

VDE-Ingenieurstudie 2005



Elektro- und Informationstechnik

Studium ▪ Beruf ▪ Arbeitsmarkt

VDE

VDE

Der VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. ist mit 33.000 Mitgliedern, davon 1.250 Unternehmen, einer der großen technisch-wissenschaftlichen Verbände Europas.

VDE-Tätigkeitsfelder reichen von der Forschungs-, Wissenschafts- und Nachwuchsförderung bei Schlüsseltechnologien bis zur internationalen Zusammenarbeit und dem Wissenstransfer in die Praxis; von der Erarbeitung anerkannter Regeln der Technik als nationale und internationale Normen, der Prüfung und Zertifizierung von Geräten und Systemen, bis zur Publikation von Fachzeitschriften und Büchern.

Impressum

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK

ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Ausschuss Beruf, Gesellschaft und Technik

Stresemannallee 15 · 60596 Frankfurt am Main

Fon 069 6308-0 · Fax 069 6312925

<http://www.vde.com> · E-Mail: service@vde.com

Projektleitung und Redaktion: Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Michael Schanz

Geschäftsführer Ausschuss Beruf, Gesellschaft und Technik

Gestaltung: Michael Kellermann · Graphik-Design

Frankfurt am Main, Juni 2005

VDE-Ingenieurstudie 2005



Elektro- und Informationstechnik

Studium ■ Beruf ■ Arbeitsmarkt

Inhalt	Seite
Management Summary	7
1 Trends der Technikentwicklung	10
2 Die Elektro- und IT-Wirtschaft	21
3 Wandel der Tätigkeitsfelder und Anforderungen im Ingenieurberuf	34
4 Ingenieurausbildung im Umbruch	42
5 Trends am Arbeitsmarkt	53
Resümee	62

Vorwort

Im Abstand von fünf Jahren gibt der VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik eine Studie zur Ausbildung-, Berufs- und Arbeitsmarktsituation von Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik heraus. Zielsetzung ist, zu diesen Feldern wichtige Entwicklungstendenzen aufzuzeigen. Mit seiner Expertise aus Wissenschaft und Wirtschaft und einer kontinuierlichen Analyse technischer Entwicklungen schafft der VDE die Informationsbasis, um Status und Entwicklung des beruflichen Umfeldes von Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik bewerten und prognostizieren zu können. Im Mittelpunkt der VDE-Ingenieurstudie 2005 stehen Bildungs-, Berufs- und Arbeitsmarkttrends.

Die ständig wachsende Bedeutung von Elektro- und Informationstechnik, Innovationsfeldern wie der Mikro- und Nanotechnik, die langfristige Sicherung der elektrischen Energieversorgung, die Globalisierung und Liberalisierung der Märkte sowie Veränderungen im Bildungssystem sind aktuelle Herausforderungen zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Diese müssen mit der Gewinnung eines qualitativ hochwertigen Ingenieurwachstums und der ständigen Weiterbildung von Ingenieuren im Beruf bewältigt werden.

Die VDE-Ingenieurstudie 2005 nimmt dazu eine aktuelle Standortbestimmung vor und zeigt Konsequenzen und Trends der nächsten Jahre auf. Sie bietet Technik- und Markttrends, eine Bewertung der Berufsbilder von Elektroingenieuren, Veränderungen im Ausbildungssystem sowie Arbeitsmarkttrends.



Dipl.-Ing. Michael Stadler
VDE-Präsident
Vorsitzender des Vorstandes der RWE Solutions AG

Glossar

BioMEMOS BioMicroElectroMechanicalOptical Systems

E/E Elektrotechnik und Elektronik

FuE Forschung und Entwicklung

IT umfasst Informations- und Kommunikationstechnik sowie Informatik

IuK Information und Kommunikation

ITK Information und Telekommunikation (spezifischer als IuK)

MST Mikrosystemtechnik

TK Telekommunikation

Management Summary

Technologietrends

In allen durch die Elektro- und Informationstechnik vertretenen Disziplinen gibt es wegweisende Entwicklungen. Auch in den nächsten Jahren werden Informations- und Energietechnik, Mikroelektronik, Mikro- und Nanotechnik sowie die Querschnittsgebiete Automatisierungs- und Medizintechnik ein hohes Innovationstempo vorlegen. Sie bieten langfristig vielfältige und interessante Betätigungsfelder für Elektroingenieure.

Elektro- und IT-Wirtschaft

Die Elektro- und IT-Wirtschaft ist für den Standort Deutschland eine Schlüsselbranche. Heute zählt die Elektronikindustrie mit FuE-Ausgaben in Höhe von 8 Mrd. Euro und 76.000 FuE-Mitarbeitern zu den wichtigsten Innovationsmotoren. Die Hebelwirkung ist weit größer. Die wettbewerbs-, wachstums- und innovationstreibende Bedeutung der Elektro- und Informationstechnik in der deutschen Wirtschaft wächst weiterhin. Heute arbeiten Elektroingenieure in fast allen Industrie- und Dienstleistungszweigen, in der klassischen Elektrotechnik und Elektronik ebenso wie im Automobilbau, in der Medizintechnik oder in der IT- und Telekommunikationsbranche. Sie sind somit nicht nur Innovatoren in ihrem Metier, sondern auch in anderen Schlüsselbranchen. Mehr als 50% der gesamten deutschen Industrieproduktion und über 80% der Exporte hängen von der Elektro- und Informationstechnik ab.

Der VDE-Innovationsmonitor 2005* zeigt, dass Deutschland in vielen Zukunftstechnologien internationale Spitzenpositionen belegt. In der Elektrotechnik, Energietechnik, Automation und Medizintechnik gilt Deutschland als weltweit innovativster Standort. Dies spiegelt sich auch in einer deutlich positiven Außenhandelsbilanz wider. Die stärksten Impulse für die Zukunft werden von der Mikro- und Nanotechnologie erwartet. Hier belegt Deutschland in Europa die Spitzenposition. Fast 70% der Befragten sehen darin die wichtigsten Innovationstreiber. Die Technologieposition und die Zukunft des Standorts Deutschland hängen damit in wachsendem Maß von der Innovationskraft seiner Elektroingenieure ab.

* VDE-Innovationsmonitor 2005

Tätigkeitsfelder und Anforderungen im Ingenieurberuf

Die Tätigkeitsfelder und Anforderungen im Ingenieurberuf werden sich weiterhin verändern. Heute arbeiten Elektroingenieure in fast allen Industrie- und Dienstleistungszweigen, in der klassischen Elektrotechnik und Elektronik ebenso wie im Maschinen- und Automobilbau, in der Medizintechnik oder in der IT- und Telekommunikationsbranche. Elektroingenieure sind Innovatoren also nicht nur in den klassischen Bereichen der Elektro- und Informationstechnik, sondern auch in anderen Schlüsselbranchen.

Die Arbeit des Ingenieurs hat sich von der Entwicklung neuer technischer Komponenten, Geräte und Anlagen hin zu Projektierung, Implementierung und Integration komplexer Systeme aus Hard- und Software verlagert. Teams übernehmen einzelne Projekte und Prozesse von der Planung bis zur Fertigstellung. Nach aktuellen Einschätzungen fällt heute nur ein Drittel der Arbeitsleistung auf klassische Ingenieuraufgaben wie Produktentwicklung und Konstruktion, ein weiteres Drittel auf planerische Aufgaben sowie Marketing und Vertrieb. Gefragt sind Prozessorientierung plus Verknüpfung fundierter fachlicher Kenntnisse mit nichttechnischen Kompetenzen von Methoden- und Sprachkenntnissen bis zur Führungskompetenz bei Übernahme von Managementaufgaben.

Ingenieurausbildung im Umbruch

Die deutsche Hochschullandschaft ist zurzeit gekennzeichnet durch die Einführung von gestuften Bachelor- und Master-Studiengängen im Rahmen des Bologna-Prozesses. Angleichung an den internationalen Standard, noch stärkere Anpassungsmöglichkeiten an die Anforderungen im Beruf sowie eine einfachere Verzahnung von Aus- und Weiterbildung sind Vorteile dieses Ausbildungssystems.

Deutschland verfügt gegenwärtig über eine anerkannt gute Ingenieurausbildung. Diese Exzellenz ist Voraussetzung für die Spitzenposition des Innovationsstandorts. Das derzeitige hohe Ausbildungsniveau muss nach Meinung des VDE auch für die neuen gestuften Abschlüsse auf Basis sowohl anwendungs- als auch forschungsorientierter Profile erhalten und weiter verbessert werden. Dabei soll den Hochschulen ein hohes Maß an Selbständigkeit zugestanden werden, die auch einzügige Studiengänge im Sinn einer Elitebildung zulässt. Auf diese Weise können die Vorteile beider Ausbildungssysteme kombiniert werden.

Die Zahl der Studienanfänger in der Elektro- und Informationstechnik ist nach den Berechnungen des VDE – bei nahezu konstantem Studierendenpotenzial – in 2004 um ca. 5% auf 17.200 zurück gegangen. Die Abbre-

cherquote an Universitäten liegt mit 50% nach wie vor auf einem hohen Niveau, die an den Fachhochschulen bei 35 Prozent. Entsprechend des Anstiegs der Studienanfänger ab 1997 steigt auch die Zahl der Absolventen seit 2003 leicht an.

Arbeitsmarkttrends

Die Bedeutung der Elektroingenieure für den Arbeitsmarkt wächst. In den Printmedien stellten in 2004 Ingenieure neben Betriebswirten die größte Gruppe. Knapp 25.000 Elektro- und Maschinenbauingenieure wurden hier über eine Stellenanzeige gesucht. Dies entspricht einer Steigerung von 11% gegenüber dem Vorjahr. Eine Untersuchung des VDE und worldwidejobs.de zählte im April 2005 7.400 online ausgeschriebene Stellen für Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik. Nach dem VDE-Innovationsmonitor 2005 prognostizieren 45 Prozent der VDE-Mitgliedsunternehmen einen steigenden Bedarf, 51% einen gleichbleibenden Bedarf. Die Zahl erwerbsloser Elektroingenieure liegt derzeit auf vergleichsweise niedrigem Niveau deutlich unterhalb dem Wert Ende der 90er Jahre.

In 2005 werden die ca. 8.000 Elektrotechnik-Absolventen dieses Jahrgangs den Fachkräfte-Bedarf der Wirtschaft kaum decken können. Der VDE prognostiziert bis 2008 einen Anstieg der Absolventen auf etwa 10.000 pro Jahr und anschließender leichter Abnahme. Die Zahl der aktuell berufstätigen Elektroingenieure schätzt der VDE auf rund 190.000. Der jährliche Bedarf dürfte nach vorsichtiger Schätzung deutlich über 10.000 Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik liegen. Der VDE erwartet überdies ein Anwachsen des Anteils der Ingenieure und Naturwissenschaftler auf bis zu einem Drittel aller Beschäftigten in den technisch orientierten Branchen.

Fazit

Die Elektro- und Informationstechnik eröffnet exzellente Perspektiven und attraktive Tätigkeitsfelder für Studierende und Berufsstarter. Um dem Expertenmangel zu begegnen, muss die Zahl der Studienanfänger erhöht und die Abbrecherquote gesenkt werden. Der VDE empfiehlt, mehr und besser über Berufsinhalte und Möglichkeiten von Ingenieurkarrieren zu informieren. Ziel ist es, das Image des Ingenieurberufs langfristig zu verbessern und mehr Begeisterung für Technik zu wecken. Dass Nachwuchspotenziale für Spitzeninnovationen vorhanden sind, zeigt z. B. der VDE-Schülerwettbewerb „Invent a Chip“, bei dem junge Menschen ihre Ideen bis hin zum fertigen Mikrochip realisieren.

1 Trends der Technikentwicklung

1.1 Informationstechnik

Drei Kernbereiche kennzeichnen das Arbeitsgebiet der Informationstechnik: die Technik integrierter Schaltungen, die Informationsverarbeitung und Systemtechnik zur Informationsspeicherung und -übertragung. Die wichtigsten industriellen Anwendungsfelder der Informationstechnik bilden die Computerindustrie (Datentechnik), die Informations- und Kommunikations- (IuK-) Industrie, die Halbleiterindustrie sowie Unterhaltungselektronik und Industrieelektronik.

Die Informationen auf den Datennetzen sind heute im Prinzip weltweit gleichzeitig verfügbar. Möglich machen dies die weltumspannenden Glasfasernetze im Weitverkehr mit Transportwerten im 2-stelligen Tera-bit-Bereich (10^{12} Bit/s). Neue Netztechnologien bieten bis zum Ende des Jahrzehntes praktisch unbegrenzte Transportkapazitäten für Multimediaanwendungen im industriellen und wissenschaftlichen oder medizinischen Bereich. Nach und nach verschwindet die traditionelle Trennung der Netze (Telefon/ISDN, Datennetze/Internet, Verteilnetze, Fabriknetze, Hausnetze usw.). Das einheitliche Universalnetz wird es allerdings nicht geben. Die Vielfalt und Heterogenität der Netze wird sogar noch zunehmen. Künftige Informationsnetze unterstützen gleichermaßen Sprach-, Daten- und Multi-mediadienste.

Das E-Business wird zunehmend althergebrachte Geschäftsbeziehungen ergänzen, wenn nicht gar ersetzen; besondere Auswirkungen werden von der Kombination aus breitbandiger Mobiltelefonie und Internet (Mobile Commerce) erwartet. In der Computerindustrie heißt die große Herausforderung: Optimierung der Mensch-Maschine-Interaktion. „Embedded Systems“ sorgen dafür, dass mobile Terminals selbständig mit einem Drucker oder Speicher kommunizieren, komplizierte Konfigurationsprozeduren werden so überflüssig. Radio Frequency Identification (RFID) Chips werden in den nächsten 5 Jahren die 30 Jahre alte Barcode Technik ablösen und im Handel viele neue Möglichkeiten eröffnen.

Die Wahrung von Urheberrechten wird zur Herausforderung des erfolgreichen kommerziellen Online-Einsatz multimedialer Daten und Systeme. Größere Sicherheit vor unautorisiertem Zugriff und verbesserter Schutz der Privatsphäre gehören zu den Herausforderungen der Systembetreiber und -anbieter. Ergänzend ist die Politik gefordert, entsprechend der technischen Entwicklung die notwendigen gesetzlichen Rahmenbedingungen zu schaffen.

In der Mobilkommunikation erzielen die Smart Phones hohe Wachstumsraten. Die Geräte unterstützen mehrere Mobilfunkstandards, bieten die Möglichkeit auf UMTS und WLAN zuzugreifen und verfügen oft zusätzlich über integrierte Digitalkamera und MP3-Player. Bereits heute oder in naher Zukunft sind Satellitennetze, flexible drahtlose Inhouse-Kommunikation und Funk-LANs per Mobiltelefon direkt nutzbar. Für die ausreichende Stromversorgung der multimedialen Mobilgeräte unterwegs sorgen Neuentwicklungen bei den Batterien mit um das Zehnfache erhöhter Energiedichte. Die Konvergenzen zwischen den Netzen münden jedoch nicht in einer Vereinheitlichung, sondern in einer noch größeren Vielfalt an Dienstleistungen, Netzen und Produktsystemen. Eine wesentliche Aufgabe von Ingenieuren wird darin bestehen, die Benutzerschnittstellen weiter zu vereinfachen.

Als Herausforderung in der Informationsverarbeitung stellt sich zunehmend die Problematik der Selektion und Aufbereitung des verfügbaren Wissens heraus. Wissen, dessen Wert zunehmend in Frage steht, wenn es nicht gelingt in der Datenflut, die Informationen rasch wiederzufinden und in anwendbares Wissen umzuwandeln. Bei der Produktentwicklung werden virtuelle 3D-Prototypen und Simulationen zunehmend alle Phasen der realen Modellerstellung ersetzen.

Trend 2010

Die Wellenlängen-Multiplextechnik (WDM) überträgt via Glasfaser mehr als 10 Gigabit pro Sekunde. Spätestens bis 2010 wird der Breitbandzugang ins Internet auch über die Fernsehgeräte Standard sein.

Bei Server- und PC-Technik geht der Trend hin zum „Organischen Computer“. Die Rechner der Zukunft werden sich den jeweiligen Bedürfnissen des menschlichen Lebens und Zusammenlebens in intelligenten, permanenten Optimierungsprozessen anpassen. Sie konfigurieren, reparieren und schützen sich selbst.

Breitbandigkeit wird auch für die mobile Kommunikation das beherrschende Thema. Bis etwa 2006 wird sich im Mobilfunk die GPRS-Technologie breiter Akzeptanz erfreuen, etwas verzögert sich bis 2010 UMTS etablieren.

Das Neurocomputing, die intelligente Nachbildung biologischer neuronaler Funktionen z.B. zur assoziativen Informationsverarbeitung, ist bis 2010 ausgereift. Diese Technologie wird unter anderem zur Optimierung entscheidungsunterstützender Managementsysteme beitragen.*

* VDE-Technologie Barometer 2004

Die Informationsverarbeitung wird Systeme zur elektronischen Bildinterpretation und Softwareagenten mit Lern- und Wahrnehmungsfunktion nutzen. „Augmented Reality“-Anwendungen in 3D-Darstellung werden auf dem Vormarsch sein: Sie blenden Informationen aus Knowledge-Datenbanken mit Hilfe von Datenbrillen oder Miniprojektoren in das reale Sichtfeld des Betrachters ein.

1.2. Mikroelektronik, Mikro- und Nanotechnik

Deutschland hat in Europa seine führende Position als Mikroelektronik-Standort weiter ausgebaut*. Mehr als jeder zweite Halbleiterchip aus Europa stammt aus Deutschland. Die AMD Opteron™ und AMD Athlon™ 64 Produktion in Dresden oder die IBM Cell Processor Entwicklung in Böblingen sind wichtige Beispiele für die führende Position Deutschlands im Bereich Forschung und Entwicklung.

Seit 25 Jahren galt in der Mikroelektronik die Regel, dass alle drei Jahre eine neue Technologiegeneration zur Verfügung steht. Mittlerweile hat sich dieser Zeitabstand auf 2 bis 2,4 Jahre verkürzt. Eine Technologiegeneration unterscheidet sich von der vorhergehenden durch eine Vervielfachung der Transistorenzahl (Komplexität) bei stetiger Kostenreduktion pro elektrisch realisierter Funktion. Heute arbeiten Ingenieure an integrierten Schaltungen (IC's) mit einer Milliarde Transistoren. Zumindest in den nächsten 10 Jahren wird die Entwicklung integrierter Schaltungen nicht an physikalische Grenzen stoßen.

Die außer der Mikroelektronik noch zu den Mikrotechnologien zählende Mikrosystemtechnik (MST) integriert neben der Signalverarbeitung miniaturisierte sensorische und aktorische Komponenten und erschließt damit eine Vielzahl neuer Anwendungen, die rein mikroelektronischen Systemen verschlossen bleiben. Als typische Querschnittstechnologie erweitert die Mikrosystemtechnik die aus der Halbleitertechnologie hervorgegangenen Mikrotechniken um das verfügbare Material- und Technologiespektrum zur Realisierung von elektrischen, mechanischen, optischen, chemischen und biologischen Funktionen. Mikrotechnische Komponenten haben inzwischen einen großen Markt als preiswerte und besonders zuverlässige Massenprodukte gebildet. Sie finden Einsatz als Druckknöpfe von Tintenstrahldruckern, Abtast-Köpfe von CD/DVD-Playern, Beschleunigungssensoren zur Auslösung von Airbags oder als Teile von Instrumenten in der minimal-invasiven Medizin.

* VDE-Pressemitteilung 15/2005

Die Nanotechnik arbeitet mit Strukturen im Bereich zwischen einem und 100 Nanometer (nm), also im Bereich millionstel Millimeter. Es handelt sich um den Zwischenbereich zwischen den herkömmlichen Strukturgrößen der Mikroelektronik bis hin zum atomaren Bereich. Mikrotechnische Verfahren und Systeme wird die „Nanowelt“ zwar nicht ablösen, wird sie aber gravierend erweitern und so neue Funktionalitäten schaffen. Bei der Brennstoffzellentechnik und in der Opto-Elektronik werden die Nanostrukturen eine große Rolle spielen. Auch im Grenzgebiet zwischen anorganischen und organisch-biologischen Systemen, zum Beispiel durch Kombination von Mini-Halbleiterlaser und organischen Materialien in der Displaytechnik, werden entscheidende Fortschritte erwartet. Durch Manipulation einzelner Atome und Moleküle schließlich entstehen Strukturen, die grundlegend neue Anwendungsfelder und Märkte eröffnen.

In vielen Branchen sind Mikro- und zunehmend auch Nanotechnologien mit die wichtigsten Innovationstreiber. Sie bringen neue Funktionen in Produkte und machen diese „intelligent“, benutzerfreundlich und sicherer. Mikroelektronische Bauteile bestimmen alle wichtigen Funktionen im Kraftfahrzeug, in Haushaltsgeräten wie in der industriellen Produktion. Sie liefern Test- und Prüfeinrichtungen für den Maschinen- und Anlagenbau und regeln Verfahrensabläufe in der Chemischen Industrie. Für Produkte, die mikrosystemtechnische Lösungen enthalten, wird weltweit ein jährliches Wachstum von etwa 17% erwartet.*

Trend 2010

Hochintegrierte Chips mit über einer Milliarde Transistoren werden spätestens 2008 kostengünstig zur Verfügung stehen. Der 16-Gigabit-Speicher ist um 2010 marktreif und packt die Informationsmenge einer ganzen Bibliothek auf wenige hundert Quadratmillimeter.

Im Vergleich zum Jahr 2000 wird die Rechenleistung eines Mikroprozessors nahezu 10.000 Mal höher sein. Die Preise für Festplattenspeicher werden auf ca. 10 Cent pro Megabit fallen. Auch die Preise für Prozessoren, Speicher sowie Peripheriebausteine werden weiter drastisch sinken.

Ein 256-Gigabit-Speicherchips in der Größenordnung von 50 Nanometern wird etwa um das Jahr 2013 realisierbar sein. Die Möglichkeit der Integration von Speichern und Logik auf einem Chip und die massive Parallelisierung in Raum (3D-Packaging) und Zeit (Pipelining) ermöglichen völlig neue System-Performances.

* Nexus Association, Leti, Frankreich:
Nexus MST Market Analysis 2003

Die Erforschung der „Nanowelt“ mit elektrochemischen und elektrophysikalischen Oberflächenreaktionen ermöglicht z.B. bei der Brennstoffzelle oder beim Elektrofilter entscheidende Fortschritte, führen aber auch zu Produkten der Nanokeramik, Nanooptik, Nanomechanik, Nanosensorik u.a. *

1.3. Energietechnik

Weltweit wird der Verbrauch elektrischer Energie in den nächsten Jahrzehnten stetig ansteigen: auf Grund von Bevölkerungswachstum, fortschreitender wirtschaftlicher Entwicklung und der Zunahme elektrischer Anwendungen und Geräte. Gleichzeitig konkurrieren zahlreiche neue Technologien um Anteile bei der Erzeugung von Strom. Zusätzlich definieren die Verpflichtungen zur CO₂-Minderung, knapper werdende Ressourcen, nationale wie internationale Neustrukturierung der Verteilung sowie Optimierung der Antriebstechnik neue Aufgaben für Ingenieure.

Erzeugung

Den Hauptteil der Energieerzeugung übernehmen weiterhin die heutigen Komponenten und Systeme für fossile und nukleare Brennstoffe, das heißt Dampfturbinen, Gasturbinen und Generatoren. Die Erneuerung und Modernisierung des bestehenden Kraftwerkparcs bringt hier deutlich verbesserte Wirkungsgrade durch Einsatz innovativer Werkstofflösungen und optimierter Anlagenkonzepte. Künftig werden auch die Technologien zur Nutzung regenerativer Energien einen wesentlichen Teil des Portfolios einnehmen. Die zeitlich und regional eingeschränkte Verfügbarkeit dieser Energieträger erfordert die Entwicklung leistungsfähiger Energiespeichersysteme.

Zur Erzielung eines wirtschaftlichen Gesamtoptimums im Einsatz aller Erzeugungsanlagen müssen neue Marktmodelle und Handelsstrukturen entwickelt werden. Neue Marktmodelle optimieren die Einsatzplanung der Erzeugungsanlagen unter Berücksichtigung der ökologischen Randbedingungen (CO₂-Handel), der zeitlichen und räumlichen Verfügbarkeit (regenerative Energien) sowie der internationalen Handelsplattformen Spotmarkt und Börse (in 2004 wurden bereits 12% des in Deutschland verbrauchten Stroms über die Börse gehandelt).

* VDE-Technologie Barometer 2004

Verteilung

Zur Vorbereitung der Versorgungsnetze auf die Anforderungen der nächsten Jahrzehnte gilt es, neuartige, schlanke und kosteneffiziente Strukturen zu entwickeln. Neben einer preisgünstigen und angemessen sicheren Versorgung ist auch eine erhöhte Flexibilität zu berücksichtigen, um kurzfristig auf veränderte Nutzungsszenarien (beispielsweise ein großflächiger Einsatz dezentraler Einspeisungen wie die Brennstoffzelle) reagieren zu können. Neue Primär- sowie Sekundärtechnik für die Stromnetze erlauben eine erheblich höhere Anlagenauslastung. Intelligente Steuerverfahren erzielen weitaus bessere Wirkungsgrade, höhere Zuverlässigkeit bei gleichzeitig deutlich geringeren Life-Cycle-Kosten. Die enge Verzahnung zwischen Anlagen- und Kommunikationstechnik macht die Einzelgeräte der Primärtechnik intelligent und kommunikationsfähig. GPS-gestützte Navigation ermöglicht zum Beispiel Ferndiagnose und -steuerung der Systemkomponenten für effiziente und sichere Verfügbarkeit.

Antriebstechnik

Erhöhte Wirkungsgrade brachten in den letzten Jahren den Markt der Elektromotoren in Bewegung. Ein deutlich effizienterer Energieeinsatz lässt sich durch Einsatz von drehzahlveränderbaren Antrieben erreichen. Beispielsweise bei Pumpenantrieben: Allein dafür werden aktuell rund 20% der in der Industrie umgesetzten Energie verbraucht. Antriebstechnik aus Deutschland spielt auch im Einsatz für Schienenfahrzeuge und Schiffe sowie im Güter- und Personenverkehr weltweit eine technologisch führende Rolle. Im industriellen Bereich nehmen die Anwendungen mit der „Intelligenz vor Ort“, den so genannten integrierten Umrichterantrieben deutlich zu. Umrichtergespeiste permanenterrregte Synchronmaschinen sorgen für weitere Steigerungen der Leistungsfähigkeit.

Trend 2010

Entwicklungsziel: fossilbefeuerte Anlagen ohne Schadstoffemissionen. Chemische Prozesse ermöglichen die Bereitstellung schadstoffarmer und -freier Brennstoffe oder die Abtrennung unerwünschter Emissionen. Neben der heute schon weit entwickelten Wasserkraft und Windenergie werden Biomasse, Sonne sowie Geothermie stärker zur Stromerzeugung herangezogen.

Neuartige Werkstoffe für die Anwendung als Magnete, Supraleiter oder Halbleiter ermöglichen den Aufbau bisher nicht realisierbarer, weiträumiger

ger Netzstrukturen. Als systemtechnisch bedeutsam zeichnet sich hierbei der Einsatz supraleitender Kurzschlussstrombegrenzer ab.

Die Integration der Antriebe in den Produktionsprozess ermöglicht zunehmend mechatronische Antriebslösungen. Der mechatronische Produktentwurf erfordert interdisziplinäre Ingenieurteams und direkte Einbindung des Kunden.

Hochtemperatursupraleiter werden vor allem für elektrische Lokomotiven mit ihren beengten Platzverhältnissen, aber auch für Synchronmaschinen als Schiffsantriebe entwickelt.

Im Automobilbereich ermöglichen elektrische Antriebe sowohl den Primärenergieeinsatz wie auch die Luftverschmutzung in Ballungsgebieten weiter zu reduzieren: In hybrider Form mit Verbrennungskraftmaschinen verbunden beziehungsweise künftig aus Brennstoffzellen gespeist.

1.4. Automatisierungstechnik

Die Automatisierungstechnik sorgt für den planbaren Ablauf von Prozessen. Ohne Einsatz von Automation und Messtechnik würden komplexe Produktionsprozesse zum Beispiel in der chemischen Industrie nicht funktionieren. Der Anwendungsbereich dieser Querschnittstechnologien erstreckt sich praktisch auf alle Branchen.

Die Automatisierungstechnik ist längst Bestandteil aller technischen Produkte und Anlagen. Sie tritt dabei nicht immer in den Vordergrund, sorgt aber in technischen Systemen integriert für die richtige Funktionalität wie z.B. das ABS-System im Kraftfahrzeug.

Neue Herausforderungen ergeben sich für die Automatisierungstechnik aktuell durch Veränderungen in der Produktion. Zum Beispiel stellen die verstärkte Kundenorientierung, der Wunsch nach „Losgröße 1“ sowie die steigende Komplexität von Produkten zusätzliche Anforderungen an Prozesssteuerung und Automation. Dabei werden die Aufgaben in der Wirkungskette „Prozess – Automatisierungssystem – Mensch“ zunehmend systemübergreifend und vernetzt betrachtet. Zuvor separat betrachtete industrielle und geschäftliche Prozesse wachsen durch die Automatisierungstechnik immer mehr zusammen. Doch erst zuverlässige und sichere Interaktion von Mechanik, Elektronik und Software werden die Integration der automatisierungstechnischen Lösungen in den gesamten Herstell- und Geschäftsprozess ermöglichen.

Sensoren und Aktoren werden zunehmend integrale Bestandteile von Systemen. Das erfordert eine Standardisierung von Schnittstellen und Funktionalitäten sowie die Entwicklung von Plattform- und Baukastenkonzepten. Künftig werden Sensoren nicht nur Informationslieferanten, sondern Teil des Prozessinformationssystems sein. Intelligenz im Sensor ermöglicht eine Interpretation der Messwerte am geeigneten Ort und vereinfacht Systemarchitekturen. Drahtlose Kommunikation erlaubt die Ferndiagnose, die Fern- und Selbstüberwachung sowie die Selbstkalibrierung von Sensoren.

Trend 2010

Sicherheitsaspekte technischer und nichttechnischer Systeme erfahren eine wachsende gesellschaftliche Bedeutung. Der Automatisierung kommt hier eine Schlüsselrolle zu: von eingebetteten Systemen im Fahrzeug bis zur Leittechnik für Versorgungs- und Entsorgungsnetze.

Verteilte Automatisierungssysteme werden über die firmeninternen LANs hinauswachsen und öffentliche Netze nutzen. Dabei werden Fragen der Verfügbarkeit, des Zeitverhaltens, der Übertragungssicherheit und des Informationsschutzes solcher Netze im Vordergrund stehen. Zur Lösung wird eine enge Kopplung mit Experten der Informatik und der Informationstechnik erforderlich sein.

Die Technik muss sich am Menschen orientieren. Das erfordert eine nutzergerechte Gestaltung der Systeme und Produkte. Beispielweise wird die Bedienung technischer Systeme durch Nutzung mehrerer menschlicher Sinne (Multimodalität) sicherer und intuitiver.

Der überall und jederzeit mögliche Zugang zu technischen Systemen erlaubt völlig neue Benutzungskonzepte und Bediengeräte („Ueware“).*

1.5. Medizintechnik

Das Zusammenspiel von Medizin, Informationstechnik, Ingenieurwissenschaften, Werkstoffwissenschaften und Zellbiologie eröffnet bislang ungeahnte neue Möglichkeiten in Diagnose und Therapie. Der Transfer von Ideen aus der Grundlagenforschung in Produkte, die dem Patienten nützen, stellt dabei hohe Ansprüche an die interdisziplinäre Arbeitsweise verschiedener Berufsgruppen. In deren Zentrum stehen zumeist Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik sowie der Medizintechnik.

* VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA):
Thesen der Task-Force „Automatisierungstechnik 2010“, 2003

Funktionelle und Biomolekulare Bildgebung

Die Positronenemissionstomographie (PET) ist heute das wichtigste bildgebende Verfahren für die Biomolekulare Bildgebung. Auch sind Ultraschallsysteme mit Schallwandlern in Matrixanordnung, Mehrzeilen-Computertomographen mit bis zu 64 Zeilen und schnelle parallele Magnetresonanztomographie (MRT) - Verfahren bereits heute verfügbar, ihr Potenzial aber noch lange nicht ausgeschöpft. Mit der Verfügbarkeit neuer Nanomaterialien zum Beispiel lassen sich spezielle Marker für die Biomolekulare Bildgebung entwickeln. So genannte „Quantum Dots“, die mit Antikörpern überzogen sind, sammeln sich an speziellen Körperstellen und ermöglichen die Darstellung funktioneller Prozesse, Enzyme etc. Bei allen bildgebenden Verfahren muss allerdings die räumliche und zeitliche Bildauflösung wesentlich verbessert werden: Bei den nicht-invasiven Verfahren genauso, wie im Bereich von bildgeführter Intervention und minimal-invasiver Chirurgie („Schlüssellochchirurgie“). Zusätzlich müssen neue Methoden der computerassistierten Bildauswertung und Expertensysteme entwickelt werden. Die neuen bildgebenden Verfahren liefern enorm steigende Datenmengen, welche von den Ärzten nicht mehr in der „klassischen“ Weise am Bildschirm ausgewertet werden können.

BioMEMOS

BioMicroElectroMechanicalOptical Systems (BioMEMOS) bieten erweiterte Möglichkeiten für das Monitoring in der Intensivpflege und für den Home-Care-Bereich. Heute verfügbare Sensoren zeigen noch Schwächen zum Beispiel bei der genauen Messung von Herz-Kreislauf-Parametern. Im Home-Care-Bereich fehlen Sensoren, die robust und zuverlässig arbeiten, aber komfortabel und einfach zu tragen sind. In Zukunft werden Sensoren zum Einsatz kommen, die mit elektrischen, mechanischen und optischen Messverfahren Informationen über Typ und Zustand einzelner Zellen liefern. BioMEMOS helfen bei der Ermittlung von Daten, die früher nur aus Laboruntersuchungen zu erhalten waren. Mit Mikrolabors, so genannten „Lab-on-Chip Systemen“, können beispielsweise viele Blut- und Urinwerte direkt und schnell am Patienten analysiert werden. Intelligente Implantate schließlich werden Sensoren, Aktuatoren und Mikrocontroller enthalten, zum Beispiel automatische Medikamentenpumpen für Diabetiker. Über Bluetooth und Mobilfunkgeräte ist sogar ein direkter permanenter Anschluss an Notfallzentralen denkbar.

Systeme für Regenerative Therapien

Entwicklungsziel in der Zell- und Gewebetechnik ist die Züchtung künstlicher Organe. Mit Hilfe technischer Systeme werden Zellen zum kontrollierten Wachstum angeregt. Bereits heute wird auf diese Weise Haut hergestellt, die Patienten anschließend implantiert wird; Knorpel wird als Nächstes folgen. Die Grundlagenforschung für komplexere Organe hat bereits begonnen, zum Beispiel der aufgrund der hohen Fallzahlen besonders wichtigen Bauchspeicheldrüse.

Vor und während der Anwendung künftiger regenerativer Therapien werden Geräte benötigt, die spezielle Zelleigenschaften überwachen. Ebenso wichtig ist die kontinuierliche Überwachung von Wachstum und Überleben des Gewebes nach der Implantation.

Der virtuelle Patient

In den letzten Jahren ist mit der „Computerorientierten Biologie“ oder „Mathematischen Physiologie“ ein neuer Wissenszweig entstanden. Ziel ist das quantitative Verständnis aller funktionellen Prozesse im menschlichen Körper. Heute werden Analysen meist auf der Basis makroskopischer mathematischer Modelle durchgeführt. Künftige Computermodelle des menschlichen Körpers werden dagegen mit auf zellulärer Ebene arbeitenden mikroskopischen Modellen aufgebaut. Dies erst erlaubt Analysen wichtiger Krankheiten. Durch die gemeinsame Auswertung biomolekularer Bilddaten, Biosignalen (z.B. EKG – Elektrokardiogramm) und Labordaten wird im nächsten Schritt das Standardpatientenmodell an den Individualpatienten anpassbar. So läßt sich beispielsweise das Zusammenwirken von Implantaten wie Herzschrittmachern und Dialysesystemen simulieren und die Systeme in Hinblick auf den Einzelpatienten optimal aufeinander abstimmen.

e-Health

Die elektronische Patientenakte steht kurz vor ihrer europaweiten Einführung. Die nächste Generation der Patientenakte wird auch Expertenwissen bereithalten, als Zweitmeinung für den behandelnden Arzt und zur Information über den aktuellen Stand des medizinischen Wissens. Internationale Standards für den Datenaustausch müssen hierfür ebenso entwickelt werden wie Verfahren zur Sicherung der Daten vor unbefugtem Zugriff. Mit anonymisierten Datenbanken generierte Statistikwerte werden bei der Ermittlung persönlicher Risikofaktoren und optimal angepasster Therapien

helfen. Darüber hinaus ermöglichen Datenanalysen neue Qualitätsstandards für medizinische Prozesse, Ärzte und Krankenhäuser sowie Auswertung und Vergleich der Ergebnisse. Mit dem Aufbau eines datenbankgestützten „Health Technology Assessment“ lässt sich die medizinische Wirkung und die Effizienz im Workflow für medizintechnische Geräte und Systeme nachweisen.

Trend 2010

Eine technologische Herausforderung ist die 4D-Bildgebung: drei Raumdimensionen plus Zeit. Insbesondere für die Diagnose und die Therapieplanung am schlagenden Herzen und an Gelenken ist die zeitliche Auflösung von Bildsequenzen entscheidend.

Mikrosysteme werden an Neuronen und Nerven angekoppelt, um Biosignale aufzunehmen oder Biosignale in Zellen und Muskeln einzuspeisen. So lassen sich unterbrochene Nervenfasern bei Lähmungen überbrücken oder Hirnschrittmacher für Epileptiker aufbauen.

Neue Biomaterialien mit Oberflächenmodifikationen im Nanobereich (Biomimitecs) werden eine nahezu perfekte und damit lebenslang haltbare Verbindung zu körpereigenen Zellen erlauben. Anwendungsbereiche liegen unter anderem bei Zahnfüllungen und -kronen, Hüft- und Knieprothesen sowie beschichteten Gefäßstützen.

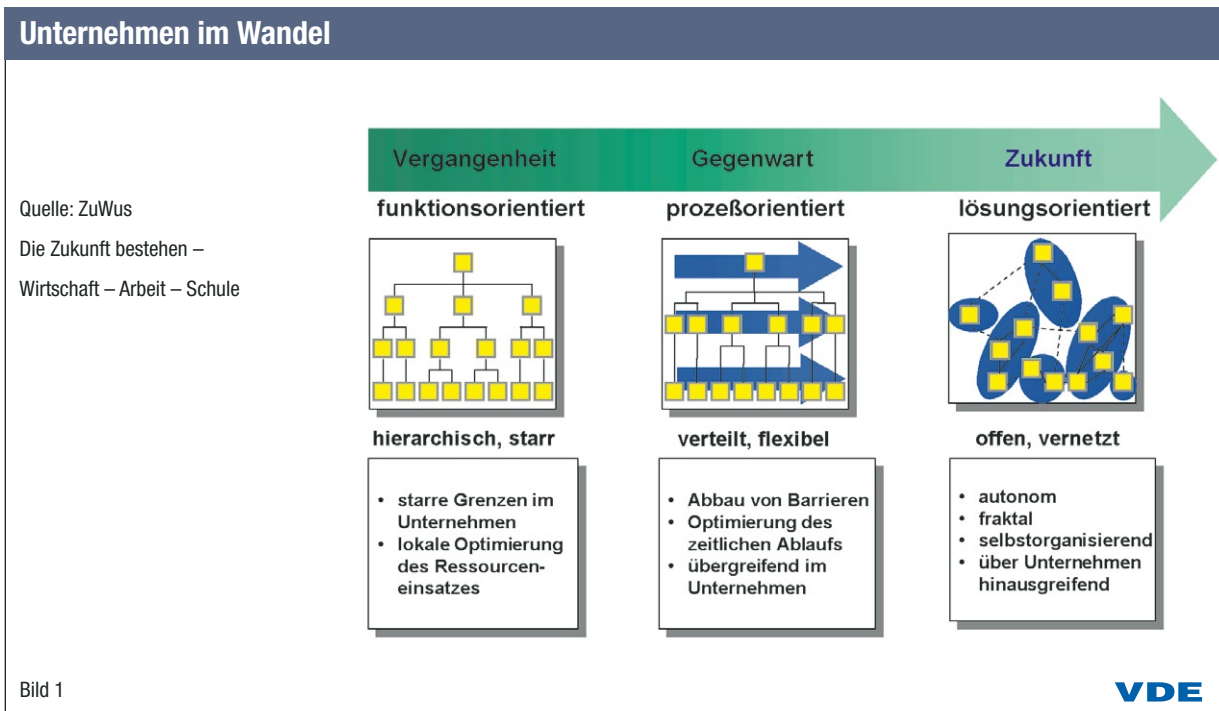
Das Computermodell vom „virtuellen Patienten“ erlaubt die Überprüfung von Diagnosen, Simulation therapeutischer Maßnahmen und Analyse der Ergebnisse. Durch einen virtuellen Eingriff an „seinem Patienten“ bereitet sich der Operateur optimal auf den realen Eingriff vor.

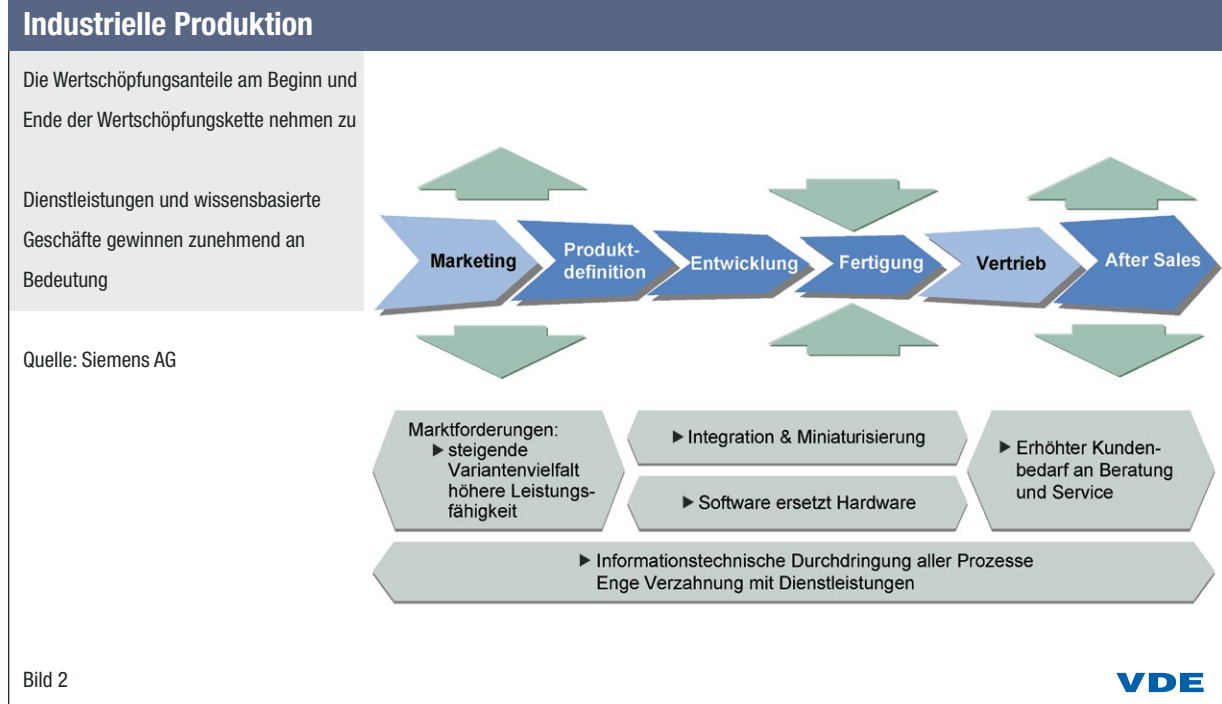
Ein den elektronischen Patientenakten hinterlegtes Expertensystem wird Fehlmedikationen und Medikamentenunverträglichkeiten weitgehend verhindern.

2 Die Elektro- und IT-Wirtschaft

Informationstechnik, Software und Mikroelektronik durchdringen nahezu vollständig jeden einzelnen Industriezweig. Eine Entwicklung, die sich nicht nur auf die Technik bezieht, sondern in das gesamte Unternehmen hinein wirkt, das heißt auch die Unternehmensstrategie beeinflusst. Die fortschreitende Vernetzung führt zu einer Änderung bei den Geschäftsprozessen, dem Wissensmanagement, den Betriebsstrategien im Unternehmen (Beispiel Ferndiagnose und -wartung von Anlagen über Internet) sowie bei der Qualifizierung der Mitarbeiter.

Künftig wird kaum ein Beschäftigter ohne die Nutzung von Computernetzen seine Arbeiten durchführen können. Neue Anforderungen an die Ausbildung der Mitarbeiter sind die Folge. Prozessorientierte Strukturen prägen zunehmend den Produktionsablauf in den Unternehmen. Flexible, innerhalb des Unternehmens optimierte Prozesse lösen die starren Hierarchien der Vergangenheit ab. Für die Ingenieure bedeutet dieser Wandel die verantwortliche Einbindung in die Unternehmensstrategie von der Innovationsplanung bis hin zum Vertrieb. Ein Wandel, der sich in den nächsten Jahren weiter fortsetzen und entwickeln wird hin zu offenen, selbstorganisierten Netzwerken. Projektteams werden künftig in lösungsorientierten Arbeitsgruppen immer mehr auch international und über die Unternehmensgrenzen hinweg agieren.





Global vernetzt lässt sich Arbeit weitgehend unabhängig vom Unternehmensstandort erbringen und zwar zunehmend dort, wo sie weltweit am besten oder am günstigsten erhältlich ist. Aspekte wie Marktzugang, Know-how oder Qualität entscheiden darüber, in welcher Region die jeweiligen Wertschöpfungs-schritte vorgenommen werden. Konzerne sind auf diesem Wege bereits zu Netzwerken geworden bzw. werden sich weiter dorthin entwickeln.

Die Bedeutung der frühen und späten Phasen in der Wertschöpfungskette nimmt ständig zu. Der Markt verlangt, dass bereits in der Entwicklungsphase des Produkts die mögliche Vielfalt der kundenspezifischen Leistungsmerkmale maßgeschneidert eingebaut wird und sich die damit zusammenhängende individuelle Kundenbetreuung über den Service bis zum Ende des Produktlebenszyklus fortsetzt. Sowohl „Verkaufen“ als auch „Produzieren“ heißt in diesem Zusammenhang auch „Beraten“. Immer mehr Ingenieure werden in den Unternehmen außerhalb der klassischen Bereiche Produktentwicklung und Produktion eingesetzt, übernehmen Aufgaben in Marketing oder Management.

Die Elektroindustrie

Die Elektro- und Informationstechnik-Branche hat in den vergangenen 25 Jahren ihren Umsatz vervierfacht. Mit gut 800.000 Beschäftigten stellt sie knapp 14% aller Arbeitsplätze in der deutschen Industrie und konnte in 2003 13,8% des Umsatzes des gesamten verarbeitenden Gewerbes erwirtschaften. Neben den großen, international bekannten Konzernen gibt es mehr als 3.000 mittlere und kleinere Unternehmen der Elektrotechnik und Elektronik in Deutschland sowie rund 14.000 Unternehmen des zugehörigen Dienstleistungsbereichs. In 2004 sind die Umsätze auf 160,9 Mrd. Euro gestiegen, was einem Wachstum von 4,3% entspricht. Für 2005 wird ein etwas geringeres Wachstum von rund 3% prognostiziert. Im Vergleich dazu liegen die Schätzungen des Sachverständigenrates der Bundesregierung für das Bruttoinlandsprodukt bei lediglich +1,0%.

Die Unternehmen der deutschen Elektroindustrie stellen mehr als 100.000 verschiedene Produkte und Systeme her. Das Produktionsprogramm reicht vom kleinsten elektronischen Bauteil bis zur schlüsselfertigen Fabrikanlage, vom komfortablen Hausgerät bis zum kompletten Telekommunikationssystem, von der speicherprogrammierbaren Steuerung bis zum elektromedizinischen Diagnosegerät. Kennzeichen der Branche sind große dynamische Veränderungen sowohl in Hinblick auf Technologien und Innovationen als auch bezüglich globaler wirtschaftlicher Zusammenhänge. Gerade wegen ihrer Dynamik ist und bleibt die Elektroindustrie aber eine Branche mit überdurchschnittlichen Wachstumsraten im Vergleich zur Gesamtwirtschaft.

Während die meisten Bereiche der Elektrotechnik bis 2001 zwar unterschiedliches aber stets positives Wachstum zeigten, kam es vor allem in der Informations- und Kommunikationstechnik bereits ab 2000 zu erheblichen Produktionssenkungen. Ab 2001 galt dies – in geringerem Ausmaß auch in der Energie- und Installationstechnik, den Bauelementen, Hausgeräten, Konsumelektronik und der Beleuchtungstechnik. Einen ungebrochenen Wachstumstrend zeigten die Automatisierungstechnik, die Fahrzeugelektronik und -elektrik und die Medizintechnik.

In den vergangenen 10 Jahren hat die deutsche Elektroindustrie jährlich zwischen 5 und 7 Mrd. Euro in Anlagen und Ausrüstungen in Deutschland investiert. Mit Innovationsaufwendungen von rund 11 Mrd. Euro und fast 76.000 Beschäftigten in Forschung und Entwicklung zählt die Elektroindustrie zu den forschungsintensivsten Zweigen der deutschen Wirtschaft. Dazu gehören Aufwendungen für unternehmensinterne FuE, Maschinen und Sachmittel, für anderes externes Wissen (Patente und Lizenzen), für Schulungen und Aufwendungen für Produktgestaltung und Dienstleistung.

Produktionsstruktur der Elektroindustrie

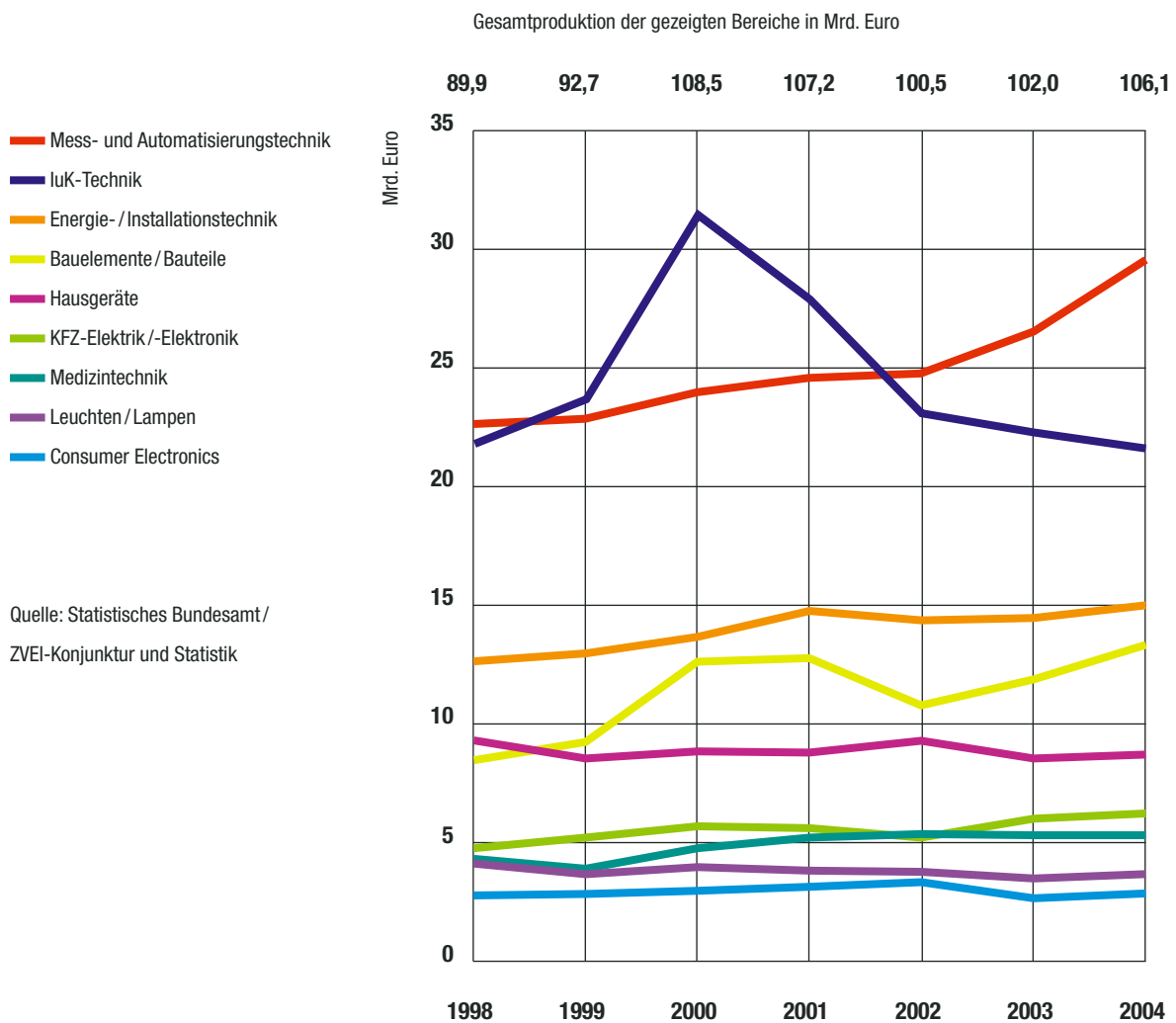


Bild 3

VDE

79% der Elektronunternehmen haben in 2002 innovative Produkte oder Dienstleistungen eingeführt. Zum Vergleich: Im verarbeitenden Gewerbe waren es nur etwa die Hälfte der Unternehmen. Zusammen mit der chemischen Industrie belegt die Elektroindustrie die Spitzenplätze der innovativsten Branchen Deutschlands. Der Umsatz der Elektroindustrie, der auf Marktneuheiten zurückzuführen ist, ist im Jahr 2002 auf 17,5% deutlich angestiegen (verarbeitendes Gewerbe: 7,6%). Der hohe Anteil unterstreicht die Bedeutung von marktneuen Produkten für die Branche. Darin spiegeln sich sowohl kurze Produktlebenszyklen als auch ein radikaler Wandel im Produktangebot. Bei der Innovationsintensität (Innovationsaufwendungen bezogen auf den Umsatz) lag die Elektroindustrie 2002 mit über 7% in der Spitzengruppe.

Innovatorenanteil in ausgewählten Branchen des verarbeitenden Gewerbes (2002)

Anteil der Unternehmen in %

** Instrumente: Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

Quelle: ZEW, 2004: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003

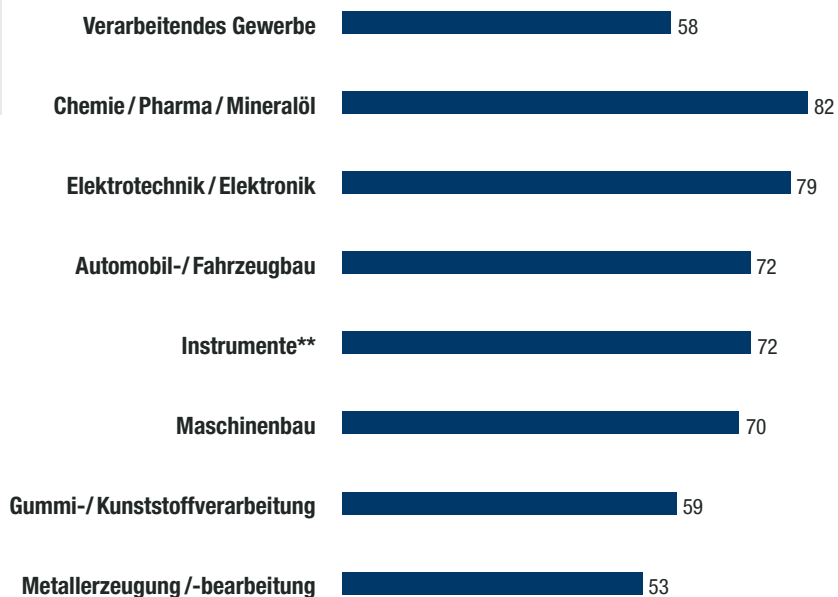


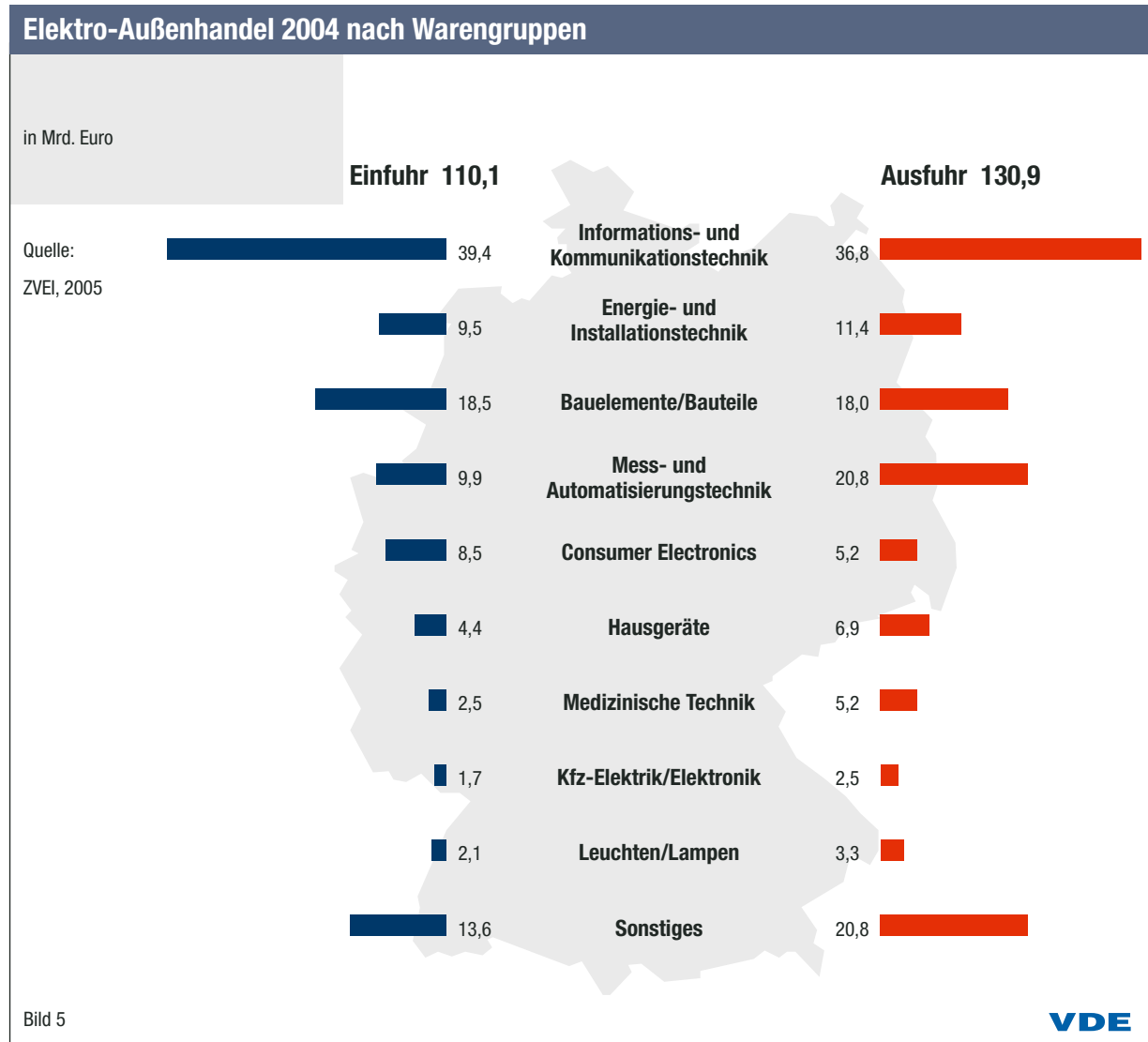
Bild 4

VDE

Insbesondere der konsequenten industriellen Umsetzung neuer Forschungsergebnisse in Produkte und Systeme verdankt die deutsche Elektroindustrie eine Spitzenposition bei den Welt-Elektroexporten. In der Telekommunikation, Teilbereichen der Informationstechnik, Automatisierung, Autoelektronik, Medizintechnik sowie Mikro- und Nanotechnik gehört Deutschland inzwischen zu den technologischen Marktführern.

Mit einem Anteil von ca. 10% am Weltaußenhandel hatten die deutschen Elektroexporte in 2004 einen Wert von rund 130,9 Mrd. Euro. Über die Hälfte ging in die Länder der Europäischen Union, wobei Frankreich mit 8,9% vor Großbritannien und Italien mit jeweils 8,3% und 7% Anteil das wichtigste Exportland innerhalb der EU war. Der Export in die Staaten Mittel- und Osteuropas einschl. GUS lag bei 13,2%, nach Südostasien bei 11,6%, in die USA bei 8,0% und nach Japan bei 1,8%.

Die Einfuhr elektronischer Erzeugnisse belief sich 2004 auf eine Gesamtsumme von rund 110,1 Mrd. Euro. Bei den Lieferländern dominieren die Staaten der EU mit einem Anteil von 34,1%, darin waren die größten Lieferanten Niederlande (5,8%), Großbritannien (5,1%) und Frankreich (4,6%). Größter Einzellieferant bildeten die USA mit einem Anteil von 10,6% und Japan mit 8,9%. 37,0% des Elektroimports der Bundesrepublik kommt aus den Ländern Südasiens.



Ein Vergleich nach Warengruppen zeigt, dass in den letzten Jahren die deutsche Elektroindustrie dank erheblicher Anstrengungen eine positive Außenhandelsbilanz auf fast allen Gebieten der Elektrotechnik erreicht hat. Der Außenhandelsüberschuss konnte von rund 1,5 Mrd. Euro in 2001 bis 2004 auf über 20 Mrd. Euro gesteigert werden. Lediglich in den Segmenten Informationstechnik und Konsumelektronik bestand ein Außenhandelsdefizit in Höhe von jeweils rund 3 Mrd. Euro. Generell kennzeichnen den Außenhandel zunehmend internationale Verflechtungen, höhere Eigenimporte deutscher Elektronunternehmen sowie Billigimporte. Auch haben zwischenzeitlich einzelne Länder auf bestimmten Gebieten eine überlegene Wettbewerbsposition erreicht.

Welt E / E-Markt – Struktur 2003 und 2008 nach Regionen

2003 (Hochrechnung): 2.420 Mrd. €
 2008 (Prognose): 3.350 Mrd. €
 Flächenproportional nach
 Marktvolumen, real zu Preisen und
 Kursen 2003

Der Welt-Elektro-/Elektronikmarkt ist ein Triadenmarkt

Reales Wachstum 2003 – 2008 in % p.a.

Welt	6,7%
NAFTA	6,5%
Mittel- u. Südamerika	6,3%
Europa	5,7%
GUS / NMO / Afrika	7,4%
Südostasien/Japan	7,7%
übriges Asien / Pazifik	7,0%

Quelle: Siemens AG, ECR, 2004



	2003	Anteile am Welt E / E-Markt	2008
NAFTA	35,9%		NAFTA 35,5%
Mittel- u. Südamerika	2,4%		Mittel- u. Südamerika 2,4%
Europa	25,6%		Europa 24,5%
GUS / NMO / Afrika	4,3%		GUS / NMO / Afrika 4,4%
Südostasien/Japan	28,9%		Südostasien/Japan 30,3%
übriges Asien / Pazifik	2,9%		übriges Asien / Pazifik 2,9%

Bild 6



Hochrechnungen von Prognos und Siemens zufolge kann für die nächsten 5 Jahre für den Welt-Elektro-/Elektronikmarkt von einem durchschnittlichen Wachstum von 6,7% ausgegangen werden. Die höchste Wachstumsrate wird für die wieder erstarkende Region Südostasien/Japan erwartet, gefolgt von einem heute noch nicht zu bezifferndes Marktpotenzial in den GUS-Staaten. Das geringste Wachstum innerhalb der Branche prognostizieren die Hochrechnungen für die Region Europa mit 5,7%.

Global betrachtet bildet der Welt E/E-Markt einen Triadenmarkt mit den drei bestimmenden Regionen Europa, NAFTA (USA/Kanada/Mexiko) und Südostasien/Japan. Sein Volumen hat sich seit 1995 von etwa

1.600 Mrd. Euro auf rund 2.400 Mrd. Euro erhöht. 1995 fielen davon 37% an Südostasien/Japan, 30% an die NAFTA, 26% an Europa und 7% an den Rest der Welt. Inzwischen haben auf Grund des starken Wachstums der US-Wirtschaft und des Stagnierens der japanischen Wirtschaft die beiden Regionen ihre Position bei den Weltmarktanteilen getauscht: 2003 entfielen 36% auf die NAFTA-Staaten und nur noch 29% auf Südostasien/Japan bei gleich gebliebenem Anteil Europas.

International unterliegen die Produktmärkte der Elektroindustrie derzeit einem deutlichen strukturellen Wandel: In den letzten Jahren ist der Anteil der Industrieelektronik einschließlich Software überproportional auf inzwischen 63% gestiegen. Gleichzeitig fiel der Anteil der konventionellen Elektrotechnik auf 30% und der Konsumelektronik auf 6%. Ein Trend, der für die deutsche Elektroindustrie als kompetenter Partner in Planung, Produktion und internationaler Zusammenarbeit auch Chancen bringt. Traditionell ergänzen deutsche Unternehmen ihr Angebot um Dienstleistungen wie technische Beratung, Vorplanung von Industrieprojekten, Lösung von Finanzierungsproblemen, Ausbildung und Unterweisung von Arbeitskräften sowie Beratung bei Erweiterungen, Rationalisierung und Marketing. Die Relation muss jedoch beachtet werden: Ergänzende Dienstleistungen können erst erbracht werden, nachdem die Produkte, Systeme und Anlagen von den Ingenieuren konzipiert und produziert wurden.

Die Informations- und Telekommunikationswirtschaft (ITK-Wirtschaft)

Die Produkttypen der Informations- und Telekommunikationswirtschaft umfassen sowohl Geräte und Hardware der Infrastruktur, wie auch die Softwareentwicklung und IT-Services. Dem industriellen Bereich werden die ITK-Produkttypen Hardware und Systeme (Computer Hardware, TK Endgeräte und Bürotechnik) sowie Datenkommunikation und Netzinfrastruktur zugerechnet. Bezüglich ihrer Entwicklung bestehen Überlappungen mit den Darstellungen zur Elektroindustrie. Daher werden die zu den Dienstleistungen zählenden Bereiche Software, IT-Services und Telekommunikationsdienste weitgehend getrennt betrachtet.

Im Jahr 2005 erwarten die ITK-Unternehmen ein Umsatzplus. 74% der Firmen rechnen mit steigenden Umsätzen. Ein Trend, der sich bereits in den Zahlen von 2004 abzeichnet: Im dritten und vierten Quartal waren die Umsätze der ITK-Wirtschaft für etwa 60% der Unternehmen gestiegen. Am stärksten zieht die Nachfrage bei den Softwareanbietern an. 84% rechnen hier für 2005 mit einem Umsatzplus. Der Großteil der Nachfra-

ge stammt von gewerblichen Kunden, die mit neuen Softwarelösungen ihre betriebliche Effizienz steigern wollen. Ebenfalls stark gefragt sind Sicherheitslösungen, die vor Viren oder Datenverlust schützen. Unter den IT-Dienstleistern gehen 76% von einem Umsatzzuwachs im kommenden Jahr aus. Dabei profitieren die Anbieter vom anhaltenden Trend zum Outsourcing von IT-Aufgaben. Gleichzeitig steigt mit höheren Ausgaben für neue Computer-Hardware der Bedarf für die Implementierung der Anlagen und die Schulung der Mitarbeiter.

Kennzahlen zur ITK-Branchenentwicklung

Herbst 2004

Quelle: BITKOM

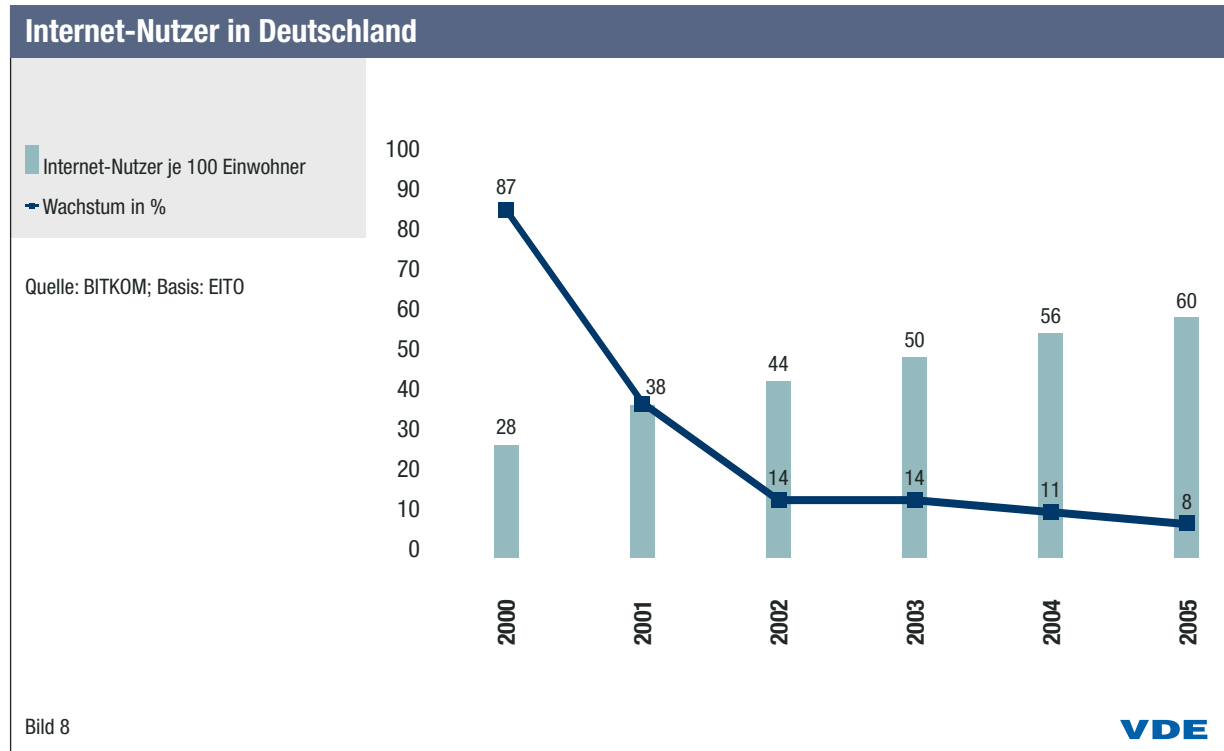
ITK-Markt Deutschland	Marktvolumen (in Mrd. Euro)					Wachstumsraten			
	2001	2002	2003	2004	2005	02	03	04	05
Summe	131,4	128,1	128,3	131,6	136,0	-2,5%	0,2%	2,5%	3,4%
Nach Produktgruppen									
Summe ITK Hardware u. Systeme	40,5	35,7	34,1	34,4	35,0	-12,0%	-4,4%	0,9%	1,9%
Software	15,2	15,1	14,9	15,4	16,2	-0,8%	-1,5%	3,5%	5,5%
IT-Services	27,2	26,3	26,1	26,7	27,9	-3,1%	-0,7%	2,3%	4,4%
Telekommunikationsdienste	48,5	51,0	53,3	55,1	56,9	5,3%	4,4%	3,4%	3,2%

Bild 7

VDE

Mit einem Wachstum von 2,5% in 2004 wird die ITK-Branche das gesamtwirtschaftliche Wachstum erstmals seit 2001 wieder deutlich übertreffen. Für 2005 prognostiziert der Branchenverband mit einem Gesamtvolumen von 136 Mrd. Euro sogar ein Wachstum von 3,4%.

Auch die Hersteller von Telekommunikationsinfrastruktur, die lange Zeit Umsatzeinbußen verzeichneten, bestätigten derzeit den branchenweiten Aufwärtstrend: 70% rechnen mit einem Zuwachs der Erlöse. Eine der Ursachen liegt im weltweit ungebremsten Wachstum in diesem Bereich. Mehr als 1,3 Mrd. Menschen telefonieren weltweit mobil. Gut 700 Mio. nutzen regelmäßig das Internet. Für das Jahr 2006 wird ein Anstieg dieser Zahl auf über eine Milliarde Menschen prognostiziert. In Deutschland ist bereits jeder zweite Einwohner Nutzer des Internets.



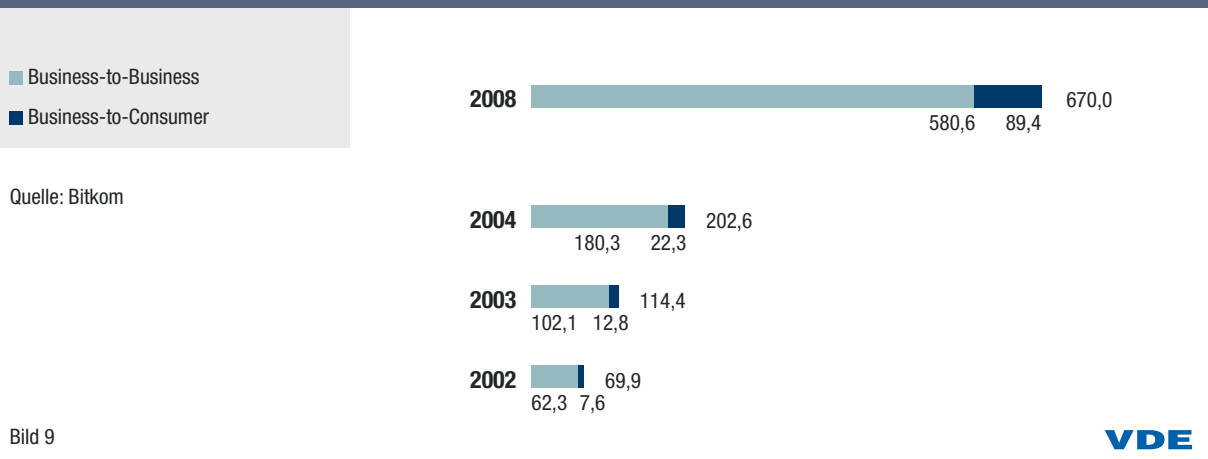
Mit rund 40 Mio. Internet-Nutzern bildet Deutschland die weltweit drittgrößte Internetgemeinde. Nur in den USA und in Japan sind noch mehr Menschen regelmäßig im Netz. Allerdings liegt Deutschland mit einer Verbreitungsrate von 49 Nutzern pro 100 Einwohner weltweit noch im Mittelfeld. In Schweden zum Beispiel gab es 2003 bereits 65 Internetnutzer pro 100 Einwohnern.

Die Zahl der breitbandigen DSL-Anschlüsse ist 2003 in Deutschland auf 4,4 Mio. gewachsen, sie soll sich bis Ende 2006 auf rund 8,2 Mio. verdoppeln. Allerdings ist die zweite maßgebliche Breitband-Zugangstechnologie, die Kabelmodems, in Deutschland noch kaum verbreitet. In den USA nutzen bereits 15% der Haushalte den schnellen Internetzugang über das Fernseh-Kabelnetz. International nimmt Deutschland 2003 bei der Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen lediglich einen Platz im hinteren Mittelfeld ein, damit sind aber für die Unternehmen noch erschließbare Marktpotenziale vorhanden.

Auf deutlichem Wachstumskurs bleiben auch die Anbieter von Mobilfunkdiensten: 83% rechnen mit steigenden Umsätzen. Grund: Die Zahl der Handy-Nutzer wird in 2005 auf geschätzte 70 Mio. steigen. In 2003 waren deutschlandweit bereits mehr als 64 Mio. Handys am Netz. Von der Technik her bringen die nächsten Jahre einen Entwicklungssprung: Das Mobiltelefon wird zur mobilen Informations- und Unterhaltungsplattform. Auf der Basis von Wireless LAN und UMTS wachsen Mobilfunk und Internet zusammen. UMTS nutzen weltweit mit Schwerpunkt in Japan bereits 2,4 Mio. Menschen.

Beim E-Commerce gehört Deutschland mit einem europaweiten Anteil von fast 30% zu den Vorreitern. Insbesondere im Business-to-Business-Bereich hat sich die Nutzung des Internets ungleich stärker etabliert als bei den europäischen Nachbarländern. Nach Schätzungen der Marktforscher wird der E-Commerce-Umsatz in Deutschland bis zum Jahr 2008 auf rund 670 Mrd. Euro steigen.

Online-Handel: Umsatz in Deutschland in Mrd. Euro



Der über das Internet abgewickelte Online-Handel erreichte im Jahr 2003 in Deutschland ein Umsatzvolumen von 115 Mrd. Euro. Das Jahr 2004 brachte einen Anstieg um 76% auf 203 Mrd. Euro. Mit 89% entfällt der Großteil auf das Business-to-Business-Geschäft. Aber auch der Online-Handel mit Privatkunden (Business-to-Consumer) stieg 2004 um 74% auf 22,3 Mrd. Euro.

Die Elektrizitätswirtschaft

Innerhalb der Elektrizitätswirtschaft lassen sich die Bereiche Energiehandel, Energieerzeugung sowie Energieübertragung und -verteilung unterscheiden. Mit der Einführung des Wettbewerbs durch die Liberalisierung des Strommarktes 1998 und dem 2003 verabschiedeten Verordnungspaket der EU zum Strombinnenmarkt wechselten in den letzten Jahren die Rahmenbedingungen für die Energiewirtschaft. Weitere Neuerungen wird auch die aktuell anstehende Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes und die damit verbundene Einrichtung einer Regulierungsbehörde für Elektrizität und Gas bringen. Außerdem sorgt der derzeit starke Ausbau der Windenergie und damit die dezentrale Einspeisung in die Netze für Wandel innerhalb der Branche. Aber auch die technische Entwicklung, die Durchdringung der Energietechnik mit informationstechnischen Komponenten und Systemen, schafft neue Effizienzpotenziale und neue Möglichkeiten.

Deutschlandweit ist ein Kraftwerkspark von etwa 1.200 Anlagen in Betrieb – Anlagen auf Basis von Sonne, Wind und Biomasse sowie Blockheizkraftwerke nicht eingerechnet. 590 Kraftwerke davon gehören mit einer Leistung von 1 – 10 MW zu den kleineren Anlagen. 16 Kraftwerke leisten jeweils über 1.000 MW. Insgesamt produzieren deutsche Kraftwerke über 500 Mrd. KWh jährlich.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft hat in den letzten Jahren ihre personelle Effizienz gesteigert. Der Stromabsatz je Beschäftigtem liegt heute etwa doppelt so hoch wie vor zehn Jahren. Einige Gründe dafür: Strafferes Kostenmanagement im Wettbewerb, Rationalisierungen, Kooperationen und Fusionen sowie die Auslagerung von Bereichen wie IT oder Wartung der Kraftwerks- und Netzanlagen. 2004 betrug die Zahl der Beschäftigten in dieser Branche rund 130.000.

Die Elektrizitätswirtschaft steht in 2005 am Beginn eines neuen Investitionszyklus. Nach den Planungen der 900 Stromunternehmen werden die Investitionen 2005 erstmals seit 1999 wieder über 4 Mrd. Euro liegen. Die letzten Höchststände an Investitionen lagen Mitte der 90er Jahre bei rund 7 Mrd. Euro.

In 2004 ist der Stromverbrauch um 0,7% auf 599 Mrd. KWh gestiegen. Die Zunahme lag deutlich unter dem Wachstum des BIP von 1,6%. Der Trend zur Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Stromverbrauch hält bereits seit den achtziger Jahren an. 72% des Stromverbrauchs entfällt auf die deutsche Wirtschaft: 44% auf die Industrie, 28% auf Gewerbe und Landwirtschaft, 28% auf privaten Haushalte .

Im Jahre 2003 machte der Anteil von Kernenergie und Braunkohle an der gesamten Netto-Stromerzeugung in Deutschland jeweils rund 30% aus.* Weiter folgen die Steinkohle mit 24%, Erdgas 7%, regenerative Energien 9%, Heizöl und sonstige 2%. Den größten Anteil an der Stromerzeugung mit regenerativen Energien haben mit 45% Wasser und mit 42% Wind. Allerdings erfährt speziell die Windenergie derzeit einen starken Aufschwung: 1996 und 2000 wurden noch 2,2 bzw. 9,1 Mrd. KWh erzeugt, in 2003 waren es bereits 19 Mrd. KWh. Prognosen für den weiteren Verlauf des Energiemix und damit über zukünftig bestimmende Techniken der Stromerzeugung sind stark vom politischen und gesetzlichen Umfeld abhängig. Verschiedene denkbare Energieszenarien sowie notwendige bzw. sinnvolle Marktmodelle analysiert und bewertet der VDE im Rahmen der 2005 veröffentlichten Studie „Elektrische Energieversorgung 2020“.**

* VDEW 2004

** VDE-Studie „Elektrische Energieversorgung 2020“,
2005

3 Wandel der Tätigkeitsfelder und Anforderungen im Ingenieurberuf

Die Arbeit des Ingenieurs hat sich von der Entwicklung neuer technischer Komponenten, Geräte und Anlagen hin zu Projektierung, Implementierung und Integration komplexer Systeme aus Hard- und Software verlagert. Allerdings bleiben auch künftig die „klassischen“ Ingenieuraufgaben wie Produktentwicklung und Konstruktion wichtige Basis des Ingenieurberufes. Im Mittelpunkt der Ingenieurausbildung muss, so der Standpunkt des VDE, eindeutig die hochwertige und umfassende Vermittlung fachlichen Wissens und technischer Fähigkeiten stehen. Zusätzlich fordert der strukturelle Wandel innerhalb der Betriebe bei den Ingenieuren mehr nichttechnische Kompetenzen: von Sprach- und Präsentationskenntnissen für die Teamarbeit bis zur ausgeprägten Führungskompetenz für die Übernahme von Managementaufgaben.

Anforderungen an Einsteiger in den Ingenieurberuf

Die Young Professionals im VDE stufen ihre Ingenieurstätigkeit als kommunikativ und zunehmend international ausgerichtet ein. Dementsprechend erachten sie die Erlangung von Zusatzqualifikationen als wichtig und in der Ausbildung noch ausbaufähig. Das für den Praxisstart benötigte Fachwissen vermitteln die Hochschulen den Berufseinsteigern im Wesentlichen „sehr gut“, so das Urteil von 60% der befragten Young Professionals.*

Für den erfolgreichen Berufseinstieg fordert die Praxis, so die Erfahrungen im VDE, die Prioritätenreihenfolge richtig festzulegen: „Muss“-Kompetenz mit in jedem Fall höchster Priorität ist das fachlich-technische Wissen. Die „Praktiker“, die Fachabteilungsverantwortlichen in Produktion und Entwicklung wie auch die Geschäftsführung setzen bei der Gewichtung verschiedener Kompetenzen im Beruf eindeutig das Fachwissen an die erste Stelle, so das Ergebnis einer Untersuchung des TÜV Rheinland. Daneben sind auch die nichttechnischen Kompetenzen für das Berufsleben wichtig und können gerade bei der Karriereplanung zur Differenzierung dienen. Von der Gewichtung her sind die methodischen und die sprachlichen Kompetenzen vor den sozialen Fähigkeiten einzuordnen.

Sprachliche und methodische Kenntnisse stellen dem Ingenieur wichtige Werkzeuge und Techniken zur Verfügung. Beide helfen im beruflichen Alltag, die anstehenden Aufgaben effizienter zu lösen. Diese Kompetenzen verlieren ihre Wirkung und Bedeutung im ganzen Berufsleben nicht. Die

* VDE-Umfrage „Young Professionals“ 2004

Nichttechnische Ingenieurkompetenzen

Quelle: VDE

Methodenkompetenz

- Lernen
- Analysieren
- Gestalten
- Planen
- Entscheidungen
- Verändern
- Organisieren

Sozialkompetenz

- im Team zusammenarbeiten
- sich anpassen
- kommunizieren
- Initiative ergreifen
- im Netzwerk arbeiten
- Verständnis zeigen
- interkulturelle Kompetenz

Sprachkompetenzen

- Englisch flüssig in Wort und Schrift
- weitere Sprache flüssig in Wort

Grundlagen Betriebswirtschaft

Verständnis juristischer Denkweise

Unternehmerische Kompetenzen

- motivieren
- durchsetzen
- strategisch denken
- orientieren am Kunden
- orientieren am Ergebnis
- Coaching
- Mentoring

Bild 10

VDE

Sprachenfähigkeit sollte aber nicht nur theoretisch in der Schule erworben werden, sondern besser praktisch im Ausland (z.B. Auslandssemester oder -praktika). *

Zusätzlich sollten sich künftige Ingenieure im Rahmen des Studiums oder eigenverantwortlich ausbildungsbegleitend sowohl die Grundlagen der Betriebswirtschaft als auch eine Einführung in das juristische Denken aneignen. Denn in der Praxis werden Ingenieure in zunehmenden Maße mit Wirtschaftlichkeitsanforderungen, Vertragsangelegenheiten und Aspekten der Produkthaftung konfrontiert.

Soziale Kompetenzen sind auf Grund der sich ändernden Arbeitsorganisation zunehmend hilfreich: Die Arbeit in wechselnden Projektteams fordert ein hohes Maß an Teamfähigkeit. In der Ingenieurausbildung spielen zur Vermittlung der Sozialkompetenzen die Praxiszeiten im Studium sowie zusätzliche Praktika eine wichtige Rolle. Denn neben der Vermittlung von fachlichen Erfahrungen bei der praktischen Tätigkeit wird gerade hier auch soziale Kompetenz eingeübt.

In der Ausbildung sollte ein Ingenieur die Basis für das spätere Berufsleben erlernt haben, also die Grundlagen und Methoden, um sich in aktuelle Problemstellungen einzuarbeiten und weitere Kompetenzen zu erwerben. Die im Berufsalltag benötigten fachlichen und nichttechnischen Kompetenzen sind nicht für alle Ingenieure gleich, sondern unterscheiden sich mitunter stark vom jeweiligen Tätigkeitsfeld, Erfahrungsgrad und auch der jeweiligen Branche sowie dem Unternehmenstyp.

* VDE-Papier Ingenieurkompetenzen 2005

Der Ingenieur im Berufsalltag

Ingenieure entwickeln nicht nur neue technische Geräte und Anlagen, sondern sind auch verantwortlich für Software, Konfiguration und laufenden Betrieb. Der Anteil der Software-Arbeiten an der Wertschöpfung wächst, das Aufgabenspektrum der Ingenieure verändert sich. Gleichzeitig wandeln sich Arbeits- und Organisationsmuster in den Unternehmen. Statt in funktional abgegrenzten Betriebseinheiten arbeiten die Ingenieure immer öfter in interdisziplinären Teams abteilungs- und fachübergreifend an einem Projekt zusammen. Als Folge wird die berufliche Entwicklung zunehmend durch eine Vergrößerung des Verantwortungsbereichs in Projekten bei gleichzeitig höherer Entscheidungskompetenz bestimmt.

Beispiel Mikrosystemtechnik: Die Fach- und Entwicklungsbereiche einzelner Disziplinen verschmelzen. Wenn Ingenieure und Naturwissenschaftler elektrische, mechanische und optische Techniken auf einem Chip vereinen, müssen zum Beispiel Schaltungsentwickler, IT-Experten und Physiker im Projektteam zusammenarbeiten. Teamkompetenzen wie Fähigkeiten in Präsentation, Motivation und Mediation gewinnen dabei an Bedeutung.

Auch kaufmännische Fragestellungen sowie ein ausgeprägtes Bewusstsein für Termin, Kosten und Qualität spielen in der beruflichen Praxis der Ingenieure eine immer größere Rolle. Die verstärkte Kundenorientierung erfordert nicht nur die Entwicklung individuell angepasster High-Tech-Produkte sondern verlangt auch deren hohe Verfügbarkeit und Qualität sowie – falls erforderlich – ebenso Low-Cost-Angebote. Gefragt sind Ingenieure auch als Mittler zwischen Technik und Öffentlichkeit. Unternehmen legen immer mehr Wert auf die „öffentliche Meinung“, die damit quasi die Bedeutung eines „Kunden“ bekommt. Deshalb sind Ingenieure gefragt, die in der Lage sind, die öffentliche Diskussion mitzugestalten.

Die beruflichen Einsatzbereiche und die damit verbundenen Anforderungen an die Ingenieure haben sich erheblich vergrößert. Dies bedeutet jedoch nicht, dass jeder alles können muss, sondern jeder die Chancen nutzen kann und soll, die ihm seine persönlichen Stärken im Beruf eröffnen. Auch Führungsaufgaben werden von Ingenieuren wahrgenommen, beispielsweise als Manager im Unternehmen oder in herausragenden Positionen in der Wirtschaft. Zusätzlich zu den fachlichen Qualifikationen müssen Ingenieure hierfür über ein hohes Maß an Überzeugungskraft, Führungsqualifikationen und ein breites Wissen bezüglich der Technik verfügen sowie Verantwortung für den Technik- und Personaleinsatz übernehmen.

Tätigkeitsfelder

Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik werden entsprechend ihrer fachlichen Kenntnisse schwerpunktmäßig in der Elektro- und Elektronikindustrie sowie der ITK-Wirtschaft als auch bei den Energieversorgern eingesetzt. Die Durchdringung weiterer Wirtschaftsbereiche durch Anwendung elektro- und informationstechnischer Systeme bringt qualifizierten Ingenieuren auch in anderen Branchen immer neue Tätigkeitsfelder. Mikrotechnik sowie Informations- und Kommunikationstechniken haben breite Anwendungsfelder in den Branchen Maschinen- und Fahrzeugbau/Automobilbau, in der Gebäude- und Sicherheitstechnik, Medizintechnik sowie der Verfahrenstechnik und Chemie eröffnet. Aufgrund des Einsatzes immer komplexerer Geräte in Handelsbetrieben ist auch in diesem Wirtschaftszweig das Wissen von Ingenieuren zunehmend gefragt. Selbst die Dienstleistungsbranchen wie Handel, Banken und Versicherungen benötigen Ingenieur-Know-how zum Aufbau und Betrieb von IT-Systemen. Auch als Unternehmensberater sind Ingenieure und ihre IT-Lösungskompetenz gefragt.

Unter den jungen Berufstätigen gilt die Fahrzeugbau/Automobilbau-Branche mittlerweile als bei weitem beliebtester Arbeitgeber. * Bei den Stellenausschreibungen aber rangiert die Branche lediglich im Mittelfeld.

* Access Studie Young Professionals 2003

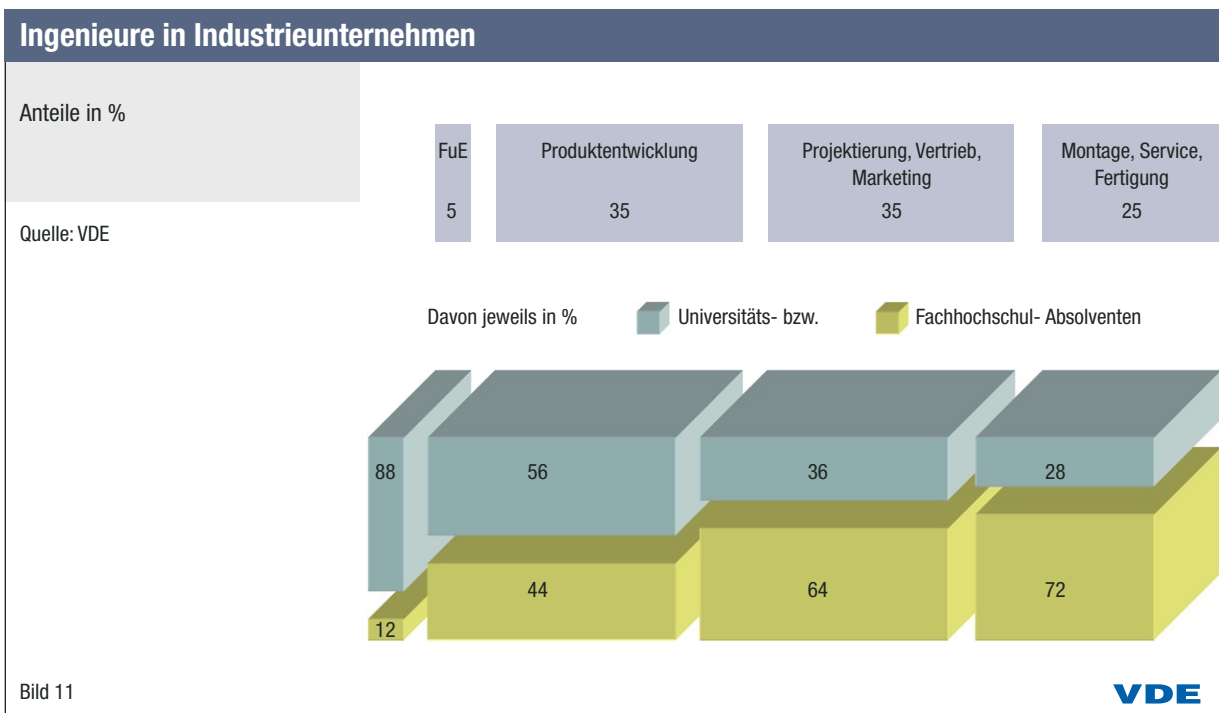


Bild 11

Stellenanzeigen für verschiedene Tätigkeitsfelder

Anteile in %

■ 2003

■ 2004

Quelle: adecco 2004 und VDE Auswertung

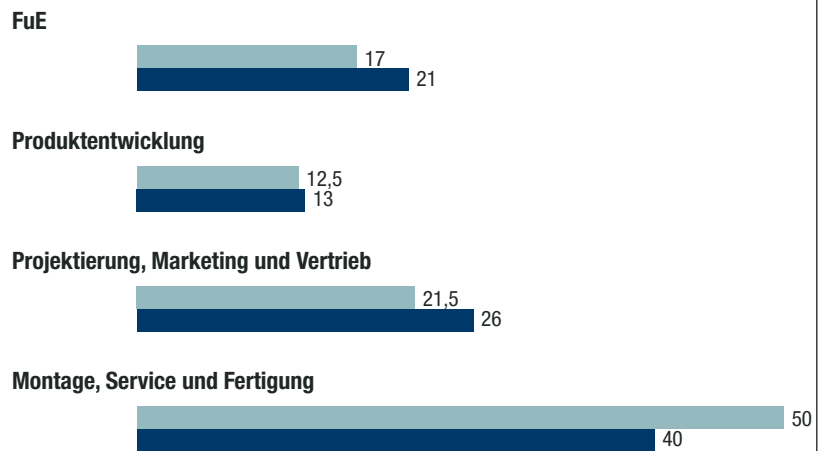


Bild 12

VDE

Im Verlauf ihres Berufslebens durchlaufen die Ingenieure in den Industrieunternehmen heute sukzessive verschiedene Tätigkeitsfelder. Aufgabenstellungen umfassen die Betreuung ganzer Prozesse. Ingenieurteams übernehmen einzelne Projekte komplett von der Planung bis zur Fertigstellung. Nach aktuellen Einschätzungen fällt heute lediglich ein gutes Drittel der Arbeitsleistung (35%) auf klassische Ingenieuraufgaben wie Produktentwicklung und Konstruktion (inkl. Softwareentwicklung). Weitere 35% entfallen auf planerische Aufgaben sowie Marketing und Vertrieb.

Bei den Tätigkeitsfeldern Forschung und Entwicklung dominiert der Anteil der Universitätsabsolventen. Dagegen weist der Montage-, Service- und Fertigungsbereich den höchsten Anteil von Fachhochschulabsolventen auf. Auch bei planerischen Aufgaben sowie in Marketing und Vertrieb sind verstärkt die Absolventen von Fachhochschulen tätig.

Elektroingenieure arbeiten im Vergleich zu Ingenieuren anderer Fachrichtungen bedeutend häufiger im Bereich Forschung und Entwicklung – ein Trend mit steigender Tendenz. Dies ergaben Auswertungen von Stellenanzeigen für die Gruppe der Elektroingenieure.* Mit ebenso steigender Tendenz werden Elektroingenieure für den Marketing- und Vertriebsbereich eingestellt.

* Adecco Stellenmarkt 2004

Auch in der „klassischen“ Elektrotechnik und in der Automatisierungstechnik werden Produkte, Anlagen und Systeme zunehmend mit Elektronik und Software ausgelegt. Beispiele hierfür sind moderne elektrische Antriebe, die Wartung von Kraftwerkssteuerungen über Internet/Intranet oder die Gebäudeautomatisierung mittels Bus-Techniken. Für die Arbeit der Ingenieure bedeutet dies, dass mehr und mehr Programmierkenntnisse, analytisches Denken und Kenntnisse in den technischen Fachdisziplinen zu den notwendigen Basisqualifikationen zählen.

Durch die Liberalisierung und die Deregulierung in der Energiewirtschaft sowie durch die Veränderung des allgemeinen Kapital- und Arbeitsmarktes haben sich die Aufgabenschwerpunkte der Energieversorgungsunternehmen erheblich verschoben. Stand in der Vergangenheit die operativ-handwerkliche Sicherstellung der Energieversorgung durch hochqualifizierte, eigene Mitarbeiter im Vordergrund, so werden diese Tätigkeiten heute zunehmend von Fremddienstleistern ausgeführt. Diese Entwicklung wird sich in den nächsten Jahren beschleunigt fortsetzen. Hieraus folgt eine zunehmende Konzentration der Tätigkeitsschwerpunkte der Energieversorgungsunternehmen auf die strategische Betrachtung und Weiterentwicklung der Assets (Asset Management), womit im Wesentlichen die Betriebsmittel der Energieversorger inklusive Netzinfrastruktur gemeint sind. In diesem Zusammenhang werden nicht nur Kenntnisse in der Integration und Weiterentwicklung komplexer Systeme sondern auch fundiertes betriebswirtschaftliches Know-how der Ingenieure benötigt.

Elektroingenieure oder Informatiker?

„Die Elektroingenieure in der Elektroindustrie liefern die Hardware, die Software kommt von den Informatikern.“ Dies ist immer noch ein weit verbreitetes Missverständnis, in der Realität aber ist die Software-Entwicklung fest integrierter Bestandteil der Ingenieurarbeit. Heute basieren in der Kfz-Elektronik nahezu alle Innovationen auf Software und Elektronik. Die Softwareanforderungen sind jedoch direkt an die Anwendungen gekoppelt und lassen sich nur Hand in Hand mit der Hardware-Technik entwickeln – dies aber ist das Feld der Ingenieure. Außerdem müssen die Ergebnisse überprüft und die Daten verifiziert werden.

Die Grenze zwischen Informatik und Informationstechnik in der praktischen Arbeit der Ingenieure ist fließend. Als grobe Unterscheidung lässt sich anführen, dass der Schwerpunkt in der Informatik unabhängig von den Fachdisziplinen mehr bei der Struktur und Funktion von Rechnersystemen und den maschineninternen Funktionsprogrammen liegt, während bei der Informationstechnik die Anwendung von PCs und Software im Vordergrund steht.

Anwendungsorientierte Softwarekenntnisse eines Elektroingenieurs sind zum Beispiel unbedingt erforderlich für den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen, für die Programmierung elektrotechnischer Steuergeräte oder für die Entwicklung von Mobilfunksystemen. Außerdem werden Ingenieure auch für die Entwicklung von allgemeiner Standardsoftware eingesetzt, wozu ein Know-how von verschiedenen Betriebssystemen, Datenbanken, Internet-Applikationen und Netzwerktechniken gehört.

Die Industrie sucht bei Neueinstellungen eher selten nach „reinen“ Informatikern, sondern wesentlich häufiger nach dem informationstechnisch vorgebildeten Ingenieur. Ein Grund dafür: Am Beginn einer Entwicklung steht die Analyse des Vorgangs (Formel, Ersatzschaltbild) und die Spezifikation hinsichtlich der Funktionalität. Erst danach kann die Funktionalität auf Hard- und Software aufgeteilt werden. Durch Verknüpfung von Wissen und Erfahrung bezüglich Hard- und Software ist der Ingenieur in der Lage Systeme als Ganzes zu konzipieren und zu implementieren.

Arbeiten im internationalen Umfeld

Eine Tätigkeit in einem großen, internationalen Konzern ist das Ziel zahlreicher Absolventen der Hochschulen – vor allem, wenn sie bereits im Studium fundierte Sprachkenntnisse erworben und erste Erfahrungen im Ausland machen konnten. Englisch als „Konzernsprache“ ist im Arbeitsalltag eines international agierenden Unternehmens eine Selbstverständlichkeit. Nur so können die Mitarbeiter täglich weltweit mit den Kollegen und Kunden kommunizieren. Die internationale Zusammenarbeit ergibt sich in solchen Unternehmen oft dadurch, dass einzelne Projekte so groß sind, dass die zuständige Gesellschaft andere Unternehmen des Konzerns als Zulieferer benötigt. Abwechslungsreiche Aufgaben in aller Welt resultieren auch daraus, dass eine Vielzahl ausländischer Kunden betreut werden.

Standort Europa – ein Alltags-Beispiel: Bau einer Flüssiggasanlage im Norden Norwegens durch einen international agierenden Anlagenbau-Konzern. Das Projektmanagement übernimmt der Standort Oslo. An Entwicklung, Bau und Lieferung von Anlagenteilen sowie Installation und Konfiguration bis zur Inbetriebnahme beteiligen sich im Konzernverbund Werke in Deutschland, Finnland, Italien, Norwegen, Schweden und Spanien.

In einem international operierenden Großunternehmen ist Zusammenarbeit mit Kollegen, Kunden und Zulieferern gefordert, deren kultureller Hintergrund sich von dem eigenen unterscheidet. Von den beteiligten Ingenieuren erfordert dies zusätzlich zu den vorausgesetzten technischen und methodischen Kenntnissen ein hohes Maß an Fertigkeiten in Kommunikation, Problembewältigung und Kulturverständnis.

Elektroingenieurinnen

Frauen sind heute im gesamten Spektrum der Ingenieur Tätigkeiten erfolgreich präsent. Der VDE setzt sich dafür ein, Schülerinnen für technische Berufe zu begeistern, um so dieses Begabungspotenzial besser zu erschließen. Dies ist wichtig, da sowohl der demographische Wandel als auch ein zu erwartender Fachkräftemangel generell ein hohes gesellschaftliches Engagement zur Sicherung des Ingenieur Nachwuchses erfordern. Ingenieurinnen werden dabei einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung des Technikstandortes Deutschland leisten.

Im Vergleich zu anderen Ingenieurwissenschaften verharren die Daten für Elektroingenieurinnen allerdings auf einem zu niedrigen Niveau. Seit Jahren schwankt der Anteil von Frauen beim Diplomabschluss zwischen 5 und 6%. Bei der Höherqualifizierung ist die Zahl der Promovendinnen mit 5% etwa gleich dem Anteil der Studienanfängerinnen.

EU-Projekte wie PRO ICT (Promoting ICT to Female Students), das im Rahmen des Leonardo da Vinci Programms gefördert wird, bieten Frauen ergänzende Fördermöglichkeiten. Bei den großen Initiativen wie die Wissenschaftsjahre oder der Innovationsinitiative der Bundesregierung verfolgt der VDE das Ziel, Chancen für den qualifizierten weiblichen Nachwuchs zu eröffnen. Im Fokus stehen dabei heute genderspezifische Ansätze, die sich in der Praxis für die gleichberechtigte Ansprache von Schülerinnen und Schülern sowie Studierenden als zweckmäßig und erfolgreich bewährt haben.

4 Ingenieurausbildung im Umbruch

In 1999 einigten sich in Bologna 29 europäische Bildungsminister in einer gemeinsamen Erklärung („Bologna Deklaration“) auf die EU-weite Einführung eines zweistufigen Systems von Studienabschlüssen. Unter der Bezeichnung „Bologna-Prozess“ sollen gestufte Abschlüsse in Europa bis zum Jahr 2010 eingeführt werden („Europäischer Hochschulraum“) mit dem Ziel, die internationale Durchlässigkeit zu erhöhen. Die Umstellung auf die gestuften Studienabschlüsse ist in Deutschland zurzeit in vollem Gange.

Auf dem Gebiet der Elektrotechnik ist die Hochschulausbildung in Deutschland bisher prinzipiell durch die enge Verbindung von Industriepraxis und Wissenschaft charakterisiert. Im Vergleich zur Ausbildung in vielen anderen Ländern zeichnet sich die deutsche Ingenieurausbildung durch die Vermittlung fundierter ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse mit Praxisbezug aus ohne gleichzeitig die Vermittlung von Fähigkeiten zum selbständigen Arbeiten zu vernachlässigen. Mit dem akademischen Abschluss sichert dies auch eine hohe Berufsbefähigung beim Berufseinstieg. Die vermittelte wissenschaftliche Arbeitsweise führt zu einer Arbeitsmethodik, die es Ingenieuren ermöglicht, sich schnell und effektiv in neue Problemkreise und Arbeitsfelder einzuarbeiten. Dieser Qualitätsstandard muss nach Auffassung des VDE auch bei der derzeitigen Umgestaltung der Hochschullandschaft erhalten und weiter entwickelt werden.

Ausbildungswege und -profile der Hochschulen

Unabhängig von der Umgestaltung spiegeln sich die „klassischen“ Kernbereiche der Elektrotechnik und Informationstechnik auch in den Studiengängen bzw. Vertiefungsrichtungen der Hochschulen wider: Informationstechnik, Elektrische Energietechnik, Mikroelektronik, Automatisierungstechnik, aber auch zunehmend bedeutsame Querschnittsgebiete wie Medizintechnik oder Mechatronik. Das breit gefächerte Spektrum an Tätigkeitsfeldern und späteren Einsatzgebieten wird durch zusätzliche interdisziplinäre Fachgebiete wie Mikro- und Nanotechnik, Medizintechnik, Verkehrstechnik oder Technische Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen erweitert. Nähere Einzelheiten hierzu hat der VDE in der Informationsbroschüre „Faszination Elektro- und Informationstechnik“ zusammen gestellt.* Ausführliche Informationen zu verschiedenen Studiengängen und -richtungen sowie die Beschäftigungsmöglichkeiten sind beispielsweise auch in den Internetdatenbanken www.studienwahl.de oder www.wege-ins-studium.de enthalten.

* VDE „Faszination Elektro- und Informationstechnik“ 2003

Wege zum Ingenieur

Quelle: VDE

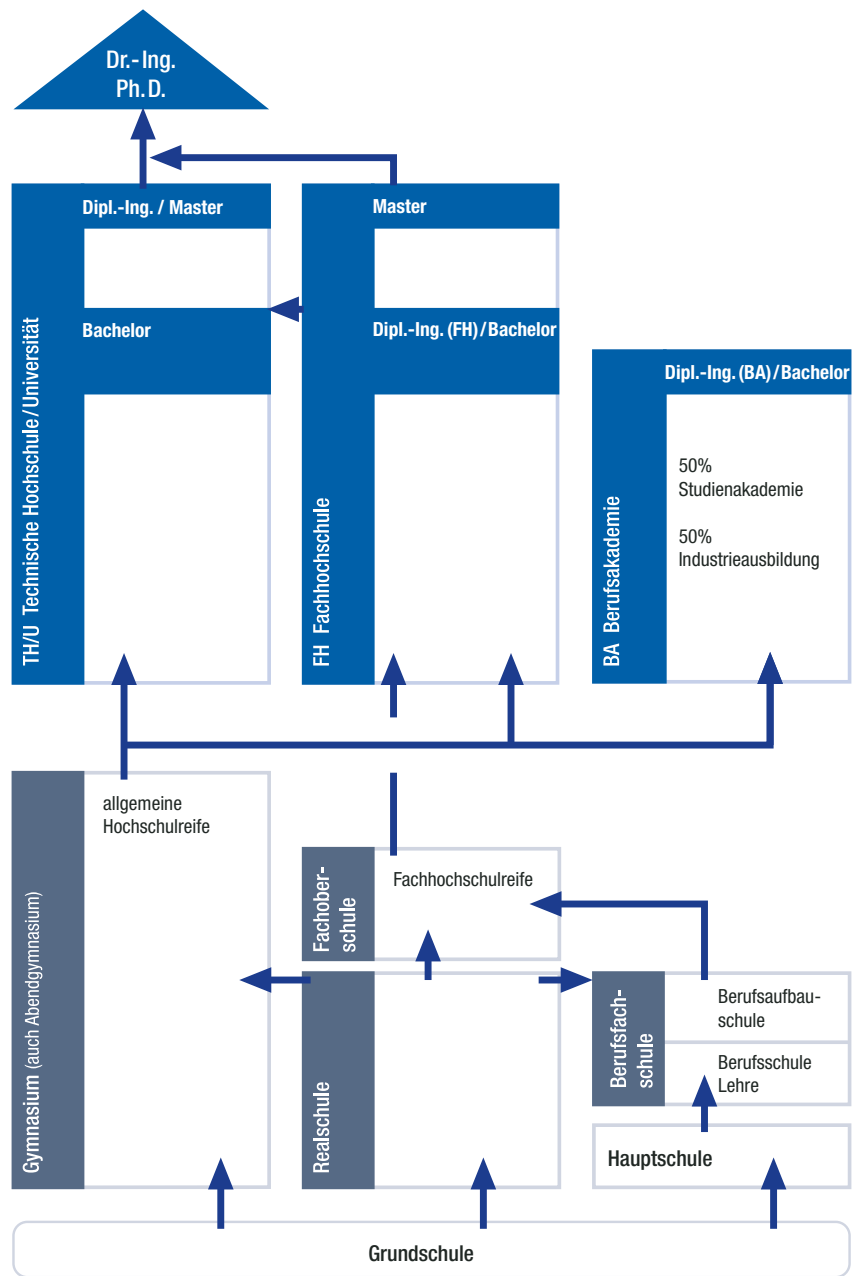


Bild 13



Deutschlandweit hat sich bislang eine Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Hochschultypen bewährt: eine differenzierte Ausbildung an Universitäten und Fachhochschulen sowie Berufsakademien mit jeweils unterschiedlichem Profil. Die Universitäten entwickeln schwerpunktmäßig die Befähigung für eine Forschungstätigkeit auf der gesamten Bandbreite sowie für Systemlösungen in der Industrie oder in der Wissenschaft und ermöglichen durch einen Master- (mit vorausgegangenem Bachelor) oder

Hochschulprofile – ein Vergleich

	Universitäten	Fachhochschulen	Berufsakademien
Zulassungsvoraussetzungen ^{*1}			
Art der Hochschulreife	Allgemeine Hochschulreife oder gleichgestellter Abschluss	Fachhochschulreife oder allgemeine Hochschulreife oder gleichgestellter Abschluss Meister ^{*2}	Allgemeine Hochschulreife oder gleichgestellter Abschluss
Sonstige Voraussetzungen	6 Wochen Vorpraktikum	8 – 13 Wochen Vorpraktikum für Bewerber ohne einschlägige fachpraktische Ausbildung oder gewerblich-technische Lehre	Vertrag mit einer anerkannten Ausbildungsfirma
Studiendauer			
Regelstudienzeit zum Diplom Studienhalbjahre	10 Semester	7 – 8 Semester	6 Halbjahre
Davon Vorlesungssemester	8 Semester	6 Semester	6 Akademiephasen 6 Betriebsphasen
Durchschnittliche Studiendauer	12 – 13 Semester	9 – 10 Semester	6 Halbjahre (können nicht überschritten werden)
Umfang des Studiums			
Vorlesungswochen pro Jahr (ohne Prüfungen)	28 – 30 Wochen	30 Wochen	22 Wochen (2 Akademiephasen, dazu je 1 Prüfungswoche)
Durchschnittliche Lehrveranstaltungsstunden pro Woche	22 – 25 Semesterwochenstunden	28 Semesterwochenstunden	32 Semesterwochenstunden
Industriepraktika (einschl. Vorpraktikum VP)	26 Wochen (18 + 8 VP)	mindestens 1 Semester	53 Wochen (5 Betriebsphasen)
Abschlussarbeit	6 Monate	3 – 6 Monate	13 Wochen (6 Betriebsphasen)

^{*1} Zulassungsvoraussetzungen an den Hochschulen und Berufsakademien erfragen

^{*2} An einigen FH's ist die Zulassung auch mit dem Meisterbrief, also ohne Hochschulreife möglich

Bild 14

Dipl.-Ing.-Abschluss den Zugang zur Promotion. Das Studium an einer Fachhochschule zielt dagegen auf eine ingenieurtechnisch/-wissenschaftlich fundierte Qualifikation für verschiedene berufliche Tätigkeitsfelder ab, wobei es beim Bachelor oder Dipl.-Ing. (FH)-Abschluss im Vergleich zu den Universitäten eine stärkere Praxisorientierung gibt. Ergänzend werden an Fachhochschulen Masterstudiengänge eingerichtet, die den Zugang zur Promotion ermöglichen. In einigen Bundesländern bilden außerdem Berufsakademien (BA) den Bachelor und Dipl.-Ing. (BA) aus. Das Ausbildungsprofil der Berufsakademien kennzeichnet die enge Verflechtung der Hochschulausbildung mit der betrieblichen Ausbildung an einem Partnerunternehmen.

Einführung eines zweistufigen Studiensystems

An deutschen Hochschulen werden derzeit Studiengänge nach dem gestuften bzw. konsekutiven Modell eingerichtet. Die erste Stufe schließt mit dem Bachelor ab, die zweite, darauf aufbauende Stufe mit einem Master. Dabei sind 10 Semester Gesamtstudienzeit die Regelvorgabe. Der Master-Abschluss berechtigt grundsätzlich dazu, an Universitäten zu promovieren, wobei die Promotionsordnungen der Fakultäten an den Universitäten jedoch die konkreten Bedingungen für die Zulassung zur Promotion regeln.

Eine Modularisierung in thematisch und zeitlich genau definierte Lehreinheiten kennzeichnet die neuen Studiengänge. Leistungsbewertungen der absolvierten Module erfolgen auf der Basis von Kreditpunkten, beispielsweise entsprechend dem ECTS-System (European Credit Transfer System). Zur Erläuterung der Lehr- und Prüfungsleistungen wird neben dem üblichen Zeugnis für den Absolventen ein „Diploma Supplement“ erstellt. Bei Studiengängen, für die es keine Hochschulrahmenordnungen gibt, sichert ein Akkreditierungsverfahren die Einhaltung fachlicher Mindeststandards. Die neuen konsekutiven Studienangebote deutscher Hochschulen beispielsweise werden unter anderem von der Agentur ASIIN (Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik e.V.) akkreditiert. Universitäten, Fachhochschulen und Berufsakademien bieten bereits ein großes Angebot an akkreditierten Studiengängen gemäß gültigem zweistufigen Modell an.

Für die Studierenden verbessern sich durch die konsekutive Ausbildungsform sowohl die Möglichkeiten der internationalen Mobilität als auch die Gestaltungsflexibilität für das Studium: Zeitlich, fachlich und bezüglich des Studienortes sind mehrere Varianten und Kombinationen möglich. So können beispielsweise Absolventen nach dem Bachelor-Abschluss die Hochschule zunächst verlassen und das Master-Studium zu einem späteren Zeitpunkt aufnehmen. Der Master-Abschluss lässt sich im Vollzeitstudium, aber auch berufsbegleitend in einem dualen Studium (weiterbildender Master-Studiengang) erlangen. Ferner besteht die Möglichkeit, das Master-Studium nicht nur an einer anderen Hochschule, sondern übergreifend auch in einer anderen Fachdisziplin zu absolvieren. In der Folge werden neue Kombinationsmöglichkeiten von akademischer Ausbildung und beruflicher Fortbildung, zahlreiche Varianten in der Abfolge von Ausbildungs-, Berufs- und Weiterbildungsabschnitten entstehen. Dies liegt sicherlich im Interesse der Betroffenen wie der Personalverantwortlichen in den Unternehmen.

Angesichts der zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten ist nach Ansicht des VDE eine sehr große Vielfalt von Abschlüssen zu erwarten, so dass Transparenz und Qualität durch formale Kriterien allein nicht gewährleistet werden kann. Bereits hinsichtlich der Fragestellung, ob der Bachelor nach 6 oder 7 Semester abgeschlossen wird, zeigen wenige ausgewählte Beispiele die Vielfalt im Reglement der neuen Studiengänge: Die Universitäten und Technischen Hochschulen (z.B. Aachen, Darmstadt, Dresden, München, Duisburg-Essen) haben sich zumeist auf das Modell 6 Semester zum Bachelor und 4 Semester zum Master festgelegt (6+4). An der TU Berlin hingegen dauert der Bachelor 7 Semester. Bei den Fachhochschulen wie HS Niederrhein, HAW Hamburg oder die HTW Berlin dauert der Bachelor wie bei den meisten Universitäten 6 Semester und weitere 4 Semester der Master-Abschluss. Die Fachhochschulen München und Mannheim jedoch verwenden wiederum das Modell 7+3. Universität und Fachhochschule Ulm haben sich sogar auf eine Verzahnung der Abschlüsse geeinigt: Bachelor und Master dauern hier zusammen 10 Semester, im Einzelnen verwenden diese jedoch das Modell 7+4.

Zur Einführung der gestuften Studiengänge empfiehlt der VDE im Einzelnen*:

- ▶ Der anerkannt hohe Qualitätsstandard der deutschen Ingenieurausbildung ist zu erhalten bzw. auszubauen. Die geforderte Akkreditierung von Studiengängen sichert nur einen Mindeststandard. Die Verantwortung für die hohe inhaltliche Qualität tragen die Hochschulen.
- ▶ Als wesentliche Voraussetzung für die Erfüllung der Zielvorgaben sieht der VDE die weitgehende Selbständigkeit und Eigenverantwortung der Hochschulen. Der Staat sollte sich auf allgemeine Rahmen- und Zielsetzungen beschränken.
- ▶ Bereits heute vorhandene und bewährte differenzierte Profile der Ingenieurausbildung sind zu erhalten. Ein wichtiges Profil stellt der Bachelor mit hoher Berufsbefähigung dar, für den eine Regelstudierendauer von 7 Semestern erforderlich ist. Praxisorientierte Bachelor und Master werden die mehrheitlichen Abschlüsse sein.
- ▶ Zur Förderung und Stärkung des Innovationspotenzials ist ein forschungsorientierter Master-Abschluss auf dem Niveau des eingeführten universitären Diploms notwendig, wobei die Forschung hier in ihrer gesamten Bandbreite – insbesondere auch die anwendungsorientierte Forschung – gemeint ist. Zur Umsetzung muss den Hochschulen der notwendige Gestaltungsspielraum gegeben werden. Dies schließt auch die Möglichkeit von einstufigen Masterausbildungen ein.
- ▶ Eignungsfeststellungen und Zugangsprüfungen sind für alle Stufen zuzulassen.

* VDE-Empfehlung zur Ingenieurausbildung mit gestuften Hochschulabschlüssen, 2004

- ▶ Eine Ressourcenkürzung steht im Widerspruch zu der qualitätsorientierten Weiterentwicklung und führt zu Nachteilen im internationalen Wettbewerb.
- ▶ Notwendig ist ein qualitätsorientierter Übergang, der auch die Möglichkeit zu einem parallel angebotenen Diplomstudiengang offen lässt. Bestrebungen nach besonders kurzen Übergangszeiten stehen dieser Forderung entgegen. Die Tauglichkeit des gestuften Systems in der Ingenieurausbildung muss nachgewiesen und eine breite Akzeptanz bei den Arbeitgebern vorhanden sein.

Für die inhaltliche Gestaltung der konsekutiven Studiengänge und die Differenzierung zwischen Bachelor und Master wurden vom VDE Leitlinien herausgegeben, die sowohl Aussagen zu den Berufsfeldern und Einsatzgebieten als auch zur Struktur des Lehrangebotes einschließlich der nichttechnischen Qualifikationen enthalten. Grundsätzlich sind die nichttechnischen Qualifikationen wichtig und sollten daher einen Anteil von mindestens 10% der Ausbildung einnehmen. Insgesamt aber kommt der Vermittlung einer fundierten Grundlagenausbildung mit fachlichen und methodischen Kompetenzen eindeutige Priorität zu.

Empfohlene Struktur des Bachelor-Studiums

Quelle: VDE

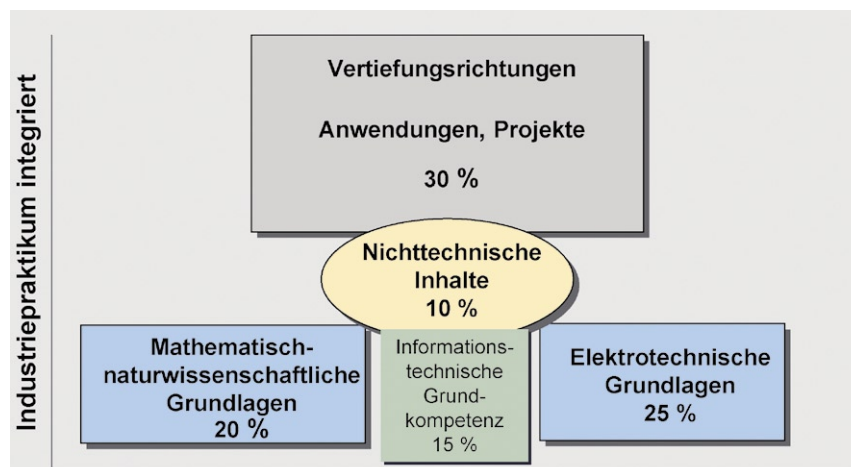


Bild 15

VDE

Studieren neben dem Beruf

An einigen Hochschulen gibt es die Möglichkeit, das Studium parallel zur beruflichen Tätigkeit zu absolvieren (duales Studium). Das Angebot wird sich durch das modulare System der neuen gestuften Abschlüsse der Bachelor- und Master-Studiengänge erweitern. Mit den gestuften Studiengängen ergeben sich außerdem neue Kombinationsmöglichkeiten unterschiedlicher Studienrichtungen. So wird es z.B. einfacher möglich, einen technischen Bachelor mit einem sich anschließenden MBA-Studium zu koppeln. Auf diese Weise können differenzierte Wege für eine angestrebte Managementposition beschriftet werden, sowohl direkt in einem Erststudium oder später berufs begleitend. Ein duales Studium (auch in Teilzeit möglich) ist hinsichtlich des Abschlussgrades dem Vollzeitstudium gleichwertig. Fachübergreifend gibt es in Deutschland etwa 500 duale Studiengänge, im Bereich der Elektro- und Informationstechnik derzeit 80.

Studiengebühren

Im Januar 2005 entschied das Bundesverfassungsgericht, das von der Bundesregierung verhängte Verbot von Studiengebühren (2002 in das Hochschulrahmengesetz aufgenommen) aufzuheben und die jeweilige Entscheidung den Bundesländern zuzusprechen.

Der VDE sieht die finanziellen Notwendigkeiten einer qualitativ hochwertigen Ausbildung und vertritt folgende in Diskussion und Umsetzung wichtigen Punkte:*

- ▶ Bei Einführung von Studiengebühren sind geeignete Stipendien- oder Finanzierungsmöglichkeiten zur Wahrung der Chancengleichheit zu schaffen.
- ▶ Die Verwendung der erhobenen Studiengebühren soll den Hochschulen zu Gute kommen.
- ▶ Mit Studiengebühren kann eine Verbesserung der Lehre und die intensivere Betreuung der Studierenden umgesetzt werden.
- ▶ Studiengebühren können zur Verringerung der durchschnittlichen Studiendauer führen.

* VDE-Empfehlung „Gegen ein Verbot von Studiengebühren“, 2003

Elektro- und Informationstechnik: Studienanfänger und Absolventen an allen Hochschulen

— Anfänger
— Absolventen

Quelle: VDE

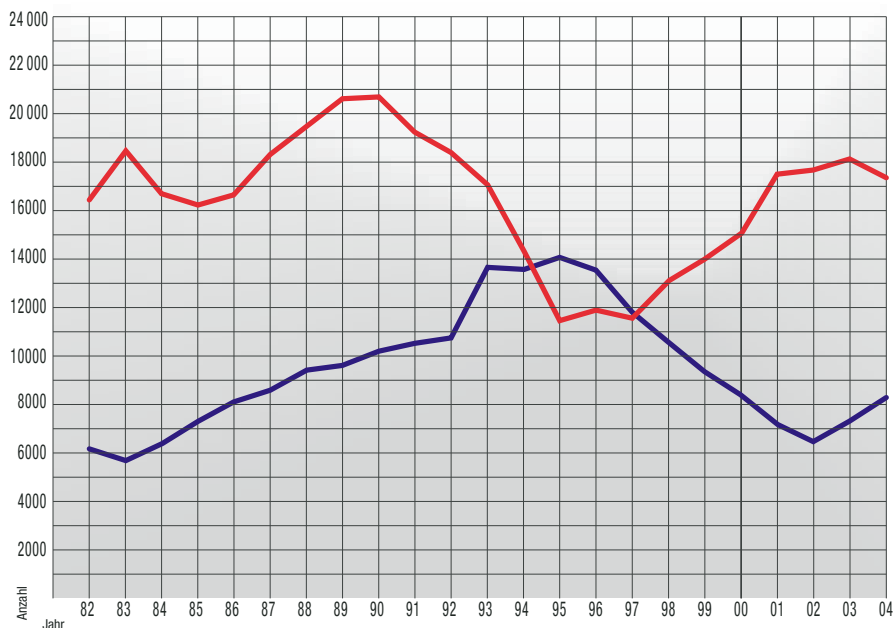


Bild 16

VDE

Studienanfänger und Absolventen in der Elektro- und Informationstechnik

Der VDE erhebt die Studienanfänger- und Absolventenzahlen aus denen der Fachbereiche und Fakultäten an den Hochschulen sowie den Angaben des statistischen Bundesamtes. Eventuelle Abweichungen ergeben sich aus den unterschiedlichen Zuordnungen der Studierenden an den Hochschulen, beispielsweise der Fachrichtungen Technische Informatik, Medieninformatik, Mechatronik, Medizintechnik bzw. -informatik oder Wirtschaftsingenieurwesen.

Mit 17.150 Anfängern im Studienjahr 2004 verzeichnen die Studiengänge der Elektro- und Informationstechnik einen Rückgang von 5% gegenüber dem Vorjahr. Fachhochschulen und Universitäten sind in etwa gleichermaßen von sinkenden Einschreibungen betroffen. Für die Informatik ist mit 28.600 Studienanfängern sogar ein Rückgang von fast 15% zum Vorjahr zu vermelden.

Für die Gesamtanfängerzahlen der Elektro- und Informationstechnik ist nach einem Höhepunkt im Jahr 1990 zunächst ein Abfall zu beobachten. Diese Abwärtsentwicklung konnte erst im Jahr 1995 wieder umgedreht werden. Seitdem stiegen die Einschreibungen wieder an und liegen derzeit

Elektro- und Informationstechnik: Studienanfänger und Absolventen an Universitäten

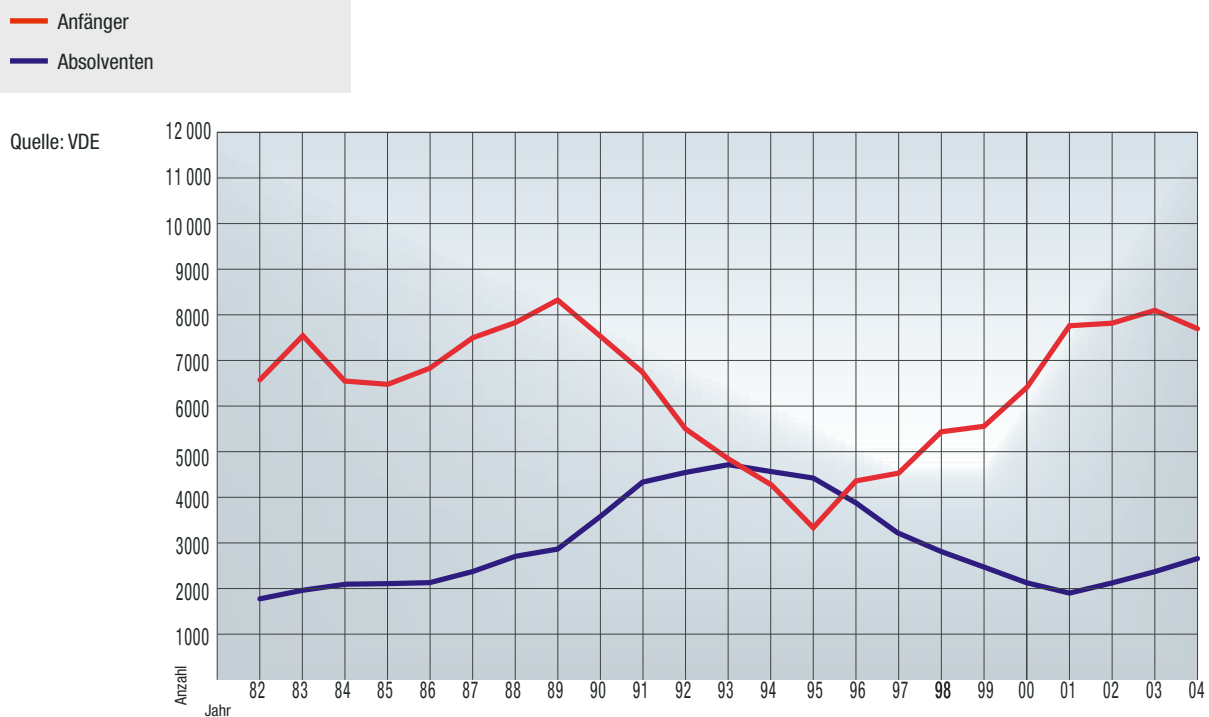


Bild 17

VDE

etwa auf dem Niveau der mittleren 80er Jahre. An den Universitäten allein konnten die Anfängerzahlen im Jahre 2003 sogar beinahe den Höchststand von vor 14 Jahre erreichen. An den Fachhochschulen liegt das Niveau derzeit ein Viertel unter dem Höchststand. In der Informatik hat sich der Boom des Studieninteresses ab Mitte der 90er Jahre seit dem Jahr 2001 abgeflacht und die Gesamtanfängerzahlen haben sich auch hier um ein Viertel vom Höchststand reduziert.

Wegen der 2004 leicht sinkenden Anfängerzahlen im Bereich Elektro- und Informationstechnik vermutet der VDE eine sinkende Beliebtheit des Studiums im Vergleich mit anderen Studienfächern. Die demographische Entwicklung von 2000 bis heute scheidet als Ursache aus. Der Anteil der 20 – 24-Jährigen ist bereits in den 90er Jahren abgesunken und verläuft derzeit nahezu konstant. Die Studierendenquote liegt derzeit ebenso auf etwa gleichbleibendem Niveau.

Der im internationalen Vergleich relativ geringe Studentenanteil in den Ingenieurstudiengängen und der vergleichsweise niedrige Frauenanteil bei den Studierenden deutet auf Potenziale hin, deren Aktivierung in Deutschland durch Motivation zum Studium bislang nicht ausreichend gelungen ist. Seit 1995 ist der Frauenanteil zwar unter den Studienanfängern von 5% auf etwa 9% angewachsen. Ein erfreulicher Trend, allerdings ist der

Elektro- und Informationstechnik: Studienanfänger und Absolventen an Fachhochschulen

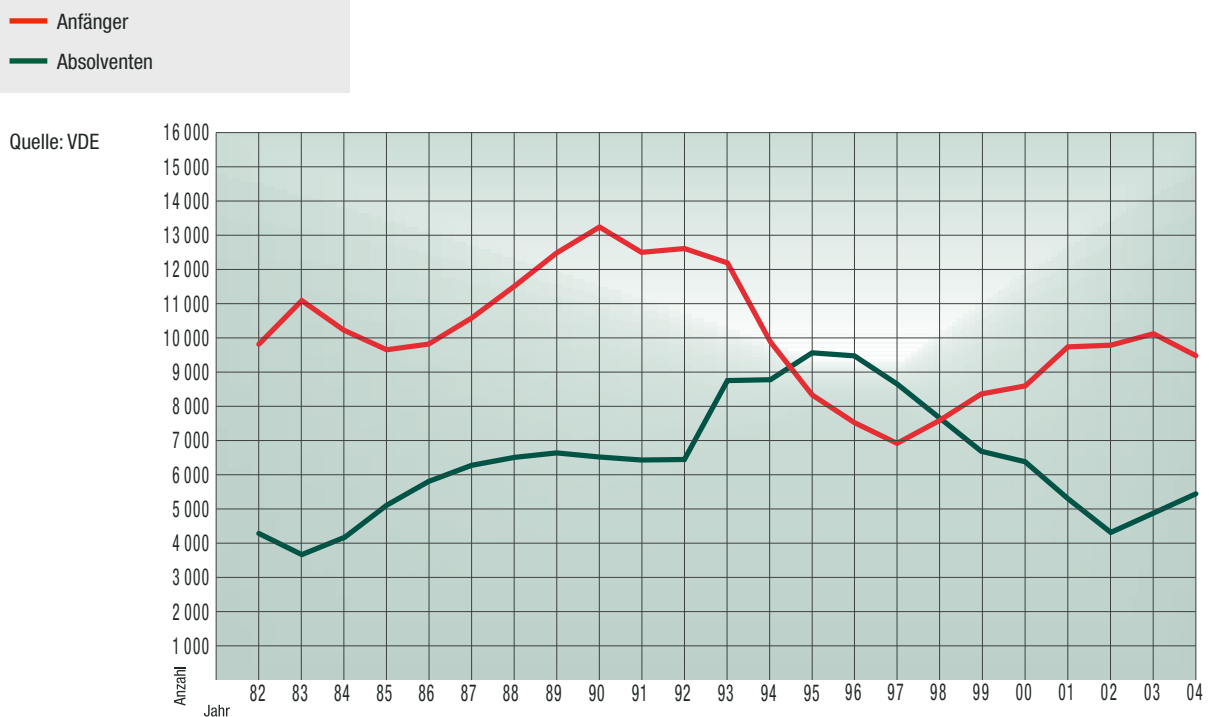


Bild 18

VDE

Anteil ab 2001 bis heute etwa gleich bleibend. Hier gibt es Handlungsbedarf, um den Frauenanteil in den Ingenieurwissenschaften in einem ersten Schritt auf ein international vergleichbares Niveau zu steigern.

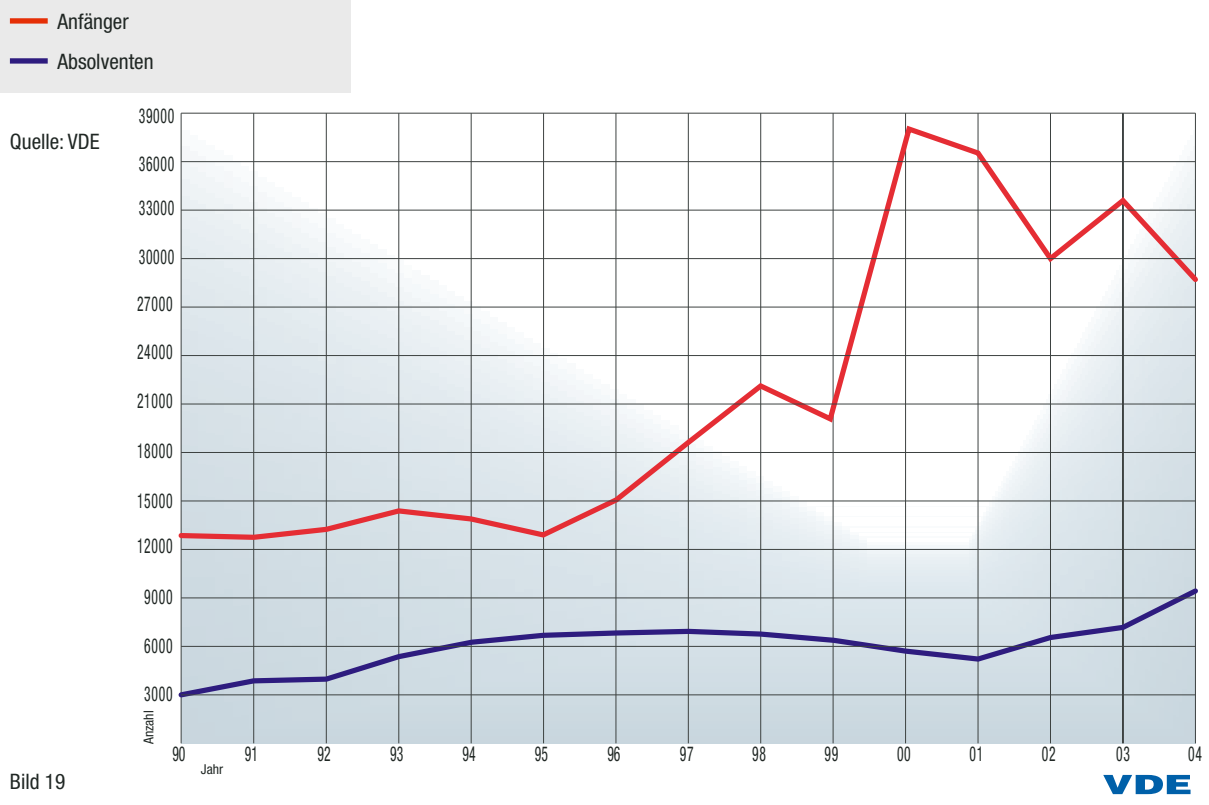
Eine Ausbildung an deutschen Hochschulen ist bei den Studierenden aus anderen Nationen beliebt: An den Fachhochschulen kommt jeder zehnte Studienanfänger mittlerweile aus dem Ausland, bei den Universitäten ist sogar jeder dritte Studienanfänger nicht aus Deutschland.

Zeitversetzt um etwa sechs Jahre ergeben sich aus der Zahl der Anfänger die Absolventenzahlen. Seit 1994 ist daraufhin zunächst ein Rückgang der Absolventen der Elektro-/Informationstechnik mit einem Tiefstand von 6.437 im Studienjahr 2002 erreicht worden. In diesem Jahr rechnet der VDE wieder mit einem Anstieg um 13% auf etwa 8.200. In der Informatik werden sogar um 30% mehr Absolventen erwartet als im Vorjahr. Die in der VDE-Studie 2000 vorausgesagte Entwicklung, dass die Absolventenzahlen der Informatik die der Elektrotechnik und Informationstechnik übertreffen werden, hat sich mit dem Jahr 2002 um ein Jahr früher eingestellt.

Außerdem ist festzustellen, dass der Anteil der Absolventen der Ingenieurwissenschaften im Verhältnis zu der Gesamtheit der Absolventen von 26% in 1993 auf 18% in 2003 gesunken ist.*

* HIS Daten, 2005

Informatik: Studienanfänger und Absolventen an allen Hochschulen



Die Faustformel, dass etwa die Hälfte der Studienanfänger im Ingenieurstudium an deutschen Universitäten nicht zum Abschluss kommt, gilt nach wie vor. Nach VDE-Berechnungen beträgt die Quote der Abbrecher eines Elektrotechnik-Studiums im Jahre 2003 nahezu 50%. Seit 1996 bis heute schwankte dieser Wert um nur wenige Prozentpunkte. An deutschen Fachhochschulen errechnet der VDE eine Quote von 34% in 2003 und damit wesentlich geringer als an den Universitäten. Die jährlichen Schwankungen an Fachhochschulen sind allerdings höher: Seit 1996 hatte die Quote der Abbrecher mit nur 23% im Jahre 2000 ihren niedrigsten und mit 38% im Jahre 2002 ihren höchsten Stand. Zum Vergleich: In den Sprach- und Kulturwissenschaften beträgt die Quote ebenfalls um die 50%. In den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften dagegen liegt diese mit rund 40% darunter. * Die häufigsten Gründe für den Abbruch eines Ingenieurstudiums waren falsche Erwartungen an das Studium, nachgelassenes Interesse oder Zweifel an der persönlichen Eignung. ** Einiges deutet daher auf mangelnde Information der Jugendlichen über Studium und Beruf in der Entscheidungsphase für das Studienfach hin. Um höhere Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften zu erreichen, gilt es nicht nur die Zahl der Studienanfänger zu erhöhen, sondern auch Jugendliche geeignet zu informieren und dadurch die Richtigen für solch ein Studium zu gewinnen.

* HIS Studienabbruchstudie 2005

** HIS Exmatrikulierte 1999

5 Trends am Arbeitsmarkt

Quantitative Aussagen oder gar Prognosen über die Entwicklung am Arbeitsmarkt sind schwierig. Unternehmen können ihren zukünftigen Bedarf über einen längeren Zeitraum nicht angeben. Da Arbeitsmarkt-Perspektiven zyklischen Wirkungen unterliegen, kann der künftige Bedarf nur mit Vorsicht quantifiziert werden. Zusätzlich verändern unter Umständen auch nicht vorhersehbare Entwicklungen auf dem Weltmarkt rasch die Situation auf den Arbeitsmärkten. Im Bewusstsein dieser Unsicherheiten werden einige Abschätzungen vorgenommen.

Das jährlich neu am Arbeitsmarkt verfügbare Angebot an Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik kann aus den Studienanfängerzahlen abgeleitet werden. Damit lassen sich relativ verlässliche Daten bis zum Abschlussjahr 2009 generieren. Aussagen zum erwarteten Bedarf an Ingenieuren lassen sich dagegen nur als ungefähre Trends abschätzen. Eine der Ursachen: 80% der Unternehmer sind der Meinung, dass es zunehmend schwieriger wird, Perspektiven und Entwicklungen der Auftragslage und der Beschäftigungssituation richtig einzuschätzen. Gründe dafür sind unsichere konjunkturelle Faktoren und der verschärfte internationale Wettbewerb.*

Der Bedarf an Ingenieuren

Eine Möglichkeit der Abschätzung zu besetzender Ingenieurarbeitsplätze – vor allem der zeitlichen Entwicklung als Trend – bietet die Auswertung des Stellenmarktes in den Printmedien. Für den Addeco Stellenindex Deutschland wurden mehr als 360.000 Anzeigen des Jahres 2004 untersucht. Allgemein stieg das gesamte Anzeigenaufkommen gegen Ende 2004 deutlich an. Die mit Abstand größten Gruppen im deutschen Anzeigenaufkommen für Akademiker stellten dabei Betriebswirte und Ingenieure. Knapp 25.000 Elektro- und Maschinenbauingenieure wurden in 2004 über eine Stellenanzeige in einem Printmedium gesucht. Dies entspricht einer Steigerung von 11% gegenüber dem Vorjahr. Bei den für Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik relevanten Branchen lagen die IT-Dienstleister mit 41% mehr Anzeigenaufkommen im Vergleich von 2003 zu 2004 klar vorne. Die Telekommunikation hatte 28% mehr Stellenanzeigen zu verzeichnen, die Elektrobranche 12% und die Maschinenbaubranche 9%. In der Automobilindustrie dagegen gab es bei den Zeitungsannoncen einen Rückgang von 2%.

* Umfrage des Instituts für Demoskopie Allensbach, 2002

Der Stellenmarkt wird allerdings von den Anzeigen in den Printmedien allein nicht mehr repräsentativ abgedeckt. Zunehmend veröffentlichen die Unternehmen offene Stellen auch exklusiv auf der eigenen Website. Eine Untersuchung des VDE und worldwidejobs.de zählte im April 2005 7.400 online ausgeschriebene Stellen für Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik. Das entspricht 25% der insgesamt knapp 28.400 auf den untersuchten Internetseiten ausgeschriebenen Stellen.

Einschätzung von Branchentrends

Für 2004 bestätigten 40% der Unternehmen, dass sie offene Stellen nur schwer besetzen konnten.* Bei jedem dritten Unternehmen blieben Stellen im Bereich FuE und bei einem Viertel der Firmen Arbeitsstellen in der Konstruktion unbesetzt. Für offene Stellen im Vertrieb konnten von rund 15% der Unternehmen keine geeigneten Fachkräfte gefunden werden.

Der in Kapitel 4 beschriebene Umstand, dass gegenwärtig mehr Informatiker die Hochschulen verlassen als Absolventen der Elektrotechnik/Informationstechnik, spiegelt sich auch in der Situation bei den Einstellungen wider: Der VDE befragte Unternehmen bezüglich den in 2004 erfolgten Einstellungen von Informatikern und Ingenieuren. Während die Suche nach geeigneten Informatikern bei den befragten Firmen fast immer erfolgreich verlief und nur in einem Fall am Fachkräftemangel scheiterte, konnten die Unternehmen geplante Einstellungen von Ingenieuren lediglich zu zwei Drittel realisieren. Als Ursache dafür nannten 21% der Firmen den aktuellen Mangel an Fachkräften. In den nächsten 5 bis 10 Jahren rechnen laut ZEW gut 80% der Unternehmen mit einem Mangel an Ingenieurwachstum.

Elektroindustrie

Die Elektroindustrie in Deutschland beschäftigt aktuell rund 800.000 Menschen. Der Anteil der Ingenieure und Informatiker an der Gesamtbeschäftigtenzahl hat sich seit Mitte der 90er-Jahre deutlich erhöht: Inzwischen ist mit 23,2% ein neuer Höchststand erreicht.** 1993 betrug der Anteil noch 14,8%. Mit rund 103.000 stellen die Ingenieure der Elektrotechnik und Informationstechnik über die Hälfte aller in der Elektroindustrie beschäftigten Ingenieure und Informatiker. Ihr Anteil ist im Vergleich zum Vorjahr sogar noch leicht gestiegen, während beispielsweise die Anzahl der Maschinenbauingenieure leicht auf rund 35.000 gesunken ist.

* Umfrage zum Ingenieurarbeitsmarkt von VDI-Nachrichten und ZEW, 2004

** ZVEI Umfrage, 2004

Altersverteilung der Elektroingenieure in der Elektroindustrie

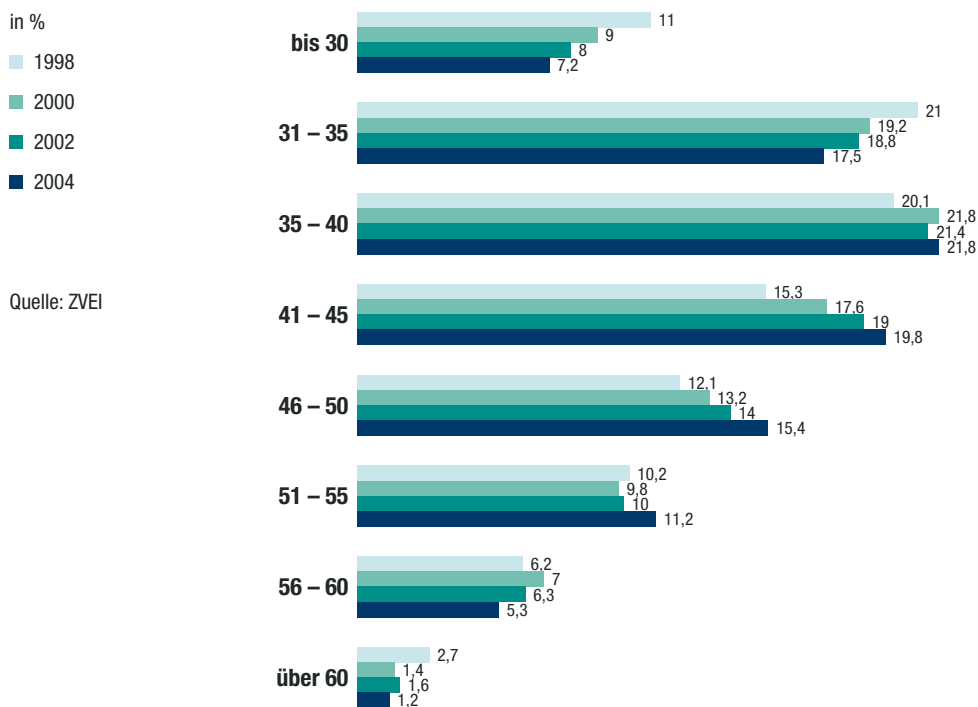


Bild 20



Beim Vergleich der Altersstrukturen der tätigen Ingenieure in der Elektroindustrie der vergangenen Jahre ist eine langsame aber signifikante Verschiebung der prozentualen Altersverteilung von den bis zu 35-Jährigen zu den über 41-Jährigen bis 55-Jährigen zu beobachten.

Waren noch in 2000 rund 20% der neu eingestellten Mitarbeiter Ingenieure oder Informatiker, stieg ihr Anteil bis 2004 auf 25%. Bis 2006 wollen 55% der befragten Unternehmen jährlich gleich viele Elektroingenieure, 39% sogar mehr einstellen. Demgegenüber planen nur 26% höhere Einstellungszahlen bei Maschinenbauern und 17% bei Informatikern. Wichtigste Tätigkeitsfelder in denen derzeit und in den kommenden Jahren Ingenieure und Informatiker neu eingestellt werden sollen, sind Forschung und Entwicklung sowie Vertrieb.*

Auch im Mittelstand sind etwa 60% der Unternehmen nicht in der Lage, offene Stellen problemlos mit den vorwiegend gesuchten Elektroingenieuren zu besetzen. Dies ergab eine Umfrage bei 257 mittelständischen Elektrofirmen.**

* ZVEI Umfrage, 2004

** Markt und Technik 15/2004

Die Aussagen werden vom „VDE Innovationsmonitor 2005“ bestätigt.* Im Durchschnitt besteht ein steigender Bedarf an Elektroingenieuren und IT-Fachleuten. Insbesondere in den Tätigkeitsfeldern Forschung und Entwicklung sowie im Marketing und Vertrieb werden Ingenieure gesucht.

ITK-Wirtschaft

In den Jahren 1996 bis 2000 hat die ITK-Wirtschaft in Deutschland rund 200.000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen. Erfasst von der gesamtwirtschaftlichen Krise musste die Branche dann die Zahl der Beschäftigten von 820.000 im Jahr 2000 auf rund 743.000 im Jahr 2004 verringern. Circa 163.000 Beschäftigte der ITK-Wirtschaft sind dem Industriebereich, also der Herstellung von Informations- oder Telekommunikations-Hardware zuzuordnen, die übrigen 580.000 entfallen im Wesentlichen auf den Dienstleistungsbereich.**

Der in 2004 verzeichnete Umsatzanstieg und der von der Branche erwartete weitere Aufwärtstrend in 2005 wird einen positiven Effekt auf die Mitarbeiterzahl in der ITK-Branche haben: 46% der Firmen wollen im kommenden Jahr neue Jobs schaffen, 42% rechnen mit einer stabilen Mitarbeiterzahl und nur 12% sehen sich gezwungen, Arbeitsplätze abzubauen.***

Energiewirtschaft

Aufgaben für Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik entstehen aktuell beziehungsweise künftig in der Energiewirtschaft vor allem in Bereichen wie der strategischen Planung oder Integration und Weiterentwicklung komplexer Systeme. Gefragt sind in der Branche daher vor allem hoch- und höchstqualifizierte Elektroingenieure mit fundierten betriebswirtschaftlichen Kenntnissen.

Die Unternehmen der Energiewirtschaft stellen bereits heute bei der Stellenbesetzung eine Verknappung vor allem bei hochqualifizierten Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik fest. Auf Grund der in den nächsten Jahren zunehmenden Nachfrage der Energieversorgungsunternehmen wird branchenweit mit einer weiteren Verschärfung der Situation gerechnet.

* VDE Innovationsmonitor 2005

** IAB Daten 2004

*** BITKOM Branchenbarometer 2004

Maschinen- und Anlagenbau

Auch bei den Beschäftigten im Maschinen- und Anlagenbau ist der Anteil der Ingenieure während der letzten zehn Jahre gestiegen: Nach VDMA-Analyse* von etwa 10 Prozent auf 16% in 2004. Rund ein Fünftel der in der Branche beschäftigten Ingenieure sind Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik, in absoluten Zahlen etwa 25.000. Gegenwärtig zeigt die Branche eine besondere Entwicklung. Im Vergleich zu 2001 stieg der Anteil der Altersgruppe zwischen 46 und 55 sowie die über 60-Jährigen an, während alle anderen Altersgruppen rückläufig sind. Ingenieure bekleiden im Maschinen- und Anlagenbau über die Hälfte aller leitenden Positionen vom Gruppenleiter bis zur Geschäftsführung.

In den kommenden drei Jahren plant etwa jedes zweite Unternehmen aus der Branche Einstellungen von Elektroingenieuren. Junge Nachwuchsengeieure werden dabei bevorzugt für die Tätigkeitsfelder Forschung, Konstruktion und Vertrieb gesucht. Auf längere Sicht rechnen die Unternehmen mit einem steigenden Ingenieurbedarf.

Automobilindustrie

In 2004 wurden in der Automobilbranche insgesamt 4.100 neue Arbeitsplätze geschaffen. Da derzeit rund 90% aller Innovationen im Automobilssektor von Elektronik und IT bestimmt werden, nimmt sukzessive Zahl und Bedeutung von Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik in der Branche zu. Überproportional erhöhte sich die Anzahl der in FuE-Beschäftigten in den vergangenen zwölf Monaten um 11% auf branchenweit 85.400 Mitarbeiter.**

Für 2005 erwarten die Automobilbauer und Zulieferer in Deutschland über alle Berufsgruppen hinweg konstante Beschäftigungszahlen***. Bei den Ingenieuren allerdings, so die Angaben aus einer Befragung großer Unternehmen der Branche****, prognostizieren allein die befragten Hersteller und Zulieferer einen Einstellungsbedarf von insgesamt mehr als 2.500 Ingenieuren unterschiedlicher Fachrichtungen.

* VDMA „Ingenieure in der Investitionsgüterindustrie“, 2004

** VDA Pressemitteilung, 2005

*** Umfrageergebnisse des Instituts für deutsche Wirtschaft, 2005

**** VDI-Nachrichten 1/05

***** Spectaris 2003

Medizintechnik

In den neuesten verfügbaren Veröffentlichungen wurden in der Branche der Medizintechnik insgesamt 87.500 Beschäftigte gemeldet.**** Etwa die Hälfte aller Beschäftigten ist in Betrieben zur Herstellung von medizintechnischen Geräten tätig. Im Bereich von Forschung und Entwicklung aber hat im Zuge der intensivierten Entwicklung von Innovationen der Anteil der

Akademiker, vor allem der Naturwissenschaftler und Ingenieure seit 1998 deutlich zugenommen.

Mit dem anhaltenden Markterfolg medizintechnischer Geräte aus Deutschland nahm branchenweit die Zahl der Beschäftigten in den letzten Jahren kontinuierlich zu. Vor allem in forschungsintensiven Betrieben sind trotz der im Verlauf des Jahres 2000 einsetzenden konjunkturellen Abkühlung bis 2002 rund 6.000 neue Arbeitsplätze entstanden.

Arbeitsmarktdaten

Das für den Arbeitsmarkt zur Verfügung stehende Angebot an Ingenieuren der Elektrotechnik und Informationstechnik setzt sich zusammen aus den Absolventen der Universitäten und Fachhochschulen sowie den erwerbslosen Ingenieuren.

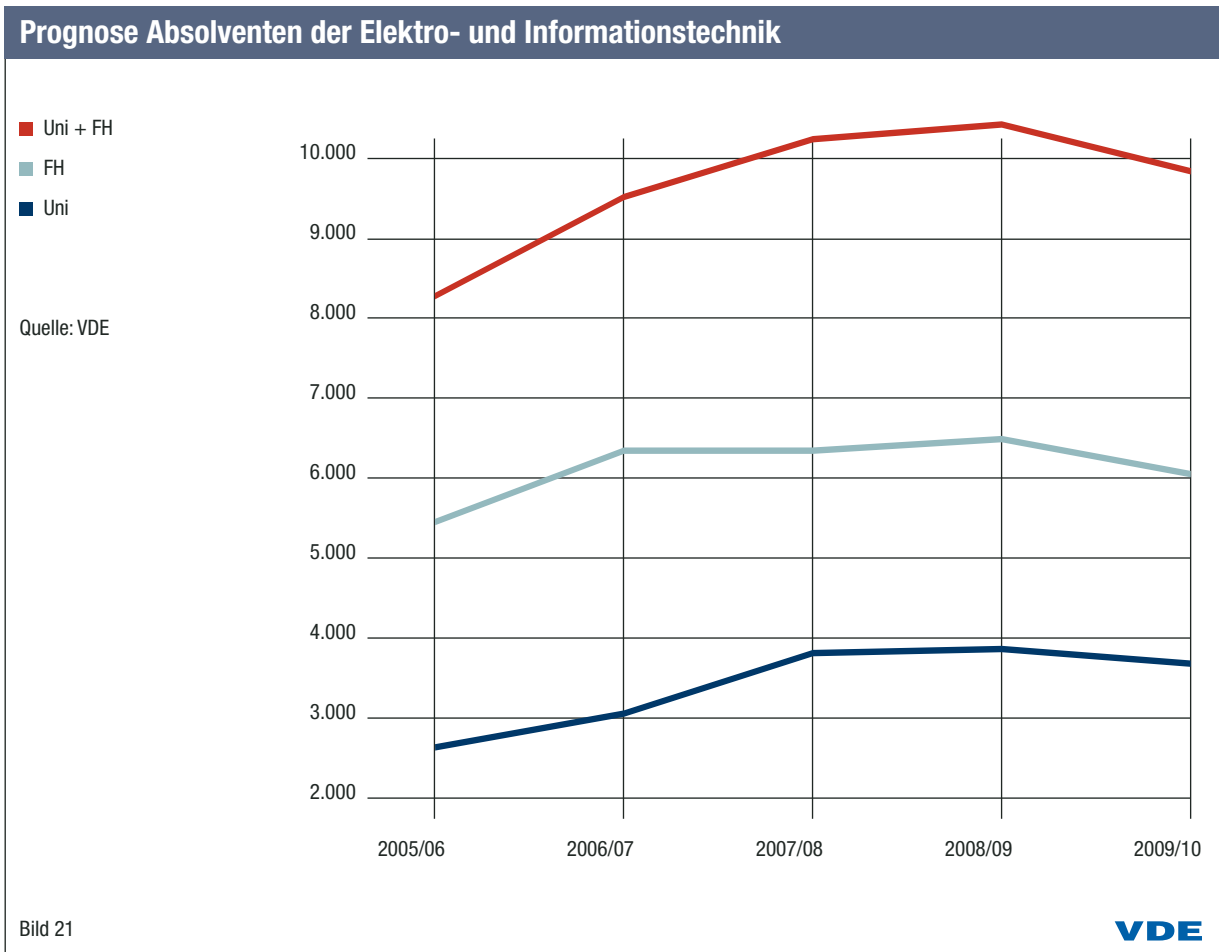
Auf Grund des genannten zeitlichen Vorlaufs der Studienanfänger lässt sich eine Prognose der Absolventen bis zum Studienjahr 2009 vornehmen. Wegen der von 2001 bis 2003 erreichten Höchstwerte an Studienanfängern, erwartet der VDE den Höchstwert an Absolventen in den Jahren 2007 und 2008 von knapp über 10.000 und anschließender Abnahme.

Die gegenwärtige Verteilung der Elektrotechnik-Studenten an unseren Hochschulen entspricht nicht der Bedeutung der einzelnen Fachgebiete (beispielsweise Elektrische Energietechnik). Nach Auffassung des VDE muss die grundlegende Bedeutung dieser Industriebereiche bei den derzeitigen Veränderungen an den Hochschulen entsprechend berücksichtigt werden. Anderenfalls besteht Anlass zur Sorge, dass in Kürze dringend benötigte Ingenieure in der Energie- und Verkehrstechnik nicht mehr zur Verfügung stehen. Umgekehrt bedeutet dies, dass Absolventen aus den oben genannten Bereichen überproportional gute Chancen in der Industrie haben.

Zusätzlich stehen am Arbeitsmarkt stellensuchende erwerbsfähige Ingenieure aller Altersgruppen zur Verfügung. Die offizielle Statistik der arbeitslos gemeldeten Ingenieure enthält auch Kandidaten, die auf Grund ihres Alters, fehlender Qualifikation oder mangelnder Mobilität keine Anstellung finden. Als weitere nicht quantifizierbare Gruppe enthält die Arbeitslosenstatistik auch die Ingenieure, die mit Übergangsregelungen frühzeitig in den Ruhestand getreten sind und an einer Neueinstellung kein Interesse haben. Insgesamt liegt die Arbeitslosenquote seit dem Jahr 2000 im Bereich von 6,5%. Damit ist die Situation deutlich besser als Mitte bis Ende der 90er-Jahre.

Die Zahl der in Deutschland sozialversicherungspflichtig beschäftigten Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik schwankt seit dem Jahr 2000 mit wenigen Tausend um 175.000. Damit sind gut 11.000 Elektroingenieure in Deutschland arbeitslos. Zum Vergleich: im Mai 2004 wurden knapp 63.000 arbeitslose Informatiker/IT-Fachleute bei den Agenturen für Arbeit gemeldet was einer Quote von 11,7% entspricht.

In der Altersverteilung der arbeitslosen Ingenieure ist eine Trendwende zu beobachten, die sich von 1999 bis 2004 vollzogen hat: Vormalig waren der Rekordanteil von knapp zwei Drittel der Betroffenen über 50 Jahre alt. Nunmehr sind es nur noch die Hälfte. Außerdem belegen aktuelle Zahlen, dass die Arbeitslosenquote der FH Absolventen sich derjenigen der Universitätsabsolventen seit 2000 immer weiter annähert.



Einstiegsgehälter

Das Niveau der Einstiegsgehälter von Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik hat sich in den letzten Jahren kaum verändert. Eine Auswertung von vier Quellen ergab die Angabe durchschnittlicher Einstiegsgehälter ein Spektrum zwischen 36.000 Euro bis 41.000 Euro p.a. * Allerdings sind im Einzelfall einige Faktoren zur weiteren Differenzierung zu beachten: Unterschiede in der Bezahlung ergeben sich einmal durch die Honorierung von Zusatzqualifikationen seitens der Betriebe. Auch macht es einen Unterschied, ob der Arbeitgeber zu den Großunternehmen oder den KMUs zählt. Erwartungsgemäß spielt auch der Abschlussgrad eine Rolle. Das Tätigkeitsfeld zu Berufsbeginn dagegen hat kaum Einfluss auf das Gehalt. Inwieweit die Branche bei der Bezahlung von Jungingenieuren eine Rolle spielt, wird von den Quellen unterschiedlich beantwortet. Laut Analyse von www.berufsstart.de vergüten die Branchen Automobil, Energieversorgung, Elektro und Maschinenbau, Medizintechnik und ITK Berufseinsteiger in absteigender Reihenfolge. Kienbaum dagegen konnte generell keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Branchen ermitteln. Im Vergleich zu anderen Ingenieurfachrichtungen zählen die Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik auf jeden Fall zu den am besten bezahlten.

Ausblick zum Arbeitsmarkt

Der VDE geht insgesamt von etwa 190.000 beschäftigten Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik aus, die sich aus den 175.000 sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten sowie weiteren Elektroingenieuren, z.B. Beamte und Selbständige u.ä., zusammensetzen. Der jährliche Bedarf an Elektroingenieuren setzt sich im wesentlichen zusammen aus dem Ersatzbedarf (aus dem Erwerbsleben Ausscheidende), Zuwachsbedarf (Erweiterung bisheriger Arbeitsfelder sowie neue Einsatzgebiete wie z.B. Dienstleistungen, Bio- und Nanotechnik) und Substitutionsbedarf (Besetzung von Arbeitsplätzen durch Höherqualifizierte). In der Vergangenheit lag dieser Bedarf in der Elektro- und Maschinenbaubranche bei ca. 8%, bezogen auf die in dieser Branche beschäftigten Elektroingenieure.

Punktgenaue Bedarfsprognosen an Elektroingenieuren seitens der Unternehmen sind nicht mehr möglich, aber die aufgezeigten aktuellen Entwicklungen und Trends am Arbeitsmarkt liefern deutliche Signale, insbesondere der Anstieg der Stellenausschreibungen.

* Kienbaum, 2004; IG Metall, 2004;
Personalmarkt, 2004; www.berufsstart.de, 2005

Es muss daher über einen mittelfristigen Zeitraum hinaus mit einem Bedarf an Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik von deutlich über 10.000 pro Jahr gerechnet werden, der nicht durch die in den nächsten Jahren abschließenden Absolventen gedeckt werden kann. Der Arbeitsmarkt in Deutschland weist also fehlenden Ingenieurwachstum auf. Die demographische Entwicklung, relativ viele altersbedingt aus dem Erwerbsleben ausscheidende Ingenieure gegenüber einem immer kleiner werdenden Bevölkerungsanteil junger Erwachsener, wird die gegenwärtige Situation eher verschärfen.

Längerfristig betrachtet erwarten Branchenexperten ein Anwachsen des Anteils der Ingenieure und Naturwissenschaftler auf rund ein Drittel aller Beschäftigten in den technisch orientierten Branchen. Siemens beispielsweise rechnet damit, dass schon im Jahr 2020 die Ingenieure und Naturwissenschaftler in der Gesamtzahl aller Beschäftigten des Unternehmens diese Marke erreicht haben werden.

Zwar haben die Unternehmen generell Schwierigkeiten am Markt genügend Ingenieurwachstum zu rekrutieren, dennoch sind Forderungen nach Höherqualifizierung erforderlich. Sowohl die Ausweitung der Aufgabengebiete von Ingenieuren in den Unternehmen wie auch die zunehmende Verschmelzung mit anderen Fachgebieten machen eine entsprechend hochwertige Qualifizierung des Nachwuchses zur Voraussetzung für einen problemlosen Berufseinstieg.

Für die nach Ingenieurwachstum suchenden Unternehmen wird in den nächsten Jahren auch die Einführung der neuen Studienabschlüsse Bachelor und Master nach Einschätzung des VDE keinen signifikanten Einfluss auf das Angebot an Absolventen haben.

Für heutige und künftige Studierende der Elektro- und Informationstechnik gilt zusätzlich, dass ein auf absehbare Zeit anhaltender Mangel an Nachwuchsingenieuren den Einstieg in den Beruf auf jeden Fall erleichtert und attraktive Chancen zur Verwirklichung der eigenen beruflichen Interessen bietet.

Resümee

Elektroingenieure sind wichtige Innovatoren der gesamten wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands. Nahezu alle Branchen benötigen und planen für die nächsten Jahre mehr Neueinstellungen von Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik. Die Information der Öffentlichkeit und speziell von Schülerinnen und Schülern über die vielfältigen Berufschancen des Ingenieurberufs bildet daher für den VDE heute und in den kommenden Jahren einen seiner Aktivitätsschwerpunkte.

Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik besetzen Schlüsselpositionen in Forschung und Entwicklung, in Marketing und Vertrieb bis ins Management. In Hinblick auf die Vorbereitung dazu attestieren Unternehmen, Young Professionals wie auch der VDE den qualitativ hochwertigen Abschlüssen an den Hochschulen eine hohe Berufsfähigkeit. Die deutsche Ingenieurausbildung zeichnet die Vermittlung fundierter ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse mit Praxisbezug aus, ohne gleichzeitig die Vermittlung von Fähigkeiten zum selbstständigen Arbeiten zu vernachlässigen. Ein qualitativer Anspruch, den Deutschland auch bei der Einführung der zweistufigen Abschlüsse nicht aufgeben darf.

Zur Sicherung des Ingenieurwachstums und damit auch zur Sicherung des Innovationsstandortes Deutschland müssen naturwissenschaftliche Begabungen bereits in den Schulen verstärkt gefördert werden. Die Einbindung neuer Medien in innovative Lehr- und Lernformen beispielsweise lässt in Deutschland noch viel zu wünschen übrig. Im Zentrum ganzheitlicher Innovationspolitik muss daher auch die Modernisierung des Bildungswesens inklusive entsprechender Schulung von Lehrern stehen, damit sich Deutschland auf dem Weg in die digitale Welt gut positioniert.

In den Schlüsseltechnologien wie Automatisierungstechnik, Mikro- und Nanotechnik sowie der Medizintechnik hält Deutschland international eine Spitzenposition. Neuentwicklungen der Mikrosystem- und Informationstechnik eröffnen derzeit neue Wachstumschancen auch in den klassischen Arbeitsfeldern der Ingenieure, zum Beispiel in der Energietechnik, der Automatisierung oder der Telekommunikation. Quer durch alle technisch orientierte Branchen zeichnet sich dabei ein weiterer Anstieg der Ingenieurquote auf bis zu einem Drittel der Gesamtbeschäftigten ab.

Für Schülerinnen und Schüler mit naturwissenschaftlicher Begabung und technischen Interessen bietet damit der Ingenieurberuf derzeit wie künftig beste Chancen für die Verwirklichung der eigenen beruflichen Ziele. Als Branchenforum, Informationspool und Ingenieurnetzwerk unterstützt der VDE dabei gezielt den wissenschaftlich-technischen Nachwuchs auf dem Weg in eine Ingenieurkarriere.

VDE

**VERBAND DER ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK**

Stresemannallee 15
60596 Frankfurt am Main

Telefon 069 63 08-0
Telefax 069 631 2925
<http://www.vde.com>
E-Mail service@vde.com

