,6 und 22,8 Prozent⁵ liegen. Eine Veränderung der Ingenieuranteile an allen Studierenden im ersten Hochschulsemester setzt in dem Prognosetool Ingenieurwissenschaften beginnend mit den Studienanfängern des laufenden Studienjahres 2015 ein, wobei sich die Wirkung der Veränderung über fünf Jahre verteilt. Nach fünf Jahren ist die vollständige Wirkung auf die Studienanfängerzahlen, nach neun Jahren entsprechend auf die Absolventenzahlen erreicht.

3.3 Abschlussbezogene Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge

Neben der Anzahl der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften, die durch das Zusammenspiel der Indikatoren aus den Abschnitten 3.1 und 3.2 determiniert werden, übt der Studienerfolg einen hohen Einfluss auf das künftige Arbeitskräfteangebot aus. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei weniger die Quote des Studienabbruchs, als vielmehr die so genannte Schwundbilanz, die eine Nettobetrachtung der gesamten studienbezogenen Ab- und Zuflüsse bezogen auf einen Anfängerjahrgang darstellt. Die Ergebnisse der aktuellsten verfügbaren Erhebung zu den Schwundbilanzen sind in Tabelle 3-2 dargestellt.⁶

Tabelle 3-2: Noch immer geht viel Potenzial verloren

Schwundbilanzen deutscher Bachelor-Studiengänge der Ingenieurwissenschaften nach Hochschulart, in Prozent

	Fachhochschule	Universität
Studienabbruch	30	48
Abschluss-/Fächergruppenwechsel	1	8
Zuwanderung	12	9
Schwundbilanz	19	47

Quelle: HIS, 2012

Auf der Negativseite wird bei diesem Indikator verbucht, dass in späteren Semestern einige Studierende, die mit einem ingenieurwissenschaftlichen Studium begonnen haben, vor dem Erreichen des Abschlusses in einen Studiengang außerhalb der Ingenieurwissenschaften wechseln oder ihr Studium ganz abbrechen. Im Gegenzug jedoch wechseln auch einige Studierende, die im ersten Hochschulsemester mit einem Studiengang außerhalb der Ingenieurwissenschaften

⁵ Diese Obergrenze des Intervalls ist noch niemals zuvor erreicht worden.

⁶ Laut Rückfrage beim Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, der Nachfolgeinstitution des Hochschulinformationssystems in puncto Erhebung der Schwundbilanzen, ist frühestens 2016 mit einer Neuberechnung der Werte zu rechnen. Entsprechende Änderungen dieser Modellparameter werden bei künftigen Aktualisierungen des bestehenden Szenariomodells berücksichtigt.

senschaften begonnen haben, in ein ingenieurwissenschaftliches Studium hinein. Alle drei Größen miteinander verrechnet ergeben die Schwundbilanz. Von den deutschen Studienanfängern in einem Ingenieur-Bachelorstudium an einer Fachhochschule brechen 30 Prozent ihr Studium ab. Ein weiteres Prozent wechselt vor Erreichen des Bachelorabschlusses in eine andere Fächergruppe oder Abschlussart. Umgekehrt wechseln im Umfang von 12 Prozent Studierende aus einer anderen Fächergruppe oder Abschlussart in das universitäre Ingenieur-Bachelorstudium hinein und erreichen dort den Abschluss. Unter dem Strich gehen somit im Umfang von 19 Prozent deutsche Studienanfänger im Ingenieur-Bachelorstudium an der Fachhochschule auf dem Weg zum Abschluss verloren, 81 Prozent erzielen im Umkehrschluss einen Abschluss. Diese komplementär zur Schwundbilanz zu interpretierende Erfolgsbilanz wird für die Kalibrierung des vorliegenden Szenariomodells verwendet.

Bislang werden die Schwundbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Bachelor-Studiengänge nur für deutsche Studierende ermittelt, die jedoch ihrerseits etwa 80 Prozent und somit den Löwenanteil aller Ingenieurstudierenden im ersten Hochschulsesemester stellen (zu berechnen anhand der Anteile aus Tabelle 3-1). Realistisch betrachtet unterscheiden sich die Schwundbilanzen zwischen einzelnen Studierendengruppen stark, so dass das vorliegende Prognosemodell spezifische Schwundbilanzen für die sechs unterschiedlichen Gruppen von Ingenieurstudierenden berücksichtigt, wobei die Schwundbilanzen für Bildungsinländer und -ausländer geschätzt werden müssen. So brechen im Durchschnitt aller Bachelor-Studiengänge aller Fachrichtungen und aller Hochschulformen 46 Prozent aller Bildungsausländer und 42 Prozent aller Bildungsinländer, jedoch lediglich 28 Prozent aller Deutschen das Studium ab (HIS, 2012).

Auf dieser Basis wird an dieser Stelle angenommen, dass der Studienabbruch der beiden Personengruppen der Bildungsinländer und -ausländer proportional öfter als bei deutschen Ingenieurstudienanfängern erfolgt. Darüber hinaus wird angenommen, dass die beiden weiteren Parameter der Schwundbilanz (Abschluss-/Fächergruppenwechsel beziehungsweise Zuwanderung aus anderen Fächergruppen) auf einem identischen Niveau wie bei deutschen Ingenieurstudienanfängern liegen. Auf Basis dieser Heuristik werden in Tabelle 3-3 ergänzend zu Tabelle 3-2 die geschätzten Schwund- beziehungsweise Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Bachelor-Studiengänge für die beiden fehlenden Personengruppen ausgewiesen.

Tabelle 3-3: Moderate Erfolgsbilanz des Ingenieurstudiums an Universitäten

Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Bachelor-Studiengänge nach Hochschulart und Personenkreis, in Prozent

	Fachhochschule			Universität		
	Deutsche	Bildungsausländer	Bildungsinländer	Deutsche	Bildungsausländer	Bildungsinländer
Studienabbruch	30	48	44	48	66	62
Abschluss-/ Fächergruppenwechsel	1	1	1	8	8	8
Zuwanderung	12	12	12	9	9	9
Schwundbilanz	19	37	33	47	65	61
Erfolgsbilanz	81	63	67	53	35	39

Quelle: HIS, 2012 (Deutsche), eigene Schätzungen (Bildungsinländer, -ausländer)

Die im Rahmen des Szenariomodells verwendete Komplementärgröße der sogenannten Erfolgsbilanz ist folglich als Maß für die gesamte Anziehungs- und Bindungskraft zu interpretieren und gibt an, in welchem Umfang Studienanfänger der Ingenieurwissenschaften zu einem erfolgreichen berufsqualifizierenden Abschluss ihres Studiums gelangen.

Die dritte Stellschraube des Arbeitskräfteangebots in den Ingenieurwissenschaften wird somit von der abschlussbezogenen Erfolgsbilanz ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge gebildet. In der Basisvariante des Szenariomodells werden die Erfolgsbilanzen der jeweiligen Ingenieurgruppen mit den Werten aus Tabelle 3-3 fortgeschrieben. Die alternativen Szenarien sehen eine generelle und bis zu fünfprozentige Erhöhung oder Reduktion der Erfolgsbilanzen vor. Die gesamte Bandbreite der Erfolgsquoten ingenieurwissenschaftlicher Bachelor-Studiengänge kann folglich beispielsweise für Deutsche zwischen rund 50 und 56 Prozent an Universitäten und zwischen 77 und 85 Prozent an Fachhochschulen liegen.⁷

Realistisch betrachtet werden auch die Veränderungen der Erfolgsbilanzen - insbesondere deren eventuelle Verbesserung - nicht unmittelbar voll wirksam. In dem Szenariomodell wirken Veränderungen daher graduell über fünf Jahre verteilt und werden erst am Ende dieses Zeitraums voll wirksam. Im Gegensatz zu der vierjährigen Verzögerung, mit der Veränderung der Studienanfängerzahlen oder des entsprechenden Ingenieuranteils auf die Absolventenzahlen wirken, beginnen Veränderungen der abschlussbezogenen Erfolgsbilanzen unmittelbar, sich in den Absolventenzahlen und mithin im Arbeitskräfteangebot niederzuschlagen.

3.4 Verbleibquote der Bildungsausländer

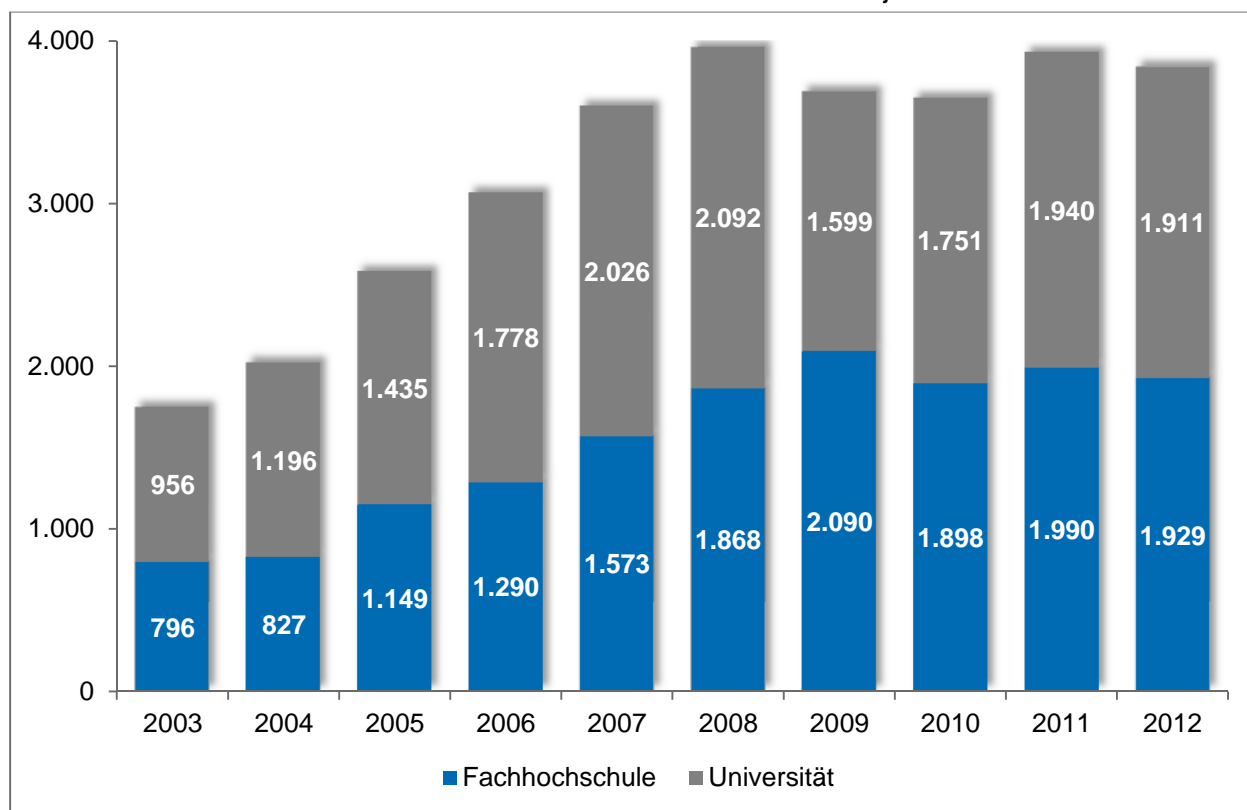
In den letzten Jahren ist die Anzahl ausländischer Personen, die ihre Hochschulzugangsberechtigung im Ausland erworben haben und zum Studium nach Deutschland gekommen sind, deutlich angestiegen. In den Ingenieurwissenschaften haben im Jahr 2003 noch 11.883 Bildungsausländer ein Ingenieurstudium aufgenommen, im Jahr 2012 waren es bereits 18.820 (DDAD/DZHW, 2014). Der Studienerfolg dieses Personenkreises bleibt jedoch im Vergleich zu ihren deutschen Pendanten deutlich zurück (Abschnitt 3.3), so dass die Anzahl der Absolventen (Abbildung 3-2) deutlich geringer ausfällt als die Studienanfängerzahlen.

Die nach dem Examen erfolgende Arbeitsmarktintegration von Bildungsausländern in den deutschen Arbeitsmarkt erweist sich als überaus erfolgreich und weicht kaum von den Referenzwerten der deutschen Absolventen ab. So gehen im Durchschnitt fächerübergreifend 92 Prozent aller männlichen Bildungsausländer, die zwischen den Jahren 2001 und 2010 in Deutschland ihr Examen abgelegt haben, einer Erwerbstätigkeit nach - bei der deutschen Vergleichsgruppe liegt der Anteil bei 94 Prozent (Alichniewicz/Geis, 2013). Dabei nehmen Bildungsausländer sogar noch geringfügig häufiger eine Fach- und Führungstätigkeit ein als ihre deutschen Pendanten. Die geringen Unterschiede sind dadurch zu erklären, dass Bildungsausländer in Folge ihres langjährigen Aufenthalts typischerweise über profunde Deutschkenntnisse und - ebenso wie ihre hiesigen Kommilitonen - über einen deutschen Ingenieurabschluss verfügen, welchen

⁷ Eine isolierte Reduktion des Abschluss-/Fächergruppenwechsels würde zunächst zu einem Anstieg der Erfolgsbilanz führen. Realistisch betrachtet ginge damit jedoch einher, dass in gewissem Umfang auch weniger ehemalige Uni-Bachelor-Studierende der Ingenieurwissenschaften in einen entsprechenden Studiengang an einer Fachhochschule wechseln, so dass die dortige Erfolgsbilanz in der Folge leicht sinken müsste. Da dieser Effekt nicht berücksichtigt werden kann, wird der Gesamteffekt einer Erhöhung der Erfolgsbilanz womöglich leicht überzeichnet.

Arbeitgeber wertschätzen und dessen Qualität sie im Vergleich zu vielen ausländischen Abschlüssen auch besser einschätzen können. Für das Arbeitskräfteangebot des Szenariomodells sind jedoch nur solche Ingenieure relevant, die ihre Hochschulzugangsberechtigung im Ausland erwerben, zum Studium nach Deutschland kommen, hier ihren Abschluss erwerben und nach dem Examen auch in Deutschland verbleiben.

Abbildung 3-2: Bildungsausländer als Erstabsolventen eines Ingenieurstudiums
Erstabschlüsse in Deutschland nach Hochschulformen und Studienjahren



Quelle: DAAD/DZHW, 2014

Die vierte Stellschraube des Arbeitskräfteangebots in den Ingenieurwissenschaften wird somit von der Verbleibquote der Bildungsausländer nach dem ingenieurwissenschaftlichen Examen gebildet. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre haben 44 Prozent aller Bildungsausländer-Absolventen mathematisch-technisch-naturwissenschaftlicher Fachrichtungen im Anschluss an ihr Examen eine Beschäftigung in Deutschland aufgenommen (Alichniewicz/Geis, 2013). Der Rest verlässt Deutschland nach dem Examen wieder - in der Regel mit dem Ziel, im Ausland einer Erwerbstätigkeit nachzugehen. In dem vorliegenden Szenariomodell wird die Verbleibquote von Bildungsausländern nach dem Ingenieurexamen auf 50 Prozent - und damit bewusst hoch - gesetzt. In der Basisvariante wird diese Verbleibquote fortgeschrieben. Die alternativen Szenarien sehen eine bis zu fünfprozentige Erhöhung oder Reduktion der Verbleibquote vor. Die gesamte Bandbreite der Verbleibquote ingenieurwissenschaftlicher Bildungsausländer nach dem Examen kann folglich zwischen 47 und 53 Prozent liegen.

Realistisch betrachtet werden auch die Veränderungen der Verbleibquote - insbesondere deren eventuelle Verbesserung - nicht unmittelbar voll für das Arbeitskräfteangebot wirksam. In dem Szenariomodell setzt die Wirkung bereits mit dem Absolventenjahrgang des laufenden Jahres 2015 ein, steigert sich graduell über fünf Jahre verteilt und wird im fünften Jahr voll wirksam.

3.5 Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure

Das bloße Kriterium der deutschen Staatsangehörigkeit ist zur Beurteilung von Zuwanderungsgrößen ungeeignet, denn oft nehmen zugewanderte Ingenieure im Laufe der Jahre die deutsche Staatsangehörigkeit an (Koppel, 2014).

Tabelle 3-4: Jeder zehnte Ingenieur hat seinen Abschluss im Ausland erworben

Erwerbstätige Ingenieure in Deutschland nach Zuwanderungsstatus und Erwerbsland des Ingenieurabschlusses

	Zugewandert	Nicht zugewandert
Ingenieurabschluss im Inland erworben	113.500	1.408.800
Ingenieurabschluss im Ausland erworben	156.100	16.400

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Forschungsdatenzentrum der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus 2012

Von den 1.694.800 Ingenieuren, die im Jahr 2012 einer Erwerbstätigkeit in Deutschland nachgingen, haben 172.500 - jeder Zehnte - den Ingenieurabschluss im Ausland erworben. Immerhin 16.400 davon sind in Deutschland geboren, haben ihren Ingenieurabschluss im Ausland erworben und sind im Anschluss nach Deutschland zurückgekehrt. Wenngleich nicht im klassischen Sinne, so doch im Sinne des Arbeitskräfteangebots, handelt es sich bei diesem Personenkreis um Zuwanderer, da sie nicht durch das deutsche Bildungssystem hervorgebracht wurden, gleichwohl jedoch am deutschen Arbeitsmarkt aktiv sind.

Insgesamt sind 269.600 aller in Deutschland erwerbstätigen Ingenieure - mehr als jeder Siebte - im Laufe ihres Lebens zugewandert. 113.500 davon haben diesen Schritt vor dem Erwerb ihres Ingenieurabschlusses vollzogen – sei es als Kind oder Jugendlicher, sei es, um hierzulande Ingenieurwissenschaften zu studieren. Die übrigen 156.100 haben ihren Ingenieurabschluss im Ausland erworben und sind erst in der Folge nach Deutschland zugewandert.

Ob vorher zugewandert oder nicht werden jene Ingenieure, die ihren Abschluss im Inland erwerben, bereits in den hiesigen Studierenden und Absolventen erfasst (Abschnitte 3.1 bis 3.4). An dieser Stelle relevant für das künftige Arbeitskräfteangebot ist jedoch die Anzahl der im Ausland ausgebildeten Ingenieure, die ihren Abschluss im Ausland erwerben und nach Deutschland zu- oder zurückwandern. Untergliedert man diese Gruppe der 172.500 Ingenieure nach deren Jahr der Zu- beziehungsweise Zurückwanderung, so zeigt sich, dass in den letzten zehn Jahren jährlich zwischen 5.000 und 7.000 Ingenieure mit einem im Ausland erworbenen Abschluss zugewandert sind und eine Beschäftigung in Deutschland aufgenommen haben.

Die fünfte und letzte Stellschraube des Arbeitskräfteangebots in den Ingenieurwissenschaften wird somit von der Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure repräsentiert. Für das vorliegende Szenariomodell wird eine jährliche Zuwanderung im Umfang von 7.000 erwerbstätigen Ingenieuren, dem Höchstwert der letzten zehn Jahre, angenommen und in der Basisvariante fortgeschrieben. Die alternativen Szenarien sehen ausgehend hiervon eine bis zu fünfprozentige Erhöhung oder Reduktion der jährlichen Zuwanderung vor. Die gesamte Bandbreite der jährlichen Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure kann folglich zwischen 6.700 und 7.400 Personen liegen. Eine entsprechende Veränderung wirkt sofort und erreicht bereits im laufenden Jahr 2015 ihre vollständige Wirkung auf das Arbeitskräfteangebot.

4 Die künftige Arbeitskräftenachfrage in den Ingenieurwissenschaften und ihre Determinanten

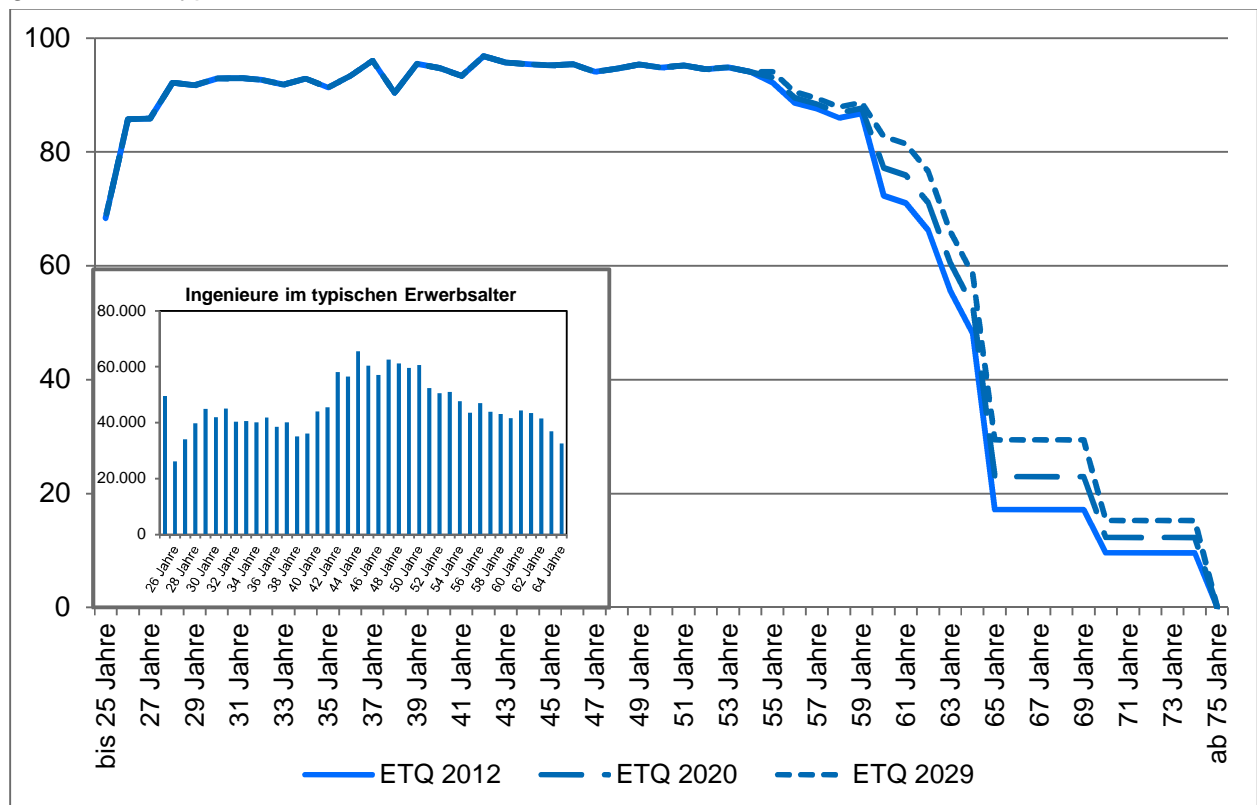
Die Arbeitskräftenachfrage resultiert aus dem demografiebedingten Ersatzbedarf (Abschnitt 4.1), der angibt, wie viele heute noch erwerbstätige Ingenieure in den kommenden Jahren aus dem Erwerbsleben ausscheiden werden. Hinzu kommt der gesamtwirtschaftlichen Zusatzbedarf (Abschnitt 4.2), der angibt, wie viele Ingenieure über den demografiebedingten Ersatzbedarf hinaus in Folge langfristiger Wachstumstrends zusätzlich am Arbeitsmarkt benötigt werden. Die dritte Komponente bildet der Zusatzbedarf in besonders beschäftigungsdynamischen Branchen wie dem Fahrzeugbau oder den Wissensintensiven Dienstleistungen (Abschnitt 4.3), in denen in den Jahren seit 2009 jede zweite zusätzliche Ingenieurstelle geschaffen worden ist.

4.1 Demografiebedingter Ersatzbedarf

Der demografiebedingte Ersatzbedarf gibt an, wie viele heute noch erwerbstätige Ingenieure in den Jahren bis 2029 aus dem Erwerbsleben ausscheiden werden. Gelänge es, diese Personen im selben Umfang durch neue Ingenieure zu ersetzen, so bliebe die Population der erwerbstätigen Ingenieure konstant, andernfalls sänke oder stiege sie. In Abbildung 4-1 sind zunächst die Altersstruktur und der Verlauf der altersspezifischen Erwerbstätigenquoten (ETQ) der aktuellen Ingenieurpopulation dargestellt.

Abbildung 4-1: Hohe Erwerbsbeteiligung der Ingenieure - auch jenseits der Rentengrenze

Erwerbstätige in Prozent aller Ingenieure, Basisjahr 2012; eingeklinkt: Kohortenstärken der Ingenieure im typischen Erwerbsalter



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Forschungsdatenzentrum der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus 2012

Die Erwerbstätigenquote ist definiert als Verhältnis von Erwerbstätigen zur Gesamtpopulation (Erwerbstätige zuzüglich freiwillig und unfreiwillig nicht am Erwerbsleben teilnehmender Personen). Auf Basis dieser Daten in Verknüpfung mit der Größe der jeweiligen Kohorten (eingeklinktes Diagramm in Abbildung 4-1) kann der künftige demografiebedingte Ersatzbedarf berechnet werden.

Die Erwerbstätigenquote (ETQ) bei Ingenieuren zeigt einen typischen umgekehrt U-förmigen Verlauf, wobei sie auf einem hohen Niveau beginnt, zunächst ansteigt, in der Mitte des Erwerbslebens ihr Maximum erreicht und gegen Ende des Erwerbslebens deutlich abfällt. Ein dauerhaftes Ausscheiden aus dem Erwerbsleben in nennenswertem Umfang setzt bei Ingenieuren mit der Kohorte der 55-Jährigen ein.⁸ Aber auch nach Erreichen der aktuell noch gültigen Regelaltersgrenze der gesetzlichen Rentenversicherung sinkt die Erwerbstätigenquote nicht umgehend auf null, da einige Ingenieure auch in den folgenden Alterskohorten erwerbsaktiv bleiben - etwa als Selbstständige, als Geschäftsführer eines Ingenieur- oder Architekturbüros oder als beratender Ingenieur in Industrieunternehmen (Erdmann/Koppel, 2009). So ging im Basisjahr 2012 noch rund jeder sechste Ingenieur der Alterskohorte 65 bis 69 und nahezu noch jeder zehnte Ingenieur der Alterskohorte 70 bis 74 einer Erwerbstätigkeit nach.⁹ Das Ausscheiden einer Kohorte von Ingenieuren aus dem Erwerbsleben findet folglich nicht zu einem einzigen Zeitpunkt statt, sondern erstreckt sich über einen Zeitraum von mindestens zwanzig Jahren rund um das Erreichen der gesetzlichen Regelaltersgrenze. Das Ausmaß des Ausscheidens an einer bestimmten Altersschwelle wird folglich durch die Größe der betroffenen Kohorte und die in Prozentpunkten bemessene Veränderung der Erwerbstätigenquote determiniert.¹⁰ Die Ermittlungsmethode des demografiebedingten Ersatzbedarfs, die im Folgenden beispielhaft beschrieben wird, muss diesem Umstand Rechnung tragen.

Mit dem Übergang vom Basisjahr 2012 auf das Jahr 2013 sind sämtliche Ingenieure der Kohorte 54 infolge des gestiegenen Alters in die Kohorte 55 aufgerückt. Durch diesen Schritt hat sich die durchschnittliche Erwerbstätigenquote der knapp 48.000 betroffenen Personen (siehe eingeklinktes Diagramm in Abbildung 4-1) von 94,1 auf 92,2 Prozent oder um 1,9 Prozentpunkte reduziert. Folglich sind an dieser Schwelle im Umfang von rund 900 Personen vormals erwerbstätige Ingenieure aus dem Erwerbsleben ausgeschieden. Beim simultan stattfindenden Übergang der etwa 43.500 Ingenieure aus Kohorte 55 in Kohorte 56 ist deren Erwerbstätigenquote um 3,5 Prozentpunkte gesunken mit der Folge, dass an dieser Schwelle zusätzliche rund 1.500 vormals erwerbstätige Ingenieure aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind. Die mit 31 Prozentpunkten stärkste Reduktion der Erwerbstätigenquote hat beim Übergang der Kohorte 64 auf die Kohorte 65 stattgefunden. An dieser Schwelle der im Basisjahr 2012 noch gültigen gesetzlichen Regelaltersgrenze der Rentenversicherung haben rund 10.000 Ingenieure den Arbeitsmarkt verlassen. Summiert über alle Kohorten sind mit dem Übergang vom Basisjahr 2012

⁸ Die geringfügigen Schwankungen der Erwerbstätigenquote in den vorherigen Alterskohorten - sofern nicht Ergebnis des einfachen relativen Standardfehlers der Mikrozensus-Stichprobe - sind typischerweise auf temporäre kinder- oder anderweitig familiär bedingte Erwerbsunterbrechungen zurückzuführen. Mit der erfolgenden Rückkehr der betroffenen Personen in den Arbeitsmarkt gleicht sich dieser Effekt auf den demografiebedingten Ersatzbedarf jedoch zunächst wieder weitgehend aus.

⁹ Statistisch verlässliche Erwerbstätigenquoten für diese Personengruppen können angesichts der Fallzahl der Erwerbstätigen nur noch auf Ebene von Fünfjahreskohorten ausgewiesen werden.

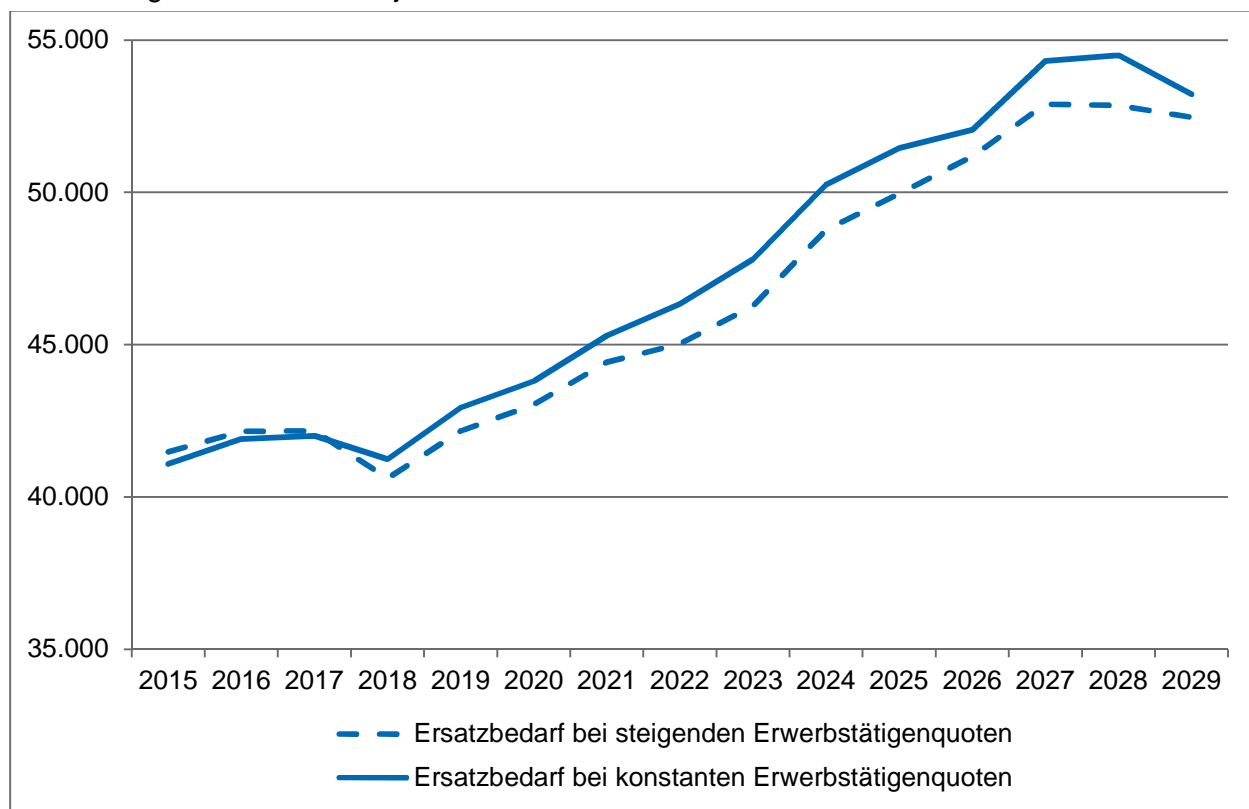
¹⁰ Als technisch notwendige Annahme wird bei der Berechnung lediglich unterstellt, dass erwerbstätige Ingenieure spätestens mit Vollendung des 75. Lebensjahres aus dem Erwerbsleben ausscheiden.

auf das Jahr 2013 etwa 37.600 Ingenieure aus dem Erwerbsleben ausgeschieden, im Folgejahr 2014 waren es bereits 39.900.

Mit Ablauf eines jeden Jahres steigen sämtliche Altersjahrgänge um eine Kohortennummer ab. Mittels Fortschreibung erhält man die in Abbildung 4-2 dargestellte Entwicklung des demografischen Ersatzbedarfs bei konstanten Erwerbstätigenquoten aus dem Basisjahr 2012 (durchgezogene Linie). In diesem Szenario werden im laufenden Jahr 2015 knapp 41.100 neue Ingenieure benötigt, um die aus dem Erwerbsleben Ausscheidenden zu ersetzen. Es zeigt sich, dass dieser Ersatzbedarf in den kommenden drei Jahren noch weitgehend konstant bleibt, bevor er kontinuierlich ansteigt und mit dem Höhepunkt des Ausscheidens der geburtenstarken Babyboomer-Jahrgänge ein lokales Maximum erreicht. So werden im Jahr 2028 bereits 54.500 Ingenieure zu ersetzen sein, maßgeblich infolge der Stand heute stark überproportionalen Besetzung der Kohorten der 36- bis 45-jährigen Ingenieure. Da diese Kohorten auch im Jahr 2029 noch zu großen Teilen am Arbeitsmarkt aktiv sein werden, wird der hohe Ersatzbedarf über das Ende des gewählten Prognosezeitraums hinausgehen. Die aktuelle Entwicklung der Absolvtenzahlen übt während des Prognosezeitraums keine Effekte auf den demografischen Ersatzbedarf aus. So scheidet die ersten Ingenieurabsolventen des Studienjahres 2015 erst nach 2029 aus dem Erwerbsleben aus, das heißt, die ermittelten demografischen Ersatzbedarfe sind ausschließlich auf die bereits heute am Arbeitsmarkt aktive Ingenieurpopulation zurückzuführen.

Abbildung 4-2: Entwicklung des demografischen Ersatzbedarfs bis zum Jahr 2029

So viele Ingenieure scheidet jedes Jahr aus dem Erwerbsleben aus



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Forschungsdatenzentrum der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus 2012

Eine Folge der Rente mit 67 könnte darin bestehen, die Erwerbstätigenquoten der älteren Ingenieure zu erhöhen und letztere damit länger am Arbeitsmarkt zu halten. Die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure stellt folglich die erste im Rahmen des Szenariomodells verwendete Stellenschraube für die Entwicklung der künftigen Arbeitskräftenachfrage dar. Ausgehend von den Erwerbstätigenquoten des Jahres 2012 kann eingestellt werden, ob die Erwerbstätigenquoten der Ingenieure in den Altersjahrgängen 55+ auf dem aktuellen Niveau verbleiben oder in Folge der Rente mit 67 in dem Ausmaß steigen, wie es eine Studie für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Vogler-Ludwig et al., 2015) für den Durchschnitt aller älteren Erwerbstätigen prognostiziert.¹¹ Die Veränderung der Erwerbstätigenquoten älterer Ingenieure wirkt graduell in dem vorliegenden Szenariomodell. Im Jahr 2029, ein Jahr bevor die gesetzliche Regelaltersgrenze der vollen 67 Jahre Realität wird, ist die vollständige Wirkung auf die Arbeitskräftenachfrage erreicht.

Steigt die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure in dem oben beschriebenen Ausmaß, führt dies zu dem alternativen in Abbildung 4-2 dargestellten Verlauf, das heißt, der demografiebedingte Ersatzbedarf kann durch eine Erhöhung der Erwerbstätigenquoten älterer Ingenieure vorübergehend abgemildert und zeitlich verlagert werden. In diesem Szenario werden zwischen den Jahren 2015 und 2029 insgesamt 695.500 vormals erwerbstätige Ingenieure aus dem Erwerbsleben ausscheiden. Gelingt es nicht, die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure zu erhöhen, beläuft sich die entsprechende Summe auf 708.200 Personen, das heißt eine Erhöhung der Erwerbstätigenquoten älterer Ingenieure führt dazu, dass bis zum Jahr 2029 rund 14.400 Ingenieure weniger ersetzt werden.

4.2 Gesamtwirtschaftlicher Zusatzbedarf an Ingenieuren

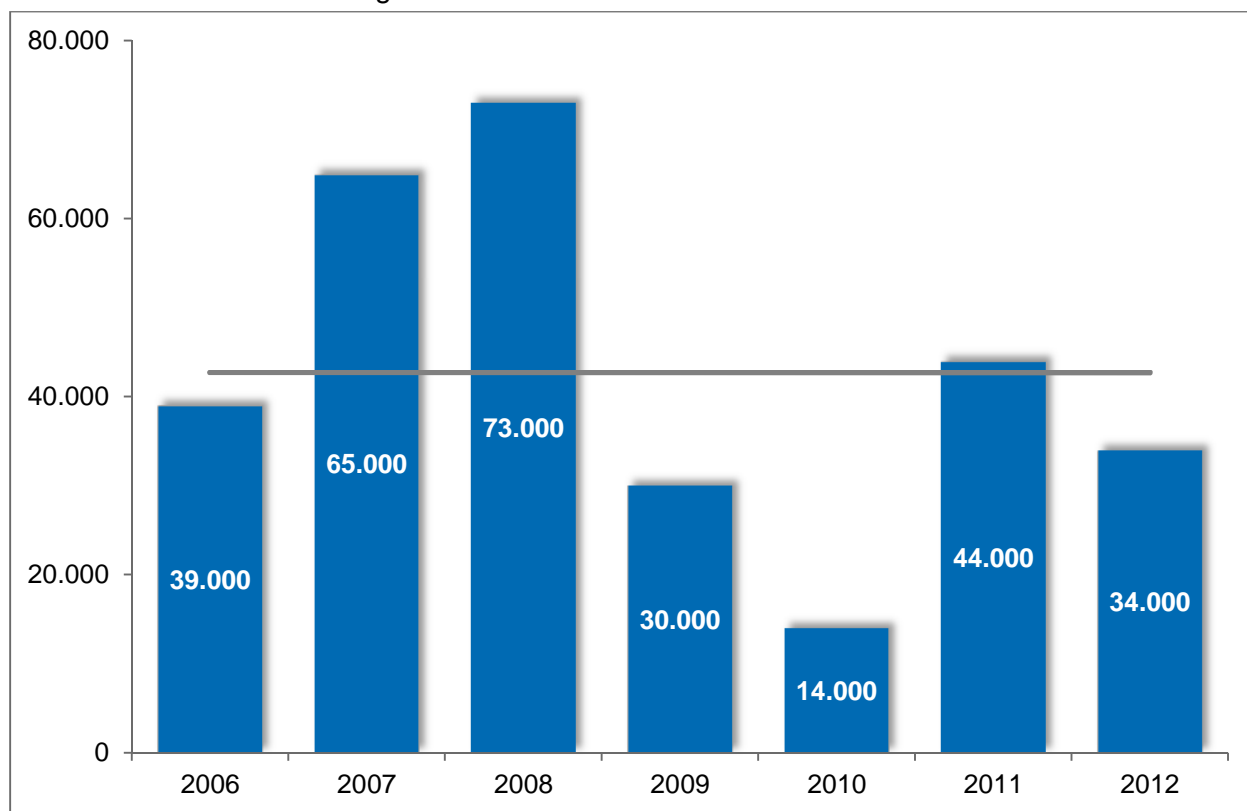
Über den personellen Bedarf hinaus, der dem Ersatz altersbedingt ausscheidender Ingenieure dient, führen (Mega-)Trends wie langfristiges volkswirtschaftliches Wachstum, die Forschungs- und Wissensintensivierung der Gesellschaft oder die Digitalisierung der Arbeitswelt zu einer zusätzlichen Arbeitskräftenachfrage nach Ingenieuren. Im Durchschnitt der Jahre 2005 bis 2012, dem aktuellsten verfügbaren Jahr der amtlichen Statistik, ist die Anzahl erwerbstätiger Ingenieure jedes Jahr um 42.700 Personen gestiegen (Abbildung 4-3). Diese Größe entspricht dem langfristigen volkswirtschaftlichen Wachstumspfad der Ingenieurbeschäftigung und gibt somit den Mittelwert an, um den herum das tatsächliche Beschäftigungswachstum schwanken sollte. Infolge konjunkturbedingter Abweichungen ist nicht zu erwarten, dass der künftige Wachstumsbedarf in jedem Jahr diesem Durchschnittswert entspricht.

Langfristig betrachtet jedoch sollten sich die jahresweisen Abweichungen rund um diesen Mittelwert ausgleichen. Entsprechend ist das Basisszenario auf ein langfristiges Beschäftigungswachstum von 42.700 Ingenieuren pro Jahr kalibriert. Die Möglichkeit eines negativen Werts des Zusatzbedarfs, das heißt, eines Sinkens der Ingenieurbeschäftigung im Jahresvergleich, erscheint nicht plausibel. So ist die Ingenieurbeschäftigung selbst gegen Ende des letzten Jahrzehnts, in der Zeit der größten Wirtschaftskrise der Nachkriegsgeschichte, im Jahresvergleich kontinuierlich gestiegen.

¹¹ Die prognostizierte Steigerung der Erwerbstätigenquoten bis zum Jahr 2030 beträgt 2 Prozentpunkte für die 55-59-Jährigen, 11 Prozentpunkte für die 60-64-Jährigen, 13 Prozentpunkte für die 65-69-Jährigen und 6 Prozentpunkte für die 70-74-Jährigen (Vogler-Ludwig et al., 2015).

Abbildung 4-3: Hoher volkswirtschaftlicher Zusatzbedarf an Ingenieuren

Anstieg der Gesamtzahl erwerbstätiger Ingenieure im Vergleich zum Vorjahr; graue Linie: Durchschnittswert über den gesamten Zeitraum



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Forschungsdatenzentrum der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus 2005-2012

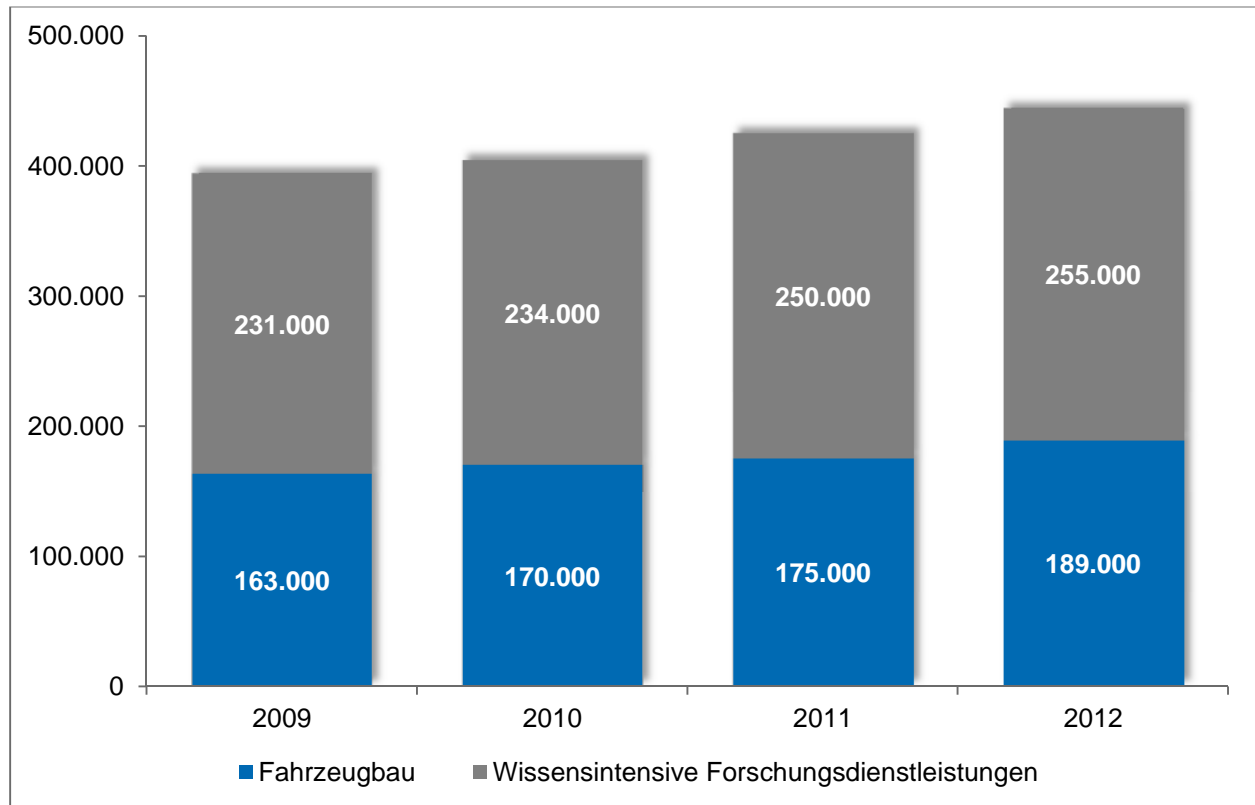
Als zweite Stellschraube der Arbeitskräftenachfrage wird somit der langfristige gesamtwirtschaftliche Zusatzbedarf an Ingenieuren kalibriert. Ausgehend von dem entsprechenden Durchschnittswert der Jahre 2005 bis 2012 kann dieser gesamtwirtschaftliche Zusatzbedarf um bis zu fünf Prozent erhöht oder gesenkt werden und somit Werte in einem Bereich zwischen 40.600 und 44.800 annehmen. Die Veränderung wirkt graduell. Nach fünf Jahren ist die vollständige Wirkung auf die Arbeitskräftenachfrage erreicht.

4.3 Zusatzbedarf in besonders beschäftigungsdynamischen Branchen

Einen besonders starken Beschäftigungsanstieg haben in der jüngeren Vergangenheit die beiden Branchen Fahrzeugbau und Wissensintensive Forschungsdienstleistungen verzeichnet, auf die inzwischen mit 444.000 Erwerbstätigen rund ein Viertel der gesamtwirtschaftlichen Ingenieurbeschäftigung entfällt. Zwischen den Jahren 2009 und 2012 ist die Erwerbstätigkeit von Ingenieuren in diesen beiden Branchen um 50.000 Personen gestiegen.

Ein Vergleich mit der Entwicklung der gesamten Volkswirtschaft (Abbildung 4-3) zeigt, dass seit dem Jahr 2009 mehr als jede zweite zusätzliche Ingenieurstelle in einer dieser beiden Branchen geschaffen worden ist. Insbesondere am aktuellen Rand scheinen der Fahrzeugbau und die Wissensintensiven Forschungsdienstleistungen in Folge der exzellenten wirtschaftlichen Entwicklung ihren Status als im Ingenieurbereich besonders beschäftigungsdynamische Branchen für die nähere Zukunft festigen zu können.

Abbildung 4-4: Besonders hoher Bedarf in den beschäftigungsdynamischen Branchen
Erwerbstätige Ingenieure in den Branchen Fahrzeugbau und Wissensintensive Dienstleistungen



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Forschungsdatenzentrum der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Mikrozensus 2009-2012

Als dritte und letzte Stellschraube der Arbeitskräftenachfrage wird somit der langfristige Zusatzbedarf in den besonders beschäftigungsdynamischen Branchen kalibriert. Ausgehend von einer parallel zur Gesamtbeschäftigung an Ingenieuren verlaufenden Entwicklung der Ingenieurbeschäftigung in den Branchen Fahrzeugbau und Wissensintensive Dienstleistungen kann eingestellt werden, ob der Zusatzbedarf in den beschäftigungsdynamischen Branchen um bis zu fünf Prozent stärker oder schwächer ausfällt als im langfristigen Durchschnitt der Volkswirtschaft. Auch diese Veränderung wirkt graduell und erreicht nach fünf Jahren die vollständige Wirkung auf die Arbeitskräftenachfrage.

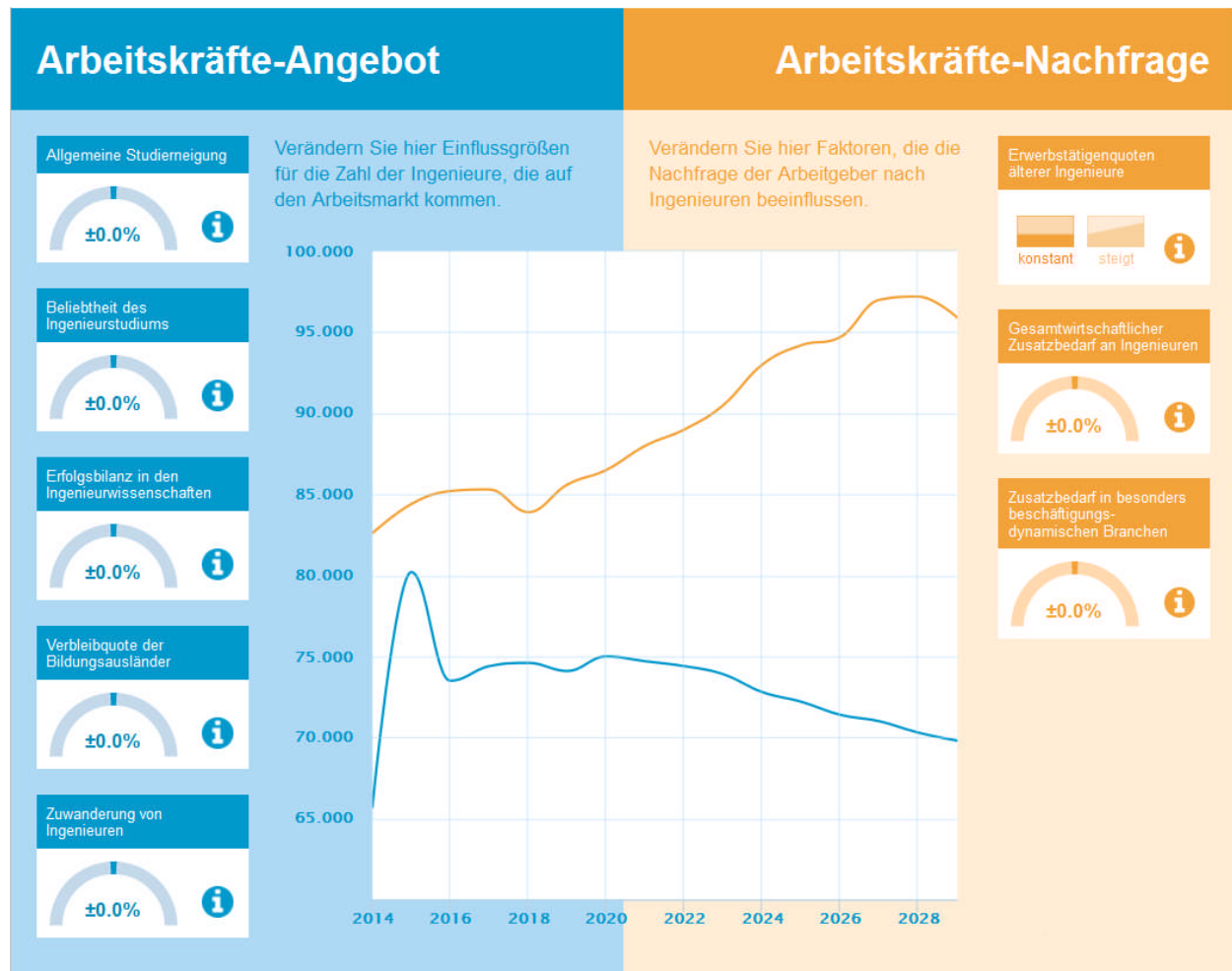
5 Ergebnisse des Szenariomodells

5.1 Basisszenario „Alles bleibt wie bisher“

Im Basisszenario (Abbildung 5-1) wird der aktuell Status Quo fortgeschrieben, wobei sämtliche Einflussfaktoren unverändert bleiben.

Abbildung 5-1: Basisszenario „Alles bleibt wie bisher“

Im Vergleich zum Status Quo: alle Stellschrauben unverändert und konstante Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln; www.vdi.de/szenariotool

Die Ergebnisse des Basisszenarios entsprechen somit den Prämissen, dass

- die fächerübergreifende Studienanfängerprognose der Kultusministerkonferenz zutreffen wird,
- die Ingenieurwissenschaften in sämtlichen Kombinationen von Personenkreisen und Hochschularten (und mithin auch im Aggregat) einen unveränderten Anteil an allen Studierenden im ersten Hochschulsesemester auf sich vereinen können,
- die abschlussbezogenen Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge in sämtlichen Kombinationen von Personenkreisen und Hochschularten (und mithin auch im Aggregat) dieselben bleiben,

- jährlich ebenso viele Ingenieure mit einem im Ausland erworbenen Abschluss zuwandern und eine Erwerbstätigkeit in Deutschland aufnehmen wie im Maximum der letzten Jahre,
- in den Ingenieurwissenschaften weiterhin die Hälfte der Bildungsausländer das Land nach dem Erwerb des Abschlusses verlässt,
- die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure unverändert bleibt und
- in Folge eines normalen gesamtwirtschaftlichen Wachstums und Strukturwandels in der gesamten Volkswirtschaft und ebenfalls in den besonders beschäftigungsdynamischen Branchen des Fahrzeugbaus und der Wissensintensiven Dienstleistungen künftig ebenso viele Ingenieure zusätzlich benötigt werden wie im langfristigen Durchschnitt der letzten Jahre.

In dem Basisszenario werden dem deutschen Arbeitsmarkt in den Jahren 2015 bis 2029 unter dem Strich insgesamt 1.102.200 Ingenieure neu zur Verfügung stehen. Der Gesamtbedarf an Ingenieuren beläuft sich im Vergleichszeitraum auf 1.350.400 Personen, was einem kumulierten Nachfrageüberschuss von 248.200 Ingenieuren und damit etwa vier aktuellen Absolventenjahrgängen entspricht. In diesem Basisszenario öffnet sich die Schere zwischen Arbeitskräftenachfrage und -angebot bereits ab dem Jahr 2018 immer weiter.

5.2 Szenario „Absolventenboom trifft lahmende Volkswirtschaft“

Das erste Szenario (Abbildung 5-2) entspricht der aus Sicht eines künftigen Absolventen ungünstigsten künftigen Entwicklung und folglich einer maximalen beziehungsweise minimalen Ausprägung der Stellschrauben derart, dass

- die fächerübergreifende Studienanfängerprognose der Kultusministerkonferenz übertroffen wird,
- die Ingenieurwissenschaften in sämtlichen Kombinationen von Personenkreisen und Hochschularten (und mithin auch im Aggregat) einen höheren Anteil an allen Studierenden im ersten Hochschulsemester auf sich vereinen können,
- die abschlussbezogenen Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge in sämtlichen Kombinationen von Personenkreisen und Hochschularten steigen,
- jährlich mehr Ingenieure mit einem im Ausland erworbenen Abschluss zuwandern und eine Erwerbstätigkeit in Deutschland aufnehmen als im Maximum der letzten Jahre,
- in den Ingenieurwissenschaften weniger Bildungsausländer als bislang das Land nach dem Erwerb des Abschlusses verlassen,
- die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure steigt und
- in Folge eines niedrigen gesamtwirtschaftlichen Wachstums oder langsamen Strukturwandels hin zu einer forschungs- und wissensintensiven Gesellschaft in der gesamten Volkswirtschaft und ebenfalls in den besonders beschäftigungsdynamischen Branchen des Fahrzeugbaus und der Wissensintensiven Dienstleistungen künftig weniger Ingenieure zusätzlich benötigt werden als im langfristigen Durchschnitt der letzten Jahre.

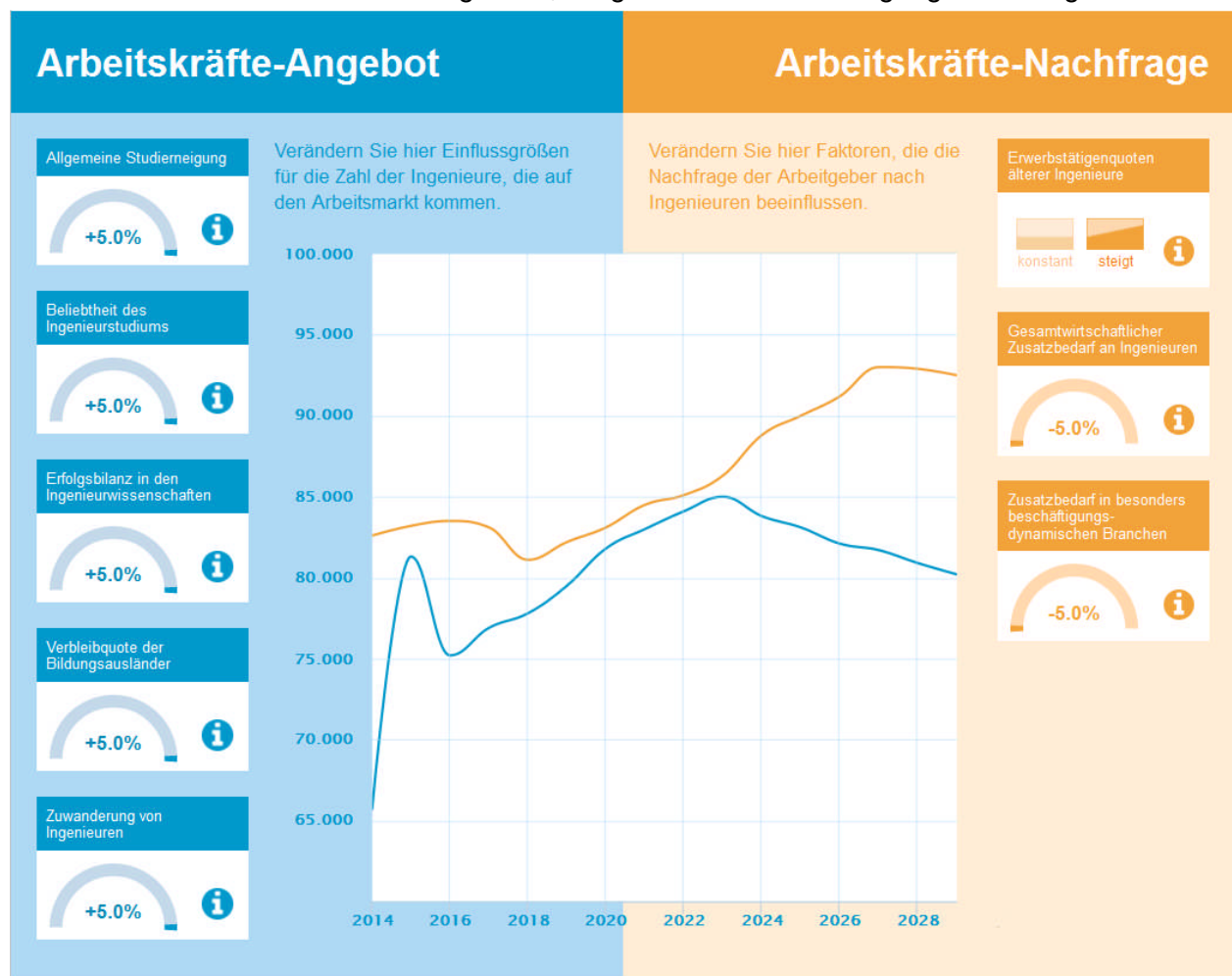
Selbst in diesem aus Absolventensicht ungünstigsten Szenario, dass a) die Arbeitskräftenachfrage nach Ingenieuren unerwartet stark zurückgeht und ältere Ingenieure länger als bislang am Arbeitsmarkt aktiv bleiben, während b) gleichzeitig das Arbeitsmarktangebot dadurch unerwartet stark steigt, dass sich noch mehr Studienanfänger für die Ingenieurwissenschaften entscheiden, diese häufiger als bislang ihren Abschluss erreichen, weniger der hier ausgebildeten ausländischen Ingenieure das Land nach dem Examen wieder verlassen und sich die Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure dauerhaft auf einem hohen Niveau etabliert, übertrifft die Ar-

beitskräftenachfrage das entsprechende Arbeitsmarktangebot bis zum Jahr 2029 in jedem einzelnen Jahr.

In dem Szenario „Absolventenboom trifft lahme Volkswirtschaft“ werden dem deutschen Arbeitsmarkt in den Jahren 2015 bis 2029 unter dem Strich insgesamt 1.216.400 Ingenieure neu zur Verfügung stehen. Der Gesamtbedarf an Ingenieuren beläuft sich im Vergleichszeitraum auf 1.300.500 Personen, was einem kumulierten Nachfrageüberschuss von 84.100 Ingenieuren entspricht. In diesem Szenario wird die Schere zwischen Arbeitskräftenachfrage und -angebot spätestens ab dem Jahr 2023 immer weiter auseinander gehen und die Nachfrage wird das Angebot im Zeitraum immer weiter übertreffen.

Abbildung 5-2: Szenario „Absolventenboom trifft lahme Volkswirtschaft“

Im Vergleich zum Status Quo: alle Stellschrauben des Arbeitskräfteangebots +5%, alle Stellschrauben der Arbeitskräftenachfrage -5%, steigende Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln; www.vdi.de/szenariotool

5.3 Szenario „Absolventenschwund trifft boomende Volkswirtschaft“

Das diametrale Szenario (Abbildung 5-3) entspricht der aus Absolventensicht bestmöglichen künftigen Entwicklung und folglich einer maximalen beziehungsweise minimalen Ausprägung der Stellschrauben derart, dass

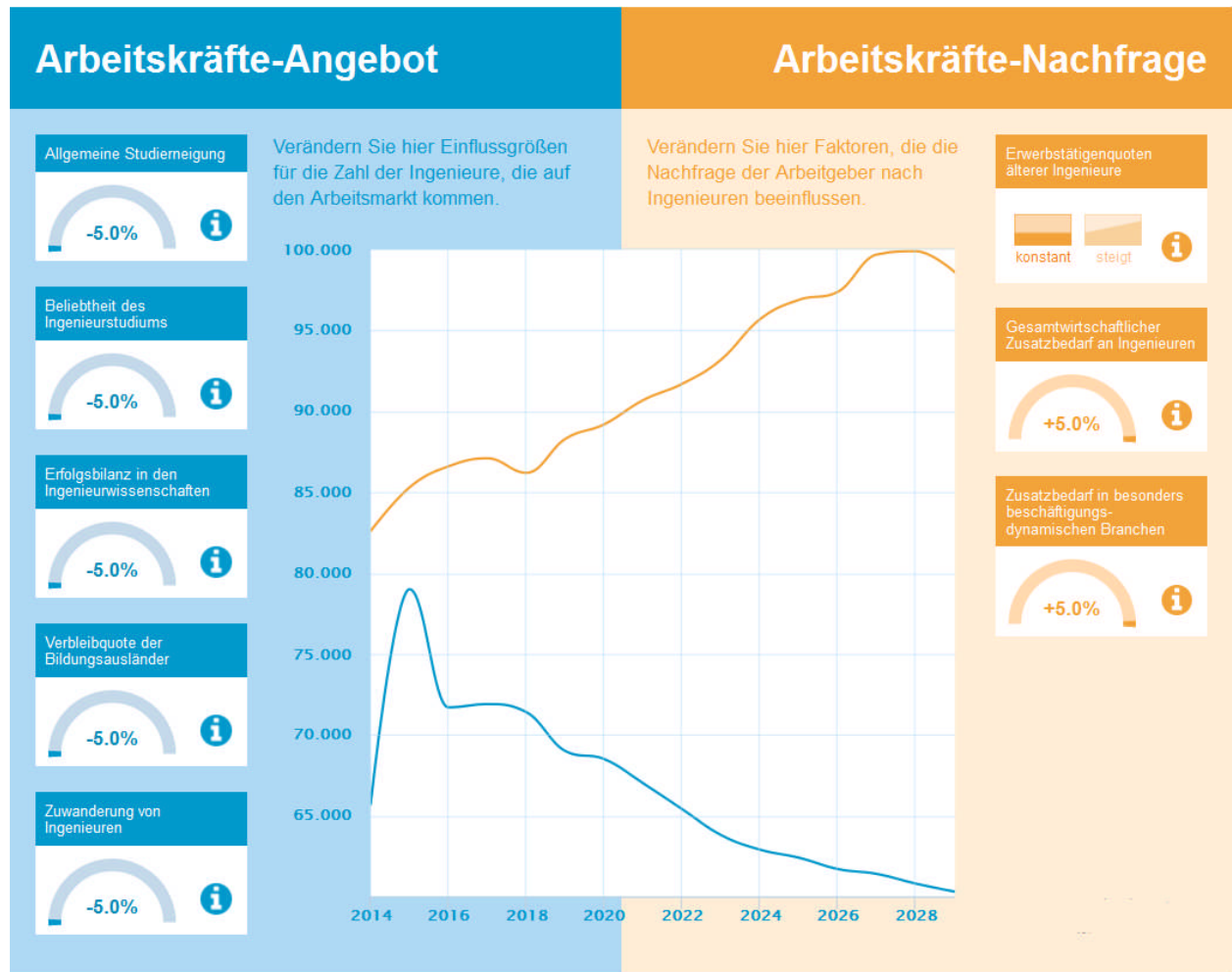
- die fächerübergreifende Studienanfängerprognose der Kultusministerkonferenz untertroffen wird,
- die Ingenieurwissenschaften in sämtlichen Kombinationen von Personenkreisen und Hochschularten (und mithin auch im Aggregat) einen niedrigeren Anteil an allen Studierenden im ersten Hochschulsesemester auf sich vereinen können,
- die abschlussbezogenen Erfolgsbilanzen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge in sämtlichen Kombinationen von Personenkreisen und Hochschularten (und mithin auch im Aggregat) sinken,
- jährlich weniger Ingenieure mit einem im Ausland erworbenen Abschluss zuwandern und eine Erwerbstätigkeit in Deutschland aufnehmen als im Maximum der letzten Jahre,
- in den Ingenieurwissenschaften mehr Bildungsausländer als bislang das Land nach dem Erwerb des Abschlusses verlassen,
- die Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure konstant bleibt und
- in Folge eines hohen gesamtwirtschaftlichen Wachstums oder schnellen Strukturwandels hin zu einer forschungs- und wissensintensiven Gesellschaft in der gesamten Volkswirtschaft und ebenfalls in den besonders beschäftigungsdynamischen Branchen des Fahrzeugbaus und der wissensintensiven Dienstleistungen künftig mehr Ingenieure zusätzlich benötigt werden als im langfristigen Durchschnitt der letzten Jahre.

In diesem Szenario, in welchem a) die Arbeitskräftenachfrage nach Ingenieuren unerwartet stark steigt und ältere Ingenieure nicht länger als bislang am Arbeitsmarkt aktiv bleiben, während gleichzeitig b) das Arbeitsmarktangebot dadurch unerwartet stark sinkt, dass sich weniger Studienanfänger für die Ingenieurwissenschaften entscheiden, diese seltener als bislang ihren Abschluss erreichen, mehr der hier ausgebildeten ausländischen Ingenieure das Land nach dem Examen wieder verlassen und sich die Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure dauerhaft auf einem geringeren Niveau etabliert, übertrifft die Arbeitskräftenachfrage das entsprechende Arbeitsmarktangebot bis zum Jahr 2029 in jedem einzelnen Jahr deutlich.

In dem Szenario „Absolventenschwund trifft boomende Volkswirtschaft“ werden dem deutschen Arbeitsmarkt in den Jahren 2015 bis 2029 unter dem Strich insgesamt 997.200 Ingenieure neu zur Verfügung stehen. Der Gesamtbedarf an Ingenieuren beläuft sich im Vergleichszeitraum auf 1.386.500 Personen, was einem kumulierten Nachfrageüberschuss von 389.300 Ingenieuren entspricht. Bereits ab dem laufenden Jahr 2015 wird in diesem Szenario die Schere zwischen Arbeitskräftenachfrage und -angebot immer weiter auseinander gehen.

Abbildung 5-3: Szenario „Absolventenschwund trifft boomende Volkswirtschaft“

Im Vergleich zum Status Quo: alle Stellschrauben des Arbeitskräfteangebots -5%, alle Stellschrauben der Arbeitskräftenachfrage +5%, konstante Erwerbsbeteiligung älterer Ingenieure



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln; www.vdi.de/szenariotool

6 Zusammenfassende Ergebnisse

In Tabelle 6-1 sind zunächst ausgewählte Maßnahmen bezüglich des Arbeitsmarktangebots und der Arbeitskräftenachfrage in den Ingenieurwissenschaften dargestellt.

Tabelle 6-1: Ingenieurpotenzial im Umfang von zwei Absolventenjahrgängen realisierbar
Isolierte Änderung des Einflussfaktors im Vergleich zum Status Quo und quantitative Wirkung auf Arbeitskräfteangebot und -nachfrage (kumuliert bis zum Jahr 2029)

Arbeitskräfteangebot	
Erhöhung der fachrichtungsübergreifenden Studienanfängerzahl um fünf Prozent	Dem deutschen Arbeitsmarkt stehen rund 29.400 Ingenieure zusätzlich zur Verfügung.
Erhöhung der abschlussbezogenen Erfolgsbilanz ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge um fünf Prozent	Dem deutschen Arbeitsmarkt stehen rund 42.900 Ingenieure zusätzlich zur Verfügung.
Erhöhung der jährlichen Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure um fünf Prozent	Dem deutschen Arbeitsmarkt stehen rund 5.300 Ingenieure zusätzlich zur Verfügung.
Erhöhung der Verbleibquote ausländischer Ingenieure, die zum Studium nach Deutschland gekommen sind, nach dem Examen um fünf Prozent	Dem deutschen Arbeitsmarkt stehen rund 2.600 Ingenieure zusätzlich zur Verfügung.
Erhöhung des Anteils der Ingenieurwissenschaften an allen Studienanfängern um fünf Prozent	Dem deutschen Arbeitsmarkt stehen rund 29.400 Ingenieure zusätzlich zur Verfügung.
Kombinierte Wirkung aller Maßnahmen (unter Berücksichtigung der Synergieeffekte)	Dem deutschen Arbeitsmarkt stehen rund 114.000 Ingenieure zusätzlich zur Verfügung.
Arbeitskräftenachfrage	
Gesamtwirtschaftlicher Zusatzbedarf steigt um fünf Prozent	Auf dem deutschen Arbeitsmarkt werden rund 27.800 Ingenieure zusätzlich nachgefragt
Zusatzbedarf in den besonders beschäftigungsdynamischen Branchen steigt um fünf Prozent	Auf dem deutschen Arbeitsmarkt werden rund 8.000 Ingenieure zusätzlich nachgefragt
Erwerbstätigenquoten der Ingenieure in den Altersjahrgängen 55+ steigen in Folge der Rente mit 67	Auf dem deutschen Arbeitsmarkt werden rund 14.400 Ingenieure weniger nachgefragt
Kombinierte Wirkung aller Maßnahmen (unter Berücksichtigung der Synergieeffekte)	Auf dem deutschen Arbeitsmarkt werden rund 21.700 Ingenieure zusätzlich nachgefragt

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Es wird immer nur die Wirkung einer Änderung unter Konstanz aller anderen Faktoren ausgewiesen, da viele der einzelnen Stellschrauben Interdependenzen aufweisen. Beispielsweise wirkt sich ein und dieselbe prozentuale Erhöhung des Ingenieuranteils an den Studienanfängern aufgrund der multiplikativen Wechselwirkungen in Form eines Synergieeffekts stärker auf das Arbeitskräfteangebot aus, wenn gleichzeitig die Bemessungsgrundlage in Form der fachrichtungsübergreifenden Studienanfänger steigt und nochmals stärker, wenn ebenfalls die Erfolgsbilanz steigt.

Die Ergebnisse des Szenariomodells verdeutlichen, dass die Aufnahme eines Ingenieurstudiums aus Absolventensicht auch künftig eine attraktive Wahl bleibt. Aus volkswirtschaftlicher Sicht hingegen erweist sich der sich in jedem der Szenarien letztlich verschärfende Nachfrageüberhang als große Herausforderung für den Standort Deutschland. Als entscheidende Determinante erweist sich dabei nicht die Arbeitskräftenachfrage, wobei aktuell auch nicht das Geringste auf eine nennenswerte Eintrübung der wirtschaftlichen Lage hindeutet, sondern vielmehr die angebotsseitige demografische Entwicklung, konkret die Tatsache, dass künftig immer weniger Studienanfänger in die Hochschulen einmünden werden und gleichzeitig immer mehr ältere Ingenieure aus dem Erwerbsleben ausscheiden werden.

Die im Sinne des künftigen Arbeitskräfteangebots sehr günstige Kalibrierung des Modells mit bereits im Basisszenario sehr hohen Ingenieuranteilen an den Studienanfängern lässt vermuten, dass die Ausbildungsleistung der deutschen Hochschulen künftig nicht mehr ausreichen wird, um die gesamte Arbeitskräftenachfrage nach Ingenieuren befriedigen zu können. Wie in Abschnitt 3.1 erläutert lässt die Prognose der Kultusministerkonferenz nichts anderes erwarten, als dass die Studienanfängerzahlen in den Ingenieurwissenschaften spürbar zurückgehen werden, auf der einen Seite maßgeblich bedingt durch das Sinken der Jahrgangsstärken und mithin der nachrückenden Schülerzahlen. Darüber hinaus dürfte es den Ingenieurwissenschaften schwer fallen, ihren aktuell hohen Anteil an allen Studienanfängern beizubehalten, zumindest erscheint eine Erhöhung über das Niveau der letzten Jahre hinaus überaus unwahrscheinlich. Ein Grund hierfür ist, dass sich die Eignungsvoraussetzungen für ein Ingenieurstudium - profunde Kenntnisse und Verständnis mathematischer und physikalischer und/oder weiterer naturwissenschaftlicher Zusammenhänge - nicht wesentlich geändert haben. Seit jeher existiert ein sehr enger Zusammenhang zwischen der Fächerwahl schulischer Leistungskurse respektive Spezialisierungen und der späteren Fächerwahl im Studium (HIS, 2011). Der Löwenanteil der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften kommt aus den Gymnasien und hat dort einen Leistungskurs Mathematik, in der Regel in Kombination mit einem Leistungskurs Physik oder einem anderen naturwissenschaftlich-technischen Schulfach belegt. Bundesweit hat das deutsche Schulsystem zuletzt jedoch keineswegs mehr geeignete Abgänger als vor zehn Jahren hervorgebracht (Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: Leistungskurse in der gymnasialen Oberstufe

Fächeranteil an allen Belegungen von Leistungskursen der gymnasialen Oberstufe, in Prozent

	Schuljahr 2013/14	Schuljahr 2003/04
Mathematik	18,4	15,5
Informatik	0,2	0,2
Biologie	9,0	12,4
Chemie	2,9	3,9
Physik	3,6	4,9
Andere naturwissenschaftlich-technische Fächer	0,0	0,1
Nicht-MINT-Leistungskurse	65,8	63,1

Quelle: KMK, 2014b

Konkret ist der Anteil der Belegungen von Mathematik-Leistungskursen in der gymnasialen Oberstufe zwar von 15,5 Prozent im Schuljahr 2003/04 auf 18,4 im Schuljahr 2013/14 gestiegen, die entsprechenden Anteile der technisch-naturwissenschaftlichen Fächer sind im selben Zeitraum jedoch gesunken. Der Gesamtanteil der Belegungen ingenieuraffiner MINT-Leistungskurse und damit auch das entsprechende Potenzial aus Sicht der Ingenieurwissenschaften sind nicht gestiegen. Eine erste Aufgabe der Bildungspolitik besteht darin, diese Entwicklung umzukehren und insbesondere eventuelle Kürzungen in den Unterrichtsvolumina zu unterlassen.

Eine weitere mögliche Aufgabe für die Bildungspolitik und die Hochschulen besteht darin, die abschlussbezogenen Erfolgsbilanzen der Ingenieurstudiengänge zu verbessern. Dabei sollte nicht bloß auf eine bloße Reduktion der Abbrecherquoten geachtet werden, kann dieser Effekt doch im Extremfall sogar vollständig verpuffen, wenn die betroffenen Personen stattdessen vor Erreichen des ersten berufsqualifizierenden Abschlusses die Fachrichtung wechseln, denn den Ingenieurwissenschaften gingen sie in beiden Fällen (Abbruch des Studiums oder Wechsel in einen anderen Studiengang) verloren. Und selbst eine Verschlechterung der Abbrecherquote kann dadurch überkompensiert werden, wenn es gelingt, Wechsler aus anderen Studiengängen (etwa der Physik oder Informatik) für die Ingenieurwissenschaften zu gewinnen. Es bleibt jedoch vor dem Hintergrund gestiegener Anfängerzahlen und der in Tabelle 6-2 abzulesenden Stagnation der ingenieuraffinen Leistungskurse fraglich, ob dieses Ziel ohne Abstriche bei der Abschlussqualität zu erreichen ist.

Die zur Abmilderung des sich abzeichnenden Nachfrageüberhangs effektivsten Maßnahmen bestehen realistischer Weise in einem Mix aus Zuwanderung und Bildungspolitik. Der Zuwanderung im Ausland ausgebildeter Ingenieure (als korrespondierende Röhre zwischen Arbeitskräftenachfrage und -angebot) fällt künftig mehr denn je die Aufgabe zu, zur Sicherung der Ingenieurbasis in Deutschland beizutragen. In Folge des künftigen Rückgangs der Absolventenzahlen benötigt Deutschland selbst in einem konservativen Szenario eine jährliche Nettozuwanderung in Höhe von mindestens 15.000 Ingenieuren, um seine Arbeitskräftebasis im Ingenieurbereich langfristig zu sichern. Angesichts des künftigen Rückgangs der hiesigen Absolventenzahlen benötigt Deutschland selbst in dem pessimistischen Szenario eine jährliche Nettozuwanderung in Höhe von mindestens 15.000 Ingenieuren, um seine Arbeitskräftebasis im Ingenieurbereich langfristig zu sichern. Als Kanäle hierfür sollte sowohl die Zuwanderung über die Hochschulen als auch direkt aus dem Ausland genutzt werden. Die Bildungspolitik darf nicht dem Trugschluss erliegen, auf den künftigen Rückgang des heimischen Potenzials an Ingenieurstudierenden mit Kürzungen der ingenieurwissenschaftlichen Studienkapazitäten zu reagieren. Vielmehr sollte sie die entsprechenden Studienkapazitäten auf dem aktuellen Niveau weiterfinanzieren und die Hochschulen animieren, um qualifizierte ausländische Studierende zu werben, ihre Studiengänge noch mehr als bislang auch in englischer Sprache anzubieten und noch mehr Mittel in die Integration und Unterstützung der ausländischen Studierenden zu investieren.

Literatur

Alichniewicz, Justina / **Geis**, Wido, 2013, Zuwanderung über die Hochschule, in: IW-Trends Nr. 4/2013, S. 3-17

DAAD/DZHW - Deutscher Akademischer Austauschdienst/Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, 2014, Wissenschaft weltoffen 2014 - Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland, Bielefeld

Erdmann, Vera / **Koppel**, Oliver, 2009, Beschäftigungsperspektiven älterer Ingenieure in deutschen Industrieunternehmen, in: IW-Trends, 36. Jahrgang, Nr. 4/2009, URL: http://www.iwkoeln.de/Portals/0/pdf/trends02_09_7.pdf [Stand: 2015-04-01]

HIS - Hochschulinformationssystem, 2011, Studienanfänger im Wintersemester 2009/10 - Wege zum Studium, Studien- und Hochschulwahl, Situation bei Studienbeginn, Hannover

HIS - Hochschulinformationssystem, 2012, Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen, Hannover

KMK - Kultusministerkonferenz, 2014a, Vorausberechnung der Studienanfängerzahlen 2014 - 2025, Dokumentation Nr. 205, Berlin

KMK - Kultusministerkonferenz, 2014b, Belegte Grund- und Leistungskurse in der gymnasialen Oberstufe, verschiedene Jahrgänge, Berlin

Koppel, Oliver, 2014, Ingenieure auf einen Blick: Erwerbstätigkeit, Migration, Regionale Zentren, URL:

http://www.iwkoeln.de/storage/asset/161619/storage/master/file/4357404/download/VDI_Web_PDF.pdf [Stand: 2015-04-07]

StaBu - Statistisches Bundesamt, 2014a, Fachserie 11 - Reihe 4.2: Prüfungen an Hochschulen, verschiedene Jahrgänge

StaBu - Statistisches Bundesamt, 2014b, Fachserie 11 - Reihe 4.1: Studierende an Hochschulen, verschiedene Jahrgänge

StaBu - Statistisches Bundesamt, 2014c, H201 - Hochschulstatistik: Studienanfänger nach Hochschulart, Fächergruppe, Studienbereich und Studienfach, verschiedene Jahrgänge, Sonderauswertung

Vogler-Ludwig, Kurt / **Düll**, Nicola / **Krieche**, Ben, 2015, Arbeitsmarkt 2030 - Die Bedeutung der Zuwanderung für Beschäftigung und Wachstum - Prognose 2014, Bielefeld

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Mehr als jeder fünfte Studienanfänger möchte Ingenieur werden	11
Tabelle 3-2: Noch immer geht viel Potenzial verloren.....	12
Tabelle 3-3: Moderate Erfolgsbilanz des Ingenieurstudiums an Universitäten	13
Tabelle 3-4: Jeder zehnte Ingenieur hat seinen Abschluss im Ausland erworben.....	16
Tabelle 6-1: Ingenieurpotenzial im Umfang von zwei Absolventenjahrgängen realisierbar	28
Tabelle 6-2: Leistungskurse in der gymnasialen Oberstufe	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Gravierende Diskrepanz zwischen Abschlüssen und Erstabsolventen.....	6
Abbildung 2-2: Gravierende Diskrepanz zwischen erstem Fach- und Hochschulsesemester	8
Abbildung 3-1: Ingenieuranteil unter Studienanfängern auf hohem Niveau aber rückläufig	11
Abbildung 3-2: Bildungsausländer als Erstabsolventen eines Ingenieurstudiums	15
Abbildung 4-1: Hohe Erwerbsbeteiligung der Ingenieure - auch jenseits der Rentengrenze	17
Abbildung 4-2: Entwicklung des demografischen Ersatzbedarfs bis zum Jahr 2029	19
Abbildung 4-3: Hoher volkswirtschaftlicher Zusatzbedarf an Ingenieuren	21
Abbildung 4-4: Besonders hoher Bedarf in den beschäftigungsdynamischen Branchen.....	22
Abbildung 5-1: Basisszenario „Alles bleibt wie bisher“	23
Abbildung 5-2: Szenario „Absolventenboom trifft lahme Volkswirtschaft“	25
Abbildung 5-3: Szenario „Absolventenschwund trifft boomende Volkswirtschaft“	27