

Technologiestandort Deutschland 2020

Status Quo und Entwicklungsperspektiven für Ingenieure



Anette Braun, Anika Scheiermann, Axel Zweck

Technologiestandort Deutschland 2020

Status Quo und Entwicklungsperspektiven für Ingenieure

Dr. Anette Braun
Anika Scheiermann
Dr. Dr. Axel Zweck

Herausgeber:
Zukünftige Technologien Consulting
der VDI Technologiezentrum GmbH
Airport City
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

im Auftrag und mit Unterstützung des

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Diese Publikation wurde von der Abteilung Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH im Auftrag des VDI im Rahmen der Vorbereitungen zum 25. Deutschen Ingenieurtag 2011 erstellt.

Projektleitung: Dr. Dr. Axel Zweck (VDI TZ ZTC)

Durchführung: Dr. Anette Braun, Anika Scheiermann

Kontakt: Dr. Anette Braun (braun_a@vdi.de)

Dank gilt einer Vielzahl von Experten, die wertvolle Beiträge und Anregungen geliefert haben.

Zukünftige Technologien Nr. 91
Düsseldorf, im Mai 2011
ISSN 1436-5928

Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Der VDI übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben.

Außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte sind alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen photomechanischen Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzung.

Titelbild: Flughafen Düsseldorf, Atelier Ansgar M. van Treeck

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC)
der VDI Technologiezentrum GmbH

Airport City
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	9
1.1	Ziel der Studie	10
1.2	Aufbau der Studie	11
1.3	Ergebnisse im Überblick	12
2	GLOBALE TRENDS 2020	19
2.1	Herausforderungen für Europa	19
2.2	Herausforderung für Deutschland	27
3	ZUKUNFTSFELDER	41
3.1	Technologiefelder 2020	41
3.2	Maschinen- & Anlagenbau	43
3.3	Automobilindustrie	45
3.4	Informations- und Kommunikationstechnologien	47
3.5	Elektronik & Mikro- und Nanotechnologie	55
3.6	Umwelt und Energietechnologien	56
3.7	Life-Sciences & Medizintechnologien	59
3.8	Automation	60
3.9	Hybride Wertschöpfung durch produktbezogene Dienstleistungen	63
3.10	Weitere Zukunftsfelder	66
4	ANFORDERUNGEN AN INGENIEURE DER ZUKUNFT	67
4.1	Fachkräftemangel - Ingenieurlücke	67
4.2	Potenzial älterer Ingenieure im Ingenieurberuf	72
4.3	Potenzial von Frauen im Ingenieurberuf	73
4.4	Qualifikationsniveau und neue Profile des Ingenieurberufes	74
4.5	Ingenieure in Europa	77
5	ZUKUNFTSSTRATEGIEN - VISIONEN FÜR INGENIEURE	79
5.1	Zukunftsstrategien europäischer Ingenieurorganisationen	79
5.2	Zukunftsstrategien nationaler Ingenieurorganisationen	99
6	FAZIT	129
7	BIBLIOGRAPHIE	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Innovationsland Deutschland in Europa	28
Abbildung 2:	Verlagerung und Rückverlagerung von Produktionskapazitäten in Deutschland	31
Abbildung 3:	Ziel- und Herkunftsregion für Verlagerung und Rückverlagerung	32
Abbildung 4:	Produktionsstandorte im Vergleich	34
Abbildung 5:	Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland	35
Abbildung 6:	VDI Definition „Technische Bildung“	38
Abbildung 7:	Technologiefelder 2020	42
Abbildung 8:	Neue Technologieportfolios durch Konvergenz der Disziplinen	43
Abbildung 9:	Auftragseingang Maschinenbau	44
Abbildung 10:	Informations- und Telekommunikationstechnologien als Wegbereiter für Innovationen	49
Abbildung 11:	Roadmap Embedded Systems in Deutschland	54
Abbildung 12:	GMA-Umfrage 2010: Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik	61
Abbildung 13:	GMA-Umfrage 2010: Impulse für die Mess- und Automatisierungstechnik	62
Abbildung 14:	Länderanteile am Weltmarkt der Automatisierungstechnik 2006	62
Abbildung 15:	Entwicklung der MINT*-Fachkräftelücke	68
Abbildung 16:	Fachkräftelücken nach Ingenieurberufsordnungen	69
Abbildung 17:	Gesamtbedarf an MINT-Akademikern von 2009-2020	70
Abbildung 18:	Jährlicher Bedarf an Ingenieuren in Deutschland bis 2027 nach Bundesländern und Regionen	71
Abbildung 19:	Altersverteilung der Ingenieure	72
Abbildung 20:	Erwartete Entwicklung der Herausforderungen im Ingenieurumfeld in den nächsten 2 bis 3 Jahren	75
Abbildung 21:	Ingenieurausbildung in Deutschland	76
Abbildung 22:	Europäische Technologieplattformen	84

1 EINLEITUNG

Der Technologiestandort Deutschland verdankt seine wirtschaftliche Stärke insbesondere dem erfolgreichen Zusammenspiel von produzierendem Gewerbe und produktionsnahen Dienstleistungen sowie der Fähigkeit, disziplinen- und branchenübergreifende Systemlösungen und kundenspezifisch maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln. Damit sich die globalen Trends und die dynamische Entwicklung Asiens für die Exportation Deutschland als Chance erweisen können, wird es zunehmend wichtiger, wirtschaftliche Zukunftsfelder voranzutreiben, die nachhaltige Wachstums- und Entwicklungsperspektiven bieten können.

Durch das Zusammenspiel von produzierendem Gewerbe und produktionsnahen Dienstleistungen können wirtschaftliche Zukunftsfelder vorangetrieben werden

Um Wachstum, Wohlstand und Arbeitsplätze auch künftigen Generationen zugänglich zu machen, müssen frühzeitig aktuelle und zukünftige Technik- und Technologietrends erkannt, bearbeitet und hinsichtlich ihrer Chancen und Risiken bewertet werden.

Der Wirtschaftsstandort Deutschland profitiert enorm vom Know-how seiner Ingenieure.¹ Ihr Beitrag zu technologischen Innovationen ist unverzichtbar für mehr Wachstum, neue Arbeitsplätze, sichere Energieversorgung und dafür, dass wir tragfähige Antworten auf die Herausforderung des Klimawandels finden. In dem Ansinnen, die zukünftige Energieversorgung neu zu gestalten, finden Ingenieure auch und gerade in Zukunft ein faszinierendes und anspruchsvolles Arbeitsfeld.

Der Wirtschaftsstandort Deutschland profitiert enorm vom Know-how seiner Ingenieure

Bereits auf dem 24. Deutschen Ingenieurtag wurde diskutiert, wie technischer Fortschritt und politische Rahmenbedingungen eine effizientere Nutzung knapper natürlicher Ressourcen befördern können. Die VDI-Studie „Mehr Wissen – weniger Ressourcen“² bietet hierzu einen wissenschaftlich fundierten Rahmen.

Auch der 25. Deutsche Ingenieurtag beschäftigt sich mit gesellschaftlichen und technologischen Trends und deren Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft, mit besonderem Augenmerk auf die Zukunftsherausforderungen für Ingenieure am Technologiestandort Deutschland, die über die kommenden 10 Jahre hinausgehen.

So nimmt beispielsweise mit der fortschreitenden wirtschaftlichen Integration in Europa auch für Ingenieure die Bedeutung grenzüberschreitender Mobilität stetig zu. Deutsche Ingenieure engagieren sich zunehmend im (europäischen) Ausland. Der Bedarf an international mobilen Ingenieuren in Europa wird zudem aufgrund der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Ingenieuren in den einzelnen Ländern wachsen. Deutschland beispielsweise kann bereits seit Jahren seinen Bedarf an qualifizierten

Der Bedarf an international mobilen Ingenieuren wird wachsen

¹ Die vorliegende Studie verwendet sprachlich das generische Maskulinum (z. B. Ingenieur) zur sprachlichen Vereinfachung und impliziert gleichermaßen die weibliche Form (Ingenieurin).

² Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009)

Ingenieuren nicht decken und deutsche Unternehmen versuchen verstärkt, qualifizierte Kräfte auch aus dem europäischen Ausland zu rekrutieren.

Deutschland kann bereits seit Jahren seinen Bedarf an qualifizierten Ingenieuren nicht decken

Aufgrund fehlender Fachkräfte können häufig Innovationsleistungen nicht erbracht werden, was zu signifikanten Wertschöpfungsverlusten führt und damit die Wettbewerbsfähigkeit des Technologiestandortes Deutschland gefährdet.

Dieser perspektivisch erheblich zunehmende Fachkräftemangel spiegelt vor allem den demografisch bedingten Nachwuchsmangel, aber auch bildungspolitische Versäumnisse wider.³

Technikorientierte Ingenieurverbände haben klare Zukunftsperspektiven

Weltweit haben Ingenieurorganisationen diese globalen Herausforderungen erkannt und Strategien entwickelt, um bis zum Jahre 2020 dem in zahlreichen Ländern bereits akuten oder absehbaren Ingenieurmangel entgegenzuwirken.

1.1 Ziel der Studie

Die vorliegende Studie zur Zukunft des Technologiestandortes Deutschland 2020 hat das Ziel, den Status Quo und wesentliche Entwicklungsperspektiven für Ingenieure am Technologiestandort Deutschland zu skizzieren. Auf der Basis globaler Trends und den entsprechenden Zukunftsstrategien von Ingenieur- und Technologie-Organisationen im In- und Ausland werden die Zukunftsherausforderungen für Ingenieure und sich daraus ergebende mögliche Zukunftsinitiativen für deren größten Interessensvertreter in Deutschland, den VDI, herausgearbeitet.

Hierfür wurden die Zukunftsstrategien von Ingenieur- und Technologie-Organisationen im In- und Ausland auf drei Fragestellungen hin untersucht:

- Welche strategische Vision wird für 2020 für den jeweiligen Technologiestandort entwickelt?
- Welche Schritte und Maßnahmen werden als notwendig erachtet, um diese Vision zu verwirklichen?
- Welche Konsequenzen haben diese Einsichten speziell für die Ingenieure? Welche Herausforderungen und Chancen sind damit verbunden?

Auf internationaler Ebene wurden einerseits die Zukunftsstrategien der nationalen Mitgliedern der Föderation Europäischer Nationaler Ingenieurverbände (FEANI)⁴, und darüber hinaus die Zukunftsstrategien von Ingenieurverbänden in Japan, China, den USA, Russland und Frankreich untersucht. Auf multinationaler Ebene wurden die Zukunftsstrategien

³ Böttcher, B.; Deutsch K.G. (2010)

⁴ FEANI (2010)

weltweiter bzw. europäischer Verbände für Ingenieurwissenschaften und der europäischen Technologieplattformen herangezogen.

Dabei konnten innerhalb Europas für die Ingenieurorganisationen in Deutschland, der Schweiz, Frankreich und Großbritannien, sowie international für Ingenieurorganisationen in den USA, Japan und China klare Zukunftsstrategien ermittelt werden.⁵

Für Deutschland wurden zusätzlich zu den strategischen Visionen technisch-wissenschaftlicher Ingenieurorganisationen auch die Zukunftsstrategien technikorientierter Wirtschaftsverbände ermittelt.

1.2 Aufbau der Studie

Kapitel 1 leitet die Studie ein und beschreibt Ziele und Aufbau der Studie.

Kapitel 2 beleuchtet zunächst die globalen Trends und setzt sich mit der Frage auseinander, welche besonderen Herausforderungen sich hieraus für Europa ergeben (Kapitel 2.1), insbesondere für die wesentlichen Politikbereiche:

- Demografie, Migration, Urbanisation, Mobilität
- Wirtschaft, Beschäftigung, Handel
- Produktionsschwerpunkt Asien
- Umwelt, Klimawandel, Energie
- Technologie, Innovation, Forschung
- Internationale Beziehungen und Sicherheit

Anschließend (Kapitel 2.2) werden die Einflüsse der globalen Entwicklungstrends für die Strukturen und das Wachstum am Technologiestandort Deutschland und in Folge für Ingenieure reflektiert.

In Kapitel 3 werden relevante Zukunftsfelder sowie deren Wachstums- und Entwicklungsperspektiven am Technologiestandort Deutschland aufgezeigt. Es wird erläutert, dass horizontal zu allen Branchen und Technologiebereichen die Grenzen zwischen Produkt und Dienstleistung zunehmend verschwimmen und durch integrierte Lösungsangebote ersetzt werden.

⁵ Die Analyse zu Russland hat ergeben, dass die nationalen Ingenieurverbände keine Visionen für die Zukunft entwickelt haben. Der russische Verbund Russian Union of Scientific and Engineering Associations (RUSEA), welcher Mitglied der FEANI ist, tritt weder durch eine englischsprachige Website international in Erscheinung, noch durch veröffentlichte Strategien oder Herausforderungen für die Zeit bis 2020 und darüber hinaus. Ein eigenes Kapitel zu den Zukunftsstrategien Russlands bleibt in dieser Studie somit aus.

Auf der Basis globaler Trends und den Herausforderungen für Europa, insbesondere für den Technologiestandort Deutschland, werden in Kapitel 4 die hieraus resultierenden Anforderungen und Entwicklungsperspektiven für Ingenieure (und somit deren Interessensvertreter) ermittelt.

In Kapitel 5 werden jene strategische Zukunftsvisionen europäischer, multinationaler (Kapitel 5.1) und nationaler (Kapitel 5.2) Technologie- und Ingenieurorganisationen⁶ dargestellt, die Ingenieuren entsprechende Zukunftskonzepte bieten sollen, um den globalen Herausforderungen zu begegnen.

Im Fazit werden die sich aus den gesammelten Erkenntnissen ergebenden möglichen Handlungsperspektiven, insbesondere für den VDI, als größtem Interessensvertreter der Ingenieure in Deutschland dargestellt.

1.3 Ergebnisse im Überblick

Ziel der vorliegenden Studie zur Zukunft des Technologiestandortes Deutschland war es, auf Basis globaler Trends die wesentlichen Zukunftsherausforderungen für Ingenieure am Technologie- und Produktionsstandort Deutschland zu skizzieren und die für die Jahre 2020+ entwickelten strategischen Maßnahmen von Ingenieur- und Technologieorganisationen im In- und Ausland zusammenzutragen.

Globale Trends

- Die Globalisierung wird uns dauerhaft begleiten. In den nächsten Jahrzehnten werden Themen wie Demografie, Mobilität und Zuwanderung, Energie und Umwelt, sowie Sicherheitsaspekte in den Fokus der politischen Aufmerksamkeit rücken.
- Die Weltbevölkerung, die derzeit knapp 7 Milliarden Menschen zählt, wächst weiter und wird sich voraussichtlich im kommenden Jahrhundert bei etwa 10 Milliarden stabilisieren.
- Den Modellrechnungen für Europa zufolge erreicht die Überalterung bzw. Unterjüngung der Bevölkerung etwa Mitte dieses Jahrhunderts ihren Höhepunkt (Anteil der über 65-Jährigen in den 27 EU-Mitgliedsländern bei rund 30 Prozent). Die Überalterung wird die Solidarität zwischen den Generationen auf den Prüfstand stellen. Die erste massive Migrationswelle im 21. Jahrhundert richtet sich auf die Großstädte.
- Das Handelsvolumen dürfte sich trotz eines vorübergehenden Einbruchs 2009 im Zeitraum zwischen 2008 bis 2025 verdoppeln. Laut Prognosen wird die Weltwirtschaft bis 2020 um real 3,5 Prozent wachsen. Ein wesentlicher Wachstumsmotor ist dabei die rasante Entwicklung Asiens, wo große Märkte für Produkte der

⁶ Untersucht wurden hierfür sowohl Ingenieursverbände, als auch Technologiecluster.

Grundversorgung bis hin zu hochwertigen Produkten erschlossen werden.

- Öl- und Gaspreise werden steigen. Konflikte um die Verteilung immer knapper werdender Ressourcen wie Nahrungsmittel, Wasser, saubere Luft werden zunehmen.
- Aus ökonomischer Sicht vollzieht sich derzeit eine grundlegende Umverteilung im geopolitischen Machtgefüge. Die Führungsrolle des „Westens“ ist umstritten. Staatenzerfall aufgrund von Unterentwicklung, ethnischen Konflikten und Streit um Naturressourcen werden auch in Zukunft zu den globalen Problemen gehören.

Zukunftsherausforderungen für den Technologie- und Produktionsstandort Deutschland

- Deutschland gehört, neben Dänemark, Finnland, Schweden – wie in den Vorjahren – zum führenden europäischen Innovationsstandort.
- Der Technologiestandort Deutschland sowie dessen Rahmenbedingungen werden von Experten positiv bewertet hinsichtlich der Infrastruktur für Forschung und Entwicklung, des Technologie- und Wissenstransfers sowie der Qualität der Ausbildung. Vor allem das deutschen Produkten üblicherweise zugeordnete Qualitätssiegel „Made in Germany“ ist besonders für kleine Unternehmen wichtig. Negativ bewertet wird der Technologiestandort Deutschland jedoch in Bezug auf das Fachkräfteangebot (insbesondere die Verfügbarkeit von hochqualifizierten Fachkräften), die Produktionskosten und die Verfügbarkeit von Risikokapital.
- Durch die globalen Herausforderungen wächst der Druck auf den Produktionsstandort Deutschland. Der effiziente Umgang mit Ressourcen und eine verbesserte technische Bildung sowie die Entwicklung von Technologiefeldern der Zukunft sind dabei maßgebliche Faktoren, die den Technikstandort Deutschland zukünftig prägen werden.
- Die aus neuen Technologien resultierenden Zukunftsfelder liegen insbesondere im IKT-Bereich, im Bereich der Umwelt und Energietechnologien, der Life-Sciences und Medizintechnologien, der Elektronik/Mikro- und Nanotechnologie, des Maschinen- und Anlagenbaus, in der Automation, der Automobilindustrie, in den Sicherheitstechnologien und Luft- und Raumfahrtindustrie sowie in horizontal sich dazu ergebenden produktionsnahe Dienstleistungen und Lösungsangeboten.

Zukunftsherausforderungen für Ingenieure am Technologie- und Produktionsstandort Deutschland

- Der Ingenieurmangel hat sich im Dezember 2010 weiter verschärft. Es fehlten 49.800 Ingenieure, 6 Prozent mehr als im Vormonat.
- Der jährliche Ingenieurmehrbedarf könnte bis 2020 voraussichtlich recht konstant bei rund 35.000 neu zu besetzenden Stellen pro Jahr liegen. Der bundesweite Ingenieursersatzbedarf könnte sich auch nach 2020 kontinuierlich auf jährlich 48.300 Personen erhöhen, wenn die stark besetzten Kohorten der heute 40- bis 50-jährigen Ingenieure am Arbeitsmarkt ersetzt werden müssen.
- Die gravierenden Ingenieurengpässe der letzten Jahre sind dadurch zu erklären, dass die Anzahl der Ingenieurabsolventen kaum den Ingenieursersatzbedarf, geschweige denn den zusätzlich vorhandenen Expansionsbedarf, zu decken vermochte.
- Zu den Ursachen für den Fachkräftemangel zählen – neben den demographisch motivierten Faktoren – ein zu geringes Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Fächern bereits in der Schule sowie ein zu geringer Mädchen- und Frauenanteil in diesen Fächergruppen.
- Um den Fachkräfteengpässen entgegenzuwirken gilt es, neben Maßnahmen zur Anpassung des Qualifikationsniveaus von Ingenieuren und Maßnahmen zur Nachwuchsgewinnung, auch das Potenzial von Frauen – die in den technischen Berufen mit nur 12 Prozent noch immer unterrepräsentiert sind – verstärkt zu nutzen und die Beschäftigung älterer Ingenieure zu fördern.
- Die Rekrutierung älterer Ingenieure und die Wiederbeschäftigung von „Silver Workers“ alleine bewirken jedoch noch keine hinreichende Abschwächung der durch den demografischen Wandel verursachten Knappheitsproblematik im Ingenieursegment.
- Daneben ist eine der größten Zukunftsanforderungen für Ingenieure der sektorale Strukturwandel in Verbindung mit dem Übergang zur Wissensgesellschaft und die Herausforderung, das erforderliche Qualifikationsniveau an die neuen Profile des Ingenieurberufes anzupassen.
- Hier sind insbesondere Zukunftsstrategien erwünscht, die sich proaktiv mit dem zunehmenden Ingenieurmangel auseinandersetzen.

Zukunftsstrategien und strategische Maßnahmen von Ingenieur- und Technologie-Organisationen im In- und Ausland

- Es wird zunehmend zur Herausforderung für europäische Ingenieurorganisationen, sich visionär mit strategischen Fragen zu befassen, in denen Europas zukünftiges Wachstum, seine Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit von großen technologischen Fortschritten abhängt.
- Zukunftsstrategien von technisch-wissenschaftlichen Ingenieurorganisationen und technikorientierten Wirtschaftsverbänden konnten für Deutschland⁷, Frankreich, Großbritannien, die Schweiz, Japan, China und die USA sowie auf multinationaler Ebene für vier weltweite Ingenieurverbände bzw. für 26 europäische Technologieplattformen ermittelt werden.
- Technikorientierte Wirtschaftsverbände haben jedoch bislang klarer auf die globalen Herausforderungen reagiert als technisch-wissenschaftlich orientierte Ingenieurverbände. Lediglich für 10 Prozent der nationalen FEANI-Mitgliedsorganisationen konnte eine strategische Zukunftsvision ermittelt werden.
- Die industriegeprägten europäischen Technologieplattformen hingegen sind in ihren Zukunftsempfehlungen nicht nur dominant (90 Prozent aller Plattformen haben eine Zukunftsstrategie entwickelt), sondern auch am klarsten hinsichtlich der Herausforderungen, Chancen und Handlungskonsequenzen speziell für ihren Technologiebereich.
- Die Mehrheit der analysierten Zukunftsstrategien sieht konkrete Konsequenzen und Herausforderungen der globalen Trends für die Ingenieure vor allem in der Exzellenz in den Ingenieurwissenschaften, den angewandten Naturwissenschaften und Technologien, der Verbesserung des öffentlichen Verständnisses für Ingenieurwissenschaften und Technologien, der stärkeren Nutzung ingenieurwissenschaftlicher Empfehlungen in der Politikgestaltung, der Entwicklung von Spitzentechnologien und in der Werbung junger Menschen für eine ingenieurwissenschaftliche Karriere.
- Die Zukunftsinteressen deutscher Ingenieure werden im internationalen Vergleich durch ihre Interessensvertreter (technisch-wissenschaftliche Ingenieurorganisationen sowie technikorientierte Wirtschaftsverbände) gut vertreten.

⁷ Technisch-wissenschaftlichen Ingenieurorganisationen: Acatech, Dechemea, DIN, DVT, VBI, VDI, VDI, ZBI. Technikorientierte Wirtschaftsverbände: BITKOM, VCI, VDMA, VDA, ZVEI.

Zukunftsstrategien und strategische Maßnahmen technisch-wissenschaftlicher Ingenieurorganisationen in Deutschland (in alphabetischer Reihenfolge):

- Zu den Zukunftsempfehlungen der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (ACATECH) gehören insbesondere ausbildungsspezifische Themen wie Ausbildungsprofile an Hochschulen und Universitäten, Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Industrie, flexible Übergänge für Bachelor-/Masterstudiengänge, internationale Anerkennung der Absolventen usw.;
- Die DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie erwartet für die Zukunft neue Optionen hinsichtlich der Anwendung der erforschten Technologien;
- Das Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN) plädiert für die verstärkte Nutzung der Normungen als ein strategisches Instrument. Durch optimale Rahmenbedingungen sollen staatliche Regelungen entlastet werden. Zur Förderung der Technikkonvergenz soll zudem das europäische und internationale Normungssystem aktiver mitgestaltet werden;
- Der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine (DVT) engagiert sich besonders in der Qualitätssicherung der Ausbildung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Im Rahmen eines Memorandums, welches 2005 veröffentlicht wurde, wurden Ziele und Aufgaben für die Zukunft festgelegt;
- Ein zentrales Zukunftsthema des Verbandes Beratender Ingenieure (VBI) ist die qualifizierte und qualitätssichernde Ingenieurausbildung. Dabei fordert der VBI, dass die Ausbildungsstandards einheitlich und international vergleichbar werden. Trotz des Bologna-Prozesses sei dies bislang nach Ansicht des VBI noch nicht gegeben. Zudem plädiert der VBI für den Erhalt der Marke Diplom, um das internationale Ansehen der deutschen Diplomingenieure nicht zu gefährden. Für die Zukunft wird des Weiteren für die Ausweitung der Elektromobilität in Deutschland plädiert;
- Für die Zukunft fordert der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE), vermehrt in Forschung und Entwicklung von Schwerpunkttechnologien für Elektroautos und Smart Grids zu investieren, damit die deutsche Wettbewerbsfähigkeit weiterhin bestehen bleibt. Dabei sollen durch effiziente Verknüpfung von Wissenschaft und industrieller Innovationskraft Produkte entstehen, die auf dem globalen Markt bestehen können. Jedoch appelliert der VDE zugleich für die Reduzierung des Energieverbrauchs von Kommunikationstechnologien. Dazu muss nach neuen Systemlösungen geforscht werden und somit

umfangreiche Investitionen in Forschung und Entwicklung dieser getätigt werden;

- Mit seinen „Strategischen Zielen“ ist der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) sehr gut aufgestellt, um auf die Herausforderungen der Zukunft reagieren zu können. Dabei legt der VDI aktuell einen Fokus auf die Zukunftsherausforderungen der Nachwuchsförderung, der Unterstützung deutscher Ingenieure in Europa, der technischen Bildung, der Wissensvermittlung und Politikberatung sowie der Ressourceneffizienz;
- Die Zukunftsaufgaben sieht der Zentralverband der Ingenieurevereine e. V. (ZBI-Berlin) in der Verbesserung der Gegebenheiten zur Berufsausübung von Ingenieuren, z. B. Förderung eines Niederlassungsrechtes für alle Ingenieure der EU, der Förderung der Besetzung von Leistungspositionen in der öffentlichen Verwaltung durch Ingenieure, der Unterstützung der Ingenieure in ihrer beruflichen Entwicklung, der Forderung von leistungsgerechter Vergütung und sicheren Arbeitsplätzen u. ä. Zudem legt auch der ZBI-Berlin einen Fokus auf die Ingenieurausbildung sowie Weiterbildung der Ingenieure.

Zukunftsstrategien und strategische Maßnahmen technikorientierter Wirtschaftsverbände in Deutschland (in alphabetischer Reihenfolge):

- Kern der Zukunftsagenda des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM) ist es, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen in der Wirtschaft und Politik zu schaffen, die Bildungsbedingungen für den Nachwuchs zu verbessern, den ITK-Mittelstand zu stärken sowie darüber hinaus eine positive Entwicklung auf den Gebieten des Datenschutzes, der Green-IT, E-Government und E-Health, der Telekommunikations- und Medienordnung u. ä. zu erreichen;
- Dem Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI) ist es wichtig, Deutschland als Industrieland zu stärken und fordert daher für die Zukunft die Entwicklung einer industriepolitischen Strategie und auf die Schaffung von wettbewerbsfähigen und verlässlichen Rahmenbedingungen;
- Für die Schaffung einer nachhaltigen Mobilität verfasste der Verband Deutscher Automobilindustrie (VDA) eine Zukunftsagenda 2020;
- Die zentralen Leitthemen der Zukunft sieht der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) in den Bereichen „Vernetzt denken und handeln“, „Zukunft für Unternehmer“, „Technik und Menschen“ und „Europa und die Welt“;

- Der Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) hat technologische Bedarfe der Zukunft identifiziert damit Deutschland bei industrieller Informationstechnik und Automation auch in Zukunft ein weltweit führender Standort ist. In Technologie-Roadmaps zu Embedded Systems und zur Automation 2020+ werden Zukunftsmärkte dargestellt und strategische Herausforderungen mit Empfehlungen für das Auslandsgeschäft deutscher Unternehmen der elektrischen Automatisierung diskutiert.

2 GLOBALE TRENDS 2020

Die Globalisierung wird uns dauerhaft begleiten und in den nächsten Jahrzehnten Themen wie Demografie und Zuwanderung, Energie und Umwelt sowie Sicherheitsaspekte in den Fokus der politischen Aufmerksamkeit rücken.

Die Auswirkungen der Globalisierung werden uns auch in den nächsten Jahrzehnten dauerhaft begleiten

Aufgrund steigender Lebenserwartung wird sich die Zahl der Bürger im Rentenalter bis zur Mitte des Jahrhunderts fast verdoppeln. Gleichzeitig wird sich unsere Abhängigkeit von Energieimporten spürbar erhöhen. Die Verteilungskämpfe um knappe Ressourcen wie Energie, Nahrung, Wasser, etc. werden weltweit an Schärfe zunehmen.

Daher setzen sich die nachfolgenden Unterkapitel mit der Frage auseinander, welche besonderen Herausforderungen sich aus den globalen Trends für Europa ergeben, insbesondere für folgende, wesentliche Politikbereiche:

- Demografie, Migration, Urbanisation, Mobilität
- Wirtschaft, Beschäftigung, Handel
- Produktionsschwerpunkt Asien
- Umwelt, Klimawandel, Energie
- Technologie, Innovation, Forschung
- Internationale Beziehungen und Sicherheit

Anschließend werden die Einflüsse der globalen Entwicklungstrends für die Strukturen und das Wachstum am Technologiestandort Deutschland und in Folge für Ingenieure analysiert.

2.1 Herausforderungen für Europa

Unter dem Namen „Europa 2020“ hat die Europäische Kommission die Formulierung einer umfassenden europäischen Strategie für die nächsten 10 Jahre eingeleitet. Demnach soll die Europäische Union „intelligenter, ökologischer und sozialer“ werden. Die neue Strategie baut unter Berücksichtigung bisheriger Erfahrungen auf den Ergebnissen der Lissabon-Strategie auf und soll zu einem ökologischeren und sozial integrativen Wachstum führen. Sie konzentriert sich dabei auf drei Schwerpunkte: Wertschöpfung durch wissensbasiertes Wachstum (Bildung), Befähigung zur aktiven Teilhabe an integrativen Gesellschaften (Schaffung von Arbeitsplätzen) sowie Schaffung einer wettbewerbsfähigen, vernetzten und ökologischeren Wirtschaft (Erschließung neuer Wachstumsquellen und Marktlücken).⁸

Die EU will bis 2020 die Folgen der Krise bewältigen und künftige Krisen verhindern

⁸ http://www.wib.sachsen.de/3359_4330454634333135453341373430443738333445344238444434423841313443.htm

2.1.1 Demografie, Migration, Urbanisation, Mobilität

Die Weltbevölkerung, die derzeit knapp 7 Milliarden Menschen zählt, wächst weiter und wird sich voraussichtlich im kommenden Jahrhundert bei etwa 10 Milliarden stabilisieren.⁹

Der Hauptfaktor des Weltbevölkerungswachstums ist die Geburtenrate. Blieben die Geburten- und die Sterberate unverändert auf dem Niveau der letzten 60 Jahre, würde die Weltbevölkerung bis 2025 auf 10 Milliarden und bis 2050 auf 15 Milliarden steigen.

Die Weltbevölkerung wird sich voraussichtlich im kommenden Jahrhundert bei etwa 10 Milliarden stabilisieren

Während das Bevölkerungswachstum vor allem auf Entwicklungs- und Schwellenländer zurückzuführen ist, wird der Anteil Europas¹⁰ an der Weltbevölkerung, der 1950 noch bei 22 Prozent lag, bis 2025 von derzeit 12 auf etwa 9 Prozent sinken.¹¹ Zusammen stehen die 27 Mitgliedsländer der EU mit 496 Millionen Einwohnern auf der Liste der bevölkerungsreichsten Länder auf Platz 3 hinter China (1331 Millionen) und Indien (1136 Millionen). Die USA stehen mit 304 Millionen Bewohnern auf Platz 4.¹²

Wichtiger als die reine Bevölkerungszahl ist das Verhalten der Menschen in den verschiedenen Ländern. Würden ab morgen alle Menschen dieser Welt den Pro-Kopf-Energieverbrauch, die Ernährungsgewohnheiten und den Wasserverbrauch der US-Amerikaner übernehmen, wäre dies auf der Stelle mit Ressourcenmangel verbunden und hätte eine schwere weltweite Krise zur Folge. Die Lebenshaltungskosten würden explosionsartig steigen und die ärmsten Nationen am schwersten treffen. Bezahlbare Energie, Nahrungsmittel und sauberes Trinkwasser für alle müssen deshalb oberste Priorität für politische Gestaltung haben.

Das „Virus der niedrigen Geburtenrate“ verbreitet sich auch außerhalb Europas in immer mehr Ländern. Dies hat mit gesellschaftlichen Entwicklungen, politischen Entscheidungen und geänderten Wertorientierungen zu tun, die bestimmte Verhaltensweisen mit (makro-)demografischen Folgen hervorbringen. Beispiele für solche Faktoren sind das Leben als Single, die Familiengründung im fortgeschritteneren Alter als in der Vergangenheit und hohe Trennungsraten.

Welche Entwicklung die Lebenserwartung nehmen wird, ist strittig. Nach Ansicht mancher Wissenschaftler wird diese wie in den letzten Jahrzehnten vor allem aufgrund des rasanten medizinischen Fortschritts weiter steigen. Andere sind der Meinung, dass es schwierig werden wird dieses Tempo beizubehalten.

⁹ Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (2010)

¹⁰ Europa laut Definition der Vereinten Nationen, d. h. einschließlich der gesamten Russischen Föderation.

¹¹ Europäische Kommission (2009b)

¹² Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (2010)

Den Modellrechnungen für Europa zufolge erreicht die Überalterung der Bevölkerung etwa Mitte dieses Jahrhunderts ihren Höhepunkt (Anteil der über 65-Jährigen in den 27 EU-Mitgliedsländern bei rund 30 Prozent). Danach wird wieder eine leichte Verjüngung erwartet. Der Anteil der über 65-Jährigen wird jedoch auch dann nur um wenige Prozentpunkte fallen und sich dann mehr oder weniger stabilisieren. In jedem Fall wird er weit über dem heutigen Stand liegen.¹³

Die Überalterung bzw. Unterjüngung der Bevölkerung erreicht etwa Mitte dieses Jahrhunderts ihren Höhepunkt

Die Überalterung bzw. „Unterjüngung“ der Gesellschaft wird die Solidarität zwischen den Generationen auf den Prüfstand stellen. Die sozialen Sicherungssysteme müssen für einen sozialen Zusammenhalt sorgen und einen größtmöglichen Austausch innerhalb der und zwischen den Generationen gewährleisten. Und dies unabhängig davon, wie stark oder wie schwach die familiären Beziehungen in den verschiedenen Ländern traditionell waren. Herausfordernd ist es in diesem Zusammenhang, Maßnahmen zur Förderung der Betreuung von Kindern und alten Menschen und zur Förderung familienfreundlicher Beschäftigungsmodelle, welche die Solidarität zwischen den Generationen stärken, zu entwickeln.¹⁴

Die demographischen und gesellschaftlichen Veränderungsprozesse wie die steigende Lebenserwartung, die Zunahme von Singlehaushalten (Zunahme einkommensstarker, mobiler und individuell hochmotorisierter Haushalte) verändern auch das Mobilitätsverhalten (Personen- und Güterverkehr). Die Bevölkerung schrumpft, ergraut und wird mobiler. Bei steigender Lebenserwartung nimmt die Vollmotorisierung zu. Die Bevölkerungsentwicklung verläuft in der Bundesrepublik jedoch nicht gleichmäßig, sondern regional unterschiedlich. Neben schrumpfenden Regionen, die durch einen zum Teil erheblichen Bevölkerungsrückgang gekennzeichnet sind, gibt es Regionen mit wachsenden Bevölkerungsanteilen. Dies hat zur Folge, dass sich die Rahmenbedingungen für den Betrieb öffentlicher Verkehrssysteme und hinsichtlich der lokalen verkehrlichen Belastungen deutlich voneinander unterscheiden.

Die demographischen und gesellschaftlichen Veränderungsprozesse verändern auch das Mobilitätsverhalten

In Zukunft wird es darauf ankommen, verschiedene Aktivitätsbereiche noch stärker miteinander zu vernetzen:

- Technische Maßnahmen (Antriebstechnologien und Kraftstoffe, Telematik),
- baulich-planerische Maßnahmen (Infrastrukturausbau, raumstrukturelle Anpassungen),
- organisatorische Maßnahmen (Substituierung physischer Verkehrsbewegungen durch Telekommunikation und Telepräsenz (z. B. Videokonferenzen, Emails), neue Mobilitäts- und Transportkonzepte) und

¹³ Europäische Kommission (2009b)

¹⁴ Europäische Kommission (2009b)

- finanzielle Maßnahmen (z. B. Road Pricing, Lkw-Straßenbenutzungsgebühren, Kfz-Steuern, Treibstoffsteuern).

Dabei kommt dem Mobilitäts-/Verkehrsmanagement eine zentrale Rolle zu, da es sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr eine Schnittstellenfunktion übernimmt und durch gezielte Informationen die Verkehrs-/Transportmittelwahl beeinflussen kann.

Die erste massive Migrationswelle im 21. Jahrhundert richtet sich auf die Großstädte

Die erste massive Migrationswelle im 21. Jahrhundert richtet sich auf die Großstädte. Weltweit leben 3,3 Milliarden Menschen in Städten. Die Marke von 50 Prozent wurde 2008 überschritten. In den Städten wächst die Bevölkerung doppelt so schnell wie die Gesamtbevölkerung (jährlich 1,78 Prozent gegenüber 0,95 Prozent im Zeitraum 2005-2030). Dementsprechend werden im Jahr 2030 voraussichtlich 4,9 Milliarden (etwa 60 Prozent der Gesamtbevölkerung von 8,2 Milliarden) in Städten leben. Das sind 1,8 Milliarden mehr als im Jahr 2005. 1,1 Milliarden werden es allein in Asien sein.¹⁵

Probleme und Spannungen sind dabei aufgrund der kulturellen Unterschiede zu erwarten. Jedoch birgt der Trend zur Urbanisierung und Ausbreitung von Megastädten vor allem auch Herausforderungen an Politik und Wirtschaft. Hier müssen effiziente Strategien für Veränderungen bezüglich des Flächen-, Energie-, Nahrungsverbrauchs oder auch Ausstoß von CO₂-Emissionen entwickelt werden.

2.1.2 Wirtschaft, Beschäftigung, Handel

Das Handelsvolumen könnte sich zwischen 2008 und 2025 verdoppeln und die Weltwirtschaft bis 2020 um real 3,5 Prozent wachsen

Das Handelsvolumen dürfte sich trotz des vorübergehenden Einbruchs 2009 im Zeitraum zwischen 2008 bis 2025 verdoppeln. Laut Prognosen wird die Weltwirtschaft bis 2020 um real 3,5 Prozent pro Jahr wachsen. Im Zuge der Globalisierung werden die weltweiten Handelsströme um 6,8 Prozent und die Kapitalströme um 8,1 Prozent jährlich ansteigen.¹⁶ Ein wesentlicher Wachstumsmotor ist dabei die rasante Entwicklung Asiens, wo große Märkte für Produkte der Grundversorgung bis hin zu hochwertigen Produkten erschlossen werden.

Ein wesentlicher Wachstumsmotor ist Asien, wo große Märkte erschlossen werden

Die wirtschaftliche Stabilität Europas hängt von einem pluralistischen System ab. Vielfältige Institutionen an verschiedenen Orten müssen auf verschiedene mögliche Zukunftsszenarien zugeschnitten werden.

Die Finanz- und Bankenkrise erforderte schnelle Stabilisierungsmaßnahmen einschließlich der Mobilisierung der Zivilgesellschaft, um die schädlichen Auswirkungen der Rezession abzumildern und mit geeigneten Anreizen die Wirtschaft zu stärken. Für die Zukunft besteht die Herausforderung darin, Konzepte zu finden, welche eine ähnliche Wirtschaftskrise wie 2008 vermeiden. Dabei wird es möglicherweise auch

¹⁵ Europäische Kommission (2009b)

¹⁶ McKinsey & Company, (PTW) TU Darmstadt (2009)

erforderlich sein, sich bewusster mit neuen Konzepten zur Schaffung von Arbeitsplätzen und kreativen Wegen zur Nutzung von unausgelasteten Ressourcen (Arbeitskräfte, Land, Gebäude usw.) auseinanderzusetzen.

Geografische Einschränkungen wie die mangelnde Ausbaufähigkeit von europäischen Häfen oder die Sättigung der Verkehrsinfrastruktur (Straße, Schiene, Luft) werden den Anstieg des Waren- und Personenverkehrs begrenzen. Steigende Energiepreise im dreistelligen Dollarbereich für das Fass Rohöl werden unweigerlich zu einem großen Kostenfaktor.

In Zuge dessen beginnt die EU sich bereits zunehmend auf hochwertige (noch nicht näher bestimmte) Produkte zu spezialisieren. Eine der zukünftigen Herausforderungen liegt in der Schaffung weiterer wirtschaftspolitischer Voraussetzungen, damit Europa die nötigen Fähigkeiten sowie Innovationsstärke, Kreativität und Flexibilität entwickeln kann.¹⁷

Die Preise für Energie werden steigen

2.1.3 Produktionsschwerpunkt Asien

Vor 10 Jahren war Deutschland bei den Güterexporten noch weltweit führend, bis es 2009 als „Exportweltmeister“ von China abgelöst wurde. Die dynamische Entwicklung Asiens könnte sich für die übrige Welt, insbesondere für Deutschland als Chance (und nicht als Bedrohung) erweisen, da sich asiatische Märkte für Waren der Grundversorgung bis hin zu hochwertigen Produkten öffnen werden.

Die dynamische Entwicklung Asiens könnte sich für Deutschland als Chance erweisen

„Welche Länder dabei in welchen Bereichen in Zukunft ihre komparativen Vorteile haben werden, ist nur sehr bedingt vorherseh- und beeinflussbar. Die Wirtschaftsgeschichte ist reich an Beispielen gescheiterter Versuche, komparative Vorteile gezielt zu schaffen. Klar ist, dass alle Länder von der Integration in die Weltwirtschaft und vom wachsenden Wohlstand der Handelspartner profitieren können. Es ist zu erwarten, dass die jetzigen Schwellenländer eine ähnliche Entwicklung einschlagen werden, wie sie die etablierten Industrieländer in den letzten 150 Jahren vollzogen haben – allerdings mit technologiebedingt erhöhtem Tempo.“¹⁸

2.1.4 Umwelt, Klimawandel, Energie

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit. Der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen, insbesondere von CO₂, nimmt seit der Industrialisierung stetig zu. Ursachen hierfür sind das Verbrennen fossiler Energieträger wie Erdöl und Kohle sowie die Entwaldung und der Landnutzungswandel. Alleine von 1970 bis 2004 betrug der damit verbundene Anstieg der CO₂-Konzentration in der At-

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit

¹⁷ Europäische Kommission (2009b)

¹⁸ BMWi (2010)

mosphäre ca. 70 Prozent. Im gleichen Zeitraum stieg die durchschnittliche Temperatur auf der Erdoberfläche um ca. 0,8 °C an.¹⁹

Erste Auswirkungen dieses Temperaturanstiegs werden weltweit bereits sichtbar. Gletscher schmelzen rapide ab und der Meeresspiegel steigt an. Bei einem weiteren Temperaturanstieg muss mit einer Zunahme von Dürreperioden, Hitzewellen, Wirbelstürmen, aber auch Überschwemmungen und Hochwasser gerechnet werden. Die wirtschaftlichen Folgen sind nach gegenwärtigen Schätzungen beträchtlich. So prognostizierte der Stern Report für den Fall eines ungebremsten Klimawandels für das nächste Jahrhundert jährliche Kosten von 5-20 Prozent des globalen BIP.²⁰

Aufgrund der Endlichkeit der Ressourcen muss ein Weg in die erdöl- und gasunabhängige Wirtschaft gefunden werden

Somit sind die Staaten der Erde aufgefordert, die Emission von Treibhausgasen zu reduzieren, um den gefährlichen Temperaturanstieg zu bremsen. Doch nach wie vor nutzt die Menschheit vorwiegend fossile Energieressourcen für die Deckung ihres Energiebedarfs. Erdöl und Erdgas decken derzeit 60 Prozent des Energiebedarfs der Menschheit. Weltweit werden aktuell täglich 85 Mio. Barrel Öl verbraucht. Der Internationalen Energieagentur (IEA) zufolge wird die Weltwirtschaft bis 2030 einen täglichen Ölkonsum von 130 Mio. Barrel erreicht haben.²¹ Aufgrund der Endlichkeit der Ressourcen muss ein Weg in die erdöl- und gasunabhängige Wirtschaft gefunden werden. Mehrere technische Optionen stehen zur Verfügung, z. B. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Förderung von Öl aus Ölsanden²², oder der Ausbau der Kernenergie, der jedoch nach den Auswirkungen der Naturkatastrophe und seinen Folgen für die Kernkraftwerke in Japan (insbesondere Fukushima) derzeit heftig diskutiert wird. Die Bundesregierung hatte zwar im September 2010 ein langfristiges Energiekonzept verabschiedet, in dem die erneuerbaren Energien den Hauptteil beim Energiemix der Zukunft übernehmen sollen,²³ inzwischen jedoch (aufgrund der Ereignisse in Japan) eine Änderungen im Energiekonzept angekündigt. Bei Redaktionsschluss war das überarbeitete Energiekonzept der Bundesregierung noch nicht verabschiedet, und Tendenzen schwer einzuschätzen.

Einige Länder, sichern sich bereits heute den Zugang zu strategischen Rohstoffreserven

Doch auch andere Ressourcen stehen zunehmend im Fokus von Politik und Wirtschaft: Die Rohstoffknappheit, insbesondere von Metallen für die High-Tech-Industrie, wird in Zukunft den globalen Wettbewerb um den Zugang zu Rohstoffen steigern. Verschiedene Länder, insbesondere China, sichern sich bereits heute den Zugang zu strategischen Rohstoff-

¹⁹ IPCC (2007)

²⁰ Stern Review (2006)

²¹ IEA (2007)

²² was jedoch aus Umweltgründen stark umstritten ist

²³ BMWi/ BMU (2010)

reserven für ihre Industrie. Insgesamt sind die Preise für Rohstoffe in den letzten Jahren volatil geworden, was für rohstoffabhängige Industrien deutliche Risiken birgt. Eine Lösungsmöglichkeit bietet die Steigerung der Ressourceneffizienz, für die z. T. noch erhebliche Potenziale bestehen.²⁴

Global betrachtet wird die Nutzung von Süßwasserressourcen für Trink- und Brauchwasser in Zukunft zunehmen, während die Verfügbarkeit aufgrund des Klima- und Landnutzungswandels zurückgehen wird. Der Löwenanteil des Süßwassers wird dabei mit 70 Prozent von der Landwirtschaft für die Bewässerung beansprucht. Nach Schätzungen von UNEP (United Nations Environmental Programme) werden 2025 etwa 1,8 Mrd. Menschen in Ländern oder Regionen mit absoluter Wasserknappheit leben; zwei Drittel der Menschheit könnten von Wasserstress betroffen sein.²⁵ Verschmutztes Wasser ist die wichtigste Todes- und Krankheitsursache weltweit – jedes Jahr sterben etwa 1,8 Mio. Kinder, weil sie keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und einer elementaren Abwasserentsorgung haben.²⁶

Der Verlust der biologischen Vielfalt stellt eine ähnlich große Herausforderung wie der Klimawandel dar und ist eng mit diesem verbunden. Die weltweite Zerstörung wichtiger Lebensräume schreitet weiter voran, 15.500 Arten sind vom Aussterben bedroht. Ökosysteme tragen einen wesentlichen Teil zur Erhaltung globaler Systemprozesse bei wie Klimaregulation, Grundwasserneubildung und Produktion von Nahrung und Rohstoffen für den menschlichen Konsum. Die nachhaltige Nutzung dieser biologischen Ressourcen steht daher im Zentrum eines langfristigen Erhalts der Biodiversität.²⁷

Seit 2008 leben mehr Menschen in Städten als auf dem Land. Die Tendenz ist steigend; gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern werden diese Konzentrationsprozesse noch weiter zunehmen. Damit werden Städte zum zentralen Ort, an dem Lösungen für alle diese oben beschriebenen Herausforderungen entstehen können und müssen.²⁸

Im Zusammenhang mit knapper werdenden Ressourcen müssen auch die Herausforderungen für eine gesunde Bevölkerung in Betracht gezogen werden. Die zunehmende Belastung der Gesundheitssysteme durch chronische Krankheiten erfordert andere Pflegemodelle mit einer stärkeren Betonung der Eigenpflege, informellen sowie formellen Hilfsstrukturen und einem umfassenden Zugang zu Informationen und Beratung.²⁹

Der Verlust der biologischen Vielfalt stellt eine ähnlich große Herausforderung wie der Klimawandel dar

Es leben mehr Menschen in Städten als auf dem Land, mit steigender Tendenz

Die zunehmende Belastung der Gesundheitssysteme wird Pflegemodelle mit mehr Eigenengagement fordern

²⁴ Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009)

²⁵ UNEP (2007)

²⁶ Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009)

²⁷ Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009)

²⁸ Europäische Kommission (2009b)

²⁹ Europäische Kommission (2009b)

Durch die gemeinsame Nutzung von wissenschaftlichen Ressourcen können in Europa auf längere Sicht Arbeitsplätze geschaffen und die Wettbewerbsfähigkeit Europas gestärkt werden

2.1.5 Technologie, Innovation, Forschung

Europa steht heute und in Zukunft vor der Herausforderung, die Förderung von Innovationen in allen Bereichen dynamisch voranzutreiben. In der Strategie „Europa 2020“ wird die zentrale Rolle von Wissen und Innovationen als Wachstumsmotoren und für die Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen hervorgehoben. So wird die Notwendigkeit betont, die Leistungsfähigkeit der EU im Bereich der Forschung zu stärken und ihre FuE-Intensität auf 3 Prozent des BIP zu erhöhen. Die Verwirklichung des „Europäischen Forschungsraumes“ ist ein zentrales Element der Leitinitiative „Union der Innovation“.³⁰ Diese sieht Maßnahmen vor, um

- Forschung und Innovation zur Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen zu mobilisieren,
- Wissen, Kreativität und Talente zu fördern und zu gewinnen,
- es den Unternehmen zu ermöglichen und sie dabei zu unterstützen, wertvolle Ideen zu entwickeln und darauf zuzugreifen und somit Wachstumsmöglichkeiten zu schaffen,
- große europäische Innovationsmärkte zu entwickeln,
- die Regionen (insbesondere mit Hilfe der Kohäsionspolitik³¹) in die Lage zu versetzen, sich entsprechend ihren Stärken zu spezialisieren, sowie
- interne Reformen zu beschleunigen und die Zusammenarbeit mit Partnern in anderen Teilen der Welt zu fördern.

Durch die gemeinsame Nutzung von wissenschaftlichen Ressourcen können in Europa auf längere Sicht Arbeitsplätze geschaffen und die Wettbewerbsfähigkeit Europas gestärkt werden. Dafür bieten bereits heute, die unter dem Begriff „Europäischer Forschungsraum“ subsumierten Elemente in ihrer Gesamtheit für die verschiedensten Forschungsdisziplinen Chancen und Potenziale.

³⁰ Europäische Kommission (2010)

³¹ Europäische Kommission (2009a)

2.1.6 Internationale Beziehungen und Sicherheit

Aus demografischer Sicht wird der Westen in Zukunft an Bedeutung verlieren. Aus ökonomischer Sicht vollzieht sich derzeit eine grundlegende Umverteilung im geopolitischen Machtgefüge. Die Führungsrolle des „Westen“ ist umstritten. Das Image und die Legitimität der Vereinigten Staaten als dominierende Weltmacht sind seit Beginn des Irakkriegs im März 2003 massiv beeinträchtigt. So heißt es im Bericht der Reflexionsgruppe an den Europäischen Rat über die Zukunft der EU 2030: „In den letzten zwanzig Jahren haben wir die Abkehr von einer bipolaren Weltordnung, gefolgt von einem kurzen ‚unipolaren Moment‘, in dem die Vereinigten Staaten die beherrschende Macht waren, und die allmähliche Entfaltung eines multipolaren Systems erlebt. In dieser neuen Weltordnung bestehen verschiedene Machtzentren nebeneinander in einem instabileren Umfeld. Alte Bedrohungen, einschließlich Kernwaffen, bestehen in neuer Form (Proliferation) weiter, neue Bedrohungen sind hinzugekommen. Diese neuen Formen der Unsicherheit – zu denen finanzielle Instabilität, Schädigung der Umwelt, Energieabhängigkeit, organisierte Kriminalität und Terrorismus gehören – sind vielfältiger, weniger augenfällig und weniger vorhersehbar als je zuvor.“³²

Aus ökonomischer Sicht vollzieht sich derzeit eine grundlegende Umverteilung im geopolitischen Machtgefüge

Alte Bedrohungen, einschließlich Kernwaffen, bestehen in neuer Form (Proliferation) weiter, neue Bedrohungen sind hinzugekommen

2.2 Herausforderung für Deutschland

2.2.1 Innovationsstandort Deutschland im Vergleich zu ausgewählten EU-Ländern

Deutschland hat in Europa und im weltweiten Vergleich eine herausragende Position als Innovations- und Technologiestandort. Wie in Abbildung 1 dargestellt, zeigen die Daten des Europäischen Innovationsanzeigers 2010³³, dass Deutschland, neben Finnland, Dänemark und Schweden der Führungsgruppe angehört. Großbritannien fällt im Vergleich zum Vorjahr in die Gruppe der Innovations-Verfolger ab. Die Leistungsfähigkeit der Innovationsführer liegt gemäß Innovationsanzeiger 20 Prozent oder mehr über dem EU27-Mittelwert.³⁴

Deutschland gehört, neben Dänemark, Finnland, Schweden zum führenden europäischen Innovationsstandort

³² Consilium Europa (2010), S. 33

³³ Der Europäische Innovationsanzeiger wird im Auftrag der Generaldirektion Unternehmen und Industrie der Europäischen Kommission vom Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology (UNU-MERIT) mit Unterstützung der Gemeinsamen Forschungsstelle der EU erstellt. Europäischer Innovationsanzeiger 2010 unter http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/iu-scoreboard-2010_en.pdf#view=fit&pagemode=none.

³⁴ Die durchschnittliche Leistung wird anhand eines zusammengesetzten Indikators gemessen, in den Daten für 24 Indikatoren einfließen, für die eine Leistungsziffer zwischen 0 (niedrigstes Leistungsniveau) und 1 (höchstes Leistungsniveau) bestimmt wird.

Europäischer Innovationsanzeiger 2010
 Zusammenfassen der Innovationsindex (24 Indikatoren)

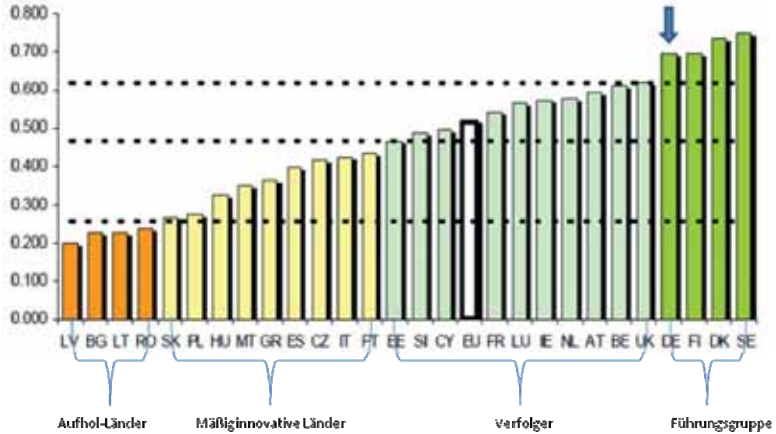


Abbildung 1: Innovationsland Deutschland in Europa
 (Quelle: Europäischer Innovationsanzeiger 2010 und eigene Bearbeitung)

Es gibt Anzeichen, dass Großbritannien sowohl in High-Tech-Feldern, als auch in traditionellen Technologiebereichen an internationalem Niveau verliert

Zwar schneidet Großbritannien bei verschiedenen Innovationsindikatoren immer noch sehr gut ab (z. B. bei der Anzahl vielzitatierter wissenschaftlicher Veröffentlichungen, der Anzahl der in Natur- und Ingenieurwissenschaften abgeschlossenen Promotionsstudien sowie der Verfügbarkeit von Wagniskapital), dennoch liegt die Forschungsquote – trotz der über die letzten Jahre beachtlich gewachsenen FuE-Ausgaben – unter dem OECD-Durchschnitt. Zudem sind die privaten Ausgaben für Forschung und Entwicklung über die letzten Jahre gesunken, was vermuten lässt, dass Großbritannien sowohl in Hightech-Feldern als auch in traditionellen Technologiebereichen an internationalem Niveau verliert.³⁵

Im Gegensatz zu Großbritannien gewinnt das französische Forschungs- und Innovationssystem an Bedeutung

Im Gegensatz zu Großbritannien gewinnt das französische Forschungs- und Innovationssystem an Bedeutung.³⁶ Staatspräsident Nicolas Sarkozy will bis zum Jahre 2015 die französische industrielle Produktion um 25 Prozent steigern und die Arbeitsplätze in der Industrie langfristig sichern. Bis 2015 strebt er weiter eine dauerhafte Rückkehr zu Überschüssen in der industriellen Handelsbilanz und eine Steigerung von mehr als 2 Prozent des französischen Anteils an der europäischen industriellen Wertschöpfung an. Eine Grundsatzansprache zur künftigen französischen und europäischen Industriepolitik im März vergangenen Jahres stellte der Staatspräsident unter das Motto „Frankreich muss eine große Industriena-

³⁵ VDI Technologiezentrum GmbH (2010)

³⁶ Sogar der Economist, dokumentierte im Juni 2009 diese Erkenntnis zuletzt mit einem Titelbild, auf dem der britische Premierminister Gordon Brown ganz unten, Kanzlerin Angela Merkel in der Mitte und der Franzose Nicolas Sarkozy ganz oben auf dem Siegertrepchen stand.

tion bleiben.“³⁷ Ziel tiefgreifender struktureller Reformen sowie der Erhöhungen von Forschungsgeldern³⁸ ist es, ein international konkurrenzfähiges Wissenschafts- und Innovationssystem in Frankreich zu schaffen und somit die Lissabon-Zielvorgabe einer Forschungsquote von 3 Prozent des BIP erst im Jahre 2012 zu erreichen.³⁹ Darüber hinaus liegt ein wesentlicher Aspekt der Reform des französischen Innovationssystems in der Entwicklung einer nationalen Forschungs- und Innovationsstrategie, ähnlich der Hightech-Strategie für Deutschland. Die Prioritäten der Forschungs- und Innovationspolitik sollen 2012 aktualisiert werden.

Das nachfolgende Unterkapitel beschäftigt sich mit den Einflüssen der globalen Entwicklungstrends für die Strukturen und das Wachstum für den Technologiestandort Deutschland und in Folge für Ingenieure.

2.2.2 Technologiestandort Deutschland im Wandel

Deutschland steht zu Beginn des 21. Jahrhunderts vor enormen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Gründe sind – neben den Auswirkungen der jüngsten globalen Finanz- und Wirtschaftskrise – die bereits angesprochenen globalen Herausforderungen, wie ein sich weiter verschärfender globaler Wettbewerb um Märkte und Ressourcen, drängende Umwelt- und Klimaschutzproblemstellungen sowie der demografische Wandel und ein sich abzeichnender Mangel an qualifizierten Fachkräften.

Die Herausforderungen für Deutschland sind insbesondere der globale Wettbewerb, Umweltschutzproblemstellungen, der demografische Wandel und der Mangel an qualifizierten Fachkräften

Der Technologiestandort Deutschland sowie dessen Rahmenbedingungen wurden in verschiedenen VDI-Unternehmensbefragungen bewertet⁴⁰. Deutlich positiv bewertet wurden insbesondere die Infrastruktur für Forschung und Entwicklung und der Technologie- und Wissenstransfer. Vor allem die deutschen Produkten üblicherweise zugeordnete Qualität und das daraus resultierende positive Image wurde als sehr gut bis gut bezeichnet. „Made in Germany“ sei besonders für kleine Unternehmen wichtig, da sie durch dieses „Qualitätssiegel“ nach wie vor einen internationalen Wettbewerbsvorteil besitzen. Aus Sicht der Unternehmen müssen diese Stärken erhalten und weiter ausgebaut werden.

³⁷ Elysee (2010)

³⁸ Von 2009-2011 sollen jährlich ca. 800 Millionen EUR zusätzlich für die Forschungsförderung bereitgestellt werden, wobei für das Jahr 2009 57 Prozent der zusätzlichen Mittel der privaten Forschung und 43 Prozent der öffentlichen Forschung zugutekommen sollen. Vgl. MESR, Präsentation „Enseignement supérieur et recherche: budget 2009-2011“, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2008), <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid22508/budget-delenseignement-superieur-et-de-la-recherche-la-priorite-budgetaire-de-2009.html>

³⁹ MINEFI (2008)

⁴⁰ Zum Beispiel befragt der VDI-Innovationsklima-Index regelmäßig mit fünf wiederkehrenden Standardfragen rund 3.000 VDI-Mitglieder aus der Ingenieurbranche in Deutschland nach ihrer Meinung. VDI (2010): VDI Innovationsklima Index unter <http://microsites.vdi-online.de/index.php?id=372>.

Deutschland besitzt eine gute Infrastruktur für Forschung und Entwicklung sowie einen hierzulande hochentwickelten Technologie- und Wissenstransfer

Negative Bewertungen erhielt der Technologiestandort Deutschland jedoch in Bezug auf das Fachkräfteangebot (insbesondere die Verfügbarkeit von hochqualifizierten Fachkräften), die Produktionskosten, die Verfügbarkeit von Risikokapital, den Zugang zu öffentlichen Fördermitteln sowie die Möglichkeit zur Gründung von Spin-Offs.

Durch die globalen Herausforderungen wächst der Druck auf den Produktionsstandort Deutschland und den Ingenieurarbeitsmarkt. Der effiziente Umgang mit Ressourcen und eine verbesserte technische Bildung sind dabei maßgebliche Faktoren, die den Technikstandort Deutschland in Zukunft prägen.⁴¹

2.2.3 Der Innovations- und Produktionsstandort Deutschland

Deutschland gilt als attraktivster Investitionsstandort innerhalb Europas

Die jährlichen Untersuchungen von Ernst & Young „European Attractiveness Survey“⁴² und des World Economic Forums „Global Competitiveness Report 2010-2011“⁴³ stufen Deutschland als den attraktivsten Investitionsstandort innerhalb Europas ein und listen Deutschland international an fünfter Stelle (nach Schweiz, Schweden, Singapur und den USA).

Wenige negative Punkte trüben das Bild, wie etwa die hohen Lohnkosten, und der zunehmende Mangel an Ingenieuren/Facharbeitern

Dennoch ist das Hauptproblem des Produktionsstandorts Deutschland das geringe Wachstum in Deutschland, bürokratische Hürden wie Steuern und Abgaben, langwierige Genehmigungsverfahren, Bürgereinwände und juristische Auseinandersetzungen die bis zur endgültigen gerichtlichen Entscheidung Zeiträume von bis zu 30 Jahren erfordern.⁴⁴ Darüber hinaus gelten hohe Arbeitskosten und der Fachkräftemangel als Produktivitätshemmnisse. Laut Studie „Made in Germany“ der TU Darmstadt und der Unternehmensberatung McKinsey & Company⁴⁵ liegt Deutschland bei den Lohnstückkosten ebenfalls höher als andere Hochlohnländer, z. B. mehr als 10 Prozent höher als die USA und über 30 Prozent höher als Japan. Sowohl bei den darin verborgenen Arbeitskosten als auch bei der Produktivität sieht die Studie daher noch erhebliches Verbesserungspotenzial.⁴⁶

⁴¹ Fuchs, W. (2010a)

⁴² Ernst & Young (2010)

⁴³ World Economic Forum (2010)

⁴⁴ Volker Wanduch, VDI, Interview anlässlich der vorliegenden Studie.

⁴⁵ McKinsey & Company, PTW der TU Darmstadt (2009)

⁴⁶ VDI nachrichten (2009)

Die Ergebnisse einer Studie des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) im Auftrag des VDI⁴⁷, erlauben Einblicke in das Verlagerungsverhalten deutscher Betriebe.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, resümiert die Studie, dass immer noch dreimal mehr Unternehmen ins Ausland abwandern als zurückkommen. Dennoch ist, aufgrund von Qualitätsproblemen am ausländischen Standort, die Zahl der Produktionsverlagerungen ins Ausland in den letzten Jahren zurückgegangen.

Qualitätsprobleme am ausländischen Standort begründen den Rückgang der Produktionsverlagerungen ins Ausland

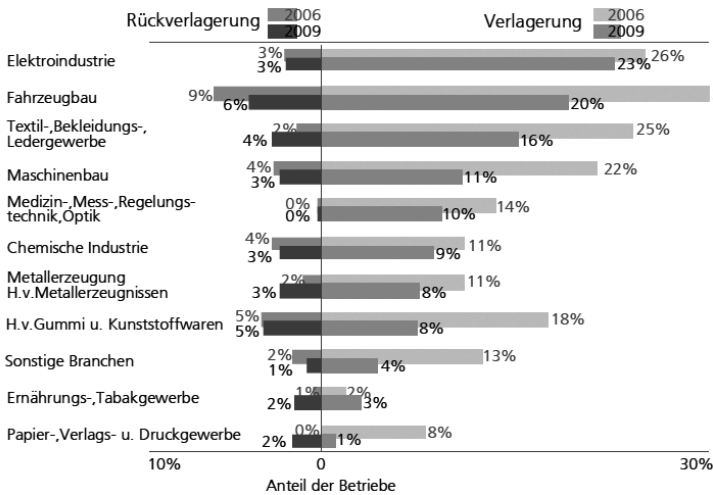


Abbildung 2: Verlagerung und Rückverlagerung von Produktionskapazitäten in Deutschland

(Quelle: FhG-ISI, Kinkel, S. (2009))

Wie in Abbildung 3 verdeutlicht, sind zwar die neuen EU-Mitgliedsländer mit 40 Prozent der Verlagerungen bevorzugte Verlagerungsziele, jedoch geht die Attraktivität dieser Länder merklich zurück. Bevorzugte Verlagerungsregionen sind China und das übrige Asien, aber auch Nord-Amerika, das für große Betriebe hohe Relevanz besitzt. Bemerkenswert ist der hohe Anteil Rückverlagerungen aus China (laut FhG-ISI vor allem KMU) und dass es kaum noch zu Rückverlagerungen aus den alten EU-Ländern kommt.

Verlagerungsregionen sind China, das übrige Asien und Nord-Amerika

⁴⁷ FhG-ISI, Kinkel, S. (2009)

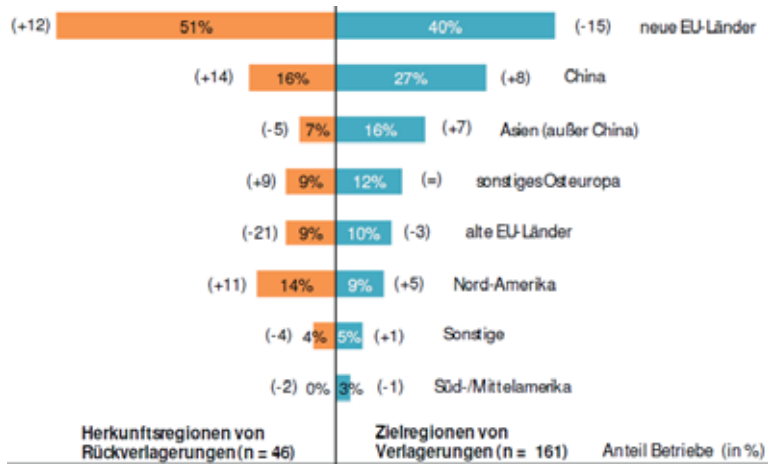


Abbildung 3: Ziel- und Herkunftsregion für Verlagerung und Rückverlagerung
(Quelle: FhG-ISI, Kinkel, S. (2009))

Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Rückverlagerungen aus China

Durch die fortschrittliche Automatisierung und schlanke Produktion ist die Arbeitsproduktivität in Deutschland im weltweiten Vergleich relativ hoch

Die deutsche Ingenieurausbildung hat einen erstklassigen Ruf

Das Ergebnis einer aktuellen Studie „Standortvorteil Deutschland“⁴⁸ liefert ein positives Stimmungsbild für den Produktionsstandort Deutschland. Sie belegt Einsparpotenziale von bis zu 30 Prozent bei Unternehmen und plädiert für eine noch engere Verzahnung von Produktion und Logistik. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass globale Trends wie der demographische Wandel und der zunehmende Mangel an Nachwuchskräften von vielen der befragten Firmen als Herausforderung erkannt und adressiert werden, wobei Migration ein wesentlicher Lösungsansatz darstelle.

Die besondere Bedeutung der Produktion in Deutschland erklärt sich aus einer Reihe spezifischer Stärken. So ist etwa, laut der Studie „Made in Germany“⁴⁹, die Arbeitsproduktivität im weltweiten Vergleich relativ hoch – nicht zuletzt durch fortgeschrittene Automatisierung und schlanke Produktion.

Als weitere Pluspunkte werden eine funktionierende Infrastruktur, etablierte Wertschöpfungsketten sowie gut ausgebildete Mitarbeiter gesehen, die auch komplexe Produktionstechnologien und -prozesse beherrschen. Die deutsche Ingenieurausbildung hat einen erstklassigen Ruf, was nicht

⁴⁸ German Trade and Invest GmbH et al (2010): „Standortvorteil Deutschland“, Erfolgsfaktor integrierte Produktion und Logistik, Neu-Isenburg, Berlin, Düsseldorf, Braunschweig. Unter: http://www.gtai.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Industries/Logistics/2_Deutsch/Erfolgsfaktor_integrierte_Produktion_und_Logistik_Summary_d_e_GTAI_20100801.pdf. Befragt wurden in der Studie Vorstände, Geschäftsführer und leitende Angestellte in mittelständischen deutschen Unternehmen und Konzernen. Dabei entstammt etwa die Hälfte der Teilnehmer der Automobilindustrie und dem Anlagen- und Maschinenbau.

⁴⁹ McKinsey + TU Darmstadt (2009)

zuletzt an den Lehrstühlen für Produktionstechnik an deutschen Technischen Hochschulen und ihren Labors und Versuchsfeldausstattungen liegt. Auch deutsche Facharbeiter genießen bekanntermaßen weltweit ein hohes Ansehen. Das duale Ausbildungssystem ist in seiner Art einzigartig.⁵⁰

Auch die Mehrheit der Befragten des VDI-Innovationsklima-Index⁵¹ sehen den Produktions- und Technologiestandort Deutschland im dritten Quartal 2010 im internationalen Vergleich gut vertreten. Vor allem Vertreter aus Fahrzeugbau und Elektroindustrie zeichneten ein positives Stimmungsbild. Fast jeder Zweite rechnet in der Elektroindustrie mit steigenden Ausgaben für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Im Fahrzeugbau ist es immerhin noch jeder Vierte. 40 Prozent der Befragten meinen zudem, dass diese Branche in den letzten drei Monaten sehr aktiv bei der Einführung von Marktneuheiten war. Allerdings: Knapp jeder Fünfte sorgt sich bei den Fahrzeugbauern um die Verfügbarkeit von Fachkräften. Den deutlichsten Anstieg verzeichnete in der Befragung die Umwelttechnik: Innovative Techniken sind hier besonders gefragt.

Wie Abbildung 4 veranschaulicht, spielt das verarbeitende Gewerbe in Deutschland mit etwa 26 Prozent Anteil an der Bruttowertschöpfung eine vergleichbar größere Rolle als in den meisten anderen Industrieländern, wie etwa Frankreich, Großbritannien und den USA, wo die Industrie lediglich etwa 17 Prozent zur Gesamtbruttowertschöpfung beiträgt⁵². Auch in den EU-15-Staaten liegt der Durchschnitt bei etwa 17 Prozent.⁵³

Der Technologiestandort Deutschland wird durch den VDI-Innovationsklima-Index positiv eingeschätzt

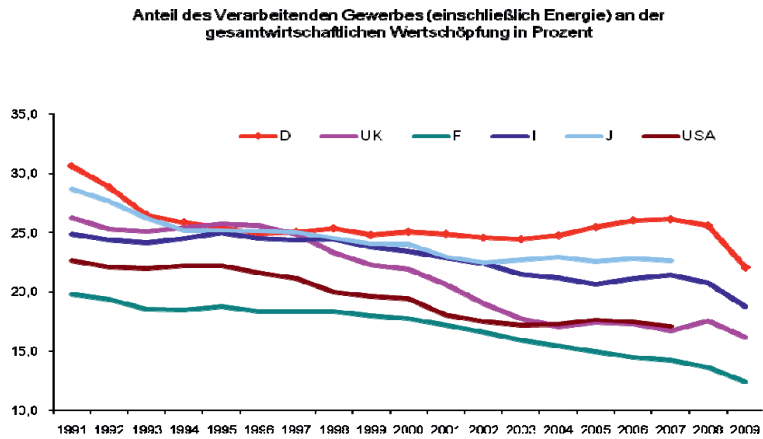
Deutschland ist das einzige OECD-Land, in dem der Anteil der Produktion an der Gesamtbruttowertschöpfung zugenommen hat

⁵⁰ McKinsey + TU Darmstadt (2009)

⁵¹ VDI (2010)

⁵² OECD; Institut der deutschen Wirtschaft Köln

⁵³ VDI nachrichten (2009)



Ausgewählte Angaben für das Jahr 2007

	D	UK	F	I	J	USA
2007	26,1	16,7	14,2	21,4	22,6	17,1

Abbildung 4: Produktionsstandorte im Vergleich
(Quelle: OECD, Institut der deutschen Wirtschaft Köln)

Deutschland ist das einzige OECD-Land, in dem der Anteil der Produktion an der gesamten Wertschöpfung zugenommen hat. Das liegt – laut VDMA-Präsident Manfred Wittenstein – vor allem an den Qualitätsprodukten und der deutschen „Ingenieurkunst“.⁵⁴

Abbildung 5 fasst die aktuellen Auffassungen der Bundesregierung von Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland noch einmal zusammen.

⁵⁴ VDI nachrichten (2010)

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Breites Branchenspektrum und ausgewogene Größenstruktur der Unternehmen. ▶ Hohe Innovationsfähigkeit in der Industrie. ▶ Starke Kompetenz bei hochwertigen Technologien. ▶ Viele mittelständische Weltmarktführer in jeweiligen Nischen („Hidden Champions“). ▶ Moderne Versorgungs-, Verkehrs- und Telekommunikationsinfrastruktur. ▶ Hoch qualifizierte Ingenieure und Fachkräfte. ▶ Differenzierte und leistungsfähige Forschungslandschaft. ▶ Hohe Produktivität und Produktqualität im Verarbeitenden Gewerbe. ▶ Vorreiterrolle bei Umwelt- und Klimatechnologien, hohe Ressourceneffizienz. ▶ Problemlösungs-Kompetenz (Verbindung von Produkt und Dienstleistung). 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ausbaufähige Kompetenz bei Spitzentechnologien. ▶ Relativ hohe Arbeitskosten. ▶ Hohe Abhängigkeit von Rohstoffimporten. ▶ Relativ hohes Energie- und Strompreinsniveau im internationalen Vergleich. ▶ In den neuen Bundesländern geringes Angebot unternehmensnaher Dienstleistungen und relativ niedrige Forschungsintensität im Verarbeitenden Gewerbe. ▶ Fachkräfte- und Ingenieurmangel, insbesondere in den MINT-Fächern. ▶ Verbreitete Skepsis gegenüber neuen Technologien in der Bevölkerung, insb. Ablehnung von potenziell emissionsträchtigen Anlagen im näheren Wohnumfeld. ▶ Gefahr einseitiger Belastungen aufgrund ungleichgewichtiger Klimaschutzstandards in der Welt (Carbon leakage-Risiko).
Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Globales Bevölkerungswachstum und Urbanisierung erhöhen Nachfrage nach Investitionsgütern. ▶ Wachstum bei Schwellenländern führt zu neuen Spezialisierungsmöglichkeiten. ▶ Steigendes globales Umweltbewusstsein erhöht Nachfrage nach industriellen Umwelt- und Klimaschutzgütern. ▶ Stärkere globale Anstrengungen im Klimaschutz und mögliche internationale Weiterentwicklung des Emissionshandels. ▶ Steigende Bedeutung altersgerechter Produkte und Technologien aufgrund des demografischen Wandels („Wirtschaftsfaktor Alter“). ▶ Stärke bei Qualität und Produktionstechnologien kann für individualisierte Produktion genutzt werden. ▶ Neue Formen der Arbeitsteilung durch Integration der Kunden in den Produktionsprozess. ▶ Stärkere Vernetzung erleichtert internationale Arbeitsteilung, technologische Höchstleistungen, digitale Steuerung von Fertigungsprozessen und Effizienzgewinne durch elektronische Güteridentifikation. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fragmentierte Produktionsprozesse begünstigen Standort(-rück)verlagerungen sowie Outsourcing und verändern etablierte Industriekuster in Deutschland. ▶ Vernetzte Produktion erhöht Abhängigkeit von Lieferanten und generelle Verwundbarkeit. ▶ Strukturwandel und Wachstum bei Schwellenländern bringt Konkurrenz für bestimmte Sektoren, Regionen und Niedrigqualifizierte mit sich. ▶ Behandlung energieintensiver Industrien im Emissionshandel; steigende Energiekosten. ▶ Begrenzte fossile Energieressourcen (z. B. Erdöl). ▶ Internationaler Wettlauf, Anbieterkartelle, Marktverzerrungen bei Rohstoffen. ▶ Einfluss der sinkenden und alternden Bevölkerung in Deutschland auf Erwerbspersonenpotenzial und Arbeitsproduktivität. ▶ Maßgeschneiderte Produktion erfordert hohe Produktvarianz. ▶ Schutz technologischer Vorsprünge durch effektive geistige Eigentumsrechte. ▶ Wachsende Nachfrage nach komplexen Problemlösungen erfordert noch stärkere Integration von unternehmensnahen Dienstleistungen und Produkten.

Abbildung 5: Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland

(Quelle: BMWI (2010), Im Fokus: Industrieland Deutschland)

2.2.4 Ingenieurarbeitsmarkt

Besonders wichtig für die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft ist eine ausreichende Anzahl an Absolventen der sogenannten MINT-Studiengänge (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik). Zahlreiche Studien belegen die Bedeutung des technischen Humankapitals für das Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Dabei wird technologischer Fortschritt und somit volkswirtschaftliches Wachstum insbesondere im industriellen Sektor erst durch das Zusammenspiel von Sachkapital und hochqualifizierten Fachkräften ermöglicht.⁵⁵

Besonders wichtig für die technologische Leistungsfähigkeit ist die Anzahl an Absolventen der sogenannten MINT-Studiengänge

⁵⁵ Koppel, Oliver (2010)

Eine Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln in Kooperation mit dem VDI vom April 2010⁵⁶ ermittelte für das Jahr 2009 knapp 1,5 Millionen ausgebildete erwerbstätige Ingenieure in Deutschland, 16 Prozent davon weiblich.

Etwa jeder 25. Erwerbstätige in Deutschland zählt zur Berufsgruppe der Ingenieure

Damit zählte etwa jeder 25. Erwerbstätige in Deutschland zu der Berufsgruppe der Ingenieure. Rund 52 Prozent aller Ingenieure waren im Dienstleistungssektor, 47 Prozent im Industriesektor und knapp 1 Prozent im Primärsektor beschäftigt. Relativ zur Erwerbstätigenzahl waren die meisten Ingenieure in den Branchen Forschung und Entwicklung, Elektroindustrie sowie Maschinen- und Fahrzeugbau tätig.

Die Herausforderung des Wirtschaftsstandortes Deutschland ist es mehr und mehr, interessierten und begabten Nachwuchs im Ingenieurwesen, in den Naturwissenschaften und der Technik herauszubilden und zu fördern.

Es wird zunehmend wichtig, den Nachwuchs im Ingenieurwesen zu fördern

Der bereits bestehende Engpass an naturwissenschaftlich-technisch qualifizierten Fachkräften ist ein strukturelles Problem, das schon heute als Wachstums- und Innovationsbremse hohe Verluste für die deutsche Volkswirtschaft verursacht – mit steigender Tendenz.⁵⁷

Der Ingenieursersatzbedarf könnte sich in Zukunft auf jährlich bis zu 50.000 Ingenieure belaufen

Der bundesweite Ingenieursersatzbedarf wird sich weiter erhöhen, wenn die heute 40- bis 50-jährigen Ingenieure am Arbeitsmarkt ersetzt werden müssen. Für Deutschland prognostizieren VDI und IW-Köln für die Jahre 2023 bis 2027 einen jährlichen Ingenieursersatzbedarf von etwa 50.000 Ingenieuren.⁵⁸

2.2.5 Ressourceneffizienz

Deutschland ist ein rohstoffarmes Land und muss den überwiegenden Teil der benötigten Rohstoffe teuer importieren. Der effiziente Einsatz von Ressourcen, Rohstoffen und Materialien ist daher zukunftsweisend.

Dabei sind die Entwicklung und Umsetzung von Konzepten zu Ressourceneffizienz in praktischen Anwendungsfeldern verbunden mit den Zielen der Verringerung des Verbrauchs an natürlichen Ressourcen, einer höheren Wertschöpfung in der Wirtschaft, mehr Arbeitsplätzen und einer höheren Qualifikation der Beschäftigten sowie der Stärkung der internationalen Wettbewerbsposition der deutschen Wirtschaft.⁵⁹

„Ressourceneffizienz ist die Grundlage für ein ökologisch verantwortungsbewusstes Handeln. Und sie ist der Schlüssel für den Erfolg unserer

⁵⁶ VDI; IW-Köln (2010b)

⁵⁷ <http://www.mintzukunftschaften.de/handlungsschwerpunkte.html>

⁵⁸ VDI/IW-Köln (2010b)

⁵⁹ <http://www.vdi-zre.de/>

Wirtschaft im globalen Wettbewerb. Deutschland muss zu einem Leitmarkt für Ressourceneffizienz werden“.⁶⁰

In allen Branchen und Technologiebereichen bietet Ressourceneffizienz die Möglichkeit, Ressourcen einzusparen, schädliche Emissionen zu reduzieren und so Kosten zu senken. Mehr Ressourceneffizienz steigert somit die Wettbewerbsfähigkeit und entlastet die Umwelt. Entscheidend ist dabei, nicht nur einzelne Technologien oder Produktkomponenten zu optimieren, sondern systematisch Wertschöpfungsketten inklusive der Produktnutzung und Entsorgung zu analysieren. Darüber hinaus kann die Kopplung von Wertschöpfungsketten zusätzliche Potenziale erschließen bis hin zur integrierten Betrachtung ganzer Systeme wie z. B. Städte oder Regionen. Ein Blick in verschiedene wichtige Lebens- und Wirtschaftsbereiche zeigt, dass an vielen Stellen Potenziale vorhanden sind, um CO₂-Emissionen, den Flächenbedarf oder Wasserverbrauch zu reduzieren und so zusätzlichen Wohlstand zu schaffen und neue Märkte zu erschließen.⁶¹

Deutschland nimmt hinsichtlich der Ressourceneffizienz weltweit eine Spitzenposition ein. Als größter europäischer Absatzmarkt bietet Deutschland ein ideales Umfeld für neue Entwicklungen im Energie-Effizienz-Bereich. Intelligente Zähler, Wärmedämmsysteme, Wärmeschutzverglasung, Heiz- und Kühlsysteme, effiziente Haushaltsgeräte und Energiesparlampen sowie Kraftwärmekopplung, Pumpen und Druckluftsysteme sind die zentralen Produkt-Bereiche. Deutschland verfügt in vielen Bereichen der Energie-Effizienz über die europaweit größten Märkte wie z. B. bei Kraft-Wärme-Kopplung und Solarthermie.

Dennoch führen oftmals die technologisch erzielten Effizienzfortschritte nicht in gleichem Maße zu Einsparungen beim Ressourceninput. Ursache dafür ist in den meisten Fällen der sogenannte „Rebound-Effekt“.

Die Ressourceneinsparungen führen zu niedrigeren Nutzungskosten, so dass die Nutzung ausgeweitet werden kann (direkter Rebound-Effekt) und/oder das eingesparte Geld für zusätzlichen Konsum zur Verfügung steht (indirekter Rebound-Effekt).

„Die Höhe des Rebound-Effekts gibt in der Regel an, wie viel Prozent der erwarteten Ressourceneinsparung nicht realisiert werden konnten. Ein Rebound-Effekt von 30 Prozent bedeutet, dass nur 70 Prozent der erwarteten Ressourceneinsparungen tatsächlich erreicht wurden. Welche Rolle der Rebound-Effekt volkswirtschaftlich betrachtet in der Vergangenheit gespielt hat und wie er genau zu ermitteln ist, ist nach wie vor umstritten. Dennoch lohnt es sich, bei der Vermarktung effizienter Tech-

Ressourceneffizienz ist die Grundlage für ökologisch verantwortungsbewusstes Handeln

Deutschland muss Leitmarkt für Ressourceneffizienz bleiben

Die technologisch erzielten Effizienzfortschritte führen durch den „Rebound-Effekt“ nicht in gleichem Maße zu Einsparungen beim Ressourceninput

⁶⁰ Braun, B.O. (2010)

⁶¹ Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009)

Die Bundesregierung
fördert Energie- und
Klimaschutz-
Investitionen in den
Industriestandort
Deutschland

nologien stets das potenzielle Nutzerverhalten im Auge zu behalten, um Rebound-Effekte so gering wie möglich zu halten.“⁶²

Im Rahmen des integrativen Energie- und Klimaschutz-Programms fördert die Bundesregierung Investitionen in den Industriestandort Deutschland. Ziel des Programmes ist es, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 40 Prozent zu reduzieren. Zentraler Baustein hierbei ist die Verdoppelung der Energieproduktivität Deutschlands im gleichen Zeitraum. Viele Gesetze und Verordnungen hierzu wurden 2008 bereits abschließend beraten. Hierdurch wird der Bereich Energieeffizienz in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen. Speziell im Wärmemarkt haben sich durch das „Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz“ neue Möglichkeiten ergeben.

Der VDI plädiert für
eine bundeseinheitliche
Bildungsstrategie
für Technik

2.2.6 Technische Bildung

In den neuen Technologien (z. B. Nano- oder Biotechnologie) hat das inzwischen erreichte Innovationstempo dazu geführt, dass einerseits noch physikalische Grundlagen weiter erforscht werden, während andererseits schon Produkte Verkaufserfolge erzielen. Gerade hier sieht man deutlich, wie nah Chance und Risiko beieinander liegen: Neben den Innovationserfolgen gibt es jedoch auch offene und derzeit nicht ausreichend beantwortete Fragen zu nachhaltigen, gesundheitlichen Schäden. Wenn wir erreichen wollen, dass unsere Gesellschaft der Technik vertraut, muss neben der Kompetenz der Fachleute auch in der Gesellschaft ein Mindestmaß an Verständnis für Technik vorhanden sein.⁶³ (Immerhin liegt Deutschland bei der tertiären Bildung nach wie vor unterhalb des OECD Durchschnitts von 38 Prozent.⁶⁴)

Allgemeine technische Bildung gibt den Schülern Hilfen

- zur geistigen und praktischen Orientierung in den von der Technik mitbestimmten Lebenssituationen
- zur Beurteilung von Voraussetzungen und Folgen der Technik
- zur Einsicht in die Möglichkeiten einer menschen- und naturgerechten Gestaltung und Nutzung der Technik
- zur Bewältigung von Anforderungen im privaten, beruflichen und öffentlichen Bereich
- zur Entfaltung spezifischer technischer Begabungen und Kreativität
- zur Erhöhung der Technikkompetenz gerade von Schülerinnen.

Abbildung 6: VDI Definition „Technische Bildung“

(Quellen: Memorandum zur „Technischen Bildung an allen allgemein bildenden Schulen in Mecklenburg-Vorpommern“ (2004) und „Memorandum Technikunterricht an allen Schulen“, VDI (1984))

⁶² Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009), S. 44

⁶³ Fuchs, W. (2010a)

⁶⁴ OECD (2010b)

Als Beitrag zum Bildungsgipfel im Jahre 2008 legten BITKOM und VDI ein 5-Punkte-Programm für die technische Bildung vor.⁶⁵ Im Fokus stehen die Einführung von Technik- und Informatikunterricht als Pflichtfach in den Schulen, ein Stipendien-Programm für technische Studiengänge, mehr öffentliche Investition in Bildung, die Unterstützung lebenslangen Lernens durch die Hochschulen sowie die Einberufung eines Nationalen Technik-Rates⁶⁶. Mit diesem 5-Punkte-Programm sollte Unternehmen eine Anregung gegeben werden, um ihr Personal vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels effektiver weiterzubilden.

Aus Sicht des VDI Verein Deutscher Ingenieure ist eine schlüssige, bundeseinheitliche Bildungsstrategie dringend erforderlich.

Ein Ansatz muss dabei ein bundesweiter Technikunterricht sein, für den der VDI bereits Curricula entwickelt hat. „Nur durch eine Strategie, in der technische Bildung integraler Bestandteil unserer Schulpolitik ist, kann das Verständnis und die Akzeptanz für Technik steigen“, erklärt Prof. Bruno O. Braun, Präsident des VDI.⁶⁷

Mit seinen gezielten Projekten für die Nachwuchsförderung informiert der VDI Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene altersgerecht über Technik sowie ihre Chancen und Risiken.

Der VDI betreibt gezielte Nachwuchsförderung

⁶⁵ VDI/BITKOM (2008)

⁶⁶ Inzwischen besteht seit September 2010 ein „Innovationsdialog der Bundesregierung“, in dem der VDI durch seinen Präsidenten eingebunden ist (Siehe auch: http://www.vdi.de/44033.0.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=51756&cHash=38542a13a8694e51c3f562caba3f213).

⁶⁷ http://www.vdi.de/uploads/media/2011-04-05_PM_HM_Nachwuchsfoerderung.pdf

3 ZUKUNFTSFELDER

Im nachfolgenden Kapitel werden relevante Zukunftsfelder sowie deren Wachstums- und Entwicklungsperspektiven am Technologiestandort Deutschland aufgezeigt. Horizontal zu allen Branchen und Technologiebereichen verschwimmen die Grenzen zwischen Produkt und Dienstleistung zunehmend und werden durch integrierte Lösungsangebote ersetzt.

3.1 Technologiefelder 2020

Zukunftstechnologien zählen angesichts ihres ökonomischen Potenzials, ihrer Wissensintensität und des möglichen Beitrags zur Lösung gesellschaftlicher Aufgabenstellungen (wie beispielsweise die Sicherstellung von Hochgeschwindigkeitskommunikation, die Versorgung mit Lebensmitteln, Umweltmaßnahmen, die Suche nach geeigneten Transportlösungen, die Gewährleistung eines hohen Gesundheitsschutzes einer alternierenden Bevölkerung bzw. die Lösung der Energiefrage) zu den größten Herausforderungen der Zukunft. Sie gelten als die treibende Kraft für die Entwicklung neuer Waren und Dienstleistungen, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren auf dem Markt verfügbar sein werden. Ländern, die diese Technologien beherrschen, wird seitens der EU Kommission eine führende Rolle bei der Umstellung auf ein wissenschaftsgestütztes Wirtschaftssystem mit geringen CO₂-Emissionen zukommen⁶⁸.

Zukunftstechnologien haben ökonomisches Potenzial, und Potenzial zur Lösung gesellschaftlicher Aufgabenstellungen

Die deutsche Sektion des global organisierten Millennium Project⁶⁹ untersuchte im Jahre 2008 die Frage, welchen Technologien Experten bis zum Jahr 2020 die größten Auswirkungen auf Wirtschaft und Politik, auf Umweltfragen oder auf unser Sozial-, Bildungs- und Rechtssystem zuschreiben.⁷⁰ Informations- und Kommunikationstechnik sind Spitzenrei-

⁶⁸ „Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU“, KOM (2009) 512/3. [„Vorbereitung für unsere Zukunft: Entwickeln einer gemeinsamen Strategie für grundlegende Schlüsseltechnologien in der EU“, COM(2009) 512/3]. Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/files/communication_key_enabling_technologies_en.pdf; und: „KET High Level Expert Group“ Zwischenbericht (2011) „Mastering and deploying Key enabling technologies (KETs): building the bridge to pass across the KET’s, ‘Valley of Death’ for future European innovation and competitiveness“ Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/files/kets/hlg-working-document_en.pdf.

⁶⁹ Das „Planning Committee“ des German Node besteht aus folgenden Personen und Institutionen: Cornelia Daheim, Node Chair, Z_punkt GmbH; Klaus Burmeister, Z_punkt GmbH; Dr. Gereon Uerz, Z_punkt GmbH; Dr. Günter Clar und Sabine Hafner-Zimmermann, Steinbeis Europa- Zentrum (SEZ); Dr. Kerstin Cuhls, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Prof. Dr. Gerhard de Haan und Lars Gerhold, Freie Universität Berlin, Institut Futur; Prof. Dr. Peter Mettler, FH Wiesbaden; Dr. Dr. Axel Zweck, VDI Technologiezentrum, Zukünftige Technologien Consulting. Die genannten Personen sind gleichzeitig die Autoren dieses Artikels. Wesentlich zum Gesamtprojekt beigetragen haben zudem Silke Schneider, Z_punkt GmbH und Gaby Schütte, ehemals Sekretariat für Zukunftsforschung (SFZ).

⁷⁰ Burmeister, K.; Clar, G.; Cuhls, K.; Daheim, C.; Hafner-Zimmermann, S.; De Haan, G.; Mettler, P.; Uerz, G.; Zweck, A. (2008)

ter. Die Wirtschaft wird von den technischen Entwicklungen und Dienstleistungen rund um Handy, Internet, Film, Fernsehen und neuen Kommunikationsformen am stärksten beeinflusst, so die überwiegende Meinung der Experten. Auf den Plätzen drei und vier von insgesamt 15 abgefragten Technologiefeldern landeten mit knappem Abstand zu den Spitzenreitern Umwelttechnologie und Energietechnik. Diese Technologien sind vor allem Auslöser für Veränderungen im Umweltbereich – so die Erwartung.

Die wirkungsintensivsten Technologiefelder mit Bezug auf deren Einfluss auf Wirtschaft und Politik sind die Informations-, Kommunikations-, und Umwelttechnologien

Abbildung 7 zeigt die wirkungsintensivsten Technologiefelder mit Bezug auf deren Einfluss auf Wirtschaft und Politik, auf Umweltfragen oder auf unser Sozial-, Bildungs- und Rechtssystem.



Abbildung 7: Technologiefelder 2020
(Quelle: German Node des Millenium Project (2008)⁷¹)

Grundlagendisziplinen wie Physik, Chemie und Biologie konvergieren zunehmend

Innovationen finden heute oft dort statt, wo sich bestehende wissenschaftliche Disziplinen annähern oder zusammenwachsen. Offensichtlich ist dieser Trend auch für das Zusammenwachsen von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Grunddisziplinen. Anwendungen und neue Erkenntnisse dieser Disziplinen erfordern zunehmend die Einsichten und Methoden der Anderen. Insbesondere bei der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Produkte greifen diese interdisziplinär ineinander und machen neuartige technische Anwendungen erst möglich. Besonders augenscheinlich wird das Auflösen traditioneller Disziplingrenzen beim Betrachten der Gegenstandsgrößen, in denen diese drei Disziplinen ihr Arbeitsfeld haben. So sanken während der letzten 50 Jahre die Struktur-

⁷¹ Burmeister, K.; Clar, G.; Cuhls, K.; Daheim, C.; Hafner-Zimmermann, S.; De Haan, G.; Mettler, P.; Uerz, G.; Zweck, A. (2008)

größen in der angewandten Physik durch die Miniaturisierung von Zentimetern in der Elektrotechnik über die Elektronik und die Mikroelektronik bis auf unter 100 Nanometer in der Nanoelektronik.⁷²

Wie Abbildung 8 veranschaulicht, konvergieren Grundlagendisziplinen wie Physik, Chemie und Biologie, da sich die Skalen ihrer gemeinsamen Forschungsobjekte annähern. Das integrierte Nutzen biologischer Prinzipien, physikalischer Gesetze und chemischer Eigenschaften führt zu neuen Forschungsclustern und Technologieportfolios.

Konvergierende Grundlagendisziplinen führen zu neuen Technologieportfolios

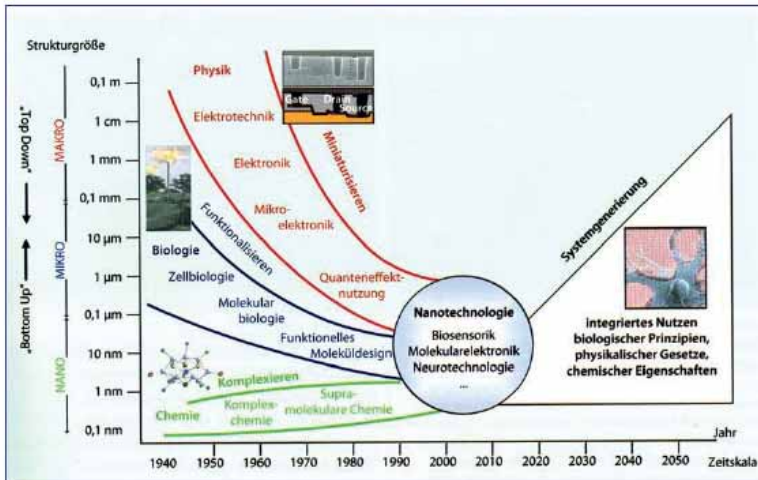


Abbildung 8: Neue Technologieportfolios durch Konvergenz der Disziplinen (Quelle: Zweck, A. (2007), Auf dem Weg zur Technologie von Morgen, in: Technologieführer – Grundlagen, Anwendungen, Trends)

Innovationen entstehen heute häufig aus problemorientierter („transdisziplinärer“) Forschung, die traditionelle Disziplinengrenzen übersteigt (z. B. Material-, Energie-, Umwelt-, Medizinforschung). Daher bedarf es interdisziplinärer Dialoge und Kooperationen, um transdisziplinäre Probleme auszuwählen und neue Portfolios von Technologien zu clustern.

3.2 Maschinen- & Anlagenbau

Im Bereich Maschinenbau ist Deutschland das mit Abstand führende Land Europas. Deutsche Unternehmen können in diesem Sektor auf eine lange Tradition zurückblicken. Sie profitieren nicht nur von der Größe des Heimatmarktes mit seiner starken industriellen Basis, sondern sichern mit ihrer hohen Innovationskraft und ihrem ständigen Streben nach technologischer Führerschaft Deutschlands Position auf dem Weltmarkt. Insbesondere im rasant wachsenden Bereich der Industrieroboter und Automation hat sich der deutsche Maschinenbau eine dominante Markt-

Im Bereich Maschinenbau ist Deutschland das mit Abstand führende Land Europas

⁷² Teichert, O.; Zweck, A. (2009)

stellung erobert. Unterstützt werden sie durch die Bundesregierung, die günstige Rahmenbedingungen schafft.⁷³

Der Maschinen- und Anlagenbau, Kern der Investitionsgüterindustrie, steht als Lieferant komplexer Erzeugnisse für alle Branchen der Wirtschaft und Bezieher technologisch anspruchsvoller Vorlieferungen im Zentrum der industriellen Leistungsfähigkeit Deutschlands.

Der Maschinen- und Anlagenbau ist der größte industrielle Arbeitgeber in Deutschland

Der Maschinenbau ist sehr stark mittelständisch geprägt. Rund 87 Prozent der 6.099 Unternehmen haben weniger als 250 Beschäftigte (rund 70 Prozent weniger als 100 Beschäftigte; Branchendurchschnitt rund 154). Trotz des Auftragsseinbruchs der vergangenen fünf Jahre ist er mit 921.000 Mitarbeitern der größte industrielle Arbeitgeber in Deutschland.⁷⁴ Gemessen am Branchenumsatz liegt der Maschinenbau auf Rang 2 hinter dem Fahrzeugbau. Während dort Großserien dominieren, werden Maschinen und Anlagen häufig als Einzelstücke oder in Kleinserien gefertigt. Die Branche ist mit einer Exportquote von 73,4 Prozent stark exportorientiert. Europa ist mit einem Anteil von 55,9 Prozent der wichtigste Markt für deutsche Maschinen.⁷⁵



Abbildung 9: Auftragseingang Maschinenbau
(Quelle: DB Research 2010, Deutsche Industrie, S. 24).

Der Maschinen- und Anlagenbau gilt als Entwickler und Lieferant bahnbrechender „enabling technologies“

Als Entwickler und Lieferant bahnbrechender „enabling technologies“ kommt der Maschinen- und Anlagenbau in allen drei Segmenten in Frage, auf die es in Zukunft ankommen wird:

- Die Modernisierung des globalen Kraftwerksparks, wo heute noch Kraftwerkstechnik mit zumeist Großkraftwerken dominiert;
- die Effizienzrevolution auf allen Feldern der Energienutzung in der Industrie und bei den Konsumenten;

⁷³ GTAI (2011)

⁷⁴ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2011)

⁷⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2011)

- die Entwicklung und Kommerzialisierung neuer Technologien rund um die erneuerbaren Energien.⁷⁶

Ein Branchenspiegel des VDMA⁷⁷ zeigt überregional die Kompetenzfelder und technologischen Herausforderungen für den Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland auf. Deutlich wird dabei, dass die Branche nahezu unbegrenzte Zukunftschancen hat. Dennoch zählt zu den Hauptproblemen der Unternehmen derzeit:

VDMA sieht nahezu unbegrenzte Zukunftschancen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau

- die zögerliche Investitionsbereitschaft der Kunden, insbesondere bei größeren Aufträgen,
- erhebliche Beschaffungsprobleme durch überdurchschnittlich lange Lieferzeiten von Zulieferern – im Gegenzug Termindruck durch kurze Lieferzeitforderungen der Kunden,
- Preisverfall der Erzeugnisse bei gleichzeitigem Anstieg von Beschaffungs-, Material- und Energiekosten,
- verschlechterte Zahlungsbedingungen der Lieferanten und Kunden,
- verschlechterte Zahlungsmoral der Kunden,
- Rekrutierung von qualifizierten Fachkräften.⁷⁸

3.3 Automobilindustrie

Die Automobilindustrie ist nach wie vor der umsatzstärkste Wirtschaftszweig in Deutschland und Deutschland ist Europas größter Absatzmarkt sowohl für PKW-Hersteller als auch für die Zulieferindustrie.

Bereits seit geraumer Zeit investieren OEM (Original Equipment Manufacturer) massiv in eigene Vertriebsorganisationen und zusätzliche Dienstleistungen, um sich neue Wertschöpfungsquellen und Marktanteile zu erschließen. Das Dienstleistungsspektrum der Hersteller lässt sich bereits jetzt in fahrzeugbezogene und nicht fahrzeugbezogene Dienstleistungen differenzieren. Zu den fahrzeugbezogenen Dienstleistungen zählen komplementäre Services wie Mobilitätsangebote, Fuhrparkmanagement oder Informations- und Telekommunikationsdienste. Diese Dienstleistungen werden passend zur Automarke ausgestaltet. Die nicht fahrzeugbezogenen Dienstleistungen umfassen Fahrzeugvermietung, Eintrittskartenservice, Verkehrsservice, Routenempfehlung oder Hol- und Bringservice. Darüber hinaus erwägen viele Automobilhersteller, Universalbanken aufzubauen, um ihren Kunden umfassende Angebote zu unterbreiten. Einige OEM halten es für wahrscheinlich, dass Kunden es

Die Automobilindustrie ist nach wie vor der umsatzstärkste Wirtschaftszweig in Deutschland

⁷⁶ Auer, Josef (2008)

⁷⁷ VDMA (2011a)

⁷⁸ VDMA (2011a)

Führende Automobilhersteller sind in Deutschland beheimatet

in Zukunft bevorzugen, mehrere Fahrzeuge bedarfsorientiert zu nutzen, statt ein eigenes Fahrzeug zu besitzen.⁷⁹

Mit 3,8 Millionen Neuzulassungen und 4,9 Millionen Neuherstellungen von Personalfahrzeugen in 2009 ist Deutschland der größte Automobilmarkt Europas, und mit ca. 3.650 Patenten pro Jahr unangefochtener Patentweltmeister (VDA). 30 Prozent aller neu zugelassenen Fahrzeuge in Europa tragen das Gütesiegel „Made in Germany“.⁸⁰

Mit Audi, BMW, Daimler, Ford, GM (Opel), MAN, Neoplan, Porsche und Volkswagen sind führende Automobilhersteller in Deutschland beheimatet und produzieren jeweils mit mehreren Werken vor Ort.

Zu den Zukunftsaufgaben zählen neue Antriebsformen und Werkstoffe, Elektronik und Vernetzung, Energieeffizienz im Fahrzeug und im Produktionsprozess sowie die Erfüllung von steigenden Kundenerwartungen, Umweltauflagen und Sicherheitsanforderungen.

Zukunftsaufgaben sind neue Antriebsformen, Werkstoffe, Vernetzung, Energieeffizienz sowie die Erfüllung von steigenden Kundenerwartungen

„Das Auto der Zukunft“ wird es nicht geben. Schon die Konzeptstudien der Automobilhersteller zeigen eine große Bandbreite, vom Kleinstwagen, der beinahe „von Natur aus“ umweltfreundlich ist, bis hin zu Luxus-Limousinen, deren Verbrauch auf das Niveau von Mittelklassefahrzeugen reduziert wird. Gerade im Bereich des Kraftstoffverbrauchs wird die Entwicklung langsam vorangehen, da Nebeneffekte die Fortschritte in der Motorentechnik aufheben. Da sowohl die deutschen als auch die europäischen Hersteller ihre Selbstverpflichtungen zu einem sinkenden Kraftstoffverbrauch in den letzten zehn Jahren nicht erfüllen konnten, plant die Europäische Union, die damals gesteckten Ziele nun für das Jahr 2015 verbindlich vorzuschreiben. Neben den kontinuierlichen Verbesserungen bleiben die Innovationen, die nicht allein in der Fahrzeugtechnik ansetzen, sondern ein Umdenken erfordern. Für die europäischen Autohersteller ist der Hybridantrieb einer der ungeliebten, aber angestrengt verfolgten Wege. Der nächste Schritt könnte der Einsatz einer Brennstoffzelle anstelle des Verbrennungsmotors sein, womit allerdings der Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur verbunden wäre. Bevor dies geschieht, müssen sich die Rahmenbedingungen – zum Beispiel Preis oder Verfügbarkeit von Erdöl- und Biokraftstoffen – grundlegend verändern. Sollte es in den nächsten Jahren tatsächlich beachtliche Fortschritte in der Batterietechnik geben, wäre es möglich, die aufwendigen Konzepte der Vollhybrid- als auch Brennstoffzellenfahrzeuge zu überspringen. An deren Stelle könnten rein elektrisch angetriebene Autos stehen, deren Batterie über die Steckdose oder bei Bedarf, während der Fahrt durch einen stets bei optimalem Wirkungsgrad arbeitenden Verbrennungsmotor an Bord geladen wird.

⁷⁹ <http://www.gtai.com/startseite/branchen>

⁸⁰ GTAI (2011)

„Bei einem Elektro-Fahrzeug der unteren Mittelklasse, das in naher Zukunft auf den Markt kommt und eine Reichweite von 150 Kilometern hat, ist mit Mehrkosten von 10.000 bis 15.000 Euro gegenüber einem Pkw mit Verbrennungsmotor zu rechnen. Auch bei einer angenommenen Preisreduzierung durch Skaleneffekte hat der Kunde im Jahr 2020 noch einen Mehrpreis von 7.000 bis 10.000 Euro zu bezahlen. Im Vergleich zu konventionellen Antrieben werden Elektrofahrzeuge also noch lange eine große ökonomische Herausforderung bleiben.“⁸¹

Elektrofahrzeuge könnten noch lange eine große ökonomische Herausforderung bleiben

Ob die etablierten Automobilhersteller diesen für sie ungewohnten Entwicklungsschritt verfolgen werden, wird sich zeigen. Er wäre attraktiv, da die politisch angestrebten CO₂- und Schadstoffgrenzwerte für die Emission des Fahrzeugs selbst gelten. Elektrisch angetriebene Autos in der Modellpalette senken wirkungsvoll die durchschnittlichen Emissionen der gesamten Flotte eines Herstellers. Wesentliche Impulse für die Zukunft des Automobils können in den nächsten Jahren also durchaus auch aus Feldern kommen, die nicht der klassischen Automobiltechnik zugerechnet werden. Kontinuierliche Optimierung des Bekannten und die Offenheit für Neues wird die Automobilität sichern.⁸²

Innovationen könnten in den nächsten Jahren aus Feldern kommen, die nicht der klassischen Automobiltechnik zugerechnet werden

Die Bundesregierung stellt für FuE-Projekte im Bereich Fahrzeug- und Verkehrstechnik ca. 200 Millionen Euro zur Verfügung. Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität⁸³ beinhaltet mit über 500 Millionen Euro weitere Anreize für die Entwicklung von Fahrzeugen, Energiespeichern und Infrastruktur. „Zusätzlich wird Forschung und Entwicklung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien bis Ende 2016 mit insgesamt 500 Millionen Euro im Rahmen eines nationalen Innovationsprogramms (NIP) gefördert.“⁸⁴

3.4 Informations- und Kommunikationstechnologien

Laut einer Studie, die beim fünften Nationalen IT-Gipfel in Dresden vorgestellt wurde⁸⁵, liegt Deutschland als IT-Standort im weltweiten Vergleich nur auf Platz sieben. Den ersten Platz belegt im IT-Bereich Südkorea, gefolgt von den USA, Japan, Dänemark, Großbritannien und Schweden.

Deutschland als IT-Standort liegt im weltweiten Vergleich nur auf Platz sieben

„Angesichts der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung eines innovativen IKT-Sektors als Wegbereiter für Innovationen kann dies dann ein Handicap darstellen, wenn aufgrund des relativ geringen Gewichts im Vergleich zu anderen Branchen der IKT-Sektor und dessen spezifische Bedürfnisse und Anforderungen an die rechtlichen und ökonomischen

⁸¹ Wissmann, M. (2010)

⁸² Kaiser, O.; Eickenbusch, H.; Grimm, V.; Zweck, A. (2008)

⁸³ BMWI (2009)

⁸⁴ GTAI (2011), <http://www.gtai.com/startseite/branchen/automobilindustrie/>

⁸⁵ BITKOM, ZEW (2010)

Rahmenbedingungen auf Seiten von Politik und Öffentlichkeit nur geringe Beachtung geschenkt wird.“⁸⁶

Auch die Beurteilung des IKT-Standorts Deutschland durch China und die USA verdeutlicht die deutsche Schwachstelle im internationalen Vergleich. Weder die USA noch China nehmen Deutschland bezogen auf den IKT-Standort als Konkurrenten wahr. Vielmehr sehen chinesische Experten Deutschland als einen geeigneten Forschungsstützpunkt, vor allem aufgrund des guten technischen Fortschritts sowie die US-amerikanischen Experten besonders Potenzial in Deutschland bezogen auf die Erschließung europäischer Absatzmärkte erkennen.⁸⁷

IKT-Experten
befürchten Verlagerungen
ins Ausland

Auch die Ergebnisse einer aktuellen VDI-Umfrage unter IKT-Experten⁸⁸ zeigen den Mangel des IKT-Standortes Deutschland auf, da „schon heute für jeden fünften Teilnehmer der Befragung die Verlagerung von Bereichen ins Ausland ein Thema ist.“⁸⁹

Dennoch ist Deutschland „bekannt für seine hochentwickelte moderne Infrastruktur, die dichte Verkehrsnetze und Logistikmöglichkeiten mit Telematik-, IT- und Telekommunikationssystemen verbindet. Die umfangreiche Breitbandstrategie der Regierung, die den bundesweiten Ausbau von hochleistungsfähigen Breitbandanschlüssen mit Übertragungsraten von mindestens 50MB/Sek. in ganz Deutschland zum Ziel hat, unterstreicht das Engagement der Regierung im Hinblick auf die technologische Infrastruktur“.⁹⁰

Laut des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM) stiegen die positiven Erwartungen an den IKT-Markt auch im zweiten Quartal 2010.⁹¹ Einer der derzeit wichtigsten Trends sei die Konvergenz der IT- und Software-Industrie mit herkömmlichen Industrien, wie z. B. der Automobilindustrie oder Anlagenbau.

Es sind allerdings nicht nur große Unternehmen, die über herausragendes technologisches Know-how verfügen: Klein- und mittelständische Unternehmen (KMU), die 98 Prozent aller deutschen Unternehmen darstellen, haben hochspezialisierte Kenntnisse bei der High-Tech-Produktentwicklung erworben und können so viele Nischenmärkte, die sowohl herkömmliche als auch neue Industrien bedienen, erobern.⁹²

⁸⁶ BITKOM, ZEW (2010): S.20

⁸⁷ Infratest (2010)

⁸⁸ VDI (2011b)

⁸⁹ Fuchs, Willi (2011)

⁹⁰ GTAI (2011), <http://www.gtai.com/startseite/branchen/ikt>

⁹¹ BITKOM (2011)

⁹² GTAI (2011), <http://www.gtai.com/startseite/branchen/ikt>

Wie Abbildung 10 verdeutlicht, zählen verbesserte interne Prozesse (wie etwa durch RFID), neue Produkte und Dienstleistungen (wie etwa Crowdsourcing), neue Geschäftsmodelle (wie etwa Cloud Computing) und systemische Innovationen (wie etwa das Internet der Dinge, Ambient Intelligence, Embedded Systems) zu den zukunfts-trächtigsten Anwen-derbereichen im ITK-Sektor.

Verbesserte interne Prozesse, neue Produkte und Dienstleistungen, neue Geschäftsmodelle und systemische Innovationen sind zukunfts-trächtigste Anwen-derbereiche im ITK-Sektor

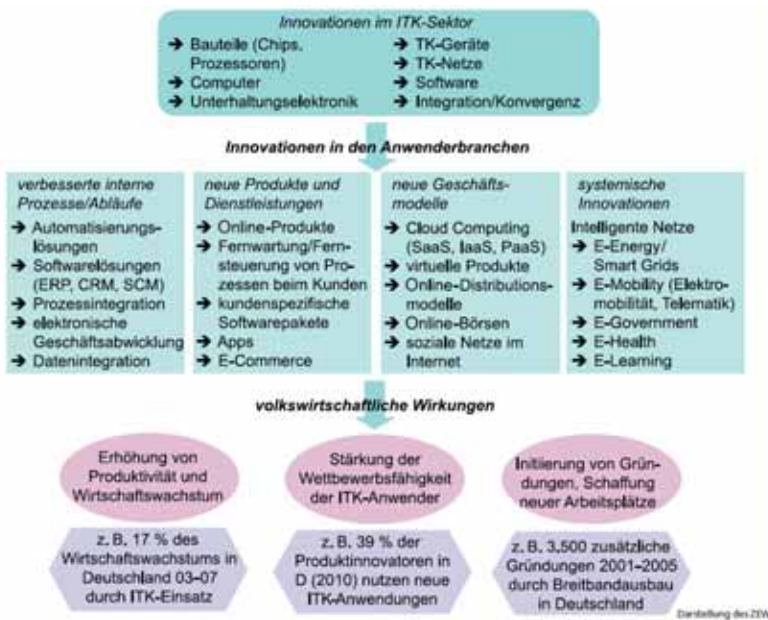


Abbildung 10: Informations- und Telekommunikationstechnologien als Wegbereiter für Innovationen
(Quelle: BITKOM, ZEW (2010), S. 25)

3.4.1 Verbesserte interne Prozesse: z. B. RFID

Die immer kostengünstigere RFID-Technologie ermöglicht beispielsweise die Vergabe weltweit eindeutiger elektronischer Identitäten selbst für Low-Cost- und Konsumerprodukte sowie die simultane Pulkerfassung zahlreicher Objekte in einem einzigen Lesevorgang. Auch die direkte Anbindung an die betriebliche Ressourcenplanung, die beleglose Kommissionierung von Waren und deren genaue Nachverfolgbarkeit durch die Waren- und Lieferkette werden möglich.

Eingebettete Sensoren können den Produkten eine spezifische Umgebungssensitivität verleihen. Ihre Messergebnisse schreiben sie in Speicherbausteine im RFID-Chip. Anhand dieser „digitalen Produktgedächtnisse“ erkennt der Händler beim Empfang einer Ware sofort, ob z. B. die Kühlkette einer Fleischlieferung eingehalten wurde.

„Technische Intelligenz“ dringt zunehmend zu Alltagsprodukten

Darüber hinaus werden Produkte mit immer besserer Prozessorleistung ausgestattet und können immer umfangreichere Daten austauschen.

„Technische Intelligenz“ dringt zunehmend zu Alltagsprodukten vor. Vor diesem Hintergrund ist absehbar, dass Pakete ihren Weg schließlich eigenständig durch Transportnetze finden werden; zunächst lokal, etwa in der innerbetrieblichen Lagerwirtschaft. Langfristige Visionen nehmen jedoch bereits die globale Warenwirtschaft in den Fokus.⁹³ (Siehe 3.4.4 „Internet der Dinge“)

3.4.2 Neue Produkte und Dienstleistungen: z. B. Crowdsourcing

Probleme werden in viele kleine, bewältigbare Einzelaufgaben zerlegt, über das Internet verteilt und von einer riesigen Menschen-Masse (Crowd) gelöst

Computer können vor allem eines: sehr schnell Dinge berechnen. Menschen „rechnen“ bei weitem nicht so schnell wie ein Computer, aber wir können mit Erfahrung, Wissen, Intelligenz und vor allem Intuition aufwarten. Die Idee des sogenannten „Crowdsourcing“ ist es, dass Millionen von Menschen ihre Intuition und ihre menschlichen Fähigkeiten koordiniert dazu nutzen, um „unlösbar“ (Rechen-)Aufgaben zu meistern.

Schwierige Herausforderungen werden in viele kleine, für Menschen bewältigbare Einzelaufgaben zerlegt, über das Internet verteilt und von einer riesigen (Menschen-)Crowd gelöst. Dieses Engagement kommt zunehmend auch in Unternehmen zum Einsatz. Die NASA etwa setzt Crowdsourcing ein, um Marskrater zu kartographieren. Millionen von Menschen weltweit helfen Google bei der Verschlagwortung von Internetbildern und unzählige Internetnutzer stellen ihre natürliche Fähigkeit zur 3D-Mustererkennung zur Verfügung, um Wirkstoffe gegen Aids, Alzheimer und Krebs zu finden. Aufgaben, mit denen jeder Computer und jede Software hoffnungslos überfordert wäre.⁹⁴

3.4.3 Neue Geschäftsmodelle: z. B. Cloud Computing

Cloud Computing: das Rechnen in der Wolke

Die Computerwelt steht vor einem gewaltigen Umbruch. Mittlerweile surft bereits jeder vierte Deutsche im mobilen Internet – Tendenz steigend und einer Untersuchung des IT-Branchenverbandes BITKOM zufolge wurden 2010 in Deutschland mehr als 20 Millionen mobile Endgeräte wie Smartphones, Laptops oder Tablets verkauft. Die Elektronik wird kleiner, leistungsstärker und stromsparender, gleichzeitig schreitet der flächendeckende Ausbau schneller Mobilfunknetze, wie Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) oder schon bald Long Term Evolution (LTE) voran.

Doch mit der zunehmenden Mobilität steigt auch die Notwendigkeit, Daten permanent abrufbar zu haben. Dafür werden Dienste im Internet benötigt, die diese Daten parat halten. Das sogenannte Cloud Computing, das Rechnen in der Wolke, soll dies und noch mehr ermöglichen. Spezielle Dienste bieten nicht nur Speicherplatz, Rechenzeit oder komplexe

⁹³ Brand, Leif (2010)

⁹⁴ Werner, Thomas (2010b)

Dienstleistungen nach Bedarf an, sondern auch ganze Applikationen und Software. Diese Entwicklung schwappt zurück, es scheint dass der moderne PC zu Hause zum Auslaufmodell wird, denn künftig reicht ein einfacher Computer mit Internetbrowser um Videos zu schneiden, Dokumente zu schreiben oder seine Steuererklärung zu machen. Egal ob zu Hause oder unterwegs, Programme werden in der Cloud ausgeführt und in Echtzeit auf das Endgerät des Benutzers „gestreamt“.

Firmen brauchen zukünftig keine teure IT-Infrastruktur mehr anzuschaffen, und der Privatanwender muss sich nicht mehr um Datensicherung, Virens Scanner kümmern oder teure Spezialapplikationen kaufen, die Cloud hält Speicher, Rechenzeit und Computerprogramme für all dies bereit. Es scheint, dass trotz rechtlicher Bedenken die Zukunft der Computerwelt im Internet liegt oder besser: in der Cloud.⁹⁵

3.4.4 Systemische Innovationen: z. B. Internet der Dinge

Eine der wesentlichen Innovationen in der ITK-Branche wird mit dem Begriff „Internet der Dinge“ beschrieben. Es bezeichnet an konkreten Anwendungen orientierte technische Systeme, die sich durch eine umfangreiche informationstechnische Vernetzung, ein bestimmtes Maß an selbstständigem (autonomen) Handeln, und der Konvergenz verschiedener Technologien zu einem Gesamtsystem charakterisieren.

Das „Internet der Dinge“ gilt als eines der aussichtsreichsten Zukunftsfelder und wird in wachsendem Maße auch unter diesem Begriff gefördert.⁹⁶

Zahlreiche Unternehmen und Forschungsinstitutionen haben sich in Verbundprojekten zusammengeschlossen und entwickeln das „Internet der Dinge“ für spezielle Anwendungen. Als – auch kommerziell – aussichtsreichste Anwendungen werden die Bereiche Gesundheitstelematik, Verkehrstelematik, Haus- oder Gebäudeautomation und industrielle Produktion angesehen.

Eine besonders vielversprechende Bedeutung kommt dem „Internet der Dinge“ im Bereich Logistik zu. Die Logistik gehört zu den größten ökonomischen Bereichen in Deutschland und ist von großer Bedeutung für den Wirtschaftsstandort. So liegt das jährliche Umsatzvolumen im dreistelligen Milliardenbereich und mehrere Millionen Arbeitsplätze hängen direkt oder indirekt von der Logistikwirtschaft ab.

Angesichts der Globalisierung und des wachsenden internationalen Konkurrenzdrucks sieht sich der deutsche Logistiksektor großen Herausforderungen gegenüber. Daneben verlangt die zunehmende Individualisierung in den Industriestaaten stetige Anpassungen an eine immer größere

Eine besonders vielversprechende Bedeutung kommt dem „Internet der Dinge“ im Bereich Logistik zu

⁹⁵ Werner, Thomas (2010a)

⁹⁶ Brand, L.; Hülser, T.; Grimm, V.; Zweck, A. (2009)

Das „Internet der Dinge“ wird in den nächsten Jahren für die Logistik eine wachsende Bedeutung erlangen

Variantenvielfalt der Produkte bei gleichzeitig abnehmenden Losgrößen. Diesen Herausforderungen kann am Hochpreisstandort Deutschland langfristig nur mit technologischen Innovationen begegnet werden.

Das „Internet der Dinge“ bietet in der Logistik vielversprechende Möglichkeiten. Mit seiner Realisierung verbinden Experten erhebliche wirtschaftliche Potenziale.

Die Vision des „Internets der Dinge“ beschreibt im logistischen Kontext den weitgehend autonomen Transport von Waren und Gütern durch inner- und außerbetriebliche Netze. Analog zum Fluss digitaler Information im Internet finden im „Internet der Dinge“ logistische Objekte ihre Wege selbständig, wobei sie an Knotenpunkten unter der Maßgabe der dort gegebenen Bedingungen flexibel über den günstigsten Weg des Weitertransports entscheiden und die dazu notwendigen Ressourcen anfordern. Hinsichtlich der Steuerung logistischer Prozesse bedeutet das „Internet der Dinge“ den Übergang von zentraler Fremdsteuerung zur dezentralen Selbstorganisation logistischer Netze.⁹⁷

Voraussetzung selbststeuernder logistischer Systeme ist ein selbständiger Informationsaustausch autonomer Objekte in sich selbst organisierenden Logistiknetzen. Dies erfordert die ausreichende drahtlose Informationsvernetzung aller Objekte sowie deren Ausstattung mit einer elektronischen Identität und einer eigenen Umgebungszintelligenz, die auf der massiven Vernetzung von Sensoren, Aktoren, Funkmodulen und Rechnern beruht. So können von logistischen Objekten autonome lokale Entscheidungen auf der Basis momentan gegebener Rahmenparameter getroffen und entsprechende Handlungen vorgenommen werden.⁹⁸

Trotz aller wirtschaftlichen und technologischen Herausforderungen zeigt sich Deutschland im internationalen Vergleich gut positioniert

Am „Internet der Dinge in der Logistik“ wird derzeit intensiv geforscht, zahlreiche Arbeitsgruppen befassen sich mit den verschiedenen Aspekten. Auf VDI-Ebene wurde beispielsweise die Arbeitsgruppe „Logistische Assistenzsysteme“ gegründet, die sich mit innovativen Verfahren zur Echtzeit-Visualisierung und -Steuerung komplexer Materialflüsse in der Logistik befasst. Das „Internet der Dinge“ wird in den nächsten Jahren für die Logistik eine wachsende Bedeutung erlangen. Zu seiner Realisierung besteht jedoch derzeit noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Trotz aller wirtschaftlichen und technologischen Herausforderungen zeigt sich Deutschland im internationalen Vergleich gut positioniert.⁹⁹

⁹⁷ Brand, L.; Hülser, T.; Grimm, V.; Zweck, A. (2009)

⁹⁸ Brand, L.; Hülser, T.; Grimm, V.; Zweck, A. (2009)

⁹⁹ Brand, L.; Hülser, T.; Grimm, V.; Zweck, A. (2009)

3.4.5 Systemische Innovationen: z. B. Ambient Intelligence

Eine weitere Innovation in der IKT-Branche ist die durch Miniaturisierung und Leistungssteigerung in der Mikroelektronik ermöglichte, immer kostengünstigere Integration von „Intelligenz“ in Alltagsprodukte (Ambient Intelligence), etwa in Küchengeräte oder beispielsweise Kleidung, die unsere Herzfrequenz oder Körpertemperatur misst. So werden Computer allgegenwärtig, ohne dass wir daran denken, was sie im Hintergrund für uns erledigen. Die dann allerorten versteckt und in Miniaturform anzutreffende Intelligenz werden zudem vernetzt sein.

Miniaturisierung in der Mikroelektronik ermöglicht eine immer kostengünstigere Integration von „Intelligenz“ in Alltagsprodukte

Der Ausbau dieser Kommunikationsnetze geht rasant vor sich. Mit der Umstellung des Internetprotokolls wächst die Zahl der im Internet adressierbaren Endgeräte von vier Milliarden auf kaum vorstellbare 2 hoch 128, was für die Adressierung von fast einer Quadrillion intelligenten und vernetzten Objekten auf jedem Quadratmeter unserer Erde reicht. Dinge, mit denen wir täglich umgehen, werden lernen, miteinander zu sprechen. Alltagsgeräte werden sich auf unsere Bedürfnisse einstellen, sie werden „smart“ im wahrsten Sinne des Wortes.¹⁰⁰

3.4.6 Systemische Innovationen: z. B. Embedded Systems

„Immer dann, wenn Hardware- und Softwarekomponenten in ein umfassenderes Produkt integriert sind, um produktspezifische Funktionsmerkmale zu realisieren, bezeichnen wir sie als ‚Eingebettete Systeme‘ bzw. ‚Embedded Systems‘ (ES).“¹⁰¹

Die Bedeutung von Embedded Systems in Deutschland wird vor allem durch die Reichweite ihrer Verwendung deutlich. Zahlreiche für den Technologiestandort Deutschland prioritäre Branchen, wie z. B. der Fahrzeugbau, die Automatisierungs- und Produktionstechnik, die Medizin-, Umwelt- und Energietechnik, Luft- und Raumfahrt, Mobilkommunikation, Bahn- oder Sicherheitstechnik sowie Consumer Electronics, verwenden Embedded Systems. Hier nimmt Deutschland im internationalen Vergleich eine Vorreiterrolle ein und schafft einen Wettbewerbsvorteil sowie einen starken Arbeitsmarktfaktor. Ausländische Investoren zeigen sich zunehmend interessiert an der deutschen Expertise im Bereich der Embedded Systems. Insgesamt steigen die Umsatz- und Beschäftigungszahlen in diesem Bereich.

„Eingebettete Systeme“ bzw. „Embedded Systems“ sind die Integration von Hardware- und Softwarekomponenten in ein umfassenderes Produkt

¹⁰⁰ Zweck, Axel (2010)

¹⁰¹ ZVEI (2009)

3.5 Elektronik & Mikro- und Nanotechnologie

Innerhalb Europas liegt der deutsche Markt für Halbleiterbauelemente und Displays an erster Stelle.¹⁰³ Deutschlands Silicon Saxony zählt weltweit sogar zu den fünf begehrtesten Standorten. Hier – in einem verlässlichen Investitionsumfeld – zählt die Elektronikindustrie zu den am schnellsten wachsenden Industrien. Motor dieser Entwicklung ist die steigende einheimische Nachfrage aus führenden Wirtschaftszweigen, wie der Automobilwirtschaft, Medizintechnik oder Photovoltaik.

Die Elektrotechnik- und Elektroindustrie kam laut ZVEI im Jahre 2007 auf einen Umsatz von rund 182 Milliarden Euro, den 820.000 Beschäftigte erwirtschafteten.¹⁰⁴ 20 Prozent der Beschäftigten der Branche sind Ingenieure. „Trotz mancher Probleme bleibt die Branche aufgrund hoher Investitionen, Produktionsausstöße sowie Forschungs- und Entwicklungsausgaben für Ingenieure äußerst interessant. Den größten Beitrag lieferten Unternehmen der Warengruppen Automation, Industriesteuerungen, Kommunikationstechnik, Bauelemente der Elektronik, Messtechnik und Prozessautomatisierung. Mit 47 Prozent des Umsatzes ist die Elektrotechnik- und Elektronikindustrie gleichfalls, wie die anderen großen deutschen Wirtschaftsbranchen, sehr exportabhängig. Der Großteil der Ausfuhren bleibt jedoch in der EU. Bei den Elektroausfuhren rangieren lediglich USA und China vor Deutschland.“¹⁰⁵

20 Prozent der Beschäftigten der Elektrotechnik- und Elektroindustrie sind Ingenieure

Zu den Zukunftschancen der deutschen Mikro- und Nanotechnologie zählt insbesondere die Möglichkeit in Teilbereichen der Mikroelektronik (multifunktionale Chips, Systemintegration), der Optik (Fotolithografie-Verfahren, optische Messtechnik und Komponenten) sowie der Photovoltaik (neuartige Solarzellen) die Technologieführerschaft zu erlangen und dynamische Märkte zu besetzen. Durch beginnende Cluster- und Netzwerkinitiativen wie Cool Silicon, PVcomB, Silinano oder „nano for production“ bestehen Chancen für einen beschleunigten Technologietransfer und die Ausbildung regionaler Wertschöpfungsketten.¹⁰⁶

Auch die wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie wird in den nächsten Jahren stark zunehmen. Nach einer Studie von Lux Research wird für die Wertschöpfungsstufe nanooptimierter Produkte sogar ein Anstieg des Weltmarkt volumens von 147 Milliarden Dollar im Jahr 2007 auf ca. 3 Billionen Dollar im Jahr 2015 prognostiziert bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 46 Prozent.¹⁰⁷ Den größten Einfluss soll die Nanotechnologie dabei auf den Bereich Materialien und Produktionstechnik ausüben (Anstieg von 97 Mrd. in 2007 auf

Die wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie wird in den nächsten Jahren stark zunehmen

¹⁰³ ZVEI (2009)

¹⁰⁴ ZVEI (2009)

¹⁰⁵ VDI Nachrichten (2011)

¹⁰⁶ Braun, A., Luther, W. Zweck, A. (2010)

¹⁰⁷ Lux Research (2008)

1.700 Milliarden in 2015), gefolgt vom Elektronikbereich (u. a. Halbleiter, Displays, Batterien) mit einem Wachstum von 35 Milliarden Dollar in 2007 auf 970 Milliarden Dollar in 2015 sowie dem Gesundheitsbereich (Pharmazie, Medizintechnik und Diagnostik) mit einem Anstieg von 15 Milliarden Dollar in 2007 auf 310 Milliarden Dollar in 2015.¹⁰⁸

3.6 Umwelt und Energietechnologien

Deutschland hat im Klimaschutz und Umwelttechnologien eine internationale Führungsrolle eingenommen

Deutschland hat im Klimaschutz und Umwelttechnologien eine internationale Führungsrolle eingenommen. Neben einem wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz hat dies auch positive wirtschaftliche Auswirkungen für die Unternehmen in dieser Branche. Als weltgrößter Absatzmarkt bietet Deutschland eine erstklassige Basis für neue Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien. Zudem verfügt Deutschland über hervorragende Universitäten und Forschungsinstitute mit fundiertem Branchenwissen.

Hochentwickelte Industrien wie beispielsweise die Wind-, Solar- und Bioenergie bis hin zu Energie-Effizienz, Energie-Speicherung und anderen Industrien, werden durch diese Faktoren positiv vorangetrieben.¹⁰⁹

3.6.1 Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz

Die Kreislaufwirtschaft und die nachhaltige Wasserwirtschaft haben ein riesiges Wachstumspotential

Die Kreislaufwirtschaft und die nachhaltige Wasserwirtschaft haben ein riesiges Wachstumspotential und haben sich in den letzten Jahren in Deutschland zu einem der wichtigsten Wirtschaftssektoren entwickelt. Treibende Kräfte dieser Entwicklung sind die Tradition in Umwelttechnologien, exzellente und hochqualifizierte Arbeitskräfte sowie innovative Produkte und Lösungen. Die Pionierrolle in der Umweltpolitik und der Umweltgesetzgebung führte nicht zuletzt zu ambitionierten Umweltstandards und half Deutschland dabei, sich in führender Position weltweit bei den Umwelttechnologien-Märkten zu etablieren.

In dem Zusammenhang sind u. a. das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Elektro- und Elektronikgerätegesetz sowie Wasserhaushaltsgesetz hervorzuheben.

Die EU-Kommission hat im Rahmen ihrer Strategie Europa 2020 eine Leitinitiative „Ressourcenschonendes Europa“ ins Leben gerufen. Der schonende Umgang mit Rohstoffen und Ressourcen wird damit ein zentrales Politikfeld und -ziel der nächsten Jahre werden.

¹⁰⁸ Lux Research (2008)

¹⁰⁹ GTAI (2011)

Ressourceneffizienz ist ein entscheidender Hebel für ein ressourcenschonendes Wirtschaften. Sie bietet Unternehmen die Möglichkeit, Ressourcen einzusparen, schädliche Emissionen zu reduzieren und so Kosten zu senken. Mehr Ressourceneffizienz steigert somit die Wettbewerbsfähigkeit und entlastet die Umwelt. Entscheidend ist dabei, nicht nur einzelne Technologien oder Produktkomponenten zu optimieren, sondern systematisch Wertschöpfungsketten inklusive der Produktnutzung und Entsorgung zu analysieren. Darüber hinaus kann die Kopplung von Wertschöpfungsketten zusätzliche Potenziale erschließen bis hin zur integrierten Betrachtung ganzer Systeme wie z. B. Städte oder Regionen. Ein Blick in verschiedene wichtige Lebens- und Wirtschaftsbereiche zeigt, dass an vielen Stellen Potenziale vorhanden sind, um CO₂-Emissionen, den Flächenbedarf oder Wasserverbrauch zu reduzieren und so zusätzlichen Wohlstand zu schaffen und neue Märkte zu erschließen.¹¹⁰

Es ist zunehmend wichtig, systematisch Wertschöpfungsketten inklusive der Produktnutzung und Entsorgung zu analysieren

3.6.2 Energietechnologien

Die Bundesregierung hat Ende 2010 ein Energiekonzept vorgelegt, das die Leitlinien für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung formuliert und den Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien beschreibt.¹¹¹ Darin verfolgt sie ehrgeizige Ziele für die Zukunft: Bis 2020 sollen die CO₂-Emissionen um 270 Millionen Tonnen gesenkt werden und der Anteil der erneuerbaren Energien von rund 10 Prozent auf 18 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs steigen.¹¹²

Die Erneuerbare-Energien-Branche wird bis 2020 200 Milliarden Euro in Deutschland investieren und ein Exportvolumen von über 80 Milliarden Euro erreichen.¹¹³ Bis 2050 soll sichergestellt werden, dass die Hälfte der deutschen Haushalte ihre Energien aus erneuerbaren Ressourcen schöpft. Durch Forschung und Entwicklung werden in Deutschland neue Wege in der Photovoltaik beschritten, große Off-Shore-Windanlagen für die Praxis vorbereitet und innovative Technologien wie im Energie-Effizienz-Bereich oder in der Energiespeicherung gefördert.

Bis 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien von rund 10 auf 18 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs steigen

Um den Vorsprung Deutschlands noch weiter auszubauen, stellt die Bundesregierung 12 Milliarden Euro für Technologie- und Innovationsförderung bis 2013 zur Verfügung. Ein großer Teil wird im Bereich erneuerbare Energien, erneuerbare Rohstoffe und Energie-Effizienz eingesetzt.

¹¹⁰ Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009)

¹¹¹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010)

¹¹² Böttcher, B.; Deutsch K.G. (2010)

¹¹³ GTAI (2011)

Bis 2050 soll sichergestellt werden, dass die Hälfte der deutschen Haushalte ihre Energien aus erneuerbaren Ressourcen schöpfen

Die Bundesregierung unterstreicht mit dem „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ und dem „Erneuerbare Wärme-Gesetz“ sowie dem Klimapakett I ihre politische Vorreiterrolle bei der Förderung von sauberen Energien. Im Rahmen ihres integrativen Energie- und Klimaschutz-Programms fördert die Bundesregierung zudem Investitionen in den Industriestandort Deutschland.

3.6.3 Wassertechnologien

Die Problematik der globalen Wasserknappheit ist von hohem politischem, ökonomischem und ökologischem Interesse

Die Problematik der globalen Wasserknappheit ist von hohem politischem, ökonomischem und ökologischem Interesse, denn die Versorgung der Weltbevölkerung mit sauberem Trink- und Brauchwasser wird auch zukünftig eine zentrale Herausforderung für die Menschheit sein. Die wichtigsten Handlungsfelder sind dabei:

- Technologien für eine effiziente Wassernutzung in Landwirtschaft, Haushalten und der Industrie
- Planung und Bau von Wasserverteilungsnetzen und Systemen
- Innovative Prozesse für die mechanische und biologische Abwasseraufbereitung
- Nachhaltige Nutzung und Schutz natürlicher Gewässer
- Hochwasserschutz und -management

Besonders effektiv sind Konzepte, die die verschiedenen Wassernutzungen integrieren.

Innovative Technologien können und müssen hier einen wichtigen Beitrag leisten. In den meisten industrialisierten Ländern werden häusliche und industrielle Abwässer in zentralen Kläranlagen gereinigt und anschließend wieder in den Vorfluter eingespeist. Eine weitere Nutzung erfolgt nur indirekt über Uferfiltrat oder das Grundwasser. Verschiedene physikalische, chemische und biologische Techniken finden in der Abwasserbehandlung Verwendung. Eine Schlüsseltechnologie stellen dabei Membranverfahren zur Filtration von Partikeln verschiedenster Größe dar. Sie sind vielfältig einsetzbar: Von der Abwasserbehandlung über die Trinkwasseraufbereitung bis zur Wasserentsalzung.

3.7 Life-Sciences & Medizintechnologien

Die Gesundheitsbranche ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor und zählt zu den größten Arbeitgebern in Deutschland. Die in dieser Branche am stärksten wachsenden Sektoren sind die Life-Sciences und die Medizintechnik. Insbesondere an den Stellen an denen Gesundheitsnetzwerke mit Hochtechnologie zusammengebracht werden, entwickeln sich herausragende Chancen für außergewöhnliche Innovationen.

Mit einer zunehmend älter werdenden, kaufkräftigen Bevölkerung bietet Deutschland einen großen Markt im Bereich Gesundheit und Lebensqualität. „In der deutschen Gesundheitsbranche sind insgesamt 4,4 Millionen hoch qualifizierte Mitarbeiter, darunter Ärzte, Ingenieure, Chemiker, Physiker, Mathematiker und Apotheker, beschäftigt. Hinzu kommen 116.237 Medizinstudenten und 78.001 Hochschulabsolventen der Fachrichtungen Biologie, Chemie und Medizintechnik.“¹¹⁴

Die Bundesregierung fördert mit ihrer „Hightech-Strategie“ unter anderem Innovationen in den Bereichen Biotechnologie, Pharmazeutik und Medizintechnik.

Dabei zählt die Biotechnologie zu den zukunftssträchtigen Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Sie wird ohne Zweifel in den nächsten Jahren von steigender wirtschaftlicher Bedeutung sein und einen Beitrag zur Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen leisten. Als Querschnittstechnologie ist sie Innovationsmotor für verschiedene Branchen und kann gemäß verschiedener Anwendungsfelder in „weiße“, „rote“ und „grüne“ Biotechnologie eingeteilt werden. Darüber hinaus wird häufiger auch der Begriff der „blauen“ Biotechnologie benutzt, die sich im Gegensatz zu den drei anderen Bereichen nicht über das Anwendungsgebiet sondern über die Herkunft der Produkte definiert und sich mit der Nutzung mariner Organismen befasst.

Die weiße Biotechnologie umfasst den Bereich der ressourcenschonenden industriellen Produktion, wie z. B. die Herstellung von Waschmittelzusätzen oder die Produktion von Feinchemikalien. Die rote Biotechnologie hat ihre Anwendungen in der Medizin, wie z. B. der Herstellung von Biopharmazeutika oder neuer diagnostischer Verfahren zur Früherkennung von Krankheiten. Die grüne Biotechnologie beschäftigt sich mit Anwendungen der Landwirtschaft und Lebensmitteln zur qualitativen und quantitativen Sicherung einer optimalen Ernährung. Die stärksten Wachstumsraten und auch der höchste Umsatz werden in Deutschland aktuell und mittelfristig im Bereich der roten Biotechnologie gesehen. Die weiße Biotechnologie verfügt über ein fast genauso starkes Wachstum wie die Rote bei circa halbiertem Umsatz. Ein vergleichsweise deutlich schwächeres Wachstum zeigt die grüne Biotechnologie mit nur 20

Die Gesundheitsbranche ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor und zählt zu den größten Arbeitgebern in Deutschland

Die am stärksten wachsenden Sektoren der Gesundheitsbranche sind die Life-Sciences und die Medizintechnik

Die Bundesregierung fördert mit ihrer „Hightech-Strategie“ u. A. die Biotechnologie, die Pharmazeutik und die Medizintechnik

Der branchenstärkste Umsatz wird in Deutschland im Bereich der roten Biotechnologie gemacht

¹¹⁴ GTAI (2011), <http://www.gtai.com/startseite/branchen/gesundheitssektor>

Prozent des Umsatzes der roten Biotechnologie. Zu den zukunftssträchtigen Grenzgebieten gehören die Bionik, die Biosensorik, die Bioinformatik oder die Nanobiotechnologie.¹¹⁵

In Deutschland gibt es mehr als 500 dedizierte Biotechnologie-Unternehmen. Die Branche ist geprägt von kleinen und Firmen mit weniger als 50 Mitarbeitern.¹¹⁶ Die größten Biotechnologie-Cluster finden sich in den Großräumen München und Berlin/Brandenburg, Köln/Düsseldorf sowie im Rhein-Neckar-Dreieck (Heidelberg). Eine weitere aufstrebende Biotech-Region ist Leipzig/Dresden.

Zukünftige Herausforderungen im Bereich der Life-Sciences ergeben sich durch eine weitere Verschärfung der Finanzierungssituation sowie Produktionsausfälle aufgrund der Wirtschaftskrise. Der demografische Wandel und die Abwanderung von Fachkräften werden sich in Zukunft ebenfalls immer problematischer auswirken. Weitere Herausforderungen erwachsen aus politischen Veränderungen – sowohl international, europaweit, als auch durch Positionierung der Bundesregierung – z. B. im Bereich der grünen Gentechnik oder Stammzellenforschung. Aber auch eine hohe Regulierungsdichte und langwierige Zulassungsverfahren auf mehreren Ebenen wirken sich hemmend auf den Technologietransfer in den Life-Sciences aus.¹¹⁷

Zukunftschancen im Bereich der Life-Sciences bestehen in dem Potenzial, vereinzelte Technologieführerschaften im Bereich Bioinstrumente und Biophotonik zu stärken und weitere internationale Absatzmärkte zu erschließen.

Zukünftige Handlungsfelder für die deutschen Life-Sciences liegen besonders in den Bereichen eines verbesserten und beschleunigten Technologietransfers, in der verstärkten Einwerbung öffentlicher und privater Fördermittel, in der Bereitstellung qualifizierten Fachpersonals und in der deutlicheren Profilierung der Biotechnologie-Standorte Deutschlands.

3.8 Automation

Zum Feld der Automatisierungstechnik, als ein Teil der Ingenieurwissenschaften, zählen soft- und hardwaretechnische Konzepte, Methoden, Werkzeuge, Produkte und Lösungen zur Steuerung und Regelung sowie zum (teil-)automatisierten Betrieb eines Prozesses in den sowohl Planung, Entwurf als auch Umsetzung eingeschlossen sind.

Deutschland hat
Zukunftschancen im
Bereich Bioinstru-
mente und Biophotonik

¹¹⁵ Grimm, V.; Braun, A., Zweck, A. (2010)

¹¹⁶ Grimm, V.; Braun, A., Zweck, A. (2010)

¹¹⁷ Grimm, V.; Braun, A., Zweck, A. (2010)

Hauptaufgabe der Automatisierungstechnik ist es, komplexe wie auch einfache Prozesse zu optimieren und für diese Konzepte zu entwickeln und zu realisieren, welche einen konkreten Vorteil für den Nutzer bieten.

Die Optimierung der Prozesse kann dabei ganz unterschiedlich aussehen. So kann es darum gehen, besonders ressourcenschonende Vorgänge zu schaffen, die Umweltbeeinträchtigung zu minimieren, Lösungen für gesundheitsschädliche oder gefährliche Prozesse zu finden oder zur generellen Entlastung für den Menschen beizutragen. Die Zielvorgaben in der Automatisierungstechnik können sowohl selbstfindend als auch durch menschliche Eingriffe erfolgen.¹¹⁸

Die Anwendung der Automatisierungstechnik ist Bestandteil vieler klassischer Ingenieurdisziplinen und umspannt viele technische Gebiete: Wie in einer GMA-Umfrage ermittelt, bieten aus Sicht der Befragten die Anwendungsfelder Maschinen- und Anlagenbau, die Fahrzeug-, Energie-, Produktions- und Verfahrenstechnik, die Mikro- und Nanotechnik, die Umwelt- und Medizintechnik, die Gebäude- und Verkehrstechnik, bis hin zur Logistik und nicht-technischen Prozessen die größten Potenziale für die Regelungs- und Automatisierungstechnik (vgl. Abbildung 12).

Die Anwendung der Automatisierungstechnik ist Bestandteil vieler klassischer Ingenieurdisziplinen

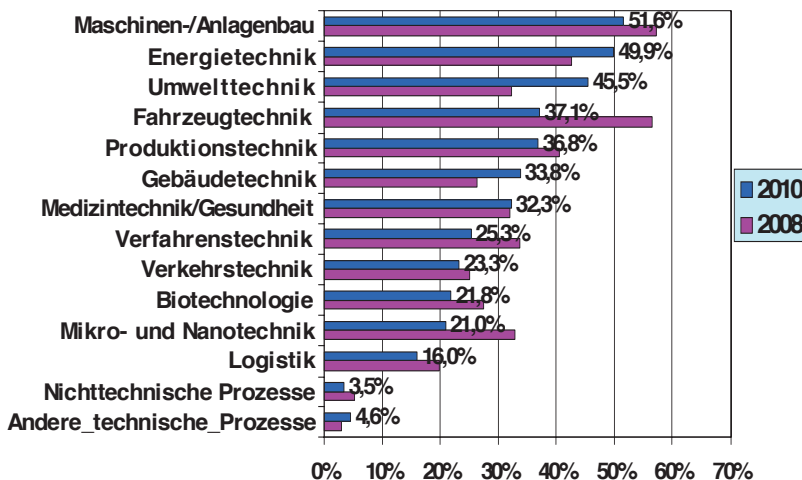


Abbildung 12: GMA-Umfrage 2010: Anwendungsfelder der Regelungs- und Automatisierungstechnik

(Quelle: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2010) Ergebnisse der GMA-Umfrage 2010, S.6)

¹¹⁸ VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2009)

Die Automatisierung ist ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor für Deutschland mit weiter wachsendem Gewicht

Auf die Frage welche technischen bzw. sozio-ökonomischen Entwicklungen und Erfordernisse der Mess- und Automatisierungstechnik in den nächsten drei Jahren die größten Impulse geben werden, wurde die Energie- und Ressourceneffizienz von den Befragten an erster Stelle genannt (Abbildung 13).

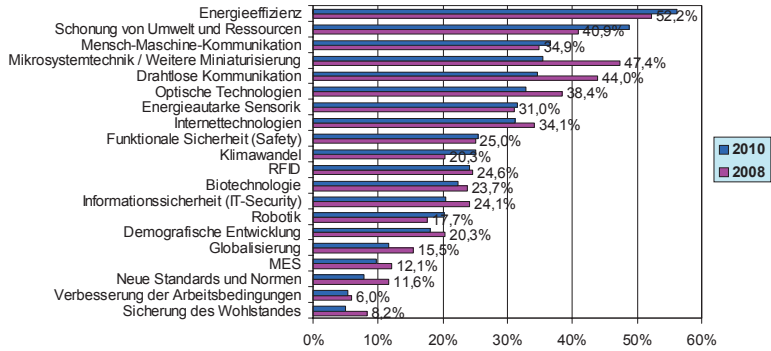


Abbildung 13: GMA-Umfrage 2010: Impulse für die Mess- und Automatisierungstechnik

(Quelle: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2010) Ergebnisse der GMA-Umfrage 2010, S.8)

Zunehmend komplexer werdende Systeme sind ohne Automatisierung kaum noch beherrschbar

Wie aus Abbildung 14 hervorgeht, ist die Automatisierung ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor für Deutschland mit weiter wachsendem Gewicht.

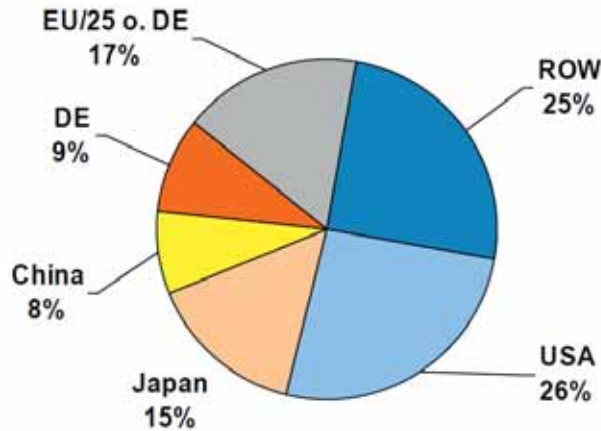


Abbildung 14: Länderanteile am Weltmarkt der Automatisierungstechnik 2006

(Quelle: ZVEI-Fachverband Automation (2007), Pressekonferenz zur Hannover Messe 2007).

Darin eingeschlossen ist die Automatisierung in und als Produkt sowie die Automatisierung in der Produktion. Zunehmend komplexer werdende Systeme sind ohne Automatisierung kaum noch beherrschbar, deshalb gilt es, für die notwendige Produktqualität und Wirtschaftlichkeit optimierte automatisierte Fertigungsprozesse zu schaffen. Dies schafft und sichert Arbeitsplätze, unterstützt bei Routineaufgaben und Teilprozessen, hilft Systeme zu verstehen und assistiert bei zu treffenden Entscheidungen. Oft ist die Automatisierung so versteckt, dass sie nicht mehr zu erkennen ist. Neue erfolgreiche Technologien sind heute jedoch ohne Automatisierungsprozesse nicht mehr möglich.¹¹⁹

Automatisierungstechnik entwickelt sich hin zu einem Problemlöser im Alltag

„Es findet ein Paradigmenwechsel statt. Die Automatisierungstechnik entwickelt sich von der autarken technischen Lösung hin zu einem Problemlöser als ‚Partner des Menschen‘ im Sinne von ‚Technik mit dem Menschen für den Menschen‘ und trägt somit zur Erhöhung der Lebensqualität bei.“¹²⁰

3.9 Hybride Wertschöpfung durch produktbezogene Dienstleistungen

In allen Branchen und Technologiebereichen verschwimmen zunehmend die Grenzen zwischen Produkt und Dienstleistung und werden durch integrierte Lösungsangebote ersetzt. Um neue Geschäftsfelder zu erschließen und Wettbewerbspositionen zu sichern – insbesondere vor dem Hintergrund der wachsenden Konkurrenz aus Niedriglohnländern, entwickeln sich Unternehmen des produzierenden Gewerbes immer mehr zu Anbietern kundenspezifischer Lösungen, die Sach- und Dienstleistungen kombinieren. Manche vormals rein produzierenden Unternehmen entwickeln sich gar zu Dienstleistungsunternehmen – IBM, das bereits 2006 mehr als 50 Prozent seines Umsatzes mit Dienstleistungen erwirtschaftete, ist nur das prominenteste Beispiel für diese Entwicklung.

Unternehmen des produzierenden Gewerbes werden zunehmend zu Anbietern kundenspezifischer Lösungen

Hybride Wertschöpfung als besondere Form von unternehmensbezogenen Dienstleistungen gewinnt deshalb an Bedeutung und wird als eine Möglichkeit angesehen, die internationale Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Produktionssektors zu steigern bzw. zu erhalten.

In klassischen Sachleistungsmärkten (z. B. Maschinenbau, Automobilbau, Informationstechnik) wächst der Konkurrenzdruck aus Niedriglohnländern. Die kontinuierlich steigende technische Qualität der dort hergestellten technischen Produkte macht es auf dem europäischen Markt zunehmend schwerer, sich über technische Qualitätsmerkmale von der Konkurrenz abzuheben. Die Bündelung von Sach- und Dienstleistungen

Hybride Wertschöpfung gewinnt an Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Produktionssektors

¹¹⁹ VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2009)

¹²⁰ VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2009): S.12

zu umfassenden Lösungspaketen wird vielfach als einzige Möglichkeit der Differenzierung gesehen.¹²¹

Durch die Erweiterung des reinen Dienstleistungsangebots zu einem Angebot individualisierter Problemlösungen und hybrider Produkte kommt gesamtwirtschaftlich den Dienstleistungen und insbesondere den Unternehmensdienstleistungen (wie beispielsweise IT-, Beratungs- und Finanzdienstleistungen) eine wachsende Bedeutung innerhalb der Wertschöpfungsketten zu. Die gesamten Leistungserstellungsprozesse verändern sich und führen zur sogenannten „hybriden Wertschöpfung“.

Folgende Gründe auf Seiten der Unternehmen werden für die Entscheidung zur hybriden Wertschöpfung angeführt: Differenzierung vom Wettbewerb, Erzielung zusätzlicher monetärer Vorteile, Erhöhung der Kundenzufriedenheit und Kundenbindung, Ausgleich von Nachfrageschwankungen, verbesserte Kapazitätsauslastung sowie kundenorientierte Weiterentwicklung des hybriden Leistungspotenzials.¹²²

Anbieter von hybriden Produkten sind beispielsweise Maschinenbauer, die dem Käufer Installation, Wartungs- und Reparatur- sowie Modernisierungsleistungen anbieten, oder Chemieunternehmen, die dem Kunden die Produkte im Gefahrguttransport selbst anliefern und die Entsorgung von chemischen Abfällen übernehmen.

An die Stelle des klassischen Produktverkaufs tritt dabei zunehmend der Nutzungsverkauf, z.B. einer Telefonanlage verbunden mit Verfügbarkeitsgarantien oder der Betrieb einer ganzen Fertigungsstraße beim Kunden. Eine solche gezielte Kombination von Sach- und Dienstleistungen zu einem Leistungsangebot wird als „hybrides Produkt“ bezeichnet. Besonderes Charakteristikum hybrider Produkte ist das integrierte Leistungsversprechen, welches den potenziellen Mehrwert für den Kunden in den Mittelpunkt stellt.¹²³

Solche produktbezogenen Dienstleistungen bieten Branchen wie beispielsweise dem Maschinen- und Anlagenbau, die besonders auf den Export angewiesen sind, die Möglichkeit, ihr Portfolio zu erweitern bzw. vielversprechende Nischenprodukte zu entwickeln und somit ihre Wettbewerbsposition – trotz Krise – zu sichern. So sind auch Unternehmen der IT-Branche, die hybride Produkte anbieten, deutlich besser gegen die momentane rückläufige Auftragslage gerüstet als reine Hardware-Unternehmen.¹²⁴

An die Stelle des klassischen Produktverkaufs tritt zunehmend der Nutzungsverkauf

Charakteristikum hybrider Produkte ist das integrierte Leistungsversprechen

¹²¹ Knackstedt, R., Walter, P. Rosenkranz, C. (2008)

¹²² DIN (2009)

¹²³ Reichwald, R., Bonnemeier, S., Fischer, D., Lenders, M., Seiter, M. (2008)

¹²⁴ Ilg, P. (2009)

Diese Ingenieur-Dienstleistungen sind nicht mit Service, Instandhaltung oder Beratung gleichzusetzen. Sie stellen auch nicht nur eine Vorgehensweise dar und sind schon gar nicht als unterstützende Aktivität wie z. B. Service-Dienstleistungen zu sehen.

Aus dieser Perspektive ist es nicht sinnvoll eine mit bestimmten Kompetenzen für die Erbringung von Ingenieur-Dienstleistungen ausgestattete Stelle im Betrieb einzurichten. Vielmehr geht es um umfassende markt-, kunden- und dienstleistungsorientierte Denk- und Handlungsweisen unter Einschluss aller technischen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen. Diese finden ihren Niederschlag in Konzepten, Strategien und Instrumenten, aber auch in organisatorischen „Spielregeln“, Methoden und Maßnahmen. Mit der zunehmend erforderlichen Dienstleistungs-Ausrichtung in den Unternehmen sollte sich daher auch das Verständnis von Ingenieur-Dienstleistungen in den Unternehmen entsprechend wandeln.

Ingenieur-Dienstleistungen sind Leistungen des Unternehmens, die direkt auf den Absatzmarkt und die einzelnen Kunden des Unternehmens wirken. Die im Unternehmen erarbeitete Dienstleistungs-Strategie ist die Basis für die Entwicklung, Vermarktung und das Wirksamwerden der Ingenieur-Dienstleistungen.

Laut einer Studie von Booz Allen Hamilton wächst das globale Volumen für Ingenieur-Dienstleistungen von heute 750 Milliarden auf 1,1 Billionen Dollar im Jahr 2020. „Zum dominanten Sektor wird sich demnach die IT-, Software- und Telekommunikationsbranche mit einem Anteil von 30 Prozent am gesamten Auftragskuchen entwickeln, gefolgt von der Automobil- (19 Prozent) und der Luftfahrtindustrie (acht Prozent) sowie dem Bereich Energieversorgung (drei Prozent). Der Aufschwung, schreiben die Booz-Experten, gehe einher mit einer raschen Internationalisierung. Neue Konkurrenten vor allem aus Indien und China würden versuchen, sich ein großes Stück von dem Kuchen abzuschneiden, konzentrierten sich dabei aber vorerst auf die heimischen Märkte.“¹²⁵

Eine Analyse des VDI Technologiezentrums bestätigt¹²⁶, dass Deutschland in der Forschung zu hybrider Wertschöpfung im Vergleich zu anderen Ländern sehr gut aufgestellt ist: Von der deutschen Forschung werden Fragestellungen zur Entwicklung, der Erstellung hybrider Produkte, zur Unternehmensstrategie, der strategischen Positionierung innerhalb der Wertschöpfungsketten, zu Geschäftsmodellen und -instrumenten für hybride Wertschöpfung zur Unternehmenssteuerung und Personalentwicklung abgedeckt.

Das globale Volumen für Ingenieur-Dienstleistungen wächst auf 1,1 Billionen Dollar im Jahr 2020

Dominante Sektoren sind IT, Automobil, Luftfahrt und Energie

Deutschland ist in der Forschung zu hybrider Wertschöpfung international gut aufgestellt

¹²⁵ Dürand, D. (2008)

¹²⁶ Korte, S., Rijkers-Defrasne, S., Zweck, A. (2009)

Sicherheitstechnologien und Luft- und Raumfahrtindustrie sind weitere innovative und dynamische Branchen in Deutschland

3.10 Weitere Zukunftsfelder

Das weltweit gestiegene Bedürfnis nach Sicherheit sorgt für einen Schub in der Entwicklung innovativer Sicherheitstechnologien. Mit zahlreichen Schnittstellen, unter anderem zu Elektrotechnologien, Maschinenbau und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), entsteht in Deutschland eine neue dynamische Branche. Unsere erstklassigen Ingenieurleistungen bilden die ideale Grundlage für die Entwicklung neuer Sicherheitstechnologien und der Produktion anspruchsvoller Produkte in Deutschland für den Weltmarkt.

Auch die Luft- und Raumfahrtindustrie ist eine innovative und dynamische Branche in Deutschland. Insbesondere in den Bereichen Innenraum, Triebwerke und Leichtbau gibt es attraktive Investitionschancen. Neue Technologien und Lösungen sind notwendig, um die hochgesteckten Ziele zur Reduzierung von Emissionen zu erfüllen, die beispielsweise durch die „Vision 2020“ der Europäischen Luftfahrtindustrie vorgegeben sind (siehe Kapitel 5.1.3.1).

4 ANFORDERUNGEN AN INGENIEURE DER ZUKUNFT

Die vorliegende Studie zur Zukunft des Technologiestandortes Deutschland hat das Ziel wesentliche Zukunftsherausforderungen für Ingenieure am Technologiestandort Deutschland zu skizzieren. Auf der Basis globaler Trends werden im Folgenden die hieraus resultierenden Zukunftsanforderungen für Ingenieure (und somit deren Interessensvertreter) herausgearbeitet.

Deutsche Ingenieure können auch in Zukunft eine wesentliche Rolle im Innovationsgeschehen übernehmen

Der durch globale Trends untermauerte tiefgreifende Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft und die zunehmende Spezialisierung der Unternehmen führen zu dynamischen Veränderungen von Berufsprofilen. Auf die sich teils mit großer Geschwindigkeit ändernden Anforderungen der Wirtschaft kann Ausbildung nicht für ein gesamtes Berufsleben reagieren. Umso wichtiger werden in modernen wissensbasierten Gesellschaften einerseits die Bereitschaft und die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen und andererseits die Schaffung von Möglichkeiten für die Aneignung erforderlicher Qualifikationen durch öffentliche und private Aus- und Weiterbildung. In einem rohstoffarmen Land wie Deutschland gilt Kompetenz als eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Erhalt und die Schaffung von Arbeitsplätzen.¹²⁷

Deutsche Ingenieure können auch in Zukunft eine wesentliche Rolle im Innovationsgeschehen übernehmen. Dabei muss sowohl die Bündelung von Produkten und Dienstleistungen als auch die Orientierung an den Problemen und Wünschen der Kunden im Denken der deutschen Ingenieure viel stärker verankert werden.¹²⁸

Dienstleistungen und Kundenorientierung erlangen große Bedeutung

4.1 Fachkräftemangel - Ingenieurücke

Die Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln in Kooperation mit dem VDI vom April 2010¹²⁹ ermittelte für das Jahr 2009 knapp 1,5 Millionen ausgebildete erwerbstätige Ingenieure in Deutschland, 16 Prozent davon weiblich.

Damit zählte etwa jeder 25. Erwerbstätige in Deutschland zu der Berufsgruppe der Ingenieure. Rund 52 Prozent aller Ingenieure waren im Dienstleistungssektor, 47 Prozent im Industriesektor und knapp 1 Prozent im Primärsektor beschäftigt. Relativ zur Erwerbstätigenzahl waren die meisten Ingenieure in den Branchen Forschung und Entwicklung, Elektroindustrie sowie Maschinen- und Fahrzeugbau tätig.

Etwa die Hälfte aller Ingenieure in Deutschland ist im Dienstleistungssektor beschäftigt

¹²⁷ Baron, W. Glauner, Ch. Zweck, A. (2009)

¹²⁸ Ernst, G. (2003)

¹²⁹ VDI; IW-Köln (2010b)

Die Arbeitslosenquote im Ingenieurberuf liegt in etwa auf Vollbeschäftigungsniveau

Die Arbeitslosenquote im Ingenieurberuf lag laut IW/VDI-Studie mit etwa 2,4 Prozent immer noch auf Vollbeschäftigungsniveau. Auch im Dezember 2010 waren im Ingenieurberuf deutlich mehr offene Stellen als arbeitslose Personen zu verzeichnen und die Vakanzen erreichten damit den höchsten Stand der vergangenen zwei Jahre.¹³⁰ Laut MINT-Meter¹³¹ lag die Fachkräftelücke für MINT-Berufe (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) bei einer konjunkturell bedingt steigenden Tendenz bei knapp 100.000, wie in Abbildung 15 dargestellt.

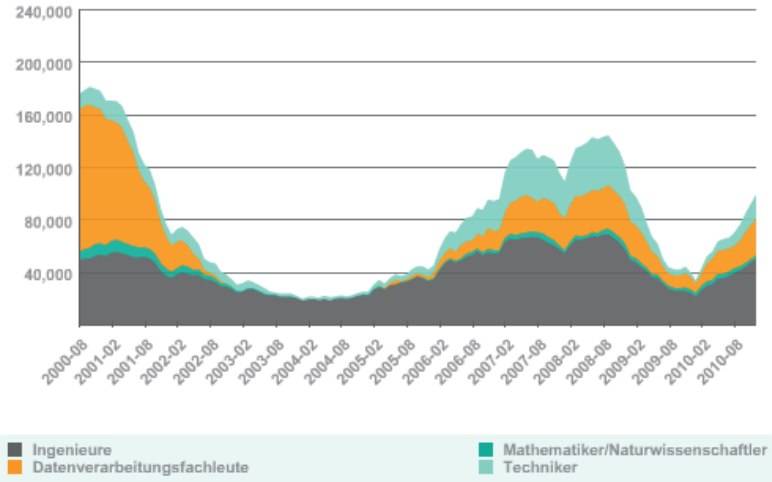


Abbildung 15: Entwicklung der MINT*-Fachkräftelücke

* MINT=Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, (Quelle: MINT-Meter)

Die Zahl der offenen Stellen für Ingenieure ist im März 2011 auf 87.400 gestiegen

Der Ingenieurmangel hat sich auch im März 2011 also weiter verschärft. Laut VDI-IW-Ingenieurmonitor¹³² fehlten 65.500 Ingenieure, sechs Prozent mehr als im Vormonat. Diese Fachkräftelücke bei Ingenieuren ergibt sich aus der Differenz von offenen Stellen (87.400 im März 2011) und arbeitslosen Ingenieuren (ca. 22.600 im März 2011). Wie in Abbildung 16 veranschaulicht dominiert auch weiterhin die Nachfrage nach Maschinen- und Fahrzeugbauingenieuren und Elektroingenieuren.

¹³⁰ VDI/IW-Köln (2011)

¹³¹ MINT Zukunft schaffen (2010)

¹³² VDI/IW-Köln (2011)

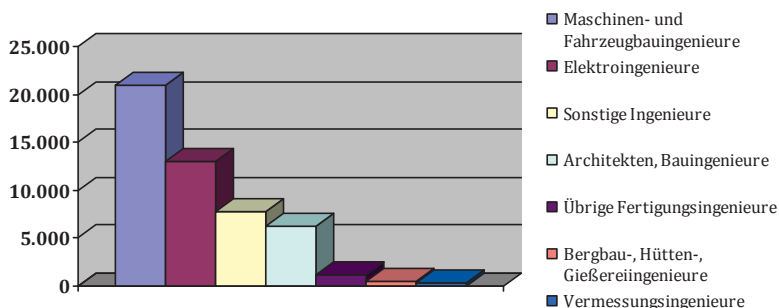


Abbildung 16: Fachkräftelücken nach Ingenieurberufsordnungen

(Stand: Dezember 2010)

(Quelle: VDI Ingenieurmonitor, 1/11)

Ab ca. 2020 treten die ersten geburtenstarken Jahrgänge in den Ruhestand ein; spätestens 2040 steht die große Gruppe der Babyboomer-Generation, die heute zwischen 40 und 50 Jahre alt ist, dem Arbeitsmarkt nicht mehr zur Verfügung. Der Fachkräftemangel wird sich hierdurch deutlich verschärfen.¹³³

Ab ca. 2020 wird sich der Fachkräftemangel deutlich verschärfen

Allein aus demografischen Gründen müssen zwischen 2015 und 2020 jährlich 59.000 altersbedingt ausscheidende MINT-Akademiker ersetzt werden – mehr, als von den Hochschulabsolventen voraussichtlich nachrücken werden.¹³⁴

Nach Berechnungen des Arbeitgeberverbands Gesamtmetall wird der jährliche Expansionsbedarf bis 2020 voraussichtlich recht konstant bei rund 35.000 neu zu besetzenden Stellen pro Jahr liegen.¹³⁵

Wie aus Abbildung 17 hervorgeht entfallen von sämtlichen neuen Stellen, die durch den Expansionsbedarf entstehen, ein Drittel auf den Bereich Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften und zwei Drittel auf die Ingenieurwissenschaften. Dies zeigt erneut deutlich, dass vor allem Ingenieure mittelfristig gefragt sein werden.

Expansionsbedarf besteht zu 1/3 in Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften und zu 2/3 in den Ingenieurwissenschaften

¹³³ Bonin, H. et al. (2007)

¹³⁴ VDI, IDW (2010)

¹³⁵ AG Gesamtmetall (2009)

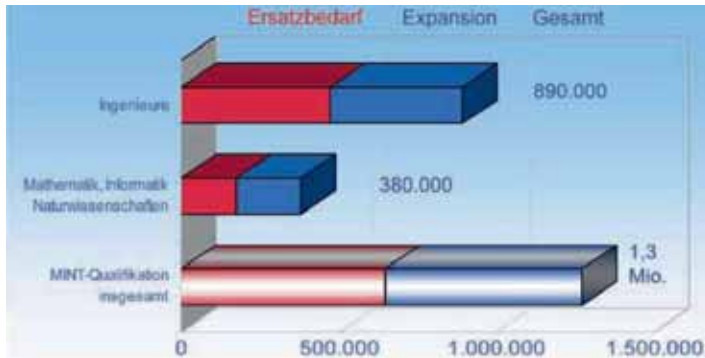


Abbildung 17: Gesamtbedarf an MINT-Akademikern von 2009-2020
(Quelle: AG Gesamtmetall (2009))

Der bundesweite Ingenieursersatzbedarf könnte sich auch nach 2020 kontinuierlich auf jährlich 48.300 Personen erhöhen, wenn die stark besetzten Kohorten der heute 40- bis 50-jährigen Ingenieure am Arbeitsmarkt ersetzt werden müssen.¹³⁶ Für Deutschland prognostizieren VDI und IW-Köln für die Jahre 2023 bis 2027 einen jährlichen Ingenieursersatzbedarf von 48.300 Ingenieuren (vgl. Abbildung 18).

Die Anzahl der Ingenieurabsolventen wird künftig kaum den Ingenieursersatzbedarf decken

Die gravierenden Ingenieurengpässe der letzten Jahre sind laut IW/VDI-Studie¹³⁷ dadurch zu erklären, dass die Anzahl der Ingenieurabsolventen kaum den Ingenieursersatzbedarf, geschweige denn den zusätzlich vorhandenen Expansionsbedarf, zu decken vermochte.

Zu den Ursachen für den Fachkräftemangel zählen – neben den demographisch motivierten Faktoren – ein zu geringes Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Fächern bereits in der Schule sowie ein zu geringer Mädchen- und Frauenanteil in diesen Fächergruppen.

¹³⁶ VDI/IW-Köln (2010b)

¹³⁷ VDI/IW-Köln (2010b)

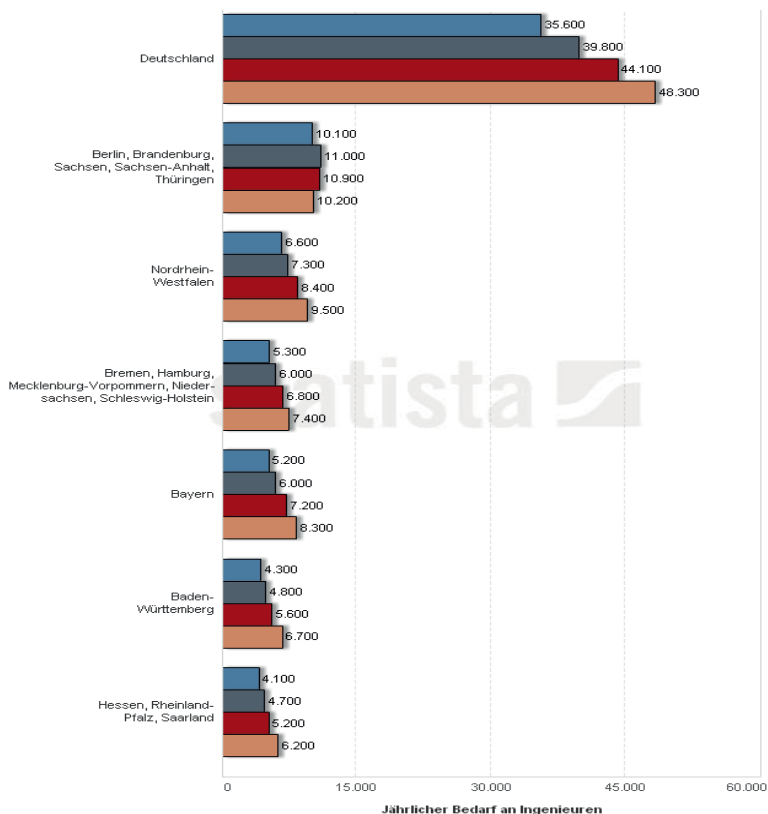


Abbildung 18: Jährlicher Bedarf an Ingenieuren in Deutschland bis 2027 nach Bundesländern und Regionen

(Quelle: VDI, IW Köln, Statista, 2011)

Um den Fachkräfteengpässen entgegenzuwirken, gilt es, neben Maßnahmen zur Anpassung des Qualifikationsniveaus von Ingenieuren und Maßnahmen zur Nachwuchsgewinnung, auch das Potenzial von Frauen – die in den technischen Berufen mit nur 12 Prozent noch immer unterrepräsentiert sind – verstärkt zu nutzen¹³⁸ und die Beschäftigung älterer Ingenieure zu fördern.

Wichtig sind Maßnahmen zur Anpassung des Qualifikationsniveaus von Ingenieuren und zur Nachwuchsgewinnung

¹³⁸ Siehe dazu z. B.: VDI, <http://www.vdi.de/monitoring>

4.2 Potenzial älterer Ingenieure im Ingenieurberuf

Nach einer Umfrage des VDI und des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln¹³⁹ wird der Bedarf an Ingenieuren – wie auch schon in den vergangenen 7 Jahren – den demografiebedingten Ersatzbedarf der Unternehmen in Zukunft übersteigen (siehe Abbildung 19).

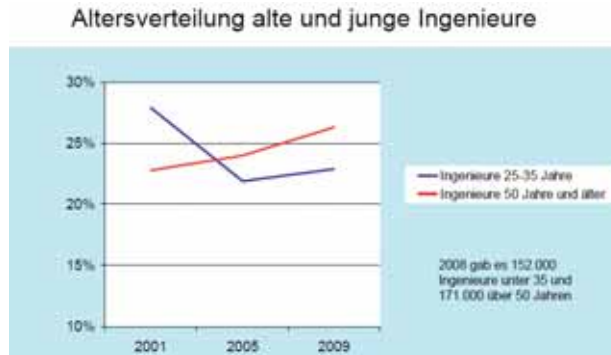


Abbildung 19: Altersverteilung der Ingenieure
(Quelle: VDI 2010, Fuchs, W. (2010b))

Die Zahl der Hochschulabsolventen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge kann hier lediglich den reinen Ersatzbedarf befriedigen. Damit dürfte die Ingenieurücke mittelfristig weiter ansteigen.

Jedes fünfte Unternehmen beschäftigt Fachkräfte weiter, die bereits aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind

Nach einer Untersuchung des IW-Köln stellen derzeit knapp ein Fünftel der Unternehmen ältere Ingenieure ein.¹⁴⁰ Jedes fünfte Unternehmen beschäftigt auf Projektbasis solche Fachkräfte weiter, die bereits aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind. Zudem versuchen die Betriebe mit einer Reihe von Maßnahmen, den Verbleib von älteren Ingenieuren im Berufsleben zu verlängern und das durchschnittliche Austrittsalter aus dem Erwerbsleben zu erhöhen. Dennoch ist hierzulande bisher erst eine Minderheit der Unternehmen ausreichend dafür sensibilisiert, dass sich der demografische Wandel auf ihre Personalsituation in der Berufsgruppe der Ingenieure auswirken wird.

Expertise von sogenannten „Silver Workers“ wird immer wichtiger

Mehr als ein Viertel der Unternehmen aus Branchen, in denen in den letzten Jahren der Fachkräfteengpass im Ingenieurbereich besonders ausgeprägt war (wie etwa im Maschinenbau, der Elektroindustrie, dem Fahrzeugbau sowie unternehmensnahen Dienstleistungen), haben in den letzten fünf Jahren auf die Expertise von sogenannten „Silver Workers“ (oder auch Senior Experts) zurückgegriffen.¹⁴¹ Unter Silver Workers ver-

¹³⁹ VDI; IW-Köln (2009)

¹⁴⁰ Erdmann, V., Koppel, O. (2009)

¹⁴¹ Erdmann, V., Koppel, O. (2009)

steht man Personen, die zwar bereits altersbedingt aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind, aber im Rahmen von Projekt- oder Beratungsverträgen für ein Unternehmen zeitlich begrenzt reaktiviert werden. Die Wertschätzung älterer Ingenieure beruht insbesondere auf ihrem Erfahrungs- und Fachwissen, den bereits bestehenden und oft umfangreichen Kontakten und Beziehungen sowie dem Wegfall langwieriger Einarbeitungszeiten.

Ein weiteres Instrument zur Reduktion des Fachkräfteengpasses im Ingenieursegment besteht in einer Erhöhung des faktischen Austrittsalters älterer Ingenieure. Um dieses Ziel im Einverständnis mit den betroffenen Ingenieurmitarbeitern zu erreichen, führen Unternehmen bereits verschiedene Fördermaßnahmen durch, wobei das Spektrum der Maßnahmen dabei von der Übertragung von Projektverantwortung über Gesundheitsmaßnahmen bis hin zu flexibler Arbeitszeitgestaltung reicht.¹⁴²

Die Rekrutierung älterer Ingenieure und die Wiederbeschäftigung von Silver Workers alleine bewirken jedoch noch keine hinreichende Abschwächung der durch den demografischen Wandel verursachten Knappheitsproblematik im Ingenieursegment. Daneben ist eine der größten Zukunftsanforderungen für Ingenieure der sektorale Strukturwandel in Verbindung mit dem Übergang zur Wissensgesellschaft und die Herausforderung, das erforderliche Qualifikationsniveau an die neuen Profile des Ingenieurberufes anzupassen.

Eine der größten Zukunftsanforderungen für Ingenieure ist es, das erforderliche Qualifikationsniveau an die neuen Profile des Ingenieurberufes anzupassen

4.3 Potenzial von Frauen im Ingenieurberuf

Besonders Frauen sind in technischen Berufen und vor allem in deren Führungsetagen deutlich unterrepräsentiert. Dass sich so wenige Frauen für eine ingenieurwissenschaftliche Karriere entscheiden, liegt unter anderem an den unzureichenden Möglichkeiten, Familie und Karriere zu vereinbaren. Das ergab eine VDI-Studie zum Thema „Vereinbarkeit von Beruf, Karriere und Familie“ die im Auftrag des VDI von der TU München, Fachbereich Gender Studies in Ingenieurwissenschaften, durchgeführt wurde.¹⁴³ Ziel der Studie war es, Positiv-Beispiele aufzuzeigen, Ideen für die Vereinbarkeit von Karriere und Familie zu entwickeln und so die Bedürfnisse der Ingenieurinnen und Ingenieure nachhaltig einzubinden.

Frauen sind in technischen Berufen unterrepräsentiert

Die Chancen für Frauen sind gut, weil sich gezeigt hat, dass gemischte Teams, in denen Frauen und Männer arbeiten, gut funktionieren. Der eigentlich vorgezeichnete Weg in höhere Positionen gerate nicht wegen eines Qualifikationsmankos ins Stocken. Noch gibt es zu wenig Möglichkeiten Karriere und Familienplanung zu verbinden. Viele Frauen geben die Karriere auf, wenn sie ein Kind bekommen. Es gebe zum Bei-

Die Chancen für Frauen im Ingenieurberuf sind hervorragend

¹⁴² Erdmann, V., Koppel, O. (2009)

¹⁴³ Ihlen, Susanne (2008)

spiel immer noch zu wenig qualifizierte Teilzeitstellen, um Müttern mit kleinen Kindern eine Karriere als Ingenieurin oder Technikerin zu ermöglichen. Hier müssten, laut VDI Studie, auch die Unternehmen flexibler werden.

Der VDI wirbt in verschiedenen Projekten um weiblichen Nachwuchs für das Ingenieurwesen

Inzwischen hat der VDI, zusammen mit weiteren Projektpartnern (Ingenieurinnen-Netzwerk und naturwissenschaftliche Institutionen)¹⁴⁴, das Projekt MINT Role Models ins Leben gerufen, um weiblichen Nachwuchs für das Ingenieurwesen zu gewinnen. Das Projekt ist Teil des Nationalen Paktes für Frauen in MINT-Berufen „Komm, mach MINT“¹⁴⁵ und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Ziel des Projektes ist es, über weibliche Vorbilder junge Frauen für naturwissenschaftliche und technische Studiengänge zu begeistern sowie Hochschulabsolventinnen dieser Fachrichtungen für Karrieren in Wirtschaft und Wissenschaft zu gewinnen.

4.4 Qualifikationsniveau und neue Profile des Ingenieurberufes

Die Anforderungen der Unternehmen an ihre Beschäftigten werden sich weiterhin stetig ändern

Unter dem Stichwort der Wissensgesellschaft wird eine Vielzahl an Trends diskutiert, die für den Wandel des Profils des Ingenieurberufes von Relevanz sind. Ohne auf deren Wertigkeit oder deren Interdependenzen untereinander einzugehen, sind dies unter anderem¹⁴⁶:

- Beschleunigte Zunahme an verfügbarem Wissen bei gleichzeitiger Entwertung bestehenden Wissens;
- Zunahme sogenannter Wissensarbeiter, deren zentrale Aufgabe es ist, Wissen zu sammeln, zu verarbeiten, zu verdichten, weiterzugeben etc.;
- Integration von IuK-Technologien an nahezu jedem Arbeitsplatz;
- Ausgeprägter technologischer Wandel und damit verbundene Veränderung von Qualifikationsprofilen;
- Interdisziplinarität und Technologiekonvergenz;
- Hoher Innovationsdruck mit zunehmenden Differenzierungen bei Produkten und Dienstleistungen und damit Spezialisierung von Unternehmen;
- Hochgradig globale Vernetzung von Informations-, Wissens-, Produkt- und Finanzströmen;
- Veränderte Organisationsstrukturen (flexible Produktion, verringerte Fertigungstiefen etc.).

¹⁴⁴ VDI (2011a)

¹⁴⁵ <http://www.komm-mach-mint.de/>

¹⁴⁶ Braun, A.; Zweck, A. (2004)

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich der Bedarf und die Anforderungen der Unternehmen an ihre Beschäftigten weiterhin stetig ändern werden. Dies geht teilweise sogar mit einer Entwertung traditioneller Qualifikationen und Kompetenzen einher. Insbesondere in wissensintensiven Zukunftsfeldern bestand in den letzten Jahren ein Mangel an ausreichend qualifizierten Fachkräften, der die gesamtwirtschaftliche Entwicklung des Landes hemmt.¹⁴⁷

Abbildung 20 verdeutlicht die Ergebnisse einer aktuellen Befragung¹⁴⁸, wonach acht von zehn Unternehmen davon ausgehen, dass der Bedarf an Spezialwissen, das nicht standardmäßig im Unternehmen verfügbar ist, steigen wird. Mehr als 70 Prozent der Fachbereichsverantwortlichen bestätigen zugleich, dass qualifizierte Ingenieure schwer zu finden sind. Gut die Hälfte der befragten Unternehmen sieht sich einer deutlich schwankenden Nachfrage gegenüber.

Insbesondere in wissensintensiven Zukunftsfeldern bestand in den letzten Jahren ein Mangel an ausreichend qualifizierten Fachkräften

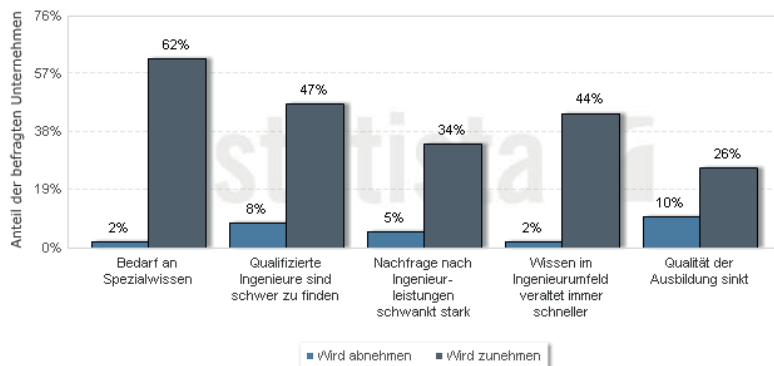


Abbildung 20: Erwartete Entwicklung der Herausforderungen im Ingenieurumfeld in den nächsten 2 bis 3 Jahren

(Quelle: Statista, 2011, Hays AG 2010)

Parallel zur Nachfrage nach Hochschulabsolventen wird bis zum Jahre 2020 das nachgefragte Qualifikationsniveau der Ingenieure steigen.

Bis zum Jahre 2020 wird das nachgefragte Qualifikationsniveau der Ingenieure steigen

Im Zuge des Bologna-Prozesses wird diesen veränderten Anforderungen des Arbeitsmarktes Rechnung getragen. Bestehende Curricula werden z. B. durch die stärkere Vermittlung von fachübergreifenden Kompetenzen ergänzt. Parallel entsteht eine Vielzahl hoch spezialisierter Studiengänge, vor allem im Master-Bereich, die stärker auf Interdisziplinarität und Internationalität ausgelegt sind.

¹⁴⁷ Baron, W. Glauner, Ch. Zweck, A. (2009)

¹⁴⁸ Die empirische Untersuchung, die Berlecon Research im Auftrag der Hays AG durchführte, liefert eine Bestandsaufnahme zum Einsatz externer Ingenieure in ausgewählten Branchen mit großer Ingenieurdichte. Hays (2010): unter: http://www.hays.de/mediastore/pressebereich/Studien/pdf/HAYS-Studie_Einsatz_Externer_Ingenieure_2010.pdf.

Abbildung 21 veranschaulicht die Ingenieurausbildung in Deutschland nach Umsetzung der „Bologna Deklaration“. Das Bachelor-Studium an Universitäten, Gesamthochschulen und Fachhochschulen ist modular aufgebaut und teilt Prüfungsleistungen auf Basis eines Punktesystems zu. Das Studium kann eher anwendungsorientiert (Abschluss mit Bachelor of Engineering – B. Eng.) oder theorieorientiert (Abschluss mit Bachelor of Science – B. Sc.) angelegt sein. Es stellt den ersten berufsqualifizierenden Abschluss dar.

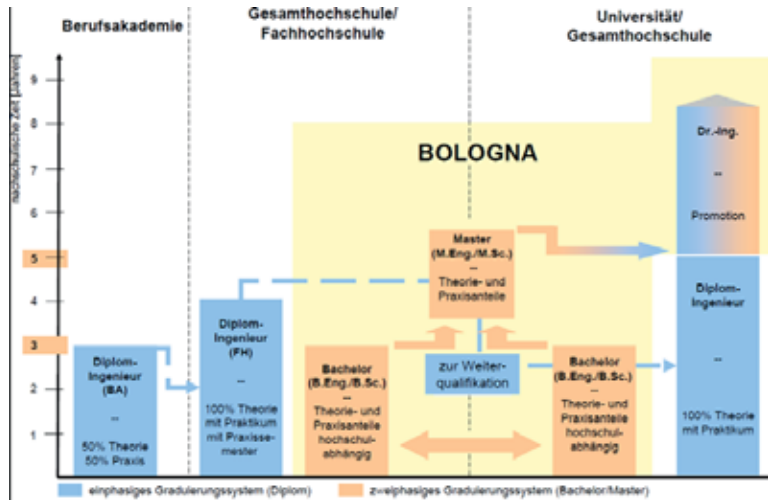


Abbildung 21: Ingenieurausbildung in Deutschland

(Quelle: Föderation der Ingenieurverbände Saar-Lor-Lux)¹⁴⁹

Die FEANI-Mindeststandards für das Curriculum eines Ingenieurstudienganges mit dem ersten berufsbefähigenden Abschluss (Bachelor, Diplom) fordern folgende Anteile für einzelne Fächergruppen:

¹⁴⁹ Föderation der Ingenieurverbände Saar-Lor-Lux, unter: <http://www.vdi.de/fileadmin/media/content/hg/33.pdf>; http://www.fdi-saar-lor-lux.org/deu/FDI-SSL/PDF/AK-Ingausbildung_D-F-L_Abschluss.pdf.

- mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagenfächer: mindestens 20 Prozent,
- ingenieurwissenschaftliche Fächer: mindestens 60 Prozent bei Regelstudienzeit 3 Jahre bzw. mindestens 50 Prozent bei Regelstudienzeit 4 und mehr Jahre,
- nicht-technische (übergreifende) Lehrveranstaltungen: mindestens 10 Prozent,
- Mathematik: mindestens 24 ECTS¹⁵⁰ Punkte (oder mehr).¹⁵¹

4.5 Ingenieure in Europa

Europa braucht dringend Ingenieure, wenn es nachhaltig wachsen soll. Das ergab der vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und der Föderation Europäischer Nationaler Ingenieurverbände (FEANI) erstellte „European Engineering Report“.¹⁵² Die Studie enthält umfassende Informationen zum Ingenieurarbeitsmarkt in Europa und proklamiert, dass ohne entsprechendes Wissen um den Ingenieurbedarf die Ziele der geplanten Europa 2020 Strategie nicht umsetzbar seien.

Europa braucht ausreichend Ingenieure, wenn es nachhaltig wachsen soll

Ingenieure spielen für die Wettbewerbsfähigkeit sowie innovative Leistungsfähigkeit eine wichtige Rolle in allen europäischen Ländern. Generell zeigt der European Engineering Report, der neben der Schweiz, den 27 Mitgliedsstaaten, auch die EU-Anwärter Kroatien, Island, Norwegen mit einbezieht, dass die länderspezifischen Ergebnisse von großer Heterogenität geprägt sind.¹⁵³

Da durch die Umsetzung des Bologna-Beschlusses der Titel „Diplom Ingenieur“ durch die Titel „Bachelor und Master“ abgelöst wurde ist die Gefahr groß, dass der Berufsstand der deutschen Ingenieure seine Identität verliert. Um dies zu verhindern, setzt sich der VDI für die Einführung eines Berufsausweises für Ingenieure, einer sogenannten Professional Card, auf freiwilliger Basis ein. Sie gilt als direkte Umsetzung der europäischen „Richtlinie 2005/36/EG über die Anerkennung von Berufsqualifikationen.“¹⁵⁴

Der Bologna-Beschluss birgt die Gefahr, dass der Berufsstand der deutschen Ingenieure seine Identität verliert

¹⁵⁰ European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) Credit Points sind Leistungspunkte, mit denen der Arbeitsaufwand „gemessen“ wird. Das European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) soll sicherstellen, dass die Leistungen von Studierenden an Hochschulen des Europäischen Hochschulraumes vergleichbar und bei einem Wechsel von einer Hochschule zur anderen, auch grenzüberschreitend, anrechenbar sind.

¹⁵¹ DTV (2008)

¹⁵² VDI; IW-Köln (2009a)

¹⁵³ VDI; IW-Köln (2009a): S. 3.

¹⁵⁴ Europäische Kommission (2005)

Ein Berufsausweis für Ingenieure soll als Garant für berufliche Mobilität in Europa etabliert werden

Die Einführung dieses Berufsausweises wird nachweislich von der europäischen Union im Rahmen der Mobilitätsrichtlinie unterstützt und könnte in Zukunft einen europaweiten Standard definieren.¹⁵⁵

Der Berufsausweis für Ingenieure soll als Garant für berufliche Mobilität in Europa etabliert werden. Es wird erwartet, dass die sogenannte „IngenieurING Card“, die auf der Hannover Messe 2010 erstmals vorgestellt wurde, die Transparenz auf dem europäischen Arbeitsmarkt fördert.

Für den Berufsausweis für Ingenieure können sich diejenigen bewerben, die über einen Hochschulabschluss eines ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs verfügen. Bewerbungsrelevante Unterlagen, wie etwa Arbeitszeugnisse, werden nach der Einreichung durch ein Fachgremium auf Anerkennung geprüft und anschließend in einer zentralen Datenbank erfasst.

¹⁵⁵ Fuchs, Willi (2010a)

5 ZUKUNFTSSTRATEGIEN - VISIONEN FÜR INGENIEURE

5.1 Zukunftsstrategien europäischer Ingenieurorganisationen

Vor dem Hintergrund der besprochenen globalen Herausforderungen und der EU-Strategie 2020¹⁵⁶, die die Europäische Union „intelligenter, ökologischer und sozialer“ machen soll¹⁵⁷, wird es zunehmend zur Herausforderung für europäische Ingenieurorganisationen sich visionär mit strategischen Fragen zu befassen, in denen Europas zukünftiges Wachstum, seine Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit von großen technologischen Fortschritten abhängt.

Im folgenden Kapitel werden die Zukunftsstrategien europäischer und nationaler Technologie- und Ingenieurorganisationen¹⁵⁸ dargestellt. Hierfür wurden die Zukunftsstrategien von Ingenieur- und Technologie-Organisationen im In- und Ausland untersucht. Für Deutschland waren dies, neben dem VDI, insbesondere Dechema, DIN, DTV, ZBI, VBI, VDE und Acatech. Auf internationaler Ebene wurden zusätzlich zu den nationalen Mitgliedern der FEANI¹⁵⁹ die Ingenieurverbände in Japan, China, den USA und Russland¹⁶⁰ untersucht. Auf multinationaler Ebene wurden die Zukunftsstrategien weltweiter bzw. europäischer Verbände

Es wird zunehmend zur Herausforderung für europäische Ingenieurorganisationen sich mit strategischen, europäischen Zukunftsfragen zu befassen

¹⁵⁶ Stellungnahme des VDI Technologiezentrums zur öffentlichen Konsultation für eine EU-Strategie 2020. Unter: ec.europa.eu/dgs/secretariat_general/eu2020/docs/vdi_de.pdf

¹⁵⁷ Ziel ist es dabei eine Reihe von konkreten Zielmarken auf die einzelnen EU-Staaten herunterzubrechen, wie z. B.: (1) Erhöhung der Beschäftigungsquote der 20-64-jährigen von derzeit 69 Prozent auf mindestens 75 Prozent. (2) Investitionen in Höhe von 3 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Forschung und in Forschung und Entwicklung (FuE). Derzeit liegen diese Ausgabe in Europa deutlich unter 2 Prozent. (3) Wiederholung der Klimaschutzziele (20-20-20-Ziele): Verringerung der Treibhausgasemissionen um mindestens 20 Prozent gegenüber 1990 bzw. um 30 Prozent, wenn die Bedingungen dies zulassen, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an unserem Energieendverbrauch auf 20 Prozent sowie Steigerung der Energieeffizienz um 20 Prozent. (4) Verringerung der Schulabbrecherquote von derzeit 15 Prozent auf 10 Prozent sowie Erhöhung des Anteils der 30-34-jährigen mit Hochschulabschluss von 31 Prozent auf mindestens 40 Prozent. Verringerung der Zahl der unter den nationalen Armutsgrenzen lebenden Europäer um 25 Prozent, wodurch 20 Millionen Menschen aus der Armut befreit würden.

¹⁵⁸ Untersucht wurden hierfür sowohl Ingenieursverbände, als auch Technologiecluster.

¹⁵⁹ <http://www.feani.org/webfeani/>

¹⁶⁰ Die Analyse zu Russland hat ergeben, dass die nationalen Ingenieurverbände keine Visionen für die Zukunft entwickelt haben. Der russische Verbund Russian Union of Scientific and Engineering Associations (RUSEA), welcher Mitglied der FEANI ist, tritt weder durch eine englischsprachige Website international in Erscheinung, noch durch veröffentlichte Strategien oder Herausforderungen für die Zeit bis 2020 und darüber hinaus. Ein eigenes Kapitel zu den Zukunftsstrategien Russlands bleibt in dieser Studie somit aus.

für Ingenieurwissenschaften und der europäischen Technologieplattformen analysiert.

5.1.1 Zukunftsstrategie „Vision 2014“ von FEANI

FEANI plädiert für eine verstärkte Berücksichtigung von anwendungsorientierter Forschung

Die Föderation Europäischer Nationaler Ingenieurverbände (FEANI) ist der europäische Dachverband der nationalen europäischen Ingenieurverbände. FEANI vertritt die Interessen der Ingenieurvereine aus allen EU-Mitgliedstaaten und repräsentiert über die nationalen Mitgliedsorganisationen mehr als 3,5 Millionen Ingenieure. FEANI unterstützt die EU nachhaltig darin sich zum führenden Technologiestandort zu entwickeln und plädiert für eine verstärkte Berücksichtigung von anwendungsorientierter Forschung und eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie, um Innovationen zu generieren.

Während eines strategischen Workshops in 2009 verabschiedete FEANI eine Vision 2014 sowie einen strategischen Plan 2009-2012 zur Erreichung des darin gesetzten Ziels bis zum Jahr 2014 in fünf Bereichen ein zuverlässiger Sprecher europäischer Ingenieure zu sein. Zu diesen fünf Bereichen gehören:

- Ausbildung und beruflicher Werdegang,
- Mobilität,
- Berufliche Standards und Ethik,
- Gesellschaftliche und Ingenieur-Themen,
- Europäische Ingenieurinteressen in globalen Foren.

5.1.2 Zukunftsstrategien weiterer Europäischer Ingenieurverbände

Vier internationale Ingenieurverbände haben konkrete Zukunftsstrategien entwickelt

Für vier weitere internationale bzw. europäische Verbände für Ingenieurwissenschaften und verwandte Fachrichtungen konnten konkrete Zielsetzungen und Visionen für die Zukunft ermittelt werden. Vorgestellt werden deshalb im Folgenden die Strategien

- des European Council of Applied Sciences, Technologies and Engineering (Euro-CASE),
- des European Federation of Metallurgist (EMF),
- des Architects Council of Europe (ACE),
- des Institution of Engineering and Technology (IET).

5.1.2.1 European Council of Applied Sciences, Technologies and Engineering

Das European Council of Applied Sciences, Technologies and Engineering (Euro-CASE), mit Sitz in Frankreich, ist eine unabhängige Organisation der nationalen Akademien für Ingenieurwissenschaften, angewandte Naturwissenschaften und Technologien aus 21 europäischen Ländern. Euro-CASE agiert dabei als ein permanentes Forum für Austausch und Begegnung zwischen europäischen Institutionen, Industrie und Forschung, mit der Mission, die Exzellenz in den eigenen Bereichen zu fördern und zu pflegen.¹⁶¹ Deutschland wird innerhalb Euro-CASE durch die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (ACATECH) vertreten.

Euro-CASE verfolgt für 2020 die Vision, die weltweite „Stimme“ der europäischen Exzellenz in den Bereichen Ingenieurwissenschaften, angewandten Naturwissenschaften und Technologien zu werden, den Austausch und das Networking der Ideen in diesen Bereichen zu erleichtern sowie die eigene Glaubwürdigkeit und Einzigartigkeit in Europa auszubauen.

Euro-CASE ist die Vereinigung von 21 nationalen Akademien für Ingenieurwissenschaften

Der Fokus von Euro-CASE liegt 2020 auf:

- der Konzentration auf die großen Herausforderungen, denen Europa begegnen muss,
- dem Engagement in der Politikgestaltung auf europäischer Ebene,
- der Erhöhung der Aufmerksamkeit für die Exzellenz in den Ingenieurwissenschaften, angewandten Naturwissenschaften und Technologien,
- der Verbesserung des öffentlichen Verständnisses für Ingenieurwissenschaften und Technologien,
- der Unterstützung der Bemühungen zur Entwicklung von Spitzentechnologien, um die europäische Position als weltweit führenden Forschungs- und Innovationsstandort auszubauen,
- der Werbung junger Europäer für eine ingenieurwissenschaftliche Karriere und weiterer Hervorhebung der entscheidenden Rolle des Ingenieurs in der zukünftigen weltweiten Entwicklung und des Ausbaus von Wohlstand.¹⁶²

¹⁶¹ <http://www.euro-case.org/projects.html>.

¹⁶² <http://www.euro-case.org/AboutUs.html>

Die europäische Metallverarbeitungsindustrie plädiert für eine der Neu-Definition der Rolle Europas in der Welt

5.1.2.2 European Federation of Metallurgists

Die European Federation of Metallurgists (EMF), mit Sitz in Belgien, ist eine 1971 gegründete Dachorganisation von 75 Metallverarbeitungsverbänden aus 34 Ländern. Der europäische Metallgewerkschaftsbund repräsentiert die Metallarbeiter und vertritt deren Interessen in der Öffentlichkeit. Deutschland wird durch die Industriegewerkschaft Metall (IGM) innerhalb der Föderation vertreten.

Die eigenen Aufgaben sieht die EMF in der Verteidigung der sozialen und politischen Interessen der europäischen Metallarbeiter und der Koordination und Implementierung der Initiativen und Aktionen der europäischen Metallarbeiterorganisationen auf der europäischen Ebene.¹⁶³

Bezüglich der beschlossenen EU-Strategie 2020, sieht es die EMF als wesentlich an, ein eigenes strategisches Rahmenprogramm der EU für die nächste Dekade zu entwickeln, basierend auf der Neu-Definition der Rolle Europas in der Welt sowie der Reflektion der politischen und wirtschaftlichen Entstehung der neuen Industrieländer.

Aus Sicht der EMF sollte sich die EU-Strategie 2020 auf folgende Schwerpunkte konzentrieren:

- Stärkung des europäischen Wohlfahrtsystems,
- Unterstützung des wirtschaftlichen Wachstums und Tötigung von Investitionen, um die Wirtschaftskrise zu mildern, Arbeitsplätze zu schaffen und die makroökonomische Balance zu unterstützen,
- Definierung neuer Wachstumsmodelle basierend auf nachhaltigem Konsum und Produktion,
- Entwicklung einer nachhaltigen Industriepolitik,
- Aufbau einer neuen Rolle des Finanzsektors, welcher der Realwirtschaft dient und nicht umgekehrt,
- Entwicklung einer wissensbasierten Ökonomie,
- Bewältigung des Klimawandels, Förderung von erneuerbaren Energien und Ressourcen- und Energieeffizienz.¹⁶⁴

5.1.2.3 Architects Council of Europe

Das Architects Council of Europe (ACE) ist eine Vereinigung aller EU-Mitgliedsorganisationen sowie den Ländern Schweiz, Norwegen und den EU-Beitrittskandidaten aus dem Bereich der Architektur. Ziel des ACE ist es, Architektur in Europa zu fördern und dadurch zu einem essentiellen und integrierten Element der nachhaltigen Stadt- und Raumplanung

Für die Zukunft verfolgt der europäische Architektenverband das Ziel der nachhaltigen Raumplanung

¹⁶³ <http://www.emf-fem.org/About>

¹⁶⁴ EMF (2010)

werden zu lassen.¹⁶⁵ Innerhalb Deutschland haben sich vier Organisationen dem ACE angeschlossen. Neben der Bundesarchitektenkammer (BAK) und dem Bund Deutscher Architekten (BDA) handelt es sich dabei um den Bund Deutscher Baumeister Architekten und Ingenieure (BDB) sowie der Vereinigung Freischaffender Architekten (VFA).

Für die Zukunft setzt sich das ACE deshalb die Zielsetzung:

- die Architektur in Europa zu fördern,
- die Qualität der Architektur im Bereich der Raumplanung zu verbessern,
- eine nachhaltige Entwicklung der Raumplanung zu unterstützen,
- einen hohen Standard der Qualifikation für Architekten zu garantieren,
- die Qualität der architekturellen Praxis zu verteidigen,
- internationale Kooperationen zu fördern und die europäische Praxis zu vereinfachen,
- als eigenständige Stimme für die Architekten Europas zu agieren.¹⁶⁶

5.1.2.4 Institution of Engineering and Technology

Die Institution of Engineering and Technology (IET), mit Sitz in Großbritannien, ist ein globales Wissensnetzwerk mit 127 Mitgliedsländern aus dem Bereich Ingenieurwissenschaften und Technologien. IET vereinfacht den Austausch von Ideen und fördert die positive Rolle der Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie Technologien in der Welt.

Die verfolgte Vision für die Zukunft des IET ist es, das Wissen der globalen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Gemeinschaft zu teilen und zu verbessern. Dabei soll das Netzwerk offen und flexibel sein und unterstützt werden durch Individuen, Unternehmen und Institutionen.

Die Strategie für die Zukunft sieht die IET in der Nutzung einer globalen Agenda, um die Prägnanz der Ingenieurwissenschaften und Technologien im 21. Jahrhundert zu demonstrieren. Der Fokus soll dabei auf einer kleinen Anzahl an Sektoren liegen, um ein möglichst attraktives Serviceangebot anbieten zu können. Daneben sollen nutzerfreundliche Online-Communities geschaffen werden, um Ingenieuren zu ermöglichen sich selbst zu vernetzen.¹⁶⁷

Das IET will in Zukunft noch stärker die Bedeutung des Ingenieurwesens für die Gesellschaft herausstellen

¹⁶⁵ ACE (2005)

¹⁶⁶ http://www.ace-cae.org/public/contents/index/category_id/6

¹⁶⁷ <http://www.theiet.org/about/today/>

5.1.3 Zukunftsstrategien europäischer Technologieplattformen

Die Europäischen Technologieplattformen (ETP)¹⁶⁸ sind Interessenvereinigungen von Industrie- und Forschungsakteuren im Bereich bestimmter Forschungsgebiete. Sie wurden im Jahr 2002 seitens der EU Kommission mit dem Ziel eingeführt, Grundlagenforschung und Industrie zusammenzuführen, um einen langfristigen strategischen Plan für Forschung und Entwicklung spezifischer Technologien mit maßgeblichen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen zu erarbeiten.

Die Technologieplattformen konzentrieren sich auf strategische Fragen, in denen Europas zukünftiges Wachstum, seine Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit von großen technologischen Fortschritten abhängt. Die Hauptziele einer TP sind:

- Die Definition und Darstellung einer „Strategic Research Agenda (SRA)“ für die mittel- und langfristige Abschätzung der technologischen Entwicklung.
- Die Etablierung von Partnerschaften bestehend aus öffentlichen und privaten Stellen um die SRA umzusetzen.

Die Europäischen Technologieplattformen konzentrieren sich auf mittel- und langfristige Abschätzungen von technologischer Entwicklung

Individual ETPs

Energy	ICT	Bio-based economy	Production and processes	Transport
Biofuels	ARTEMIS	FABRE TP	ECTP	ACARE
SmartGrids	ENIAC	Food	ESTEP	ERRAC
TPWind	ISI	GAH	ETP SMR	ERTRAC
Photovoltaics	eMobility	NanoMedicine	Manufature	Waterborne
ZEP	NEM	Plants	FTC	ESTP
SNETP	NESSI	Forestry	WSSTP	
RHC	EUROP		SusChem	
	EPoSS		EuMaT	
	Photonics21		IndustrialSafety	

Abbildung 22: Europäische Technologieplattformen

(Quelle: Europäische Kommission, http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html)

¹⁶⁸ Europäische Kommission (2011)

Wie aus Abbildung 22 hervorgeht, decken die derzeit existierenden 36 ETPs unterschiedliche Forschungsbereiche ab, unter anderem Straßenverkehr, Weltraumtechnologie, Windenergie, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Nanotechnologien für medizinische Anwendungen, Robotik sowie Wasserversorgungs- und Abwassertechnologie, um nur einige zu nennen.

26 der 36 Europäischen Technologieplattformen haben eine klare strategische Vision für die Zukunft entwickelt

Generell unterscheiden sich ETPs nicht nur beträchtlich in ihrer Struktur und in ihrer Größe voneinander, sondern auch in ihren Themen.¹⁶⁹

Um mittel- bis langfristige Zielsetzungen in Forschung und technologischer Entwicklung zu definieren und Eckpunkte für deren Verwirklichung festzulegen, haben 26 der 36 ETPs eine klare strategische Forschungsagenda bzw. eine Vision über 2020 hinaus entwickelt, die nachfolgend dargestellt werden.

5.1.3.1 Luftfahrt (ACARE) - Vision für 2020

Im Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE) haben sich auf Initiative und unter Führung Deutschlands Partner der europäischen Luftfahrtindustrie aus 17 Ländern zu einem der größten Koordinierungsnetzwerke zusammengeschlossen.¹⁷⁰ Nationale Forschungsprogramme werden so aufeinander abgestimmt, Doppelförderungen vermieden. Die Ziele der „Vision 2020“ der europäischen Luftfahrtindustrie verfolgen vor allem die Treibstoffeffizienz, die Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen um 50 Prozent und eine Reduzierung der Stickoxid-Emissionen um 80 Prozent.

Die europäische Luftfahrtindustrie strebt für die Zukunft erhöhte Treibstoffeffizienz, die Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen und eine Reduzierung der Stickoxid-Emissionen an

Von sparsamen Flugzeugen profitieren alle: die Umwelt durch einen geringeren Ausstoß von Schadstoffen und die Fluggesellschaften durch niedrigere Treibstoffkosten. Es gilt bis 2020 Flugzeuge und ein Luftverkehrssystem zu schaffen, die trotz einer Verdreifachung des Luftverkehrsaufkommens die Bedürfnisse der Gesellschaft erfüllen.¹⁷¹

¹⁶⁹ So können etwa fünf der zur Zeit existierenden Technologieplattformen dem Bereich Produktion zugeordnet werden: (1) EUROP: The European Robotics Platform (<http://www.robotics-platform.eu.com/>); (2) ETP-FTC (EURATEX): The European Technology Platform for the Future of Textiles and Clothing (<http://www.euratex.org/>, <http://www.textile-platform.org/>); (3) ETPIS: European Technology Platform on Industrial Safety (<http://www.industrialsafety-tp.org/>); (4) ECTP: European Construction Technology Platform (<http://www.ectp.org/>); (5) MANUFUTURE: europäische Technologieplattform (<http://www.manufuture.org/>).

¹⁷⁰ Das Advisory Council für Aeronautics Research wurde 2001 in Paris als ein Zusammenschluss von Vertretern europäischer Mitgliedsstaaten, der Flugzeugindustrie, Flughäfen, Fluglinien und Forschungsorganisationen mit dem Ziel das europäische und weltweite Flugtransportsystem zu verbessern, gegründet.

¹⁷¹ Europäische Kommission (2001)

5.1.3.2 Biotreibstoff (EBTP) - Vision für 2030

Die europäische Biotreibstoffindustrie beabsichtigt bis 2030 ein Viertel des Kraftstoffbedarfs im Straßenverkehr durch saubere und CO₂-effiziente Biokraftstoffe abzudecken

Die European Biofuels Technology Platform (EBTP), ein Zusammenschluss europäischer Wissenschaftler und Branchenvertreter zur Förderung der Biotreibstoffforschung, sucht nach neuen Wegen, um das Investitionsrisiko im Bereich der erneuerbaren Energien zu senken. Der Report „Biofuels in the European Union - A Vision for 2030 and beyond“ prognostiziert, dass die Europäische Union bis zum Jahr 2030 nicht weniger als ein Viertel ihres Kraftstoffbedarfs im Straßenverkehr durch saubere und CO₂-effiziente Biokraftstoffe abdecken könnte.¹⁷²

Ein beträchtlicher Teil davon wird von einer wettbewerbsfähigen europäischen Industrie geliefert. Dadurch wird die Abhängigkeit der EU vom Import fossiler Brennstoffe erheblich gemindert. Biokraftstoffe werden mit nachhaltigen und innovativen Technologien erzeugt; diese schaffen Chancen für Biomasse-Anbieter, Erzeuger von Biokraftstoffen und die Automobilindustrie.¹⁷³

5.1.3.3 Bau (ECTP) - Vision für 2030

Die europäische Bauindustrie strebt an, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern und Entwicklungsfragestellungen in Zukunft zu bündeln

Die European Construction Technology Platform (ECTP), die im Oktober 2004 ins Leben gerufen wurde, ist bestrebt die Forschungs- und Entwicklungsfragestellungen der Bauindustrie zu bündeln, um die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Bauindustrie in der Zukunft zu verbessern. In ihrer Vision 2030 für einen nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Bausektor proklamiert die ECTP:

„Im Jahr 2030 werden Europas Städte und Gebäude durch eine erfolgreiche wissensbasierte und nachfrageorientierte Branche entworfen, errichtet und gepflegt. Sie ist bekannt für ihre Fähigkeit, alle Bedürfnisse ihrer Kunden und der Gesellschaft zu befriedigen, eine hohe Lebensqualität zu bieten und ihre langfristige Verantwortung für die menschliche Umwelt unter Beweis zu stellen. Unterschiedliche Altersklassen, Begabungen und Kulturen werden begrüßt. Chancengleichheit für alle ist ein übergreifendes Prinzip. Die Baubranche genießt einen guten Ruf als attraktives Tätigkeitsfeld und beteiligt sich eingehend an Forschung und Entwicklung. Ihre Unternehmen sind bekannt für ihre Wettbewerbsfähigkeit auf lokalem, regionalem und globalem Niveau.“¹⁷⁴

In ihrer Vision 2020 sieht sich die europäische Mobilfunkindustrie in einer globalen Führungsposition in der mobilen und drahtlosen Kommunikation

5.1.3.4 Mobilfunk (eMobility) - Vision 2020

Die im Jahr 2004 gegründete Europäische Mobile and Wireless Communications Technologieplattform (eMobility) besteht aus fast 700 Unternehmen, innovativen KMU und akademischen Institutionen aus dem Be-

¹⁷² Europäische Kommission (2006)

¹⁷³ Europäische Kommission (2006)

¹⁷⁴ ECTP (2005)

reich der Mobilfunkbetreiber, Geräte- und Komponentenhersteller und Content-Manager. In ihrer Vision 2020 sieht eMobility Europas Führungsrolle bei der mobilen und drahtlosen Kommunikation und den entsprechenden Dienstleistungen. Diese sollten gestärkt und die künftige Entwicklung dieser Technologie gemeistert werden, sodass sie Europas Bürgern und der europäischen Wirtschaft am besten dienen. Außerdem sind europäische Organisationen so zusammenzuführen, dass den Herausforderungen künftiger Netzwerke gemeinsam begegnet und dabei auf Europas Erfolg in der Mobilfunkkommunikation aufgebaut werden kann.¹⁷⁵

5.1.3.5 Nanoelektronik (ENIAC) - Vision 2020

ENIAC ist die Europäische Technologieplattform für Nanoelektronik. Damit Europa im Jahr 2020 in der Forschung und Entwicklung die Führung auf der Welt übernimmt und weiterhin neue Produktionsprozesse mit hoher Wertschöpfung hervorbringt, hält ENIAC folgendes für zwingend notwendig:

- eine wettbewerbsfähige Lieferkette ohne größere fehlende Glieder,
- ein Forschungsumfeld und Infrastrukturen, die visionäre und industrierelevante Forschungsaktivitäten unterstützen können,
- strategische Partnerschaften zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft, in denen starke Verbraucherbranchen ihre langfristigen Visionen mit Forschungspartnern teilen und eine ausreichende Masse an Ressourcen mobilisieren,
- ein günstiges Rechts- und Finanzumfeld,
- ein Bildungssystem, das qualifizierte, fachübergreifend geschulte Arbeitskräfte in Forschung, Konstruktion und Produktion hervorbringt.¹⁷⁶

Auch die europäische Nanoelektronikindustrie sieht sich bis zum Jahr 2020 weltweit an der Spitze in Forschung und Entwicklung

5.1.3.6 Smart Systems Integration (EPoSS) - Zukunftsvision

EPoSS ist die Europäische Technologie-Plattform für Smart Systems Integration. In einem Visionspapier „Hin zu einer Vision von innovativen Smart Systems Integration“ argumentiert EPOSS, dass künftige Produktgenerationen intelligente integrierte Systeme von zunehmender Komplexität sein werden, die mithilfe der Zusammenführung einer ganzen Reihe von Technologien die Eigenschaften des Gesamtsystems verbessern. Erst

Die Integration smarter Systeme wird künftig das volle Produktpotenzial von „Basistechnologien“ wie der Nano- und Biotechnologie freisetzen

¹⁷⁵ eMobility (2010)

¹⁷⁶ European Nanoelectronics Initiative Advisory Council (ENIAC) (2004)

die Integration smarter Systeme wird das volle Produktpotenzial von „Basistechnologien“ wie der Nano- und Biotechnologie freisetzen.¹⁷⁷

5.1.3.7 Transport (ERTRAC) - Vision 2030+

Das „European Road Transport Research Advisory Council“ stellt einen Zusammenschluss aller für den Transportsektor auf der Straße relevanten Stakeholder, zum Zwecke der verbesserten Zusammenarbeit dar. Gegründet wurde die ERTRAC 2004 und stellte noch im selben Jahre den ersten Vision Report zur Verfügung. In Zukunft wird der Straßenverkehr ein wichtiger Bestandteil der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit und des gesellschaftlichen Zusammenhalts bleiben.

In seiner Vision 2030+ beschreibt ERTRAC, dass der Straßenverkehr zukünftig als Teil eines integrierten Systems mit nahtlosen Verbindungen betrachtet werden muss, in dem zwischen ihm und den anderen Verkehrsarten das bestmögliche Gleichgewicht herrscht.

Das Wachstum in einer Wettbewerbswirtschaft, die Bewahrung von Lebensqualität, Umwelt und Ressourcen sowie die vernünftige Flächennutzung müssen den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung entsprechen. Dafür seien Anstrengungen in der Gestaltung, der Wartung und dem Betrieb von Straßennetzen, umweltfreundliche Fahrzeuge und kombinierte Verkehrslösungen erforderlich. Die europäische Industrie muss in der Lage sein, die qualifiziertesten Kräfte anzulocken sowie Weiterbildungs- und interessante Karrierechancen zu bieten. Daher ist gemäß ERTRAC die Koordinierung zwischen den Bereichen Forschung, Ausbildung und Schulung erforderlich.¹⁷⁸

Der europäische Transportsektor prognostiziert den zukünftigen Straßenverkehr als Teil eines integrierten Systems mit nahtlosen Verbindungen

5.1.3.8 Stahl (ESTEP) - Vision 2030

Die europäische Stahlplattform (ESTEP) wurde im April 2004 gegründet. Zwei Leitungsgremien (Steering Committee und Support Group) und sechs für die Erstellung der SRA gegründete Arbeitsgruppen (Profit through Innovation; Partners Automotive, Partners Construction, Energy, Planet, People) sind die Säulen der nachhaltigen Entwicklung dieser Plattform.

Laut ihrer Vision 2030 ist es das Ziel, der europäischen Stahlindustrie angesichts der starken Entwicklung anderer Regionen, vor allem in Asien weltweit eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Führungsrolle zu behaupten und auszubauen.¹⁷⁹

Die europäische Stahlindustrie will bis 2030 weltweit eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Führungsrolle ausbauen

¹⁷⁷ EPoSS (2006)

¹⁷⁸ ERTRAC (2009)

¹⁷⁹ European Steel Technology Platform (ESTEP) (2005)

5.1.3.9 Industrielle Sicherheit (ETPIS) - Vision 2020

Die Europäische Technologieplattform Industrielle Sicherheit (ETPIS) hat zum Ziel, durch industrielle Sicherheit zum nachhaltigen wirtschaftlichen Wachstum in Europa beizutragen. Wesentliche Inhalte sind dabei die Arbeitssicherheit, die Risikobewertung und die Sicherheit bei der Entwicklung neuer Technologien. Bis 2020 soll die Arbeitssicherheit zusehends verbessert werden (um 25 Prozent im Vergleich zu 2006), das heißt, die zu meldenden Unfälle, Arbeitserkrankungen und Umweltzwischenfälle sowie die unfallbedingten Produktionsausfälle sollen reduziert werden. In ihrem Visionspapier prognostiziert ETPIS bis zum Jahre 2020 eine „Kultur der Unfallvermeidung“, bei der die Sicherheit auf allen Unternehmensebenen in die Konstruktion, die Wartung, den Betrieb und die Verwaltung integriert ist. Bis 2020 wird es in allen größeren Industriezweigen strukturierte selbstregulierte Programme geben, mit festen und messbaren Performancezielen zur Unfallvermeidung, die einer jährlichen Reduktionsrate von fünf Prozent entsprechen. Unfallfreie Arbeitsplätze werden bis 2020 zur Norm. Dies wird entscheidend zum nachhaltigen Wachstum der gesamten Industrie in Europa und zur Verbesserung des gesellschaftlichen Wohlergehens beitragen.¹⁸⁰

Bis 2020 will die europäische Technologieplattform für Industrielle Sicherheit eine „Kultur der Unfallvermeidung“ befördern

5.1.3.10 Material (EuMat) - Roadmap 2020

Die European Technology Platform for Advanced Engineering Materials and Technologies (EuMat) versteht sich als integrierende Technologieplattform und kollaboriert aus diesem Grund mit allen anderen ETP für die Materialwissenschaften ein wichtiger Teil ist. Eine Art Visionsreport 2020 „Materials for Life Cycle - Priorities for the forthcoming call“ wurde im Juni 2006 vorgestellt. Schlüsselthemen dieser Roadmap sind Werkstoffe für den Lebenszyklus, sowie die Verwaltung von Lebenszykluskosten und Umwelteinflüssen.¹⁸¹

Im Bereich der Materialwissenschaften sollen bis zum Jahre 2020 neue Chancen für die Prozess-, Maschinenbau-, Transport-, Luft- und Raumfahrtindustrie geschaffen werden

Die Vision 2020 stellt die wichtigsten zukünftigen Themen im Bereich der Materialwissenschaften bis zum Jahre 2020 vor:

- Europa ist weltweit führend in der Entwicklung, Lieferung und Nutzung von Werkstofftechnik,
- Innovationen in der Werkstofftechnik schaffen neue Chancen für die Prozess-, Maschinenbau-, Transport- und Luft- und Raumfahrtindustrie sowie für das damit zusammenhängende Management des Lebenszyklus,
- Die europäische Forschung an Universitäten und in der Industrie auf dem ganzen Kontinent ist in der Lage, hochkarätige For-

¹⁸⁰ European Technology Platform on Industrial Safety (ET-PIS)

¹⁸¹ Advanced Engineering Materials and Technologies (EuMat) (2006)

schungsarbeit auf den in der strategischen Forschungsagenda (SRA) festgelegten Gebieten zu leisten,

- Die Werkstofftechnik ist ein integraler Teil der Konstruktion von Industriesystemen, bei denen die Modellerstellung und Simulation als Konstruktionsinstrumente zum Einsatz kommen,
- Unsere werkstofftechnischen Lösungen unterstützen die nachhaltige Entwicklung.

5.1.3.11 Robotertechnik (EUROP) - Vision 2020

Die European Robotics Technology Platform (EUROP) ist der Zusammenschluss der Robotertechnikindustrie Europas. Die Plattform wurde offiziell am 29. Juni 2006 gegründet und hat die Schwerpunkte Entwicklung neuer Dienstleistungen, Sicherheit, Raumfahrt, Produktion und Verbesserung des täglichen Lebens. Die neueste Strategische Forschungsagenda „Robotic Visions to 2020 and beyond“ wurde am 7. Juli 2009 veröffentlicht. Diese proklamiert für die Robotertechnikindustrie Europas bis 2020¹⁸²:

- die Führung in der Industrierobotik zu behaupten
- die Führung auf Service- und Sicherheitsmärkten zu übernehmen
- eine Europäische Robotik-Lieferkette zu entwickeln
- die öffentliche und persönliche Sicherheit zu gewährleisten
- die Lebensqualität zu erhöhen und wissenschaftliche Bemühungen auszudehnen.

So werden im kommenden Jahrzehnt Roboter und Geräte mit Roboter-Funktionalität allgegenwärtig sein, sind die Experten von EUROP überzeugt. Roboter werden sowohl physisch als auch auf Basis von Informationsaustausch und -verarbeitung ganz selbstverständlich mit dem Menschen interagieren – und zwar in allen Bereichen des Lebens. Die Robotik dürfte zu einem Schlüsselement werden, wenn es darum geht, die anstehenden gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen, wie z. B. die alternde Gesellschaft oder die Schaffung und Erhaltung von chancengleicher, hochqualifizierter Arbeit.

Die in der Forschungsagenda ins Auge gefassten Technologien sollen Industrie-Roboter dazu befähigen, enger mit dem Menschen zusammenzuarbeiten. In der Fertigung können sie zum Beispiel den Werker bei Montagetätigkeiten unterstützen. Voraussetzung dafür sind laut EUROP einfache Installation, Programmierung und Bedienung der Roboter. Da-

Die europäische Robotertechnikindustrie strebt bis 2020 an, Industrie-Roboter dazu zu befähigen, enger mit dem Menschen zusammenzuarbeiten

¹⁸² European Robotics Technology Platform (EUROP) (2009)

mit könnte die Robotik auch für die variantenreiche Kleinserienfertigung rentabel werden.¹⁸³

5.1.3.12 Nahrungsmittel - Vision 2020

Die ETP „Food for Life“ versteht sich als Zusammenschluss der Agrar-Nahrungsmittelindustrie mit dem Ziel, transnationale Forschung im Bereich Ernährung, Management der Lebensmittelkette und Konsumenten-aspekte zu integrieren und strategisch zu fokussieren.

Die Vision 2020 der ETP on Food for Life besteht darin, dass eine effektive Integration strategisch orientierter, transnationaler, abgestimmter Forschung in der Ernährungs-, Lebensmittel- und Verbraucherwissenschaft erfolgt. Zugleich soll die Kontrolle der Nahrungsmittelkette innovative, neuartige und bessere Lebensmittel für regionale, nationale und globale Märkte hervorbringen, welche im Einklang mit den Bedürfnissen und Erwartungen der Verbraucher stehen. Zusammen mit den empfohlenen Veränderungen in der Ernährungs- und Lebensweise werden diese Produkte einen positiven Einfluss auf die öffentliche Gesundheit und die Lebensqualität insgesamt haben („die Jahre mit Leben füllen“). Solche zielgerichteten Aktivitäten werden einer erfolgreichen und wettbewerbsfähigen gesamteuropäischen Agrar- und Nahrungsmittelindustrie helfen, deren weltweite geschäftliche Führungsrolle auf Wirtschaftswachstum, Technologietransfer, nachhaltiger Lebensmittelerzeugung und Verbrauchervertrauen beruht.¹⁸⁴

Die europäische Lebensmittelindustrie will bis zum Jahre 2020 die Kontrolle der Nahrungsmittelkette verbessern und innovative, neuartige und bessere Lebensmittel hervorbringen

5.1.3.13 Textil- und Bekleidung (FTC) - Vision 2020

Die Europäische Plattform für „Textile and Clothing“ wurde von europäischen Textil- und Bekleidungsverbänden bzw. Interessensgruppen gegründet und umfasst derzeit rund 400 europäische Experten. Inhaltlich wurden drei Arbeitsgruppen definiert (Commodity to Speciality Products; New Textile Applications; Mass Production to Customisation).

Der Vision Report „A vision for 2020“ wurde bereits im Dezember 2004 publiziert und legt dar, dass die Zukunft der europäischen Textil- und Bekleidungsindustrie auf den vorhandenen Stärken aufgebaut wird:

- Kreativität in Design und Produktentwicklung,
- Innovation in Werkstoffen und Prozessen,
- Flexibilität in Produktion und Lieferkettenmanagement sowie
- Qualität von Produkten und Dienstleistungen.

Die europäische Textil- und Bekleidungsindustrie beabsichtigt bis 2020 den Wechsel von Massenware hin zu Spezialprodukten aus Hightech-Prozessen

¹⁸³ European Robotics Technology Platform (EUROP) (2009)

¹⁸⁴ ETP on Food for Life (2006)

Die Technologieplattform stützt sich auf drei Säulen, die zugleich Elemente einer langfristigen Vision darstellen, die diese Stärken ausnutzt und gleichzeitig von gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Trends profitiert:

- Ein Trend weg von Massenware hin zu Spezialprodukten aus Hightech-Prozessen: Fasern, Fäden, Stoffe und Endprodukte mit hochfunktionalen, zweckgerichteten Eigenschaften, basierend auf Nano-, Mikro- und Biotechnologie, neuen Beschichtungen und Laminierungen, digitalen Prozessen usw.
- Die Etablierung und Ausdehnung von Textilien als Werkstoff erster Wahl in vielen Branchen und Anwendungsgebieten (Verkehrssysteme, Bau, medizinische Anwendungen, Unterhaltungselektronik etc.).
- Das Ende der Ära der Massenfertigung von Textilprodukten und ein Schritt in Richtung einer neuen Ära im Industriezweig, gekennzeichnet von Kundenanpassung, Personalisierung und flexibler Fertigung nach Bedarf, in Verbindung mit intelligenter Logistik, cleverem Vertrieb und intelligenten Dienstleistungen.¹⁸⁵

5.1.3.14 Forstwirtschaft, Holz- und Papier (FTP) - Vision 2030

Die europäische Forstwirtschaft bemüht sich um einen ausgedehnten Einsatz erneuerbarer Waldressourcen

Die Forest-Based Sector Technology Platform wurde unter Mitwirkung der „European Confederation of Woodworking Industries (CEI-Bois)“, der „Confederation of European Forest Owners (CEPF)“ und der „Confederation of European Paper Industries (CEPI)“ gegründet. Sie umfasst inhaltlich die Bereiche Forstwirtschaft, Holz- und Papierindustrie, holzbasierte Bioenergie und Spezialprodukte aus Lignozellulose. In ihrer Vision 2030 spielt die europäische Forstwirtschaft im Jahre 2030 eine Schlüsselrolle in einer nachhaltigen Gesellschaft. Sie bildet eine wettbewerbsfähige, wissensbasierte Industrie, die den ausgedehnten Einsatz erneuerbarer Waldressourcen fördert. Sie bemüht sich darum, ihren gesellschaftlichen Beitrag im Kontext einer biobasierten, kundenorientierten und weltweit wettbewerbsfähigen europäischen Wirtschaft zu leisten.¹⁸⁶

5.1.3.15 Produktion (Manufature) - Vision 2020

Die Europäische Technologieplattform Manufature beschäftigt sich mit der Zukunft der Produktion und der Produktionsforschung in Europa

Die Europäische Technologieplattform Manufature beschäftigt sich mit der Zukunft der Produktion und der Produktionsforschung in Europa. Die Vision von Manufature ist die Transformation der europäischen Industrie von ressourcenintensiver hin zu wissensintensiver Produktion mit dem Ziel, eine Spitzenstellung auf dem Weltmarkt zu erreichen. Ein Visions-

¹⁸⁵ Future of Textiles and Clothing (FTC) (2004)

¹⁸⁶ Forest-based sector Technology Platform (FTP) (2005)

papier, eine Strategic Research Agenda sowie ein Implementationsplan wurde bereits vorgestellt und diskutiert. Neben der europäischen Manufuture-Plattform wurden zahlreiche nationale Plattformen gegründet, so auch in Deutschland.¹⁸⁷

Die Vision 2020 der europäischen Technologieplattform Manufuture ist eine Strategie, die auf Forschung und Innovation beruht. Sie ist in der Lage, den industriellen Wandel in Europa zu beschleunigen, Arbeitsplätze mit hoher Wertschöpfung zu sichern, einen großen Anteil am weltweiten Produktionsvolumen in der künftigen wissensbasierten Wirtschaft zu erobern und für die Zukunft eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Fertigung in Europa zu sichern.¹⁸⁸

5.1.3.16 Nanomedizin (Nanomedicine) -Vision 2020

Die Europäische Technologieplattform Nanomedizin wurde am 6. September 2005 mit dem Ziel vorgestellt, die medizinische Versorgung durch fokussierte Forschung im Nanobereich zu verbessern. Schon während der offiziellen Startveranstaltung 2005 wurde der Visionsreport vorgestellt. In den Visionen 2020 werden die wichtigsten sozioökonomischen Herausforderungen aufgezeigt, vor denen Europa bei der Bereitstellung eines hohen Standards an Gesundheitsfürsorge für die gesamte Bevölkerung, der Sicherung hoher Lebensqualität und der Konzentration auf bahnbrechende Therapien in einem kostengünstigen Rahmen steht.¹⁸⁹

Die europäische Nanomedizinindustrie prognostiziert bis 2020 einen hohen Standard der Gesundheitsfürsorge und neuartiger Therapien in einem kostengünstigen Rahmen

5.1.3.17 Elektronische Medien (NEM) - Vision 2020

Die Europäische Technologieplattform NEM wurde als Zusammenschluss der Medienindustrie Europas gegründet und besteht derzeit aus zahlreichen Arbeitsgruppen und Clustern. Aktuelle NEM Aktivitäten sind insbesondere in den Themengebieten „International MSc“, „Future Internet“, „GlobalNEM“ und „Regulatory Affairs“. Die NEM Vision 2020 wurde 2008 veröffentlicht und beschreibt den NEM Bereich im Jahre 2020 als eine führende europäische Industrie für vernetzte und elektronische Medien. In dieser Vision geht die NEM von den Herausforderungen, Risiken und Chancen aus, die sich aus der Konvergenz von audiovisuellen Technologien, Breitbandtechnologien und -netzen sowie Verbraucher- und Profiausrüstung für Multimedia Anwendungen und Dienstleistungen ergeben. Die NEM regt weltweite Vorschriften und Standardisierungsrichtlinien an. Sie versetzt die Vertreter aus der EU-Industrie in die Lage, die notwendigen Technologien der Wertschöpfungskette zu beherrschen, einen Konsens über die erforderlichen Stan-

Die Medienindustrie Europas prognostiziert für die Zukunft eine Konvergenz von audiovisuellen Technologien, Breitbandtechnologien und -netzen sowie Verbraucher-multimedia

¹⁸⁷ <http://www.manufuture.de/>

¹⁸⁸ Future Manufacturing Technologies (Manufuture) (2004)

¹⁸⁹ Nanotechnologies for Medical Applications (2007)

dards herbeizuführen, internationale Kooperation zu fördern, den Regulierungsprozess zu unterstützen und wesentlich zum Wirtschaftswachstum beizutragen.¹⁹⁰

5.1.3.18 IT Dienstleistungen (NESSI) - Vision 2020

NESSI widmet sich dem Bereich „Software + Services“ und wurde offiziell im September 2005 ins Leben gerufen. NESSI arbeitet sehr eng mit anderen Technologieplattformen (wie eMobility, EPoSS, NEM) zusammen. Die Aufgabe der NESSI ist die Entwicklung einer visionären Strategie für Software und Services auf der Grundlage einer gemeinsamen europäischen Forschungsagenda. In ihrer Vision 2020 werden Innovationen und die Solidität der Unternehmen durch folgende Punkte gestärkt:

- Versorgung der europäischen Industrie und der öffentlichen Hand mit effizienten Services und Softwareinfrastrukturen, um Flexibilität, Interoperabilität und Qualität zu verbessern,
- Beherrschung komplexer Softwaresysteme und deren Bereitstellung als serviceorientierte Werkzeuge,
- Erstellung der technischen Basis, der Strategie und der Einsatzrichtlinien, um die Dynamik des Serviceumfelds zu steigern,
- Entwicklung neuartiger Technologien, Strategien und Einsatzrichtlinien,
- Förderung der Sicherheit und des Wohlergehens der Bürger durch neue gesellschaftliche Anwendungen, durch höhere Effizienz von Industrie und Verwaltung sowie durch konkurrenzfähige Arbeitsplätze,
- Somit wird die europäische Wirtschaft in eine wissensbasierte Ökonomie verwandelt und die europäische Software- und IT-Serviceindustrie in die Lage versetzt, eine stärkere Position auf der Welt zu erringen.¹⁹¹

NESSI strebt die Solidität der europäischen Software + Services Unternehmen auf der Grundlage einer gemeinsamen europäischen Forschungsagenda an

¹⁹⁰ Networked and Electronic Media (NEM) (2008)

¹⁹¹ Networked European Software and Services Initiative (NESSI) (2005)

5.1.3.19 Optische Technologien (Photonics21) - Vision 2020

„Photonics21“ ist die europäische Technologieplattform für alle Akteure im Bereich der Optischen Technologien in Europa. Photonics21 gehören inzwischen mehr als 1.400 Mitglieder aus 27 EU-Mitgliedstaaten an. Über 50 Prozent der Mitglieder sind Vertreter aus der Industrie.¹⁹²

In ihrer Strategischen Forschungsagenda bestätigt „Photonics21“, dass bis zum Jahre 2020 Photovoltaikanlagen und Festkörperlampen der nächsten Generation nicht nur dazu beitragen werden, die europäischen Klimaziele für 2020 zu erreichen, sondern sich darüber hinaus zu starken wirtschaftlichen Wachstumsbereichen entwickeln werden. Die optischen Highspeed-Breitbandnetze werden die Wissensgesellschaft vorantreiben und das Tor für neue Dienstleistungen und Geschäftschancen öffnen. Durch frühzeitige Diagnose mithilfe optischer Lösungen können Krankheiten in einem sehr frühen Stadium erkannt werden, wodurch kosten- aufwändige Behandlungen vermieden werden.¹⁹³

Die optischen Highspeed-Breitbandnetze werden zu- künftig neue Dienst- leistungen und Ge- schäftschancen er- öffnen

5.1.3.20 Photovoltaik - Vision 2030

Die Photovoltaik ETP hat sich aus einem Advisory Council entwickelt, das im Dezember 2003 gebildet wurde. Ziel der Initiative war und ist, den technologischen und industriellen Vorsprung in diesem Bereich in Europa zu halten. In ihrer Vision bis 2030 wird vorausgesagt, dass sich die Photovoltaik als rentabler Stromlieferant etablieren und der Markt danach weiter in vollem Tempo wachsen wird.¹⁹⁴

Bis 2030 wird vorausgesagt, dass sich die Photovoltaik als rentabler Strom- lieferant etablieren und der Markt danach weiter in vollem Tempo wachsen wird

5.1.3.21 Stromnetze (SmartGrids) - Vision 2020

Die European Technology Platform for Electricity Networks of the Future (SmartGrids) besteht aus vier Arbeitsgruppen (Network Assets; Network Operations; Demand and Metering; Generation and Storage). 2007 wurde die Strategische Forschungsagenda (SRA) „Vision and Strategy for Europe’s Electricity Networks of the Future“ erstellt. Da- nach werden sich Europas Stromnetze ab dem Jahr 2020 durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

Europas Stromnetze werden sich in 10 Jahren verstärkt durch Flexibilität, Zugänglichkeit, Zu- verlässigkeit und Wirtschaftlichkeit auszeichnen

¹⁹² Das Sekretariat Photonics21 ist in der Abteilung Laser- und Optikforschung im VDI Technologiezentrum angesiedelt.

¹⁹³ European Technology Platform for Photonics (Photonics21), unter: http://www.photonics21.org/download/SRA_2010.pdf.

¹⁹⁴ European Photovoltaic Technology Platform (2005)

- **Flexibilität:** Die Bedürfnisse der Kunden werden befriedigt, zugleich wird auf die kommenden Veränderungen und Herausforderungen reagiert,
- **Zugänglichkeit:** Allen Netznutzern wird der Zugang zu Anschlüssen gewährt, besonders bei erneuerbaren Energiequellen und der hocheffizienten örtlichen Stromerzeugung mit geringem oder gar keinem Kohlendioxidausstoß,
- **Zuverlässigkeit:** Entsprechend den Anforderungen des digitalen Zeitalters wird die Versorgungssicherheit und -qualität gewährleistet und erhöht,
- **Wirtschaftlichkeit:** Dank Innovationen, effizientem Energiemanagement und einem Wettbewerb mit Regeln, die für Chancengleichheit sorgen, wird ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis geboten.¹⁹⁵

5.1.3.22 Nachhaltige Kernenergie (SNE-TP) - Vision 2030

Die Atomergietechnologien Europas sollen bis zum Jahre 2030 ein hohes Sicherheitsniveau erreichen

Die europäische Technologieplattform für nachhaltige Kernenergie SNE-TP soll nach Ansicht ihrer Betreiber:

- Forschung und Industrie zusammenbringen, eine strategische Forschungsagenda und Einführungsstrategie festlegen und diese umsetzen,
- Europas technische Führungsrolle bewahren und die europäische Atomindustrie stärken durch ein umfassendes und langfristiges Forschungs- und Entwicklungsprogramm, das Brennstoffzyklen und Reaktorsysteme der Generation II, III und IV umfasst,
- Europas technische Führerschaft in der Atomwissenschaft und Atomtechnik ausbauen durch die Hervorbringung wissenschaftlicher und technischer Fähigkeiten, um mit der entsprechenden Nachfrage aus Industrie und Forschung und Entwicklung Schritt zu halten,
- In einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Wirtschaft zur Erzeugung von synthetischen Brennstoffen und Wasserstoff auf der Grundlage von Produktionsquellen beitragen, die keine Treibhausgase emittieren.

In einem Visionsreport aus dem Jahre 2007 wird eine Vision für die kurz-, mittel- und langfristige Entwicklung von Atomergietechnologien vorgeschlagen, mit dem Ziel, eine nachhaltige Produktion von Atomenergie, beträchtliche Fortschritte in der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit, bahnbrechende technische Neuerungen und ein hohes Sicher-

¹⁹⁵ European Technology Platform for Electricity Networks of the Future (SmartGrids) (2006)

heitsniveau zu erreichen. Vorgeschlagen werden Fahrpläne für die Entwicklung und Bereitstellung mehrerer potenziell nachhaltiger Atomtechnologien sowie für Maßnahmen zur Harmonisierung der Schulung und Ausbildung in Europa und zur Erneuerung seiner Forschungsinfrastruktur.¹⁹⁶

5.1.3.23 Chemie (SusChem) - Vision 2025

Die SusChem wurde im Juli 2004 offiziell ins Leben gerufen, mit dem Ziel den F&E-Bedarf der Chemieindustrie zu bündeln und zu fokussieren. Identifiziert wurden drei technologische Themen: Industrielle Biotechnologie, Materialwissenschaften und -technologie sowie Prozessdesign.

Einen Visionsreport mit folgenden Zielen für 2025 gibt es seit Februar 2005:

- Die europäische Chemieindustrie und zugehörige Branchen bleiben aufgrund der technischen Führungsrolle und technischer Innovationen wettbewerbsfähig,
- Die Beherrschung des Molekularbereichs (wie in der Nano- und Biotechnologie) bringt neue Generationen von Produkten mit verbesserten Eigenschaften hervor, was zu neuen Anwendungen in vielen Industriezweigen führt,
- Die bessere Nutzung von Chemie und Biotechnologie ermöglicht eine erhöhte Ökoeffizienz der Branche.
- Die Chemieindustrie gilt als zuverlässiger, sicherer und verantwortungsvoller Partner in der Gesellschaft,
- Europa bietet einen wirkungsvollen Rahmen für chemische und biotechnische Innovationen und stärkt sein ausgezeichnetes Angebot an Facharbeitern.¹⁹⁷

Die europäische Chemieindustrie fokussiert sich für die Zukunft auf die industrielle Biotechnologie, Materialwissenschaften und -technologie sowie Prozessdesign

5.1.3.24 Windenergie (TPWind) - Vision 2020+

Seit Oktober 2006 ist auch eine European Wind Energy Technology Platform (TPWind) aktiv. Die TPWind hat rund 150 Mitglieder die in unterschiedliche Arbeitsgruppen geteilt sind.

Die TPWind will sich laut ihrem Visionspapier bemühen, die Erfahrungen in Sachen Windenergie durch das direkte Zusammenwirken der Regierungen der Mitgliedsstaaten im gesamten EU-Gebiet zu verbreiten. Als Hauptziele definiert die TPWind die Steigerung der Innovation im Sektor Windkraft und eine Reduktion der Gesamtkosten für Stromerzeugung.

Zukunftsziele für die Windenergie Europas sind die Reduktion der Gesamtkosten für Stromerzeugung gemäß den Erneuerbare-Energie-Zielen der EU

¹⁹⁶ Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP) (2007)

¹⁹⁷ European Technology Platform for Sustainable Chemistry (SusChem) (o.J.)

gung in sozialer, technologischer und ökologischer Hinsicht in Übereinstimmung mit den Erneuerbare-Energie-Zielen der EU.¹⁹⁸

5.1.3.25 Maritime Industrie - Szenario 2020

Die maritime Industrie Europas entwickelt verschiedene mittel- und langfristige Visionen zu technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen

Im Dezember 2003 initiierte das MIF (Maritime Industry Forum) den Aufbau eines „Advisory Council for Waterborne Transport Research in Europe“, genannt Waterborne TP. Die Plattform soll als Forum für alle im Bereich der maritimen Industrie befindlichen Stakeholder zur Verfügung stehen. Ein Visionsreport wurde 2006 fertiggestellt. Er beschreibt das Szenario 2020 und eine mittel- und langfristige Vision die einordnen soll, wo die Branchen im Jahr 2020 stehen möchten und die ehrgeizigen Ziele sowie die damit zusammenhängenden Herausforderungen einstuft. In einem dynamischen Umfeld können diese Ziele nicht unveränderlich sein; sie gelten vorbehaltlich der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit. Daher stellen sie keine Notwendigkeiten oder Fristen dar, sondern wohl überlegte Impulse und Herausforderungen für Innovationen in Richtung 2020.¹⁹⁹

5.1.3.26 Wasserindustrie (WSSTP) - Vision 2030

Zu den Zukunftszielen der europäischen Wasserindustrie zählen die integrierte Verwaltung von Wasserressourcen, die ausgewogene Wassernutzung und die Überwachung der Wasserqualität

Die Idee der WSSTP basiert auf dem Environmental Technologies Action Plan (ETAP) mit den Schwerpunkten die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wasserindustrie zu forcieren und Lösungen für europäische Wasserprobleme zu erarbeiten. WSSTP wurde im Mai 2004 gegründet und besteht aus vier thematischen Arbeitsgruppen (Wasser Management, Städtische Wassersysteme, Wasser und Industrie, Wasser und Landwirtschaft) und einer horizontalen Arbeitsgruppe.

Es wurde ein Visionsreport mit einer langfristigen Vision 2030 verfasst, der folgenden Punkte enthält:

- integrierte Verwaltung von Wasserressourcen und Wasserinfrastruktur,
- ausgewogene Wassernutzung, die die Gewässer- und Landökosysteme schützt,
- Nutzung alternativer Ressourcen, Rückgewinnung und Wiederverwendung von Wasser,
- weniger Gesundheitsschädigungen durch Emissionen im Wasser,
- Überwachung der Wasserqualität,
- Risikovorsorge im Wasserzyklus.²⁰⁰

¹⁹⁸ Tambke, Jens; Gagliardi, Filippo (2009)

¹⁹⁹ European Technology Platform Waterborne (2005)

²⁰⁰ Water Supply and Sanitation European Technology Platform (WSSTP) (2010)

5.2 Zukunftsstrategien nationaler Ingenieurorganisationen

Die von FEANI aufgeführten nationalen Mitglieds-Ingenieurorganisationen wurden bezüglich ihrer strategischen Ziele und Visionen für 2020 untersucht. Darüber hinaus wurden weltweit die nationalen Ingenieurverbände (insbesondere in Asien und den USA) auf ihre Zukunftsstrategien untersucht. Innerhalb Europas konnten dabei für die Ingenieurorganisationen in Deutschland, der Schweiz und Großbritannien, sowie international für Ingenieurorganisationen in den USA, Japan und China eine klare Zukunftsstrategie ermittelt werden.²⁰¹ Für Deutschland wurden zusätzlich zu den Zukunftsstrategien technisch-wissenschaftlicher Ingenieurorganisationen auch die Zukunftsstrategien technikorientierter Wirtschaftsverbände untersucht. Diese Rechercheergebnisse werden nachfolgend skizziert.

Ingenieurorganisationen in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien, den USA, Japan und China haben Zukunftsstrategien entwickelt

5.2.1 Deutschland

5.2.1.1 Zukunftsstrategien technisch-wissenschaftlicher Ingenieurorganisationen (alphabetisch)

ACATECH – Zukunftsempfehlungen

Die Schwerpunkte der Arbeit der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (ACATECH) liegen auf der wissenschaftlichen Beratung von Politik und Gesellschaft, dem Austausch von Wissen und der Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft, auf der Nachwuchsförderung und der internationalen Vertretung.²⁰²

Zu den Zukunftsempfehlungen der ACATECH gehören insbesondere ausbildungsspezifische Themen

Der VDI ist mit ACATECH über einige gemeinsame Projekte verbunden. Beispielsweise wurde durch den VDI und ACATECH das „Nachwuchsbarometer Technikwissenschaft“ entwickelt, daneben sind die Vereine jedoch auch noch durch weitere Projektzusammenarbeit verbunden, wie im Bereich Materialwissenschaften und Werkstofftechnik.

Besondere Priorität erhält auch bei ACATECH die qualifizierte Ausbildung in den Technikwissenschaften. Für die Zukunft hat ACATECH dazu einige Empfehlungen formuliert. Zu diesem gehören:

²⁰¹ Die Analyse zu Russland hat ergeben, dass die nationalen Ingenieurverbände keine Visionen für die Zukunft entwickelt haben. Der russische Verbund Russian Union of Scientific and Engineering Associations (RUSEA), welcher Mitglied der FEANI ist, tritt weder durch eine englischsprachige Website international in Erscheinung, noch durch veröffentlichte Strategien oder Herausforderungen für die Zeit bis 2020 und darüber hinaus. Ein eigenes Kapitel zu den Zukunftsstrategien Russlands bleibt in dieser Studie somit aus.

²⁰² ACATECH (2011)

- „Schaffung von differenzierten Ausbildungsprofilen an Fachhochschulen, Technischen Hochschulen und Unis,
- Gewinnung von Hochschullehrern mit Industrieerfahrung,
- Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Industrie in der Ingenieurausbildung,
- Ablehnung der Quotenregelung,
- Verbesserung der Betreuungsraten für Bachelor- und Master-Studierende,
- Sozialverträgliche Studiengebühren, die nur zur Verbesserung der Ausbildung und Betreuung der Studierenden genutzt werden,
- Einführung/Beibehaltung der Maßnahmen wie Eignungsfeststellungsverfahren, Auswahlverfahren oder Orientierungsprüfungen sowie Studienfortschrittskontrollen mit Pflichtrücksprache,
- Flexible Übergänge für Bachelor-/Masterstudiengänge,
- Internationale Anerkennung der Absolventen,
- Dipl.-Ing. soll im Masterzeugnis als Äquivalenz mit dem entsprechenden Hinweis kenntlich gemacht werden.“²⁰³

Zur Mobilität im Jahr 2020 hat ACATECH ein eigenes Verkehrsszenario entwickelt. Dieses verdeutlicht die aufkommenden Probleme der nächsten Jahre. Demnach steht sowohl der Straßen- wie auch Schienenverkehr vor erheblichem Reparaturbedarf. Angelehnt an den Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2003 wird durch das Verkehrsszenario 2020 deutlich, dass selbst bei Umsetzung der Maßnahmen, welche im BVWP beschlossen wurden, nicht alle Engpässe ausreichend abgedeckt werden. Das wesentliche Problem besteht nach ACATECH in den gravierenden Unterschieden zwischen den Regionen. Gefordert wird für die Zukunft daher eine zumindest langfristig bedarfsorientierte Akzentuierung des Ausbaus.²⁰⁴

*DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
– Vision Biotechnologien 2020*

Die DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie ist ein gemeinnütziger Verein mit mehr als 5.500 Mitgliedern aus den Fachrichtungen der Natur- und Ingenieurwissenschaften. Als Schnittstelle zwischen chemischer Technik und Biotechnologien ist es die wesentliche Aufgabe der DECHEMA Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen zu fördern und zu begleiten. Zu ihren Einflussbereichen zählt die DECHEMA auch die Aus- und Weiterbildung in der Lehre, Fördermittelberatung und den Informations- und Erfahrungsaustausch.

Die DECHEMA erwartet für die Zukunft neue Optionen hinsichtlich der Anwendung der erforschten Technologien

²⁰³ ACATECH (2006a)

²⁰⁴ ACATECH (2006b)

Auf eine holistische Vision für die Zukunft nach 2020 hat sich die DECHEMA nicht festgelegt. Auf Grundlage der Broschüre „Biotechnologie 2020 – Von der gläsernen Zelle zum maßgeschneiderten Prozess“ lässt sich jedoch der Schwerpunkt der DECHEMA im Themenfeld der Biotechnologien erkennen.

Gerade hier setzt sich der Verein intensiv für Forschungsförderungen und die Umsetzung der Ergebnisse in die Anwendung ein. Biotechnologien werden als zukunftsweisend und deshalb forschungswürdig angesehen. Als Querschnittstechnologie beziehen sich Biotechnologien auf verschiedenste Anwendungsfelder, wie die Medizin, Pharmazie, Landwirtschaft, Chemie oder den Umweltschutz. Die DECHEMA erwartet für die Zukunft neue Optionen hinsichtlich der Anwendung der erforschten Technologien. Der Verein sieht es als realistisch an, dass regenerative Medizin verstärkt genutzt wird, neuste zelluläre Therapieverfahren zur Verfügung stehen, Medikamente preiswerter werden, Medizin stärker individualisiert und der Lebensstil sich im allgemeinen an die neuen Möglichkeiten der Diagnostik anpassen.²⁰⁵

DIN – Normungsstrategie

Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) ist ein gemeinnütziger Verein, der aus dem VDI hervorgegangen und innerhalb Deutschlands für die Organisation der Normung auf nationaler und internationaler Ebene zuständig ist. Die Hauptaufgabe des DIN besteht in der Erarbeitung von konsensbasierten Normen und Standards. Dabei sollen alle interessierten Kreise Zugang zum Prozess haben. Um den freien Warenverkehr zu unterstützen, setzt sich das DIN darüber hinaus auch auf internationaler und europäischer Ebene aktiv für Normungen ein.²⁰⁶

Das DIN plädiert für die verstärkte Nutzung der Normungen als ein strategisches Instrument

Das DIN und der VDI haben bereits häufig zur Schaffung von Normen zusammengearbeitet, so z. B. in der Kommission der Reinhaltung der Luft. Für die Zukunft hat das DIN eine deutsche Normungsstrategie erarbeitet, welche die Position der Normung in Deutschland ausbauen und verfestigen soll. Die Vision dieser Strategie lautet: „Normung und Standardisierung in Deutschland dienen Wirtschaft und Gesellschaft zur Stärkung, Gestaltung und Erschließung regionaler und globaler Märkte.“²⁰⁷

Die aktuelle deutsche Normungsstrategie wurde 2010 publiziert und enthält Ziele sowie konkrete Maßnahmen zur Erreichung dieser. Die fünf Ziele sind dabei:

²⁰⁵ DECHEMA (2009)

²⁰⁶ DIN (2011)

²⁰⁷ DIN (2010)

Durch optimale Rahmenbedingungen sollen staatliche Regelungen entlastet werden

- Normung und Standardisierung sichern Deutschlands Stellung als eine der führenden Wirtschaftsnationen,
- Normung und Standardisierung unterstützen als strategisches Instrument den Erfolg von Wirtschaft und Gesellschaft,
- Normung und Standardisierung entlasten die staatlichen Regelungen,
- Normung und Standardisierung sowie die Normungsorganisationen fördern die Technikkonvergenz,
- Die Normungsorganisationen bieten effiziente Prozesse und Instrumente an.²⁰⁸

Zur Förderung der Technikkonvergenz soll das europäische und internationale Normungssystem aktiver mitgestaltet werden

Um dem Ziel der Sicherung einer führenden Wirtschaftsposition nachzukommen, will das DIN in Zukunft Normungen sowie Standardisierung noch stärker entlang der Marktinteressen ausrichten. Zudem sollen mehr Innovationen gefördert, die nachhaltige Entwicklung sichergestellt werden sowie ein Fokus auf KMU im globalen Markt und einer generellen internationalen Ausrichtung gelegt werden. Das DIN plädiert für die verstärkte Nutzung der Normungen als ein strategisches Instrument. Durch optimale Rahmenbedingungen sollen die staatlichen Regelungen entlastet werden. Zur Förderung der Technikkonvergenz soll das europäische und internationale Normungssystem aktiver mitgestaltet werden und dabei sowohl innovative Technikbereiche als auch gewonnene Erfahrungen stärker in den Prozess mit eingebunden werden. Um die gegebenen effizienten Prozesse und Instrumente der Normungsorganisationen besser zu nutzen, soll die Qualitätssicherung intensiviert, Dienstleistungen ausgebaut, Geschäftsmodelle geprüft und der Zugang für KMU verbessert werden.²⁰⁹ Die Strategie soll insgesamt der deutschen Normungsarbeit dienlich sein und sich den verändernden Herausforderungen und Anforderungen heute und in Zukunft stellen.

DVT – Zukunftsziele

Der DVT engagiert sich besonders in der Qualitätssicherung der Ausbildung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern

Der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine (DVT) ist eine gemeinnützige Dachorganisation aus 48 Fachgesellschaften der Bereiche Technik- und Naturwissenschaften. Der VDI ist eines der Gründungsmitglieder des DVT. Der Verband hat sich der Behandlung übergeordneter Probleme aus Naturwissenschaft und Technik verschrieben, sowie er es als seine Aufgabe sieht, die Belange und Interessen der Ingenieure und Naturwissenschaftler gegenüber Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu vertreten. Zudem ist der DVT gerade im Bereich der Nachwuchssicherung aktiv.²¹⁰

²⁰⁸ DIN (2010)

²⁰⁹ DIN (2010)

²¹⁰ DVT (2011)

Der Verband engagiert sich besonders in der Qualitätssicherung der Ausbildung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Im Rahmen eines Memorandums, welches 2005 veröffentlicht wurde, wurden folgende Ziele und Aufgaben für die Zukunft festgelegt:

- Höhere Transparenz der Studienabschlüsse,
- Verbesserte Mobilität der Studierenden im In- und Ausland,
- Förderung der Akkreditierung von Studiengängen,
- Keine Zulassung von Quotierungen von Studienplätzen,
- Verbesserung der Autonomie und Gestaltungsfreiheit der Hochschulen,
- Beibehaltung der Differenzierung von Fachhochschulen und Universitäten,
- Schärfung der eigenen Profile von Fachhochschulen und Universitäten,
- Förderung von Kooperationen zwischen Universitäten und Fachhochschulen,
- Schaffung von Optionen für Betriebspraktika und Abschlussarbeiten in Verbindung mit Industrieprojekten,
- Steigerung der Attraktivität des Studiums für Ausländer.²¹¹

Insgesamt sieht es der DVT als wesentliche Herausforderung, dem Fachkräftemangel zu begegnen. Erwartet wird durch den DVT, dass über die Hälfte der Betriebe in den nächsten fünf Jahren selbst durch einen Mangel an qualifizierten Mitarbeitern betroffen sind.²¹²

VBI – Zukunftsthemen

Dem Verband Beratender Ingenieure (VBI) ist neben den Beratungstätigkeiten besonders wichtig, sich für die Verbesserung der Rahmenbedingungen, einen fairen Leistungswettbewerb und die freie Berufsausübung einzusetzen.²¹³ Ein zentrales Zukunftsthema des VBI ist die qualifizierte und qualitätssichernde Ingenieurausbildung. Dabei fordert der VBI, dass die Ausbildungsstandards einheitlich und international vergleichbar werden. Trotz des Bologna-Prozesses sei dies bislang nach Ansicht des VBI noch nicht gegeben. Zudem plädiert der VBI für den Erhalt der Marke Diplom, um das internationale Ansehen der deutschen Diplomingenieure nicht abzuschaffen.²¹⁴ Für die Zukunft wird des Weiteren zur Ausweitung der Elektromobilität in Deutschland plädiert. Ziel

Ein zentrales Zukunftsthema des VBI ist die qualifizierte und qualitätssichernde Ingenieurausbildung

Die Ausbildungsstandards müssen künftig einheitlich und international vergleichbar werden

²¹¹ DVT (2005)

²¹² DVT (2010)

²¹³ <http://www.vbi.de/der-vbi/der-vbi.html>

²¹⁴ VBI (2010)

sollte es dabei sein, auf kommunaler und überregionaler Ebene die Infrastrukturen zu planen und aufzubauen, die Fertigungsstätten zu modernisieren, die notwendigen Erneuerbaren Energien bereitzustellen und ihre Leistungsfähigkeit zu gewährleisten.²¹⁵ Neben der Elektromobilität steht auch das Thema der Energieeffizienz für den VBI im Vordergrund und appelliert an die Nutzung von Synergien durch die Zusammenarbeit von vielen Planungsdisziplinen.

VDE – Zukunftsziele

Für die Zukunft fordert der VDE, vermehrt in Forschung und Entwicklung von Schwerpunkttechnologien für Elektroautos und Smart Grids zu investieren

Der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) ist einer der großen europäischen Verbände für Elektro- und Informationstechnik und dient als internationale Experten-Plattform für Wissenschaft, Normung und Produktpflege. Der Verein baut dabei auf drei Säulen: Wissenschaft, Normung und Prüfung. Dabei dient das Netzwerk des VDE zum Austausch von Wissen und Informationen, zur Erhöhung der Technikakzeptanz und der Entwicklung von notwendigen Normen und Standards sowie Prüf- und Kontrollverfahren.²¹⁶ VDE und VDI arbeiten bereits seit vielen Jahren in der gemeinsamen Gesellschaft VDI/VDE Innovation + Technik GmbH zusammen.

Für 2020 prognostiziert der VDE eine stark angestiegene Bedarfslücke bei den Elektroingenieuren. Die derzeitige Lücke von knapp 8.000 Elektroingenieuren wird bis zum Jahr 2020 um 22 Prozent steigen, sowie die Anzahl an Hochschulabsolventen gleichzeitig um 11 Prozent sinken wird.²¹⁷ Gründe dieser ansteigenden Tendenz sieht auch der VDE in den geringen Absolventenzahlen, den niedrigen Frauenquoten sowie dem Ausscheiden zahlreicher älterer Ingenieure bei gleichzeitiger Abnahme der Anzahl der Schulabgänger. Für die Zukunft fordert der VDE deshalb, vermehrt in Forschung und Entwicklung von Schwerpunkttechnologien für Elektroautos und Smart Grid zu investieren, damit die deutsche Wettbewerbsfähigkeit weiterhin bestehen bleibt.²¹⁸

Um zukünftig eine Reduzierung des Energieverbrauchs von Kommunikationstechnologien zu erreichen, muss nach neuen Systemlösungen gesucht werden

Daneben sollten jedoch auch die bestehenden Problematiken bezüglich des fehlenden Nachwuchses genau betrachtet werden. Vor allem Informationen und Rollenvorbilder sind die fehlenden Komponenten zur effektiven Nachwuchswerbung. Obwohl zahlreiche Aktionen und Projekte initiiert wurden, sind diese unzureichend bekannt und werden oft nicht nachhaltig genutzt. Der VDE sieht deshalb die Verbindung von mehreren Projekten und Institutionen für sinnvoll an, sowie überdies in das Bildungssystem ein kontinuierliches Technik-Curriculum eingebaut werden und Unternehmen ihre Leistungsträger als Rollenvorbilder stärker her-

²¹⁵ VBI (2009)

²¹⁶ VDE (2011)

²¹⁷ VDE (2010c)

²¹⁸ VDE (2010d)

ausstellen sollten, um mehr Jugendliche für die Elektro- und Informationstechnik zu gewinnen.²¹⁹

Um Deutschland in der Entwicklung der IuK-Technologien in eine Vorreiterposition zu bringen, ist es nach Ansicht des VDE notwendig, die Forschungsförderung und Erfindungseffizienz zu verbessern. Dabei sollen durch effiziente Verknüpfung von Wissenschaft und industrieller Innovationskraft Produkte entstehen, die auf dem globalen Markt bestehen können. Jedoch appelliert der VDE zugleich für die Reduzierung des Energieverbrauchs der Kommunikationstechnologien. Dazu muss nach neuen Systemlösungen geforscht werden und somit umfangreiche Investitionen in Forschung und Entwicklung dieser getätigt werden.²²⁰

VDI – Strategische Ziele

Mit seinen „Strategischen Zielen“²²¹ hat sich der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) aufgestellt, um auf die Herausforderungen der Zukunft reagieren zu können. Dabei legt der VDI aktuell einen Fokus auf die Zukunftsherausforderungen der Nachwuchsförderung, der Unterstützung deutscher Ingenieure in Europa, der technischen Bildung, Wissensvermittlung und der Politikberatung sowie der Ressourceneffizienz.

Zu den Bemühungen um Ingenieurwachstum zählt die bessere Nutzung von neuen Kommunikationswegen, wie etwa das Internet, um den Dialog mit jungen Menschen zu befördern.²²² Um das Image der Ingenieure zu stärken, sind Initiativen wie „SACHEN MACHEN“ oder das MERIAN-Heft „Deutsche Technikstraße“, das „Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften“, welches der VDI in Zusammenarbeit mit acatech erstellt hat, das TecTV, die Formula Student Germany²²³ oder MINT-Role-Models für Schülerinnen und Studentinnen zu nennen.²²⁴ Da ein flächendeckender Technikunterricht an den Schulen fehlt, wird der VDI auch in Zukunft gemeinsam mit vielen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft zahlreiche Projekte, Veranstaltungen und Programme entwickeln, um Technik spannend zu inszenieren und früh Begeisterung für technische Zusammenhänge zu wecken.²²⁵ Dabei sollte die Unterrichtszeit in den Fächern Technik, Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften auf mindestens ein Drittel des gesamten Stundenvolumens ausgedehnt werden. Auch das bereits sehr erfolgreiche Angebot für Kinder, das durch

Mit seinen „Strategischen Zielen“ ist der VDI gut aufgestellt, um auf die Herausforderungen der Zukunft reagieren zu können

Für die Zukunft stehen die Nachwuchsförderung, die Unterstützung deutscher Ingenieure in Europa, die technische Bildung, Politikberatung sowie die Ressourceneffizienz im Fokus

²¹⁹ VDE (2010a)

²²⁰ VDE (2010b)

²²¹ §2 der Satzung des VDI – Vereinszweck

²²² z. B. durch www.vdi-studierende.de, www.vdi.de/elevate

²²³ www.formulastudent.de

²²⁴ www.mint-role-models.de

²²⁵ www.tag-der-technik.de

den „VDIni-Club“²²⁶ verfolgt wird, ist zukunftsweisend. Die regionalen VDIni-Clubs sollen in Zukunft erweitert und ausgebaut werden.²²⁷

ZBI-Berlin - Zukunftsziele

Die Zukunftsaufgaben sieht der ZBI-Berlin unter anderem in der Verbesserung der Gegebenheiten zur Berufsausübung von Ingenieuren

Der Zentralverband der Ingenieurevereine e. V. (ZBI-Berlin) ist die Dachorganisation für alle deutschen Ingenieurverbände mit Sitz in Berlin. Zusammen mit dem DVT und dem VDI führte der ZBI-Berlin 2010 den Berufsausweis für Ingenieure ein, die so genannte „engineerING card“. Hauptaufgaben sieht der ZBI-Berlin in der Verbesserung der Gegebenheiten zur Berufsausübung von Ingenieuren, z. B. Förderung eines Niederlassungsrechtes für alle Ingenieure der EU, der Förderung der Besetzung von Leistungspositionen in der öffentlichen Verwaltung durch Ingenieure, der Unterstützung der Ingenieure in ihrer beruflichen Entwicklung, der Forderung von leistungsgerechter Vergütung und sicheren Arbeitsplätzen u. ä. Zudem legt auch der ZBI-Berlin einen Fokus auf die Ingenieurausbildung sowie Weiterbildung der Ingenieure.

Die Ziele für die Ingenieurausbildung sind:

- „Zeitgemäße Gestaltung der Studiengänge mit angemessener Berücksichtigung von Praxisanteilen,
- Vermitteln von fachübergreifenden Inhalten,
- Verbessern der Durchlässigkeit des Hochschulsystems,
- Integrierte Auslandsstudiengänge,
- Erneuerung des Studien- und Graduierungssystems unter Beibehaltung der Diplome und Einbindung der Bachelor- und Masterabschlüsse.“²²⁸

Darüber hinaus sollen auch Fort- und Weiterbildungen der Ingenieure gefördert werden. Für die Zukunft sieht es der ZBI-Berlin als wesentlich an, den Zugang zum Arbeitsmarkt für ausländische Ingenieure zu erleichtern, denn hier finden sich in Deutschland laut dem ZBI-Berlin zu viele Beschränkungen.

Besondere Begrüßung findet im ZBI-Berlin die Wiedereinführung der Marke Diplom. Für die Zukunft strebt der ZBI-Berlin an, neben den Bologna-Prozessen an dem Diplomgrad festzuhalten, da dieser auch international große Anerkennung besitzt und eine Art Alleinstellungsmerkmal der deutschen Ingenieurausbildung ist.²²⁹

²²⁶ www.vdini-club.de

²²⁷ Fuchs, W. (2010a)

²²⁸ ZBI-Berlin (2011)

²²⁹ ZBI-Berlin (2010)

Im internationalen Kontext setzt sich der ZBI-Berlin vor allem für die Zusammenarbeit in den Bereichen der Ingenieurausbildung und Berufsausübung ein, sowie der Verband für den Austausch von Wissen und Erfahrungen plädiert.²³⁰

5.2.1.2 Zukunftsstrategien technikorientierter Wirtschaftsverbände (alphabetisch)

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM) – Ziele

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM) ist Interessenvertreter für mehr als 1.350 Unternehmen aus den Bereichen der IT-, Telekommunikations- und Neue-Medien-Branche. Als Repräsentant von 90 Prozent des nationalen IT-Marktes ist BITKOM ein Netzwerk zum Erfahrungsaustausch und zur Kooperation untereinander, sowie für den Kontakt mit potenziellen Kunden.

Kern der Zukunftsagenda des BITKOM ist es, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen in der Wirtschaft und Politik zu schaffen

Kern der verbandseigenen Agenda ist es, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen in der Wirtschaft und Politik zu schaffen, die Bildungsbedingungen für den Nachwuchs zu verbessern, den ITK-Mittelstand zu stärken sowie darüber hinaus eine positive Entwicklung auf den Gebieten des Datenschutzes, der Green-IT, E-Government und E-Health, der Telekommunikations- und Medienordnung u. ä. zu erreichen.²³¹ Dabei leiten BITKOM drei übergeordnete Ziele für die Zukunft:

- Rahmenbedingungen verbessern
- Strategische IT-Politik vorantreiben
- Exzellenten Service bieten.²³²

In der aktuellen Agenda für die 17. Wahlperiode²³³ werden die zentralen Themenfelder und Ziele für die Zukunft nochmals deutlich herausgestellt. Dabei wurden als prioritäre Themengebiete folgende identifiziert: Fachkräftepolitik, Gesundheitspolitik, Datenschutz, Innovationen, Geistiges Eigentum, Steuerpolitik, ITK-Mittelstand, Telekommunikations- und Medienpolitik, Klimaschutz durch Hightech, Sicherheit und Investitionen im öffentlichen Sektor.

Exemplarisch lassen sich für die verfolgte Vision des Verbands im Bereich der Fachkräftepolitik u.a. die Steigerung der Bildungsausgaben, Förderung der MINT-Fächer sowie ein grundlegend stärkeres Engagement in der frühkindlichen Bildung nennen. Weitere Forderungen an die

²³⁰ ZBI-Berlin (2011)

²³¹ BITKOM (2011)

²³² BITKOM (2011)

²³³ BITKOM (2009)

Regierung finden sich im Ziel, das Datenschutzgesetz neu aufzulegen, die Förderungsmittel für Informations- und Telekommunikationstechnologien ab 2009 um 15 Prozent zu erhöhen oder in der Implementierung einer Expertenkommission zur Koordinierung der Innovationspolitik zwischen Bund und Ländern. Im Rahmen der Steuerpolitik fordert BITKOM die Schaffung und Umsetzung eines innovationsfreundlichen Steuermodells sowie die Einhaltung der Schuldenbremse. Bezogen auf die Telekommunikations- und Medienpolitik soll in Zukunft die Internetaufsicht gebündelt und das Telemediengesetz novelliert werden.²³⁴

Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI) – Voraussetzungen für die Zukunft

Dem VCI ist es wichtig, Deutschland als Industrieland zu stärken und fordert daher für die Zukunft die Entwicklung einer industriepolitischen Strategie

Der Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI) steht für mehr als 90 Prozent der chemischen Industrie in Deutschland. Mit über 1.600 nationalen und internationalen Chemieunternehmen vertritt der Verband die wirtschaftspolitischen Interessen in der Wirtschaft, Wissenschaft und den Medien.

In einer gemeinsamen Stellungnahme des VCI und des Bundesarbeitgeberverbands Chemie (BAVC) zur Europa 2020 Strategie, wird betont, dass die erarbeiteten Ziele nur mit einer starken und wettbewerbsfähigen Industrie erreicht werden können. Deshalb muss die Europäische Kommission vier Grundsätze beachten:

- Anerkennung einer wettbewerbsfähigen Industrie
- Erfolg durch eine intelligente Industriepolitik
- Nachhaltiges Wachstum durch kosteneffiziente Maßnahmen
- Zielsetzung und Maßnahmenausgestaltung auf Basis einer Problemanalyse

Die Europäische Kommission wird aufgefordert, verstärkt das Ziel einer wettbewerbsfähigen Industrie zu verfolgen. Dafür muss sich Europa - nach Ansicht des VCI - klar zur sozialen Marktwirtschaft bekennen, gute Rahmenbedingungen schaffen, Innovationen vorantreiben, Spielräume für passgenaue Lösungen geben, die Energieversorgung optimieren, auf offene Märkte und eine starke Binnenmarktstruktur setzen sowie zum Bürokratieabbau beitragen. Als entscheidend sieht der VCI an, kosteneffiziente Instrumente zu wählen und dabei die Mehrfachbelastungen der Industrie zu vermeiden. Nur durch die Berücksichtigung des demographischen Wandels und ähnlichen Trends können Ziele und Maßnahmen passgenau ausgestaltet werden. Eine fundierte Problemanalyse muss dem Prozess somit vorweggehen.²³⁵

²³⁴ BITKOM (2009)

²³⁵ VCI (2010)

Insgesamt ist es dem VCI vor allem nach der Wirtschaftskrise wichtig, Deutschland als Industrieland zu stärken. Für die Zukunft fordert der Verband deshalb die Entwicklung einer industriepolitischen Strategie, welche auch die Einführung steuerlicher Forschungsförderung berücksichtigt. Daneben soll der Staat auf inventionistische oder protektionistische Eingriffe verzichten und sich auf die Schaffung von wettbewerbsfähigen und verlässlichen Rahmenbedingungen, bei denen der Sachverstand der Industrie stärker zu Rate gezogen wird, konzentrieren.

Verband Deutscher Automobilindustrie (VDA) – Mobilität 2020

Der Verband Deutscher Automobilindustrie (VDA) zählt mehr als 600 Unternehmen zu seinen Mitgliedern. Sowohl Hersteller, Zulieferer als auch Aufbautenhersteller haben sich dem Ziel einer nachhaltigen, modernen und sicheren Mobilität der Zukunft verschrieben. Die gemeinsame Arbeit unter einem Dach ermöglicht einen offenen und direkten Dialog, welcher starke Vorteile in der Entscheidungsfindung bietet. Neben der politischen Interessenvertretung in verschiedensten Bereichen ist der VDA vor allem auch Plattform des Interessenausgleichs der Herstellergruppen sowie der Schaffung gemeinsamer Standards, welche einer Stärkung der gemeinsamen Wertschöpfungskette dienlich sind.²³⁶

Für die Schaffung einer nachhaltigen Mobilität verfasste der VDA eine Agenda Mobilität 2020. Ziele sind unter anderem den Wohlstand zu sichern, den Menschen Zugang zur individuellen Mobilität zu ermöglichen, Sicherheit zu gewährleisten, die Umwelt zu schützen und Ressourcen zu schonen sowie die wirtschaftliche Bedeutung des Verkehrs für das nationale Wachstum und die Beschäftigung zu sichern. Der VDA legte für die Agenda Mobilität 2020 vier Schwerpunkte fest:

- Kapazität
- Kooperation
- Kompetenz
- Kosten

Der Schwerpunkt Kapazität sieht z. B. vor, Dialogforen zur Erarbeitung gemeinsamer Lösungen einzuführen, einen Bericht zur Verkehrslage in Deutschland zu implementieren, intelligentes Verkehrsmanagement zu verankern und innovative Fahrzeugkommunikation zu entwickeln. Eine Verbesserung der Kooperation soll durch den Austausch von Best-Practice Beispielen, der Entwicklung und Umsetzung von Stadtverkehrskonzepten, des Ausbaus und der Verbesserung des kombinierten Verkehrs oder des allgemeinen Zusammenwirkens der Verkehrsträger erreicht werden. Im Schwerpunkt Kompetenz setzt der VDA auf die Optimierung innovativer urbaner Mobilität, die Marktdurchdringung von

Für die Schaffung einer nachhaltigen Mobilität verfasste der VDA eine Zukunftsagenda 2020 mit den Schwerpunkten Kapazität, Kooperation, Kompetenz und Kosten

²³⁶ VDA (2011)

Fahrerassistenz-Systemen, der Sicherung der Anwendungsorientierung der Projekte sowie der allgemeinen Aus- und Weiterbildung. Im Bereich der Kosten soll es bis 2020 zur Senkung der individuellen Mobilitätskosten kommen, die Mittelverwendung effizienter gestaltet werden, Public Private Partnership Modelle vermehrt geprüft und die Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft weiterentwickelt werden.²³⁷

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) – Leitlinien und Europa 2020

Die zentralen Leitthemen der Zukunft sieht der VDMA in den Bereichen „Vernetzt denken und handeln“, „Zukunft für Unternehmer“, „Technik und Menschen“ und „Europa und die Welt“

Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) vertritt rund 3.000 Firmen der Investitionsgüterindustrie. Neben den deutschen Mitgliedsfirmen tragen auch die internationalen Mitglieder des VDMA dazu bei, dass der Verband der Größte der Investitionsgüterindustrie ist. Neben einer starken Exportorientierung kennzeichnet den VDMA die hohe Mitgliedszahl von KMU (ca. 86 Prozent).²³⁸

Die zentralen Leitthemen der Zukunft sieht der VDMA in den Bereichen „Vernetzt denken und handeln“, „Zukunft für Unternehmer“, „Technik und Menschen“ und „Europa und die Welt“. Dabei erachtet der Verband es als wesentlich, für den fortwährenden globalen Erfolg des Maschinen- und Anlagenbaus Erfahrungen und Wissen unterschiedlicher Bereiche miteinander zu verbinden. Durch die Vernetzung sind Aufgaben lösbar, die ohne den interdisziplinären Einfluss nicht zu bewältigen wären. Strategischer Erfolgsfaktor im Maschinen- und Anlagenbau ist die Kenntnis über die neuen Technologien sowie das interdisziplinäre Denken und Handeln. Der VDMA sieht sich dabei auch als Zugang zu den Weltmärkten. Die Erschließung dieses ist vorrangiges Ziel des Verbands. Insgesamt soll der Anlagen- und Maschinenbau als Erfolgsbranche sowie Lieferant von Schlüsseltechnologien wahrgenommen werden.²³⁹

In einer Stellungnahme zur Europa 2020 Strategie der Europäischen Kommission betont der VDMA seine Unterstützung bei der Schaffung eines intelligenten, nachhaltigen und integrativen Wachstums. Jedoch legt der Verband darüber hinaus Wert auf die Ausdifferenzierung der einzelnen Bestandteile. So greift die Ökologisierung der Wirtschaft, durch Regulierungen und weitere staatliche Eingriffe zu kurz. Der VDMA lehnt das Misstrauen gegenüber dem Markt ab und sieht den Fokus auf der Optimierung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Zudem soll eine konkrete Ausstiegsstrategie für die derzeit praktizierte expansive Fiskalpolitik entwickelt werden. Um die klaren Ziele der Europa 2020 Strategie zu erreichen, fordert der VDMA, eine verbindliche und klar definierte Umsetzungsstrategie, die Mechanismen integriert,

²³⁷ VDA (2008)

²³⁸ VDMA (2010)

²³⁹ VDMA (2011b)

welche Mitgliedsstaaten zur Erreichung der vereinbarten Ziele anhalten.²⁴⁰

ZVEI -Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e. V.

„Der ZVEI vertritt die wirtschafts-, technologie- und umweltpolitischen Interessen der deutschen Elektroindustrie auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.“²⁴¹

Seine Vision und Mission umfasst:²⁴²

- die ordnungs- und wirtschaftspolitische Vertretung der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie in Deutschland;
- die kompetente Interessenvertretung gegenüber Politik, Gesellschaft, Kunden und Wertschöpfungspartnern;
- die Information über aktuelle Entwicklungen und Positionen der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie;
- eine Plattform zur Meinungsbildung seiner Mitglieder.

Zum IT-Gipfel 2009 hat der ZVEI die Nationale Roadmap Embedded Systems²⁴³ publiziert, die begründet, dass Deutschland bei industrieller Informationstechnik ein weltweit führender Standort ist. Die „Hightech im Verborgenen“ trägt demnach entscheidend zu Deutschlands technologischer Führungsrolle in der Welt bei. Laut ZVEI Roadmap hängen mehr als die Hälfte der Industrieproduktion und über 80 Prozent der Exporte Deutschlands von deren Einsatz ab.

In drei Technologie Roadmaps zur Automation 2020+ hat der ZVEI technologische Automationsbedarfe der Zukunft identifiziert. Darin werden Zukunftsmärkte für Automatisierungslösungen dargestellt und strategische Herausforderungen mit Empfehlungen für das Auslandsgeschäft deutscher Unternehmen der elektrischen Automatisierung diskutiert.

Der ZVEI hat technologische Bedarfe der Zukunft identifiziert damit Deutschland bei industrieller Informationstechnik und Automation auch in Zukunft ein weltweit führender Standort ist

In Technologie-Roadmaps zu Embedded Systems und zur Automation 2020+ werden Zukunftsmärkte dargestellt

²⁴⁰ VDMA (2010)

²⁴¹ <http://www.zvei.org/>

²⁴² ZVEI (2011)

²⁴³ ZVEI (2009)

Die beiden Integrierten Technologie Roadmaps Automation 2020+ über Energie²⁴⁴ sowie Wasser und Abwasser²⁴⁵ beschreiben die Zukunftsmärkte und Technologieanforderungen auf Grund technologischer, politischer und insbesondere gesellschaftlicher Entwicklungen. Sie geben damit den Unternehmen der Branche zuverlässige Informationen über die Weiterentwicklung der Absatzmärkte und damit für die strategische Ausrichtung des eigenen Portfolios.

Die dritte Roadmap der Reihe ‚Integrierte Technologie-Roadmap Automation 2020+‘ beschäftigt sich mit ‚Future Markets for Megacities‘. Die englischsprachige Roadmap beschreibt Perspektiven für die Marktentwicklung von Automatisierungslösungen in Megacities.²⁴⁶

5.2.2 Schweiz

Bildungspolitisches Ziel der Schweiz ist es, in den nächsten 10 Jahren den Anteil der Wissenschafts- und Technikabsolventen um 13 Prozent zu erhöhen

Bildungspolitisches Ziel der Schweiz ist es, in den nächsten 10 Jahren den Anteil der Wissenschafts- und Technikabsolventen um 13 Prozent zu erhöhen. Jedoch wird selbst diese Steigerung des Anteils an Ingenieuren nicht ausreichen, um die zunehmende Nachfrage in den Bereichen Forschung und Entwicklung zu decken. Die Schweizer Industrie setzt sich – nicht zuletzt aufgrund des Fachkräftemangels – traditionell aus einem hohen Anteil an qualifizierten ausländischen Arbeitskräften zusammen. Im Jahr 2009 waren mehr als ein Viertel aller Erwerbstätigen Ausländer(innen) (27,7 Prozent)²⁴⁷, Tendenz steigend.

Wie nachfolgend dargestellt, haben die Schweizer Ingenieurvereine „Swiss Engineering“ und „Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA)“ zwar keine Visionen für 2020+ entwickelt, jedoch wurden klare strategische Ziele für heute und die Zukunft festgelegt.

²⁴⁴ In der Roadmap „Energie“ sind vertiefend die Schwerpunktthemen „Energie aus regenerativen Großkraftwerken“, „Energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse“, „Smart Grids“, „CO₂-Abscheidung und -speicherung (CCS)“ sowie „Wasserstoff als Energiespeicher“ als wichtige und zukunftssträchtige erkannte Marktsegmente untersucht. Verfügbar unter: http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Fachverbaende/Automation/Publikation/Bestellformular_Roadmap_Energie.pdf.

²⁴⁵ In der Roadmap „Wasser und Abwasser“ sind es die Schwerpunkte „Meerwasserentsalzung“, „Trinkwassergewinnung aus Abwasser“, „Arzneimittelrückstände und andere Spurenstoffe in Abwässern“, „Risikomanagement: Schutz kritischer Wasserinfrastrukturen“, „Kanalnetzbewirtschaftung“, „Energetische Klärschlammnutzung“ so wie „Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm“. Verfügbar unter: http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Fachverbaende/Automation/Publikation/Bestellformular_Roadmap_Wasser_und_Abwasser.pdf.

²⁴⁶ Dafür wurden zwei Fallbeispiele für die Megacities Shanghai und Abu Dhabi/Dubai ausgearbeitet. Die Studie untersucht insbesondere die Infrastrukturbereiche Energie, Wasser und Abwasser, Transport sowie internationale städtebauliche Leuchtturmprojekte. Die ausschließlich in Englisch erschienene Broschüre kann als PDF- oder Druckversion bestellt werden unter www.zvei.org/automation.

²⁴⁷ Bundesamt für Statistik (2011)

5.2.2.1 Schweizer Ingenieurverein (SIA)

Der 1837 gegründete Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) schafft ein Netzwerk für qualifizierte Fachleute aus den Bereichen Bau, Technik, Industrie und Umwelt. Ziel und Vision für die Zukunft ist es, eine nachhaltig gestaltete Umwelt zu schaffen, welche durch eine hohe Qualität gekennzeichnet ist. Dafür soll die Kartierung des energie-relevanten Gebäudebestandes der Schweiz gefördert und Maßnahmen geplant werden, welche sich an die Initiative Energieeffizienz anschließen. Auch die Mitgestaltung des Lebensraumes der Schweiz ist der SIA ein wichtiges Ziel, weshalb in Zukunft ein verstärkter Einfluss auf die Neugestaltung der gesetzlichen Grundlagen zur Raumplanung gefordert wird. Nicht zuletzt soll auch die Mitwirkung in der Bildungspolitik, für eine qualitative Ausbildung, gestärkt werden.²⁴⁸

5.2.2.2 Swiss Engineering

Zweiter in der Schweiz ansässiger Ingenieurverein ist neben dem SIA der Verband Swiss Engineering. Ziel des Verbands ist es, seine Mitglieder in ihrer beruflichen Entwicklung zu unterstützen und ihre Interessen in der Öffentlichkeit zu vertreten.²⁴⁹

Swiss Engineering setzt sich vor allem für die Behebung des Mangels an Fachkräften in den Ingenieur- und Naturwissenschaften ein und engagiert sich aktiv im Bereich der Nachwuchsförderung.

In den folgenden Jahren sollen durch attraktive Rahmenbedingungen an den Universitäten möglichst vielen Studierenden eine hervorragende Ausbildung in Ingenieurwissenschaften ermöglicht und auch international Interessierte für die Schweizer Universitäten begeistert werden. Nur so kann ein Pool an hochqualifizierten Spezialisten für die Schweizer Wirtschaft geschaffen werden. Deshalb fordert Swiss Engineering in Zukunft eine Lockerung der Ausländergesetzgebung und einen Abbau der Hürden für Ausländer aus Nicht-EU/EFTA-Staaten zur Aufnahme eines Studiums.²⁵⁰

Darüber hinaus hat jedoch die nationale Nachwuchsförderung oberste Priorität für Swiss Engineering. So sollen Schüler bereits frühzeitig mit Ingenieur- und Naturwissenschaften in Kontakt gebracht, technische Fächer größeren Einzug in die Lehrpläne erhalten, das Lehrpersonal besser geschult werden und spielerische Experimente statt Theorie im Vordergrund stehen.

Weiteres Ziel für die Zukunft ist zudem, den Anteil der Frauen in den Ingenieurberufen zu erhöhen, dafür sollen Unternehmen die Vereinbar-

Zu den strategischen Zielen der Schweizer Ingenieurverbände zählen der Abbau der Hürden für Ausländer zur Aufnahme eines Studiums, die nationale Nachwuchsförderung in den Ingenieur- und Naturwissenschaften, die Erhöhung der Frauenquote in den Ingenieurberufen

²⁴⁸ <http://www.sia.ch/d/index.cfm>

²⁴⁹ <http://web.swissengineering.ch/>

²⁵⁰ Swiss Engineering (2009)

keit von Familie und Beruf intensiver unterstützen. Daneben sollen Angebote für das lebenslange Lernen geschaffen werden und die Entlohnung auch im Alter konkurrenzfähig bleiben.²⁵¹

5.2.3 Großbritannien

2009 wurde durch das Department for Business, Innovation and Skills (BIS) der britischen Regierung ein Paper mit dem Titel „Building Britain’s Future: New Industry, New Jobs“ veröffentlicht. Dieses enthält die strategische Vision Großbritanniens für die Zukunft nach der Wirtschaftskrise. Der Fokus der Strategie liegt auf den weiterzuführenden Investitionen in Wirtschaft und Technologien und der Ausweitung der Aktionen in diesem Feld. Konkret wird darauf abgezielt, die Fähigkeiten der Bürger zu verbessern und diese für die spezielle Nachfrage einer modernen Wirtschaft zu adaptieren, die eigenen Fähigkeiten in Forschung und Entwicklung zu stärken, mehr Neuerungen in Wissenschaft und Technologien einzuführen und diese Innovationen erfolgreich auf den Markt zu bringen.²⁵² Im Folgenden wird eine gemeinsame Zukunftsvision von acht Ingenieurverbänden und die technische Strategie-Roadmap der „Institution of Chemical Engineers“ dargestellt.

5.2.3.1 Engineering the Future

Die britischen Ingenieurorganisationen entwickelten eine ergänzende Vision für die Zukunft der britischen Ingenieure.

In einer Allianz von acht professionellen Ingenieurorganisationen und assoziierten Institutionen aus Großbritannien²⁵³ (mit insgesamt über 450.000 Mitglieds-Ingenieuren) wurde „Engineering the Future“ entwickelt, und fünf Zukunfts-Schlüsselthemen für die politische Agenda identifiziert:

- Investition in die Fertigkeiten für die Zukunft,
- Übernahme der Führung in den kohlenstoffarmen Technologien,
- Nutzung des Wertes der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungsbasis Großbritanniens,
- Ausschöpfung des Potenzials von öffentlichen Spenden zur Förderung von Innovationen,
- Höhere Berücksichtigung ingenieurwissenschaftlicher Empfehlungen in der Politikgestaltung.

²⁵¹ Arqint, Stefan (2010)

²⁵² HM Government (2009)

²⁵³ The Engineering Council; Engineering UK; The Institution of Chemical Engineers; The Institution of Engineering and Technology; The Institution of Civil Engineers; The Institution of Mechanical Engineers; The Institute of Physics; The Royal Academy of Engineering.

Eine Allianz von acht professionellen Ingenieurorganisationen und assoziierten Institutionen aus Großbritannien haben eine gemeinsame Zukunftsvision entwickelt

Von der Regierung erwartet die Organisationen in diesem Rahmen beispielsweise die Verstärkung des Fokus auf sogenannte STEM²⁵⁴ Themen in der Schule und am Kolleg, die Förderung von Ausbildungsplätzen und Graduiertentrainings in der Industrie, die Prioritätssetzung auf eine Entwicklung und Forschung für kohlenstoffarme Technologien und Energieeffizienz, die Vermehrung von Langzeitinvestitionen in Start-Ups, die Rekrutierung von hochqualifizierten Ingenieuren oder aber die Sicherstellung, dass Politik über Empfehlungen der Ingenieurwissenschaften auf allen Stufen der Entwicklung informiert ist.²⁵⁵

„Engineering the Future“ identifiziert fünf Zukunftsschlüsselthemen für die Zukunft des Ingenieurwesens in Großbritannien

5.2.3.2 Institution of Chemical Engineers

Die 1922 gegründete Institution of Chemical Engineers (IChemE) ist eine internationale Mitgliederorganisation für Bürger mit Interesse und/oder Erfahrung im Chemieingenieurwesen. IChemE Mission ist es, das Zentrum für die chemischen, biochemischen und verfahrenstechnischen Ingenieure weltweit zu werden. IChemE fördert und vermittelt Kompetenz, verpflichtet sich einer nachhaltigen Entwicklung und unterschützt die berufliche Karriere ihrer Mitglieder.

Für die Zukunft sieht die IChemE es als Ziele an, den Fortschritt in den Chemieingenieurwissenschaften zu fördern, eine größere öffentliche Bekanntheit zu erlangen, sich aktiv für die Entwicklung von Bildungsstandards im eigenen Bereich einzusetzen und das Wissen und die Fähigkeiten der Mitglieder durch Programme weiterzuentwickeln und zu verbessern.²⁵⁶ 2008 publizierte die IChemE eine Technical Strategy Roadmap und identifizierte dabei folgende Themen und notwendige Prioritäten für die Zukunft:

2008 publizierte die IChemE eine Roadmap und identifizierte als Zukunftsprioritäten: Nachhaltigkeit, Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, Energie, Nahrungsmittel und Wasser

1. Nachhaltigkeit und nachhaltige chemische Technologien

- Streben nach der globalen Nutzung von nichtfossilen Primärenergiequellen
- Reduzieren, Wiederverwerten und Recyceln
- Steigerung der Einführung von innovativen und nachhaltigen Technologien

2. Gesundheit, Sicherheit, Umwelt und öffentliches Risikobewusstsein

- Aufbau eines allgemeinen Verständnisses für Risiko und Risikominimierung
- Schaffung einer Kultur in der Verbesserungen für Gesundheit, Umwelt und Sicherheit entwickelt werden

²⁵⁴ STEM ist die Abkürzung für Science, Technology, Engineering and Mathematics.

²⁵⁵ ICE (2010)

²⁵⁶ IChemE (2011)

- Führung eines offenen Dialogs

3. Energie

- Investitionen in Wissenschaft und Forschung zur Abschaffung der Atomkraft
- Förderung der Forschung für und Umsetzung von Erneuerbaren Energien
- Steigerung der Entwicklung von sauberen Technologien

4. Nahrung

- Entwicklung von Technologien für ein nachhaltiges Abfallmanagement
- Entwicklung von präzisen und nachhaltigen Landwirtschaftsmethoden
- Förderung von Innovationen und Übertragung von Technologien in die Anwendung

5. Wasser

- Entwicklung von nachhaltigen Wassermanagementstrategien
- Steigerung der FuE-Maßnahmen zur Förderung von Technologien

6. Bioverfahrenstechnik und Bioingenieurwissenschaft

- Expandierung der Rekrutierung von Schulabgängern zu Bioingenieuren
- Förderung von neuen Verschmutzungsminderungsstrategien.²⁵⁷

5.2.4 Frankreich

Frankreich veröffentlichte 2010 eine neue Innovations- und Forschungsstrategie, deren Fokus auf drei Prioritäten liegt: die Stärkung der Anreize für den privaten Sektor, die Schaffung und Nutzung von Synergien zwischen Schlüsselakteuren des Innovationsprozesses durch Kompetenzzentren sowie die Unterstützung der Wettbewerbsfähigkeit von klein- und mittelständigen Unternehmen. Dabei wurde überdies ein Schwerpunkt auf Branchen bzw. Themenfelder gelegt, die den Technologiestandort Frankreich weiterhin an der Spitze halten sollen. Zu diesen Felder gehören : 1. Gesundheit, Pflege, Ernährung und Biotechnologie, 2. Umweltschutz und Eco-Technologie sowie 3. Information, Kommunikation und Nanotechnologien.²⁵⁸

Die Zukunftsthemen für den Technologiestandort Frankreich sind Gesundheit, Umweltschutz, Information, Kommunikation und Nanotechnologien

²⁵⁷ IChemE (2008)

²⁵⁸ Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche (2009)

Die großen französischen Ingenieurverbände haben keine international öffentlichkeitswirksame Zukunftsvision entwickelt.

5.2.4.1 Nationalrat der Ingenieure und Wissenschaftler aus Frankreich CNISF

Der Nationalrat der Ingenieure und Naturwissenschaftler aus Frankreich (Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France - CNISF)²⁵⁹, ist ein Zusammenschluss von 160 Ingenieur-Vereinigungen und 23 regionalen Ingenieur-Verbänden, sowie 13 internationaler Sektionen. Es vereint 160 000 direkte und indirekte Mitglieder.

Die Mission des CNISF ist es:

- Repräsentant der Interessen aller Ingenieure und Naturwissenschaftler Frankreichs zu sein;
- Die Förderung der wissenschaftlich-technischen Ausbildung und des Ingenieurberufes voranzutreiben;
- An Beratungen der Regierung, Unternehmen, Institutionen und Schulen (insbesondere im Maschinenbau) mitzuwirken;
- Die Öffentlichkeit mit Informationen über wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu versorgen;
- Seinen Mitgliedern umfassend aktuelle Informationen zur Verfügung zu stellen

Der CNISF hat die Studiengruppe Futuribles²⁶⁰ Anfang 2011 beauftragt eine Studie zum Thema „Bildung und Ausbildung im Jahr 2025: Welche Herausforderungen? Welche Innovationen?“²⁶¹ zu erstellen.

Hintergrund zu dieser Studie war die Erkenntnis, dass Reformen der Bildungs- und Ausbildungssysteme in Frankreich dringend erforderlich sind. Basierend auf dieser Beobachtung soll die Studie einen Überblick geben über die allgemeine und berufliche Bildung in Frankreich und die wichtigsten Herausforderungen, mit denen sie in den kommenden 15 Jahren konfrontiert sein wird. Erste Ergebnisse der Studie werden für September 2011 erwartet.

Die großen französischen Ingenieurverbände haben keine international öffentlichkeitswirksame Zukunftsvision entwickelt

Der CNISF hat eine Studie zum Thema „Bildung und Ausbildung im Jahr 2025: Welche Herausforderungen? Welche Innovationen?“ geplant

²⁵⁹ <http://www.cnisf.org>

²⁶⁰ Futuribles (2010)

²⁶¹ CNISF (2010)

5.2.4.2 Association Française des Ingénieurs ou Techniciens de l'Environnement AFITE

Die französische Vereinigung von Umweltingenieuren und -technikern (Association Française des Ingénieurs ou Techniciens de l'Environnement – AFITE)²⁶² ist eine gemeinnützige Vereinigung von persönlichen Mitgliedern (meistens Ärzte, Ingenieure, Ingenieurbüros). Sie wurde im Jahr 1979 geschaffen und hat derzeit etwa 1.800 Mitglieder²⁶³ aus dem Umfeld von Emissionsminderungstechnologien (Luft, Wasser, Abfall, Lärm und industrielle Risiken). AFITE erhält keine staatliche Finanzierung und stützt sich nur auf Mitgliedsbeiträge.

AFITE bietet seinen Mitgliedern ein professionelles Verzeichnis, ein Informations-Bulletin (sechs jährliche Ausgaben), technische Besuche (10 pro Jahr), sowie Symposien und Konferenzen.

AFITE war einer der drei Gründer von EFAEP²⁶⁴, dem heutigen Europäischen Netzwerk der Umweltberufe und ist heute dessen Sekretariat.

5.2.4.3 Association française de Normalisation (AFNOR)

Die AFNOR ist das offizielle Normungsinstitut in Frankreich

Die Association française de normalisation (AFNOR) ist das offizielle Normungsinstitut in Frankreich. AFNOR hat die durch die Regierung zugewiesene exklusive Befugnis, Normen zu billigen. Der Verband ist sowohl Mitglied der ISO als auch des Europäischen Komitees für Normung.

Die französische Standardisierungspolitik wird auf europäischer und internationaler Ebene festgelegt. Die AFNOR trägt zur Entwicklung einer nationalen Strategie bei, welche von allen angewendet wird und so den französischen Einfluss auf internationaler Ebene stärkt. In diesem Sinne muss Standardisierung die Erwartungen der Global Player erfüllen und gleichzeitig auf einer nationalen und lokalen Ebene, vor allem durch die Industrie akzeptiert werden.

Die Strategie der Standardisierung für die Zukunft besteht aus vier Achsen²⁶⁵:

²⁶² <http://www.afite.org>

²⁶³ <http://www.efaep.org/members/organisation/3/>

²⁶⁴ <http://www.efaep.org/page/35/>

²⁶⁵ Mitglieder der AFNOR Group sind: ACTIA (Association of Technical Cooperation for the food industry); ADEME (French Agency for Environment and Energy Management); ADEPT (Association for the development of international trade in food products and techniques); COFRAC (French Accreditation Committee); CSTB (Scientific and Technical Center Building); CTI (Center Network industrial technology); INERIS (National Institute for Industrial Environment and Risks); LCIE (Laboratoire Central des Industries Électriques); LNE (Laboratoire National Metrology and Testing); UTAC (Union Technique de l'automobile, cycle and motorcycle); UTE (Union Technique de l'Électricité). Einzusehen unter: <http://www.afnor.org/en>

- Beitrag zur kontrollierten Globalisierung
- Stärkung der Implementierung einer nachhaltigen Entwicklung
- Verbesserung der Werte der Standards im Vergleich zu anderen Weisungsdokumenten
- Schaffung eines Standardisierungssystems und der Produkte, die es sichtbar machen.²⁶⁶

5.2.5 USA

Um weiterhin einer der führenden Technologiestandorte weltweit zu bleiben, ist es auch vorrangiges Ziel der Ingenieurorganisationen der USA, die Ausbildung der Ingenieure und Naturwissenschaftler weiter zu verbessern sowie die Anzahl der Abschlüsse in diesen Bereichen zu erhöhen. Nachfolgend werden die strategischen Ziele und Zukunftsvisionen dreier großer US-amerikanischer Ingenieurorganisationen vorgestellt. Das sind die American Association of Engineering Societies (A.A.E.S.), die American Society for Engineering Education (ASEE) und die American Society of Civil Engineering (ASCE).

Zu den Zielen der Ingenieurorganisationen der USA zählt es, die Ausbildung der Ingenieure und Naturwissenschaftler zu verbessern sowie die Anzahl der Abschlüsse in diesen Bereichen zu erhöhen

5.2.5.1 American Association of Engineering Societies

Die seit 1979 bestehende „American Association of Engineering Societies“ (A.A.E.S.) versteht sich als interdisziplinärer Verband von Ingenieurvereinen der Vereinigten Staaten, der sich der Weiterentwicklung und Vermittlung von ingenieurtechnischem Wissen sowie dessen praktischer Anwendung verschrieben hat. Der Verband repräsentiert mit seinen Mitgliedern einen breiten Querschnitt an Ingenieuren aus Industrie, Politik und Wissenschaft und tritt in der Öffentlichkeit für ihre Interessen ein.²⁶⁷

Als Forum für Teambildung, Informationsaustausch und Konsensfindung soll effektiv ein Beitrag zur öffentlichen Meinungs- und Bewusstseinsbildung geleistet werden. Die Engineers Preamble²⁶⁸ versteht sich als Statement zum Berufsethos der Ingenieure, von denen höchste Professionalität und ethische Korrektheit in der Berufsausübung verlangt wird.

Die Ingenieurwissenschaften müssen in Zukunft zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen

Die Vision der A.A.E.S. für die Zukunft ist es, dass die Ingenieurwissenschaften weiterhin zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen, Politik und Gesellschaft von der Wertschätzung des Berufstandes profitieren und

²⁶⁶ AFNOR (2010): Standardization Strategy 2010. Unter: <http://www.afnor.org/en/core-activities/standardization/standardization-mission-overview>

²⁶⁷ http://www.aaes.org/inside_aaes/

²⁶⁸ http://www.aaes.org/inside_aaes/

dieser sich wiederum in der öffentlichen Ordnung und dem gesellschaftlichen Bewusstsein aktiv einbringt.²⁶⁹

5.2.5.2 American Society for Engineering Education

Ingenieure müssen
künftig verstärkt
zum Aus- und Aufbau
technischer Fähigkeiten
der Gesellschaft
beitragen

Die American Society for Engineering Education (ASEE) fördert die Ausbildung im Ingenieurwesen. Neben der Exzellenzförderung in Ausbildung, Forschung und dem öffentlichen Dienst unterstützt die ASEE den Aus- und Aufbau technischer Fähigkeiten der Gesellschaft und vertritt die Interessen seiner Mitglieder in der Öffentlichkeit.

Die ASEE hat zum Ziel, die lokale, nationale und internationale Kommunikation und Zusammenarbeit zu bestärken, Einfluss auf Unternehmen und Regierungspolitik zu nehmen, professionelles Zusammenspiel und lebenslanges Lernen zu fördern, effizient die Ressourcen der Gesellschaft zu nutzen, herausragende Beiträge von Einzelnen oder Organisationen zu würdigen sowie die Jugend zum Anstreben eines ingenieurwissenschaftlichen und technischen Studiums zu ermutigen.

Als wichtige fachübergreifende Vereinigung zur Exzellenzförderung in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften will die ASEE vor allem die Zusammenarbeit zwischen den Ausbildungsinstitutionen und der Industrie verbessern, fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik erleichtern, die Teilhabe und den Erfolg von unterrepräsentierten Gruppen im Ingenieurberufsstand vergrößern, die Bedeutung des Ingenieurberufes gegenüber der Gesellschaft verdeutlichen und internationale Kooperationen in Bezug auf die Ausbildung vereinfachen.²⁷⁰

5.2.5.3 American Society of Civil Engineering (ASCE)

Die Vision für den
Berufsstand der Bau-
ingenieure sieht eine
nachhaltige Welt mit
ethisch korrektem
Leitbild

Die 1852 gegründete und damit älteste Ingenieurvereinigung Amerikas vertritt Ingenieure des Bauwesens. Die American Society of Civil Engineering (ASCE) setzt sich zum Ziel, den technischen Fortschritt in Bezug auf Qualität, Wissenstand, Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Umweltverantwortung voranzutreiben, zu lebenslangem Lernen zu ermutigen und entsprechende Werkzeuge bereitzustellen, sich für den Berufsstand zur Statusverbesserung in Politik und Gesellschaft einzusetzen, die Ausbildung von Führungskräften zu fördern sowie für Infrastrukturoptimierung und ökologische Verantwortung im Interesse der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit einzutreten.²⁷¹

²⁶⁹ http://www.aees.org/inside_aaes/

²⁷⁰ American Society for Engineering Education (2010)

²⁷¹ American Society of Civil Engineering (2010)

In der 2006 veröffentlichten „Vision for Civil Engineering in 2025“²⁷² werden aktuelle Probleme und Herausforderungen skizziert:

- schlechten Zustand der Infrastruktur einiger Ländern,
- Korruption in der globalen Ingenieur- und Bauindustrie,
- zu geringe Einbeziehung von Bauingenieuren in politische Prozesse, zu gering forcierte nachhaltige Entwicklung,
- Globalisierung der ingenieurberuflichen Praxis,
- mangelnde Gewinnung von gutem Nachwuchs im Ingenieurwesen.

Die bis 2025 weiter wachsende Weltbevölkerung die sich immer mehr in urbane Räume verlagert, verlangt nach Ansicht der ASCE umfassende Nachhaltigkeitsstrategien. Die Ansprüche an eine effiziente Energienutzung, saubere Luft und Trinkwasser sowie eine sichere Müllentsorgung werden die Strategien im Umweltschutz und der Infrastrukturentwicklung maßgeblich begleiten. Darüber hinaus müssen ebenso Strategien gefunden werden, die die zunehmende Gefahr von Naturkatastrophen und Terrorismus eindämmen.

Um sich mit diesen Herausforderungen auseinander zu setzen, sieht es der ASCE als besonders wichtig an, die intra-, trans- und multidisziplinäre Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung voranzutreiben. Diesbezüglich wird als anzustrebende globale Vision für den Berufsstand der Bauingenieure formuliert, dieser solle dazu beitragen, eine nachhaltige Welt zu schaffen, die globale Lebensqualität anzuheben sowie ein kompetentes, gemeinschaftliches und ethisch korrektes Leitbild verkörpern. 2025 sollen Bauingenieure

- als ökonomischer und sozialer Motor der Gesellschaft arbeiten,
- dabei verantwortungsvoll mit ihrer natürlichen Umwelt und ihren Ressourcen umgehen,
- als Innovatoren und Integratoren von Ideen und Technologie innerhalb des öffentlichen, privaten und akademischen Bereiches dienen,
- zur Minimierung des Risikos und der Unsicherheit durch Naturgefahren und anderer Ereignisse beitragen,
- sowie die Diskussionen und Entscheidungen in Umwelt- und Infrastrukturbelangen begleiten.²⁷³

Zu den künftigen Herausforderungen zählt es, die Korruption in der globalen Ingenieur- und Bauindustrie bis 2025 zu bekämpfen

Bauingenieure der Zukunft könnten als Integratoren von Ideen und Technologie innerhalb des öffentlichen, privaten und akademischen Bereiches dienen

²⁷² American Society of Civil Engineering (2006)

²⁷³ American Society of Civil Engineering (2006)

5.2.6 China

Die Regierung Chinas hat eine Strategie zum technologischen Fortschritt Chinas entwickelt, deren Vision es ist, bis 2020 eine innovationsorientierte Gesellschaft zu schaffen. Ziele wie die Steigerung der Exporte, Verringerung der Armut und eine Transaktionssteuer sollen zur Erreichung dieser Vision beitragen.²⁷⁴

China hat bereits in den vergangenen Jahren viel in Wissenschaft und Forschung investiert. Die Anzahl der Universitätsabsolventen hat sich zwischen 2000 bis 2007 fast verdreifacht. Trotzdem liegt die Anzahl der Absolventen auf die Bevölkerung gerechnet, mit 12 Prozent unter dem OECD-Durchschnitt.²⁷⁵

Im Juni 2010 veröffentlichte China einen nationalen mittel- und langfristigen Bildungsreform und -entwicklungsplan (2010-2020). Wesentliche Ziele des Plans sind, die Entwicklung der Bildung zu priorisieren, die Kultur der Menschen als Ausgangspunkt zu nutzen, Reformen und Innovationen als Treiber für die Bildungsentwicklung durchzuführen, einen Zugang für alle Bevölkerungsgruppen zur Bildung zu schaffen und die Qualitätsverbesserung in den Vordergrund zu rücken. Dem Plan nach soll die Anzahl der Absolventen bis 2020 um 40 Prozent steigen.²⁷⁶ Sich hieraus ergebende Zukunftsstrategien wurden von drei nationalen Ingenieurorganisationen skizziert und werden nachfolgend beschrieben.

Konkrete Visionen für 2020 finden sich auch in den chinesischen Ingenieurorganisationen nicht. Neben den drei großen eben vorgestellten Organisationen sind auch durch die Chemical Industry and Engineering Society of China (CIESC) sowie der Chinese Society for Electrical Engineering (CSEE) keine Strategiepläne für die Zukunft entwickelt worden.

5.2.6.1 China Association for Science and Technology

Nach Schätzungen leben in China 2 Millionen ausgebildete Ingenieure. Die China Association for Science and Technology (CAST) ist die größte Nichtregierungsorganisation (NGO) für wissenschaftliche und technologische Arbeitskräfte in China. Als eine Brücke zwischen der chinesischen Community in der Forschung und Technologie und der Kommunistischen Partei Chinas sowie der chinesischen Regierung, ist CAST Mitglied der Chinese People's Political Consultative Conference. Die Konferenz ist Treffpunkt für nationale Parteien und andere soziale Grup-

Chinas Anzahl der Universitätsabsolventen liegt unter dem OECD-Durchschnitt und soll bis 2020 um 40 Prozent steigen

Konkrete Visionen für 2020 sind durch chinesische Ingenieurorganisationen nicht entwickelt worden

Nach Schätzungen leben in China 2 Millionen ausgebildete Ingenieure

Die China Association for Science and Technology ist die größte Nichtregierungsorganisation für wissenschaftliche und technologische Arbeitskräfte in China

²⁷⁴ OCED (2010a)

²⁷⁵ OCED (2010a)

²⁷⁶ AEI (2010)

pen, um über Themen der Politikberatung, -gestaltung und -entscheidung zu diskutieren.²⁷⁷

CAST verfolgt für die Zukunft vier übergreifende Ziele:

- Implementierung des Aktionsplans für die nationale wissenschaftliche Bildung,
- Förderung einer Infrastruktur für Bildung und Wissenschaft,
- Unterstützung der Entwicklung und (Mit-)Teilung von Ressourcen zur Popularisierung von Wissenschaft,
- Organisation von gesellschaftsorientierten Aktivitäten zur Popularisierung von Wissenschaft.²⁷⁸

Bei der Implementierung des Aktionsplans für die nationale wissenschaftliche Bildung spielt CAST eine wesentliche Rolle. Hauptaugenmerk von CAST liegt dabei auf der ländlichen Bevölkerung, den städtischen Arbeitskräfte sowie den Kindern. CAST organisiert in diesem Zusammenhang verschiedene Aktivitäten, trägt zur Verbreitung von (natur-)wissenschaftlichem Wissen bei und fördert das öffentliche Technikverständnis.

Die mit dem Landwirtschaftsministerium gemeinsam veröffentlichten Richtlinien zur naturwissenschaftlichen Bildung von Farmern verfolgt beispielsweise die Vision, bis 2020 95 Prozent der ländlichen Arbeiterschaft naturwissenschaftliche Weiterbildungsmöglichkeiten und regelmäßige Aktivitäten in diesem Bereich in über 95 Prozent der nationalen Dörfer anzubieten.²⁷⁹

Daneben ist es Ziel, bis 2020 einen nachhaltigen Boom in der Wissenschaft und Technik getriebene Bildung erreicht zu haben. CAST schließt sich in seinen Visionen vor allem den 11ten Fünf-Jahres Plan der chinesischen Regierung an.²⁸⁰

5.2.6.2 Chinese Institute of Engineers

Das Chinese Institute of Engineers (CIE) ist eine der ältesten und größten Organisationen für Ingenieure und Naturwissenschaftler mit Sitz in Taiwan. Ziel des Instituts ist es, Ingenieure und Naturwissenschaftler verschiedener Disziplinen zusammenzubringen sowie ihre Interessen und berufliche Laufbahnen zu unterstützen.

Das Chinese Institute of Engineers ist eine der ältesten und größten Organisationen für Ingenieure und Naturwissenschaftler

²⁷⁷ unter: <http://english.cast.org.cn/>

²⁷⁸ China Association for Science and Technology (2010)

²⁷⁹ China Association for Science and Technology (2007b)

²⁸⁰ China Association for Science and Technology (2007a)

Die Vision des CIE ist es, die Forschung und Ausbildung der Ingenieure zu fördern, damit die Lebensqualität zu verbessern und Wohlstand zu schaffen. Die Ziele zur Erreichung dieser Vision sind:

- Das Wissen von Ingenieurwissenschaften und Technologie auf einer Höhe zu halten und die besten Praxisbeispiele in der Ingenieur-Community zu unterstützen,
- Errichtung von ethischen Regeln für Ingenieure, Unterstützung der Mitglieder bei der Entwicklung ihrer Karriere,
- Schaffung von Erleichterungen der Ingenieurausbildung und Ermöglichung der Weiterbildung von berufstätigen Ingenieuren,
- Auftritt als autoritäre Stimme der Ingenieure vor der Regierung und anderen Organisationen,
- Etablierung strategischer Verbindungen mit anderen Ingenieurorganisationen.²⁸¹

5.2.6.3 Hong Kong Institution of Engineers

Die Hong Kong Institution of Engineers versucht Ingenieure aus verschiedenen Disziplinen zusammen zu bringen

Die Hong Kong Institution of Engineers (HKIE) wurde 1947 mit dem Ziel gegründet, Ingenieure aus verschiedenen Disziplinen zusammen zu bringen. Die Mission der HKIE ist es, die Weiterentwicklung der Ingenieure zu fördern und den Austausch von Wissen und Ideen zu erleichtern. Daneben wird durch die HKIE die Unterstützung in der Entwicklung der beruflichen Karriere angeboten. Ziel ist es, den Ingenieuren Sichtbarkeit in der Öffentlichkeit zu verschaffen und einen hohen Standard in der Ausbildung dieses Berufs zu setzen.

Für die Zukunft wird angestrebt, Aktivitäten für Ingenieure zu organisieren, die zu einem nachhaltigen Hong Kong beitragen sowie Besuche durchzuführen, die Best-Practice Beispiele in anderen Ländern beobachten.²⁸²

5.2.7 Japan

Bis 2020 will Japan global führende Universitäten und Forschungsinstitute errichtet haben

Bis 2020 soll Vollbeschäftigung für Naturwissenschafts- und Technikdoktoranden in Japan herrschen

Eine neue nationale Wachstumsstrategie wurde im Juni 2010 durch die japanische Regierung verabschiedet und setzt sich zum Ziel bis 2020 den Populationsrückgang durch eine Steigerung der Geburtenrate aufzuhalten. Dabei ist es Japans Regierung besonders wichtig, einen speziellen Fokus auf Wissenschaft und Technologie zu legen. Bis 2020 will Japan global führende Universitäten und Forschungsinstitute errichtet haben, daneben soll Vollbeschäftigung für Naturwissenschafts- und Technikdoktoranden herrschen, der Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP auf 4 Prozent steigen und IuK-Technologien sowohl in der Produktion sowie

²⁸¹ <http://www.cie.org.tw>

²⁸² Hong Kong Institution of Engineers (2010)

Konsum effizienter genutzt werden. Teil der nationalen Wachstumsstrategie ist die Priorität auf „grünen Innovationen“. Bis 2020 sollen 1,4 Millionen neue Jobs im Umwelt- und Energiesektor geschaffen sowie die Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um 25 Prozent reduziert werden.

Treibhausgas-Emissionen sollen in Japan bis 2020 um 25 Prozent reduziert werden

Im strategischen Energieplan Japans werden drei fundamentale Prinzipien und Ziele festgelegt: Energiesicherheit, Energiesparsamkeit und eine effiziente Energieversorgung.

Die Vision des Science Council of Japan²⁸³ für das Jahr 2050 ist eine Nation aufbauend auf der Menschenwürde und dem Vertrauen Asiens. Wesentlich ist dabei, den Herausforderungen der globalen Umweltverschmutzung, des Bevölkerungswachstums, der Ausweitung des Nord-Süd Gefälles adäquat zu begegnen und die Notwendigkeit der Schaffung einer nachhaltigen und humanen Gesellschaft zu erkennen. Die Hauptziele bis 2050 sind in Japan dabei:

- Implementierung einer Bildungsreform,
- Realisierung einer demokratischen Gesellschaft,
- Realisierung einer Gesellschaft die auf gleichen Partnerschaften aufbaut,
- Schaffung solider Nationaler Sicherheit,
- Entwicklung einer Infrastruktur für gesunde Lebensstile,
- Formulierung einer Industrie-, Wirtschafts- und Arbeitspolitik,
- Ko-Existenz mit der Natur und Wiederherstellung der Natur,
- Sanierung des Landes und der Regionen,
- Entwicklung von Informations- und Kommunikationssystemen,
- Schutz der Energie und Umwelt.²⁸⁴

Zwar ist Japans größte Ingenieurorganisation die 1879 gegründete Japan Federation of Engineering Societies (JFES), eine internationale Ausrichtung dieser Organisation fehlt jedoch vollkommen, so dass deren Strategien und Visionen für die Zukunft daher nicht erkennbar sind.²⁸⁵ Im Folgenden werden daher lediglich die zukünftigen Ziele der Japan Society of Civil Engineers (JSCE) näher erläutert.

Japans größte Ingenieurorganisation ist die Japan Federation of Engineering Societies, deren Zukunftsstrategie jedoch nicht erkennbar ist

²⁸³ Das Science Council of Japan wurde 1949 gegründet als eine „spezielle“ Organisation unter der Jurisdiktion des Premierministers für die Unterstützung und Verbesserung des Feldes der Wissenschaft sowie der permanenten Einbindung und Reflektion dieser in der Administration, Industrie und dem gesellschaftlichen Leben.

²⁸⁴ Science Council of Japan (2005)

²⁸⁵ <http://www.jfes.or.jp/index-en.html>

5.2.7.1 Japan Society of Civil Engineers

Die Japan Society of Civil Engineers (JSCE) wurde 1914 mit der Mission gegründet, einen Beitrag zur wissenschaftlichen Kultur durch die Unterstützung des Bauingenieurwesens und der Ausweitung dessen Aktivitäten zu leisten.

Für die Zukunft hat sich die JSCE zum Ziel gesetzt:

- Eine Idee für eine soziale Infrastrukturentwicklung in der Zukunft aus Perspektive des Bauingenieurwesens zu entwickeln,
- Eine standhafte Beziehung des Vertrauens mit der Gesellschaft aufzubauen,
- Naturwissenschaftliche und technologische Forscher und Studien mit einem hohen Grad an Transparenz zu fördern,
- Die öffentliche Arbeit von einem neutralen Standpunkt aus zu evaluieren.

Neben diesen Zielen will die JSCE neue Programme für Qualifikationssysteme für Bauingenieure schaffen.²⁸⁶

Die JSCE legt einen Schwerpunkt ihrer Arbeit auf einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung Japans. Ein Konzept zur Nachhaltigkeit ist, nach Meinung des JSCE, der Schlüssel zur Diskussion von Wissenschaft, Technologie und Wirtschaft im 21. Jahrhundert.²⁸⁷

Vor allem den Klimawandel sieht die JSCE als eine der größten Herausforderungen des neuen Jahrhunderts an. Letztendlich könnte dieser zu einer infrastrukturellen Krise führen, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden. Aufgrund der Bandbreite an möglichen adaptiven und mitigativen Maßnahmen gegen den Klimawandel haben Bauingenieure zahlreiche Optionen neue Themen und Missionen anzugehen. Die Vision der JSCE ist es,

- eine duale Strategie der Kombination von adaptiven und mitigativen Maßnahmen voranzutreiben,
- Gegenmaßnahmen in die Sozial- und Wirtschaftspolitik einzubinden,
- eine starke nationale Führung sowie spezialisierte Ämter für Maßnahmen gegen den Klimawandel zu schaffen,
- einen eminenten Rat zu Fragen der Klimaerwärmung zu etablieren,
- Bauingenieurtechnologien in die Forschung und Anwendung stärker zu integrieren,

Die Japan Society of Civil Engineers will zukünftig neue Programme für Qualifikationssysteme für Bauingenieure schaffen

²⁸⁶ <http://www.jsce-int.org/introduction.shtml>

²⁸⁷ Japan Society of Civil Engineers (2008)

-
- mit Bürgern, NGOs und anderen Communities zu kooperieren,
 - Internationale Kooperationen einzugehen,
 - starke Rahmenbedingung zur Implementierung von Maßnahmen gegen den Klimawandel zu schaffen.²⁸⁸

²⁸⁸ Japan Society of Civil Engineers (2009)

6 FAZIT

Die vorliegende Studie zur Zukunft des Technologiestandortes Deutschland 2020 hatte das Ziel, den Status Quo und wesentliche Entwicklungsperspektiven für Ingenieure am zukünftigen Technologiestandort Deutschland zu skizzieren.

Auf der Basis globaler Trends (wie etwa demographischem Wandel, wachsender Weltbevölkerung, zunehmender Mobilität und Zuwanderung, Konflikte um die Verteilung immer knapper werdender Ressourcen, die rasante Entwicklung Asiens) und den entsprechenden Zukunftsstrategien von Ingenieur- und Technologie-Organisationen im In- und Ausland wurden die Zukunftsherausforderungen für Ingenieure und sich daraus ableitbare Zukunftsinitiativen für den Verein Deutscher Ingenieure herausgearbeitet.

Ingenieure spielen in allen europäischen Ländern für die Wettbewerbsfähigkeit sowie innovative Leistungsfähigkeit eine wichtige Rolle. Der bereits bestehende Engpass an naturwissenschaftlich-technisch qualifizierten Fachkräften ist ein strukturelles Problem, das schon heute hohe Verluste für die deutsche Volkswirtschaft mit sich bringt und – mit steigender Tendenz – als eine der zentralen Wachstums- und Innovationsbremsen gesehen werden muss.

Weltweit haben einige Ingenieurorganisationen die hier angesprochenen globalen Trends erkannt und Strategien entwickelt, um deren aktuellen oder absehbaren Herausforderungen (wie etwa dem Ingenieurmangel) bis zum Jahre 2020 entgegenzuwirken. Für Ingenieurorganisationen und technikorientierte Wirtschaftsverbände in Deutschland, der Schweiz, Frankreich und Großbritannien, sowie in den USA, Japan und China konnten entsprechende Zukunftsstrategien ermittelt werden.

Wenngleich 90 Prozent der industriegeprägten europäischen Technologieplattformen Zukunftsempfehlungen, mit klaren Definitionen der Chancen und Handlungskonsequenzen speziell für ihren Technologiebereich entwickelt haben, musste dennoch festgestellt werden, dass nur wenige der wissenschaftlich-technischen europäischen Ingenieurorganisationen auf die globalen Trends durch klare Zielvorgaben oder Zukunftsstrategien reagiert haben.

Mit den ermittelten Zukunftsstrategien der Ingenieurorganisationen aus Deutschland, Großbritannien und der Schweiz liegt lediglich für 10 Prozent der nationalen FEANI-Mitgliedsorganisationen eine klar ausformulierte und strategische Zukunftsorientierung vor.

Ingenieurorganisationen haben weltweit die globalen Trends erkannt und suchen nach Strategien, um bis zum Jahre 2020 den absehbaren Herausforderungen entgegenzuwirken

Technikorientierte Wirtschaftsverbände haben bislang deutlicher auf die globalen Herausforderungen reagiert als technisch-wissenschaftlich orientierte Ingenieurverbände

Die von den verschiedenen Ingenieur- und Technologieorganisationen entwickelten strategischen Maßnahmen und Zukunftsvisionen haben häufig vergleichbare Ziele, Schritte und Maßnahmen im Visier

Zukunftsaufgaben sind insbesondere die Nachwuchsgewinnung, -förderung, und -ausbildung, der verstärkten Gewinnung von Frauen für den Ingenieurberuf und die Beschäftigung älterer Ingenieure

Bislang fehlt es an einer von Ingenieurorganisationen (sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene) gemeinsam vorgebrachten Zukunftsstrategie für die Jahre bis 2020

Vor dem Hintergrund der globalen Herausforderungen und der EU-Strategie 2020, die die Europäische Union „intelligenter, ökologischer und sozialer“ machen soll, wird es daher für europäische Ingenieurorganisationen zunehmend zur Herausforderung sich gemeinsam und visionär mit strategischen Fragen zu befassen, die Europas zukünftiges Wachstum, seine Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit wie auch große technologische Fortschritten zum Gegenstand haben.

Bei allen nationalen Besonderheiten sind die Konsequenzen, Herausforderungen und Chancen der globalen Trends für Ingenieure in Europa weitgehend einheitlich. Die von den verschiedenen Ingenieur- und Technologieorganisationen entwickelten strategischen Maßnahmen und Zukunftsvisionen haben weitgehendvergleichbare Ziele, Schritte und Maßnahmen im Visier. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des Ingenieurmarkts, der Exzellenz in den Ingenieurwissenschaften, der stärkeren Nutzung ingenieurwissenschaftlicher Empfehlungen in der Politikgestaltung, der Entwicklung von Spitzentechnologien und in der Werbung junger Menschen für eine ingenieurwissenschaftliche Karriere.

Gemeinsame Ziele (z. B. bezüglich Nachwuchsgewinnung, -förderung, und -ausbildung wie auch der verstärkten Gewinnung von Frauen für den Ingenieurberuf oder die verstärkte Beschäftigung älterer Ingenieure) könnten in gemeinsamer Anstrengung wesentlich effizienter und öffentlichkeitswirksamer angegangen werden. Bislang fehlt es aber an einer von Ingenieurorganisationen gemeinsam vorgebrachten Zukunftsstrategie für die Jahre bis 2020.

Zur besseren Koordinierung der verschiedenen Visionen, Ziele und Maßnahmen der Ingenieurvereinigungen – auf nationaler wie europäischer Ebene – können und sollten augenscheinliche positive Synergieeffekte genutzt werden. Neue und strategische Partnerschaften zur Erreichung dieses Ziels erscheinen nötig, um das umfangreich vorhandene Zukunftswissen sowie die Vielfalt des europäischen Beziehungsgeflechtes nutzen zu können.

7 BIBLIOGRAPHIE

- ACATECH (2006a): Bachelor- und Masterstudiengänge in den Ingenieurwissenschaften: Die neue Herausforderung für technische Hochschulen und Universitäten. Unter: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/Projektbericht_Bachelor_und_Masterstudiengaenge.pdf.
- ACATECH (2006b): Mobilität 2020. Perspektiven für den Verkehr für morgen. Schwerpunkt: Straßen- und Schienenverkehr. Unter: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/Mobilitaet_2020_web.pdf.pdf.
- ACATECH (2011): Die Akademie im Profil. Unter: <http://www.acatech.de/de/ueber-uns/profil.html>.
- ACE (2005): Political Agenda 2006-2008. Luxemburg. Unter: http://www.ace-cae.org/public/contents/index/category_id/13.
- ACE unter: http://www.ace-cae.org/public/contents/index/category_id/6.
- Advanced Engineering Materials and Technologies (EuMat) (2006): Roadmap 2020, Brüssel. Unter: <http://eumat.risk-technologies.com/filedown.aspx?file=3229>.
- AEI (2010): National Education Reform und Development Plan 2010, Beijing. Unter: http://aei.gov.au/AEI/China_Education_Reform_pdf.
- AFITE unter: <http://www.afite.org>
- AFNOR (2010): Standardization Strategy 2010. Unter: <http://www.afnor.org/en/core-activities/standardization/standardization-mission-overview>
- AG Gesamtmetall (2009): Die Entwicklung der MINT-Fachkräftelücke in Deutschland, AG Gesamtmetall. Unter: [http://www.gesamtmetall.de/gesamtmetall/meonline.nsf/id/222Entwicklung_MINT-Fachkraefteluecke/\\$file/BroschuereMINT-Mangel.pdf](http://www.gesamtmetall.de/gesamtmetall/meonline.nsf/id/222Entwicklung_MINT-Fachkraefteluecke/$file/BroschuereMINT-Mangel.pdf).
- American Association of Engineering Societies unter: http://www.aaes.org/inside_aaes/engineers_preamble.asp#preamble.
- American Society for Engineering Education unter: <http://www.asee.org/about-us/the-organization/our-mission>
- American Society of Civil Engineering (2006): The Vision for Civil Engineering in 2025. Unter: http://www.asce.org/uploadedFiles/Vision_2025_New/TheVisionforCivilEngineeringin2025_ASCE.pdf.
- American Society of Civil Engineering unter: <http://www.asce.org/About-ASCE/ASCE-in-Brief/>
- Arquint, Stefan (2010): Die Schweiz braucht mehr Ingenieure. Unter: http://web.swissengineering.ch/fileadmin/files/Publikationen/publiziert_Presseartikel/Arquint_KMU_Life_01_2010.pdf.
- Auer, Josef (2008): Deutscher Maschinenbau macht Wirtschaft fit für die Zeit nach dem Öl. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 435. Frankfurt am Main.

- Baron, Waldemar; Glauner, Christof; Zweck, Axel (2009): „Neue Berufsprofile. Übersichtsstudie“ VDI Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 82, Düsseldorf.
- BITKOM unter <http://www.bitkom.org/de/>
- BITKOM (2009): Wachstumskräfte stärken. Die Hightech Agenda für die 17. Wahlperiode. Berlin. Unter: http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM-Hightech-Agenda_2009.pdf
- BITKOM (2011): Branchenbarometer. Unter: http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64015.aspx.
- BITKOM/ZEW (2010): Informations- und Telekommunikationstechnologien als Wegbereiter von Innovationen. Unter: http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM-ZEW-Studie_ITK_als_Wegbegleiter_von_Innovationen.PDF.
- BMWi (2009), Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Unter: <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilitaet-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BMWi (2010): Im Fokus: Industrieland Deutschland: Stärken ausbauen – Schwächen beseitigen – Zukunft sichern. Unter: http://lexikon.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/im-fokus-industrie-land-deutschland_property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf
- BMWi/BMU (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.
- Bonin, H. et al. (2007): Zukunft von Bildung und Arbeit. Perspektiven von Arbeitskräftebedarf und -angebot bis 2020. Bonn (IZA Research Report No. 9).
- Böttcher, B.; Deutsch K.G. (2010): Deutschlands neue Blüte? Von der Konjunkturpolitik zur Wachstumsagenda. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 495. Frankfurt am Main.
- Brand, Leif; Hülser, Tim; Grimm, Vera.; Zweck, Axel (2009): Internet der Dinge. Übersichtsstudie, VDI-Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 80, Düsseldorf.
- Brand, Leif (2010): Logistik der Zukunft, in VDI Nachrichten Nr. 50-52, 17. Dez. 2010, S. 14.
- Braun, Anette, Luther, Wolfgang Zweck, Axel (2010): „Nanotechnologie in Ostdeutschland. Status Quo und Perspektiven“ VDI Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 86, Düsseldorf.
- Braun, Anette; Zweck, Axel (2004): Monitoring technisch-wissenschaftlicher und sozioökonomischer Trends für den VDI: Übergang von der Produktions-zur Wissensgesellschaft. Düsseldorf. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH.
- Braun, B. O. (2010): Ressourceneffizienz-Botschaft. Unter: <http://www.vdi-zre.de/ressourceneffizienz-2.html>

-
- Bundesamt für Statistik (2011): Migration und Integration – Analysen. Die ausländische Bevölkerung in der Schweiz. Unter: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/07/blank/dos/la_population_etrangere.html.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept der Bundesregierung. Unter: <http://www.bmu.de/energiekonzept/doc/46394.php>.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2011): Branchenfokus: Maschinen- und Anlagenbau. Stand Dezember 2009. Unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Wirtschaft/branchenfokus,did=196364.html>.
- Burmeister, K.; Clar, G.; Cuhls, K.; Daheim, C.; Hafner-Zimmermann, S.; De Haan, G.; Mettler, P.; Uerz, G.; Zweck, A. (2008): Wirkungsinensitive Technologiefelder im Jahr 2020. German Node des Millenium Project. Unter: <http://stateofthefuture.de/media/GN-Survey-Final.pdf>.
- China Association for Science and Technology (2007a): For the Improvement of Nation's Science Literacy, Beijing. Unter: <http://english.cast.org.cn/n1181872/n1182063/n1182080/47751.html>.
- China Association for Science and Technology (2007b): The Outline of Scientific Literacy Education for Farmer Issued; Beijing. Unter: <http://english.cast.org.cn/n1181872/n1182018/n1182077/48831.html>.
- China Association for Science and Technology (2010). Unter: <http://english.cast.org.cn/>.
- China Association for Science and Technology (2010): Science Popularization, Beijing. Unter <http://english.cast.org.cn/n1181872/n1182063/47748.html>.
- CNISF unter: <http://www.cnisf.org>
- CNISF (2010): Education Formation 2025. Unter: http://www.cnisf.org/biblioth_cnisf/Prises_de_positions/Futuribles%20EducationFormation2025.pdf
- Consilium Europa (2010): PROJEKT EUROPA 2030, Herausforderungen und Chancen, S. 33. Unter: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cmsUpload/Reflection_DE_web.pdf.
- DECHEMA (2009): Biotechnologie 2020 – Von der gläsernen Zelle zum maßgeschneiderten Prozess. Unter: <http://bio2020.dechema.de/BIOTECHNOLOGIE+2020.html>
- Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (2010): DSW-Datenreport. Soziale und demographische Daten zur Weltbevölkerung. Hannover.
- DIN (2009): PAS 1094: 2009-12, Hybride Wertschöpfung – Integration von Sach- und Dienstleistung, Beuth Verlag, Berlin. Unter: <http://www.beuth.de/langanzeige/PAS+1094/124231032.html>.
- DIN (2010): Deutsche Normungsstrategie aktuell. Unter: http://www.din.de/sixcms_upload/media/2896/DNS_2010d_akt.pdf.
- DIN (2011) unter: <http://www.din.de/cmd?level=tpl-bereich&menuid=47391&cmsareaid=47391&languageid=de>.

- DTV (2008): Das EUR-ACE-Label wird von der FEANI anerkannt, Newsletter Mai. Unter: <http://www.dvt-net.de/europa/nmc/bericht-eur-ace-52008.html>.
- Dürand, D. (2008): Motor des Fortschritts: Ingenieurdienstleister: Verschwiegene Branchen. Unter: <http://www.wiwo.de/technik-wissen/ingenieurdienstleister-verschwiegene-branche-261542/>.
- DVT (2005): Qualität der Ingenieurausbildung sichern und weiterentwickeln. Unter: http://www.dvt-net.de/fileadmin/downloads/Positions_papier.pdf.
- DVT (2010): DIHK warnt vor Fachkräftemangel – Ingenieure werden immer teurer. Unter: <http://www.dvt-net.de/startseite.html>.
- DVT (2011) Ziele und Aufgaben. Unter: <http://www.dvt-net.de/ziele-und-aufgaben.html>.
- Elysee (2010): Conclusion des Etats Generaux de l'Industrie. Unter: <http://www.elysee.fr/president/lesactualites/discours/2010/conclusion-des-etats-generaux-de-l-industrie.8031.html>.
- EMF unter: <http://www.emf-fem.org/>.
- EMF (2010): Metallworkers call for a strong EU 2020 vision based on social cohesion and sustainable industrial investment. Unter: <http://www.emf-fem.org/Areas-of-work/Industrial-Policy/Activities/Metalworkers-call-for-a-strong-EU-2020-vision-based-on-social-cohesion-and-sustainable-industrial-investment>.
- eMobility (2010): Strategic Applications Research Agenda (SARA) Staying ahead, unter: <http://www.emobility.eu.org/SRA/Documents/Emobility-SARA-100731.pdf>
- ENEP – The European Network of Environmental Professionals unter: <http://www.efaep.org/page/35/>
- EPoSS (2006): Towards a vision of innovative smart systems integration. Unter: <http://www.smart-systems-integration.org/public/documents/publications>.
- Erdmann, V., Koppel, O. (2009): Beschäftigungsperspektiven älterer Ingenieure in deutschen Industrieunternehmen, Köln. Unter: http://www.iwkoeln.de/Portals/0/PDF/trends_02_09_7.pdf.
- Ernst & Young (2010): Waking up to the new economy; Ernst & Young's European attractiveness survey. Unter: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Attractiveness_survey_2010_EU/\\$FILE/Attractiveness_survey_2010_EU.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Attractiveness_survey_2010_EU/$FILE/Attractiveness_survey_2010_EU.pdf)
- Ernst, G. (2003): Vortrag auf der Tagung „Profitieren durch Ingenieur-Dienstleistungen“ des VDI am 27. Juni 2003 in Düsseldorf, unter: http://www.ingdl.de/Ernst_270603.pdf.
- ERTRAC (2009): Road Transport Scenario 2030+, Road to Implementation, Brüssel. Unter: http://www.ertrac.org/index.php?m=49&mode=download&id_file=376.
- ETP on Food for Life (2006): Vision for 2020 and beyond, Brüssel. Unter: <http://etp.ciaa.eu/documents/BAT%20Brochure%20ETP.pdf>
- Euro-CASE unter: <http://www.euro-case.org/projects.html>.

-
- Europäische Kommission (2005): Richtlinie 2005/36/EG. Unter: http://ec.europa.eu/internal_market/qualifications/future_de.htm
- Europäische Kommission (2001): European aeronautics: A vision for 2020, Luxemburg. Unter: <http://www.acare4europe.com/docs/Vision%2020.pdf>
- Europäische Kommission (2006): Biofuels in the European Union. A vision for 2030 and beyond, Luxemburg. Unter: http://www.biofuelstp.eu/downloads/biofuels_vision_2030_en.pdf.
- Europäische Kommission (2009a): Cohesion Policy 2007–2013. Unter http://ec.europa.eu/regional_policy/atlas2007/index_en.htm.
- Europäische Kommission (2009b): The World in 2025 – Rising Asia and socio-ecological transition. Unter: http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/report-the-world-in-2025_en.pdf und http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/the-worldin-2025-report_en.pdf
- Europäische Kommission (2010): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Leitinitiative der Strategie Europa 2020, Innovationsunion, SEK (2010) 1161, Brüssel.
- Europäische Kommission (2011): Individual ETP's. Unter: http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html.
- European Construction Technology Platform (ECTP) (2005): Challenging and Changing Europe's Built Environment. A vision for a sustainable and competitive construction sector by 2030. Unter: <http://www.ectp.org/documentation/ECTP-Vision2030-25Feb2005.pdf>.
- European Nanoelectronics Initiative Advisory Council (ENIAC) (2004): Nanoelectronics at the centre of change. A farsighted strategy for Europe. Unter: <http://www.eniac.eu/web/SRA/e-vision-2020.pdf>.
- European Photovoltaic Technology Platform (PVTP) (2005): Vision 2030. A Vision for Photovoltaic Technology, Brüssel. Unter: <http://www.eupvplatform.org/fileadmin/Documents/vision-report-final.pdf>.
- European Robotics Technology Platform (EUROP) (2009): Robotic Visions to 2020 and beyond. Unter: <http://www.robotics-platform.eu/cms/index.php?idcatart=119&client=1&lang=1?>.
- European Steel Technology Platform (ESTEP) (2005): Vision 2030, Brüssel. Unter: <http://www.certh.gr/214029A5.el.aspx> und ESTEP (2005): Strategic Research Agenda. A vision for the future of the steel sector, Brüssel. Unter: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/coal-steel-rtd/docs/events-infostp_full-report.pdf.
- European Technology Platform for Electricity Networks of the Future (SmartGrids) (2006): Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future, Brüssel. Unter: http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf.
- European Technology Platform for Photonics (Photonics21). Unter: http://www.photonics21.org/download/SRA_2010.pdf.

- European Technology Platform for Sustainable Chemistry (SusChem): The vision for 2025 and beyond, Brüssel. Unter: <http://www.certh.gr/dat/8E222B1B/file.pdf>.
- European Technology Platform on Industrial Safety (ET-PIS): Vision 2020. Safety for Sustainable European Industry Growth, Brüssel. Unter: <http://www.industrialsafety-tp.org/filedown.aspx?file=196>, <http://industrialsafety-tp.org/filedown.aspx?file=193>.
- European Technology Platform Waterborne (2005): Vision 2020, Brüssel. Unter: http://www.emec-marine-equipment.org/docs/waterborne_vision_2020.pdf.
- FEANI unter <http://www.feani.org/webfeani/>
- FhG-ISI, Kinkel, S. (2009): Produktionsverlagerungen in Zeiten der Krise: Zusammenhalt von Kapazitäten statt Kostenflucht. Unter: <http://econstor.eu/bitstream/10419/29649/1/616612575.pdf>; http://www.vdi.de/uploads/media/Studie_Produktionsverlagerung_01.pdf
- Föderation der Ingenieurverbände Saar-Lor-Lux (2010): Wie wird man Ingenieur im D-F-L – heute und in Zukunft? Unter: <http://www.vdi.de/fileadmin/media/content/hg/33.pdf>; http://www.fdi-saar-lor-lux.org/deu/FDI-SSL/PDF/AK-Ingusbildung_D-F-L_Abschluss.pdf
- Forest-based sector Technology Platform (FTP) (2005): Vision 2030, Innovative and Sustainable Use of Forest Resources, Brüssel. Unter: http://www.forestplatform.org/easydata/customers/ftp/files/pdf/FTP_Vision_Document_2030.pdf.
- Fuchs, W. (2010a): „Quo Vadis VDI?“, Düsseldorf unter http://www.vdi-bs.de/docs/Quo_Vadis_VDI.pdf.
- Fuchs, W. (2010b): Ingenieurmarkt 2009/10, Ingenieure – stabil in der Krise, Hannover. Unter: <http://www.vdi.de/uploads/media/VDI-Folien-Fuchs.pdf>.
- Fuchs, W. (2011): IT-Standort Deutschland: Fachkräftemangel besorgniserregend. VDI Nachrichten 8/2011, 25.02.2011. Unter: http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?
- Futuribles (2010): L’enseignement et la formation à l’horizon 2025. Unter: <http://www.futuribles.com/pdf/EtudeEducation.pdf>
- Future Manufacturing Technologies (Manufuture) (2004): Assuring the future of manufacturing in Europe. A Vision for 2020, Brüssel. Unter: http://www.manufuture.org/manufacturing/wp-content/uploads/manufuture_vision_en1.pdf.
- Future of Textiles and Clothing (FTC) (2004): A vision for 2020, Brüssel. Unter: http://textile-platform.eu/textileplatform/?page_name=Vision.
- German Trade and Invest. Branchen in Deutschland. Unter: <http://www.gtai.com/startseite/branchen>.

-
- German Trade and Invest GmbH et al (2010): Standortvorteil Deutschland, Erfolgsfaktor integrierte Produktion und Logistik, Neu Isenburg, Berlin, Düsseldorf, Braunschweig. Unter: http://www.gtai.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Industries/Logistics/2_Deutsch/Erfolgsfaktor_integrierte_Produktion_und_Logistik_Summary_de_GTAI_20100801.pdf.
- Grimm, Vera; Braun, Anette, Zweck, Axel (2010): Chancen der Biotechnologie für Ostdeutschland. Regionalstudie, VDI Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 87, Düsseldorf.
- GTAI (2011) Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing der Bundesrepublik Deutschland. Unter: <http://www.gtai.com/startseite/branchen>
- HM Government (2009): Building Britain's Future: New Industry, New Jobs. Unter: <http://www.berr.gov.uk/files/file51023.pdf>.
- Hong Kong Institution of Engineers (2010): Vision and Mission. Unter: <http://www.hkie.org.hk/eng/html/AboutTheHKIE/Vision&Mission.asp>.
- ICE (2010): Engineering the Future – a vision for the future of UK engineering. Unter: <http://www.ice.org.uk/getattachment/56801be5-6b35-4f8e-bad4-f8b8dec21dbe/Engineering-the-Future---a-vision-for-the-future-o.aspx>.
- IChemE (2008): Technical Strategy Roadmap. Progress Report 2008. Unter: <http://www.icheme.org/quick%20Prozent20links/~~/media/Documents/icheme/Media%20centre/Technical%20strategy/roadmap2007.pdf>.
- IChemE unter: http://www.icheme.org/about_us.aspx
- IET unter: <http://www.theiet.org/about/today/>
- Ihsen, Susanne (2008): VDI-Bericht. Ingenieurinnen und Ingenieure im Spannungsfeld zwischen Beruf, Karriere und Familie, München. Unter: http://microsites.vdi-online.de/fileadmin/bg_fib/redakteur/Zdownloads/200806%20Studie%20-%20Beruf%20Karriere%20Familie%20%28Abschlussbericht-final%29%20inkl%20Erscheinungsdatum.pdf.
- Ilg, P. (2009): Womit Informatiker noch Geld verdienen. In: Spiegel-online, 02.03.09.
- Informationspaket Komm, mach MINT (2010): Daten und Fakten. Unter: http://www.komm-mach-mint.de/content/download/3798/36042/file/nformationspaket_MINT.zip
- Infratest (2010): Der IKT-Standort Deutschland im internationalen Vergleich. Unter: http://www.tns-infratest.com/monitoring-deutschland-digital/pdf/Der_IKT-Standort_Deutschland_aus_Sicht_von_China_und_USA.pdf.
- International Energy Agency (2007): World Energy Outlook. Rom.
- IPCC (2007): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution for Working Group I to the

- Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- IW-Köln (2010): Kurzstudie MINT-Meter – MINT-Lücke in Deutschland und Indikatoren im internationalen Vergleich, VDI Ingenieurmonitor. Der Arbeitsmarkt für Ingenieure im März 2010.
- Japan Federation of Engineering Societies unter: <http://www.jfes.or.jp/index-en.html>.
- Japan Society of Civil Engineers (2008): Newsletter No. 28, Civil Engineering – Closest discipline to sustainability. Unter: http://www.jsce-int.org/what's_new/2008/cover_nl_27_1.pdf.
- Japan Society of Civil Engineers (2009): Civil Engineering Confront Global Warming. Mitigation and adaption plans in Japan to decrease the risk of global warming. Unter: http://www.jsce.or.jp/committee/ondankataisaku/e_pamph/Global_Warming.pdf.
- Japan Society of Civil Engineers unter: <http://www.jsce-int.org/introduction.shtml>.
- Kaiser, O.; Eickenbusch, H.; Grimm, V.; Zweck, A. (2008): Zukunft des Autos, VDI-Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 75 (deutsch) und 75 EN (englisch), Düsseldorf.
- Knackstedt, R., Walter, P. Rosenkranz, C. (2008): Fokusgruppe Verfahren und Instrumente. In: Hybride Wertschöpfung – Statusbericht aktueller Fördervorhaben, VDI-Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 78, Düsseldorf.
- Koppel, Oliver (2010): Ingenieurarbeitsmarkt 2009/10 – Berufs- und Branchenflexibilität, demografischer Ersatzbedarf und Fachkräftelücke. Studie in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure. Köln.
- Korte, S., Rijkers-Defrasne, S., Zweck, A. (2009): Hybride Wertschöpfung – Internationale Übersichtsstudie, VDI Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftreihe der Zukünftige Technologien Consulting, Nr. 84, Düsseldorf.
- Korte, S.; Glauner, C.; Zweck, A. (2008): IT in den Produkten des Maschinenbaus, VDI Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftreihe Zukünftige Technologien Nr. 70, Düsseldorf.
- Lux Research (2008): Overhyped Technology starts to reach potential: Nanotech to impact \$3.1 trillion in manufactured goods in 2015, New York. Unter: http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_Nano-SMR_7_22_08.pdf.
- Manufuture Germany unter: <http://www.manufuture.de/>.
- McKinsey & Company, Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der TU Darmstadt (2009): Made in Germany – Zukunftsperspektiven für die Produktion in Deutschland. Darmstadt.
- MESR (2008): Präsentation „Enseignement supérieur et recherche: budget 2009-2011“, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Unter: <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>

- cid22508/budget-del-enseignement-superieur-et-de-la-recherche-la-priorite-budgetaire-de-2009.html
- MINEFI (2008): Programme national de réforme français 2008-2010. Unter: www.minefe.gouv.fr/services/som_rapports.php.
- Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2008): Budget de l'Enseignement supérieur et de la Recherche 2009-2011. Unter: <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid22508/budget-de-lenseignement-superieur-et-de-la-recherche-la-priorite-budgetaire-de-2009.html>
- Ministre de l'enseignement superieur et de la recherche (2009): National Research and Innovation Strategy, General Report, Paris. Unter: http://media.enseignementsuprecherche.gouv.fr/file/S.N.R.I/28/7/SNR_rapport_general_GBdef_158287.pdf
- MINT – Zukunft schaffen. Handlungsschwerpunkte. Unter: <http://www.mintzukunftschaffen.de/handlungsschwerpunkte.html>.
- MINT – Zukunft schaffen (2010): Aktuelle Fachengpässe im MINT_Segment. Unter: <http://www.mintzukunftschaffen.de/mint-luecke-20.html>.
- Nanotechnologies for Medical Applications (2007): Nanotechnology for Health, Vision 2020, Brüssel. Unter: <http://www.etp-nanomedicine.eu/public/press-documents/publications>.
- Networked and Electronic Media (NEM) (2008): NEM Vision 2020. Networked and Electronic Media. Unter: <http://www.nem-initiative.org/Documents/NEM-V-003.pdf>.
- Networked European Software and Services Initiative (NESSI) (2005): Vision Document, Vision 2020, Software and Service for the Knowledge economy. Unter: http://www.nessi-europe.eu/Nessi/Portals/0/Nessi-Repository/Publications/Flyers/2005_09_Vision_V2.pdf.
- OCED (2010a): OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010: China. Unter: <http://www.oecd.org/dataoecd/30/15/46663975.pdf>.
- OCED (2010b): Bildung auf einen Blick, Berlin. Unter: http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2010/2010-09-06_PM-LangFinal.pdf.
- Ploetz, Christiane; Reuscher, Günter; Zweck, Axel (2009): Mehr Wissen – weniger Ressourcen. VDI-Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftenreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 83, Düsseldorf.
- Reichwald, R., Bonnemeier, S., Fischer, D., Lenders, M., Seiter, M. (2008): Fokusgruppe, Preis- und Erlösmodelle für hybride Produkte In: Hybride Wertschöpfung – Statusbericht aktueller Fördervorhaben, VDI Technologiezentrum (Hrsg.), Schriftreihe Zukünftige Technologien Consulting Nr. 78, Düsseldorf.
- SIA unter: <http://www.sia.ch/d/index.cfm>.
- Science Council of Japan (2005): Vision 2050. Unter: <http://www.scj.go.jp/en/vision2050.pdf>.
- Shkolnikov, V. M. (2005): Towards the understanding of mortality divergences and reversals. Comments at the Ceremony for the IUSSP-

- Dogan Award for Comparative Research in Demography XXV International Population Conference. Tours.
- Stern Review (2006): Final Report, The Economy of Climate Change. Unter: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm
- Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP) (2007): A Vision Report, Brüssel. Unter: http://www.snetp.eu/www/snetp/images/stories/Docs-VisionReport/snetp_vision_report_eur22842_en.pdf.
- Swiss Engineering unter: <http://web.swissengineering.ch/>
- Swiss Engineering (2009): Stellungnahme von Swiss Engineering STV zur Vernehmlassung „Erleichterte Zulassung und Integration von Ausländerinnen und Ausländern mit Schweizer Hochschulabschluss“. Unter: [http://web.swissengineering.ch/Newsansicht.147.0.html?&L=0&tx_ttnews\[tt_news\]=87&cHash=c2f8981de536f8be09baa3ce3b01931c](http://web.swissengineering.ch/Newsansicht.147.0.html?&L=0&tx_ttnews[tt_news]=87&cHash=c2f8981de536f8be09baa3ce3b01931c)
- Tambke, Jens; Gagliardi, Filippo (2009): TPWind. Unter: http://www.forwind.de/forwind/files/WiTa2009/4B_Tambke.pdf
- Teichert, Olav; Zweck, Axel (2009): Konvergierende Technologien. In: Future Technologies Update 1 (2009) 6-8.
- The Chinese Institute of Engineers unter: <http://www.cie.org.tw>.
- UNEP (2007): Global Environment Outlook: environment for development. EarthPrint Limited, Stevanage, Hertfordshire, U.K.
- VBI unter: <http://www.vbi.de/der-vbi/der-vbi.html>.
- VBI (2009): E-Mobilität. Elektroautos gehört die Zukunft. Unter: http://www.vbi.de/fileadmin/documentpool/Themen_Argumente/Themenblatt_E_Mobilitaet_End26-11-09.pdf.
- VBI (2010): Von Bachelor, Master und Diplom. Unter: http://www.vbi.de/fileadmin/documentpool/Themen_Argumente/Themenblatt_Bachelor.pdf.
- VCI (2010): VCI/BAVC-Positionspapier zur „Europa-2020“ Strategie, Frankfurt. Unter: http://www.vci.de/Der_VCI/default2~cmd~shd~docnr~127305~rub~997~tma~1~nd~,n02,.htm
- VDA (2008): Agenda Mobilität 2020. Beiträge der Automobilindustrie zu einer nachhaltigen Verkehrspolitik, Frankfurt am Main. Unter: http://www.vda.de/de/publikationen/publikationen_downloads/detail.php?id=616
- VDA (2011): Der VDA – Garant für die Mobilität der Zukunft, Berlin, Brüssel. Unter: <http://www.vda.de/de/verband/index.html>
- VDE (2010a): VDE – Ingenieurstudie 2010: exzellente Karrierechancen, drastischer Demografieknick. Unter: <http://www.vde.com/de/Verband/Pressecenter/Pressemeldungen/Fach-und-Wirtschaftspresse/Seiten/2010-62.aspx>.
- VDE (2010b): VDE: IKT – Technologien entscheiden über Deutschlands Zukunftsfähigkeit. Unter: <http://www.vde.com/de/Verband/Pressecenter/Pressemeldungen/Fach-und-Wirtschaftspresse/Seiten/2010-19.aspx>.

-
- VDE (2010c): VDE: Ingenieurlücke vergrößert sich ab 2020 deutlich. Elektro- und IT-Branche besonders betroffen. Unter: <http://www.vde.com/de/Verband/Pressecenter/Pressemeldungen/Fach-und-Wirtschaftspresse/Seiten/2010-61.aspx>.
- VDE (2010d): VDE-Studie: Fachkräftemangel bremst Deutschland bei Elektroautos aus. Hochschulen unzureichend vorbereitet. Unter: <http://www.vde.com/de/Verband/Pressecenter/Pressemeldungen/Fach-und-Wirtschaftspresse/Seiten/2010-72.aspx>.
- VDE (2011): VDE-Leitbild. Netzwerk Zukunft. Unter: [http://www.vde.com/de/Verband/Ueber Prozent20Uns/Seiten/Leitbild.aspx](http://www.vde.com/de/Verband/Ueber%20Uns/Seiten/Leitbild.aspx).
- VDI (2010): VDI Innovationsklima Index. Unter <http://microsites.vdi-online.de/index.php?id=372>.
- VDI (2011a): Mint Role Models–Projektpartner. Unter: <http://www.mintrolemodels.de/index.php?id=2375>.
- VDI (2011b): VDI. IT-Standort Deutschland. Experten-Umfrage zur CeBIT 2011. Unter: [http://www.vdi.de/6930.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews Prozent5Btt_news Prozent5D=52831](http://www.vdi.de/6930.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=52831).
- VDI Nachrichten (2009): Produktion in Deutschland am Scheideweg. Düsseldorf, 25. 9. 09. Unter: http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe-akt_ausg_detail.asp?cat=2&id=44691&source=rubrik&doPrint=1.
- VDI Nachrichten (2010): VDMA-Präsident glaubt an den Produktionsstandort Deutschland. Düsseldorf, 16. 4. 10. Unter: http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?id=47261&cat=4&doPrint=1.
- VDI Nachrichten (2011): BRANCHENPROFIL Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Ingenieurkarriere. Unter: <http://www.ingenieurkarriere.de/bewerberservice/beratung/branchenprofile/detail2.asp?id=19>.
- VDI Technologiezentrum GmbH (2010), Technologieprognosen: internationaler Vergleich. Zukünftige Technologien Nr. 88, Düsseldorf, im September 2010, ISSN 1436-5928.
- VDI Zentrum Ressourceneffizienz (ZRE) unter <http://www.vdi-zre.de/>
- VDI/ITKOM (2008): Gemeinsame Erklärung. Unter: [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_VDI_-_5-Punkte-programm_Bildung_final\(1\).pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_VDI_-_5-Punkte-programm_Bildung_final(1).pdf).
- VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2009): Automation 2020. Bedeutung und Entwicklung der Automation bis zum Jahr 2020, Thesen und Handlungsfelder. Unter: http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gma_dateien/AT_2020_INTERNET.pdf.
- VDI/IW-Köln (2009a): European Engineering Report, Düsseldorf, Köln. Unter: http://www.vdi.de/uploads/media/2010-04_IW_European_Engineering_Report_02.pdf.

- VDI/IW-Köln (2009b): Ingenieurarbeitsmarkt 2008/09 – Fachkräftelücke, Demografie und Ingenieure 50Plus, Düsseldorf, Köln. Unter: http://www.vdi.de/uploads/media/2009-04-20-Studie_VDI-IW2_01.pdf.
- VDI/IW-Köln (2010a) Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen, Düsseldorf, Köln. Unter: http://www.iwkoeln.de/Portals/0/pdf/dokumente_andere/2007/dokumente_vdi_studie_ingenieurmangel.pdf.
- VDI/IW-Köln (2010b): Ingenieurarbeitsmarkt 2009/10, Berufs- und Branchenflexibilität, demografischer Ersatzbedarf und Fachkräftelücke, Düsseldorf, Köln. Unter: http://www.vdi.de/uploads/media/Ingenieurstudie_VDI-IW.pdf.
- VDI/IW-Köln (2011): Der Arbeitsmarkt für Ingenieure im März 2011. Düsseldorf, Köln. Unter: http://www.vdi.de/uploads/media/Ingenieurmonitor_2011-04_03.pdf.
- VDMA (2010): Stellungnahme. Europa 2020: Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum, Brüssel. Unter: http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Verband/VDMA_Ueber_uns/Unser_Leitbild?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/vdma/Home/de/Verband/VDMA_Ueber_uns/Unser_Leitbild.
- VDMA (2011a) Konjunkturbild ostdeutscher Maschinenbau, IV. Quartal 2010. Unter: http://www.vdma.org/wps/wcm/connect/e5c54a804563aee581fff1e2f8f5d874/2011-01-12_Konjunkturbild_Maschinenbau_Ostdeutschland_kommentierte+Grafiken.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=e5c54a804563aee581fff1e2f8f5d874.
- VDMA (2011b): Unser Leitbild. Unter: http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Verband/VDMA_Ueber_uns/Unser_Leitbild?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/vdma/Home/de/Verband/VDMA_Ueber_uns/Unser_Leitbild.
- Water Supply and Sanitation European Technology Platform (WSSTP) – Vision 2030, Water – safe, strong, sustainable European vision for water supply and sanitation in 2030. Unter: <http://www.wsstp.eu/content/default.asp?PageId=738&LanguageId=0>.
- Werner, Thomas (2010a): Cloud Computing. In VDI Nachrichten Nr. 50-52, 17. Dez. 2010, S. 14.
- Werner, Thomas (2010b): Crowdsourcing. In: VDI Nachrichten Nr. 50-52, 17. Dez. 2010, S. 14.
- Wissmann, M. (2010) auf dem 12. Technischen Kongress des VDA, Ludwigsburg, März 2010. Unter: http://www.vda.de/de/veranstaltungen/kongresse/technik/tk_2011/moderatoren/index.html.
- World Economic Forum (2010): The Global Competitiveness Report 2010–2011, Geneva, Switzerland. Unter: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf.
- ZBI-Berlin (2010): Marke Diplom Ingenieure ist unverzichtbar. Unter: http://www.zbi-berlin.de/PM_Dipl_Ing_040810.pdf.

-
- ZBI-Berlin (2011): Aufgaben und Ziele. Unter: http://www.zbi-berlin.de/html/aufgaben_und_ziele.html.
- ZVEI (2009): Nationale Roadmap Embedded Systems, Frankfurt am Main. Unter: http://www.zvei.org/de/publikationen_veranstaltungen/publikationen_downloads/publikationen_zu_themen/forschung/?no_cache=1&tx_ZVEIpubFachverbaende_pi1%5Bdownload%5D=1057&type=98.
- ZVEI (2011): Unsere Vision, unser Leitbild, unsere Mission. Unter: http://www.zvei.org/de/ueber_uns/vision_und_mission/.
- Zweck, Axel (2010): Ambient Intelligence. In: VDI Nachrichten Nr. 50-52, 17. Dez. 2010, S. 13.

ist eine Beratungseinheit der VDI Technologiezentrum GmbH mit Sitz in Düsseldorf.

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC) verbindet technologisches, zukunftsorientiertes und sozioökonomisches Know-how mit langjähriger Erfahrung in der Beratung von Entscheidungsträgern aus politischer Administration, Industrie, Finanzwelt sowie Verbänden, Vereinen und Organisationen.



Das interdisziplinär ausgerichtete Team von ZTC deckt dabei ein breites Themen- und Methodenspektrum ab. Mit Unterstützung eigener Softwareinstrumente werden kundenspezifisch strategische Themen identifiziert, neue Technologien und Trends bewertet, Ideen entwickelt sowie praxisnahe Lösungen umgesetzt.

Produkte

- Newsmonitoring
- Innovationscreening und Innovationsmonitoring
- Studien und Analysen
- Szenarien und Prospektionen
- Prozessberatung

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.zt-consulting.de



Zukünftige Technologien Consulting
VDI Technologiezentrum GmbH
Airport City
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

Telefon: + 49 (0) 211 62 14 - 5 36
Telefax: + 49 (0) 211 62 14 - 1 39
E-Mail: ztc@vdi.de
www.zf-consulting.de