

**Herausforderungen
für die Ingenieurausbildung
aus Sicht der Industrie**

Prof. Dr. Klaus Wucherer

Mitglied des Zentralvorstandes
der Siemens AG

Mitglied des VDE-Vorstandes

9. Dezember 2002
TU Chemnitz

Einleitung

Magnifizenz,
sehr verehrte Kolleginnen und Kollegen,
meine Damen und Herren,

zu dem mir übertragenen Thema erwarten Sie die Stellungnahme eines Vertreters der Industrie.

Ich spreche aber gleichzeitig auch als neuer Präsident des VDE, des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik. Ich werde deshalb im Folgenden auch Empfehlungen des VDE einbeziehen, z. B. zur Gestaltung der neuen konsekutiven Studiengänge mit Bachelor- oder Master-Abschluss oder zur Ausstattung der Fachbereiche der Ingenieurwissenschaften.

Bevor ich auf mein Thema zu sprechen komme – ich bin ja bei Siemens u.a. für die Region Asien Pazifik zuständig. → ein Blick in die Region:

Dort entwickelt sich, vielleicht nicht von allen wahrgenommen, eine hoch innovative Industriegesellschaft heran.

In China z. B. verlassen pro Jahr 450.000 Ingenieure die Universitäten. Einige dieser Universitäten haben absoluten Weltrang.

Nun werden viele dieser Ingenieure für die dringend notwendige Aufbauarbeit im Lande benötigt. Aber es sind schon ausreichend für innovative Entwicklungen da, die auf dem Weltmarkt bestehen können.

Ich habe vor kurzem ein solches hoch-innovatives Unternehmen aus der Informations- und Kommunikations-Technik besucht – Huawei.
20.000 Mitarbeiter, davon 12.000 in Forschung und Entwicklung. Das Unternehmen hat eine komplette Produktionspalette – z. T. abgekupfert aber auch große Teile selbst entwickelt.

Ein Entwickler – alle F+E Mitarbeiter kommen von renommierten Universitäten in China – verdient im Jahr US \$ 20.000,- und arbeitet dafür 2.800 Stunden im Jahr. Das gibt es auch in Deutschland, aber als Ausnahme! Die meisten arbeiten ca. 1.500 Stunden im Jahr.

Ganz anders Japan! Hier findet zur Zeit – auch nicht so von allen hier wahrgenommen – eine De-Industrialisierung statt. Mit einer unglaublichen Geschwindigkeit werden z.T. Fertigungen nach China verlegt – mit all den Einflüssen auf das F+E-Geschäft. Das Land hat sich in den letzten 10 Jahren als kaum restrukturierbar – veränderbar – erwiesen.

Heute wird nun fieberhaft nachgedacht den Universitäten – heute reine Ausbildungsstätten – mehr Forschungs-Charakter zu geben. Und man will in Japan mehr Wert auf die Ingenieur-Ausbildung legen und mehr Ingenieure ausbilden.

Nun zu Deutschland:

Sicherlich muss ich Sie auch nicht allzu sehr von der Bedeutung der Ingenieurwissenschaften überzeugen; ich verweise nur auf das „Memorandum des Ingenieurdialogs“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit dem Titel „Zukunftssicherung des Ingenieurwesens in Deutschland“.

Hier wird betont, dass die Ingenieure „wesentlicher Motor der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland sind. Die exzellente Ingenieurausbildung in Deutschland genießt Weltruf.“ In der Tat ist die Ingenieurausbildung ein wichtiger Standortfaktor. Das gilt besonders für die auch von mir vertretenen Technologien Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik.

Nach Angaben des Industrieverbandes ZVEI hängen in Deutschland rund die Hälfte der Industrieproduktionen und über 80 % des Exports vom Einsatz elektrotechnischer und elektronischer Systeme ab. Investitionen in den technisch-wissenschaftlichen Nachwuchs sind deshalb Investitionen in die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland.

Mit Investitionen meine ich hier nicht nur die finanziellen Investitionen sondern auch die strukturellen und organisatorischen Veränderungen. In der Industrie und an den Hochschulen haben sich in der letzten Zeit enorme Änderungen ergeben, die weiterwirken werden und auf die ich zunächst eingehen möchte.

1. Strukturwandel

Die Hochschullandschaft erlebt derzeit einen Umbruch:

Globalhaushalte, formelgebundene Mittelzuweisungen und Neustrukturierung der Professorenbesoldung, die Einführung von Bachelor- und Master-Abschlüssen und die zunehmende Globalisierung des Bildungsmarktes, die Internationalisierung in Lehre und Forschung sowie die Einführung neuer innovativer Studienangebote sind wichtige Themen, die die Diskussion in Politik, Wirtschaft und Hochschule prägen. Auf einige dieser Veränderungen werde ich später noch einmal eingehen.

In der Industrie, hauptsächlich in den Schlüsseltechnologien des Maschinenbaus, Elektro- und Informationstechnik, hat sich der Strukturwandel naturgemäß sehr viel früher eingestellt; er begann etwa Anfang der neunziger Jahre.

Bevor ich auf diesen Strukturwandel in der Technik und der zugeordneten Industrie näher eingehe, möchte ich doch herausstellen, dass es wohl einen offensichtlichen Zusammenhang zwischen dem Wandel in der Hochschullandschaft und dem Strukturwandel

in der Industrie gibt. Dieser Zusammenhang liegt im gemeinsamen Bestreben, den notwendigen Beitrag zur Innovationsfähigkeit unserer sich globalisierenden Wirtschaft und Gesellschaft zu sichern.

Der Zusammenhang zwischen der Wirtschaftskraft eines Landes, dem Wohlstand einerseits und der Nachwuchsförderung und Ausbildungsqualität andererseits unübersehbar: Wer Spitzenleistungen in den Schlüsseltechnologien haben will, muss auch für eine hochqualitative Ausbildung sorgen. Es geht nicht nur um die Wettbewerbsfähigkeit unserer Wirtschaft, sondern es geht auch darum, dass Ingenieurleistungen eine gesellschaftliche, und wenn man so will, auch soziale Bedeutung haben.

1.1 Umbruch im Berufsbild

Im Berufsbild des Ingenieurs des Maschinenbaus und der Elektro- und Informationstechnik hat sich in den letzten etwa 5 Jahren ein enormer Wandel vollzogen, der in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen wurde.

Der Ingenieur ist keinesfalls nur ein einsamer Tüftler, vielmehr ist die Teamarbeit - oder das, was man „soziale Kompetenz“ nennt, unbedingt notwendig. Er muss sich schnell auf neue Technologien und Fragestellungen einstellen, wobei hier auch die Bedürfnisse der Kunden gemeint sind. Dabei geht es nicht um das technisch Machbare, sondern um die Suche nach einer optimalen Lösung mit begrenzten Mitteln.

Der Ingenieur ist also kein Technokrat; für Möglichkeiten und Gefahren muss er ein Sensorium haben.

Vom modernen Ingenieur werden hohe Flexibilität, solides Fachwissen und eine Reihe von überfachlichen Qualifikationen gefordert.

Die Fachleute arbeiten heute in interdisziplinären Teams, oft in internationaler Zusammensetzung und an verschiedenen Orten. Mitarbeiter der Marketingabteilung und Kunden werden häufig von Anfang an in die Entwicklung eines Systems einbezogen. Den Kunden werden auf sie zugeschnittene Problemlösungen und Dienstleistungen angeboten.

Ich habe bewusst von technischen Systemen gesprochen, denken Sie z. B. an ein Mobilfunk-System oder eine Industriesteuerung, und ich möchte hierauf und auf die weiteren strukturellen Veränderungen in der Industrie eingehen. In dieser Industrie nimmt die so genannte „Systemintegration“ zu.

Wir sprechen also nicht mehr von einzelnen Produkten und Geräten, sondern von Systemlösungen, wo alle Komponenten, Software-Produkte und Dienstleistungen aufeinander abgestimmt sind. Dieses „Systemwissen“ zeichnet einen modernen Ingenieur heute aus; die Technik wird mit Software, Vertrieb, Service und Marketing verknüpft.

1.2 Strukturwandel in der Industrie

Wir halten also eine der wichtigen strukturellen Veränderungen fest:

Die Arbeit des Ingenieurs ist die Entwicklung neuer technischer Komponenten und Geräte bis hin zur Projektierung, Implementierung und Integration komplexer Systeme aus Hard- und Software sowie deren Konfigurierung und Betrieb. Es wächst der Anteil von Software-Arbeiten und des sog. Engineering an der Wertschöpfung.

Die Folge dieses strukturellen Wandels ist, dass die bestehenden traditionellen Arbeits- und Organisationsmuster in den Unternehmen, die weitgehend auf funktionale Strukturen ausgerichtet sind, so nicht weiter bestehen bleiben.

Stattdessen wird sich in den nächsten Jahren der bereits begonnene Prozess verstärken, Teams zu bilden, die abteilungs- und fachübergreifend an einem Projekt zusammenarbeiten.

Diese Arbeitsweise bedingt eine partnerschaftliche Führung sowie die Orientierung am Gesamtziel. Die Ingenieure denken nicht nur in Funktionen, sondern in Prozessen; sie müssen lösungsorientiert arbeiten. Ein Beispiel für das Zusammenwachsen - der neue Begriff ist Integration - einzelner Fach- und Entwicklungsbereiche ist die Mikro-System-Technik, bei der verschiedene Komponenten, elektrische, mechanische und optische Techniken auf einem Chip integriert sind.

1.3 Noch ein Wort zu Feld und Informatik

In einer aktuellen Erklärung empfiehlt der VDE eine zukunftsorientierte Arbeitsteilung an Hochschulen zum Thema Informationstechnik und Informatik – verbunden mit einer überzeugenden Aufklärungsarbeit bei Jugendlichen.

Die derzeitige Forcierung der Informatik macht nur Sinn, wenn alle technischen Disziplinen, die Informatik einsetzen, ebenfalls parallel weiterentwickelt werden. An vielen Hochschulen wird diese Zusammenarbeit realisiert. Die Informationstechnik hat in alle Produktfelder Eingang gefunden.

Heute stellen Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik in einer Firma wie Siemens mehr als 500.000 verschiedene Produkte her, wobei das Produktionsprogramm vom kleinsten elektronischen Bauelement über informations- und kommunikationstechnische Anlagen, Anwendungssoftware, Geräte und Systeme, elektrische Antriebe und Leistungselektronik bis zu schlüsselfertigen Anlagen der Verfahrens-, bzw. Kraftwerkstechnik und Leittechnik reicht. Die Entwicklung komplexer, vernetzter, informationsverarbeitender Systeme, wird noch weiter zunehmen.

Die beschriebene Durchdringung in den Anwendungsfeldern technischer und industrieller Entwicklungen führt bereits auch an den Hochschulen zu zahlreichen Querschnittsgebieten und interdisziplinären Studienrichtungen. Diese Wechselwirkung soll im folgenden genauer beschrieben werden.

1.4 Mechatronik: „Das Ganze ist mehr als die Summe der Teile“

Wenn auch z.T. der wissenschafts-theoretische Überbau zur Mechatronik noch nicht vorliegt – er wird sicher in absehbarer Zeit von Wissenschaftlern erarbeitet sein – ist die Mechatronik für die Industrie und Universität von höchster Aktualität.

Mechatronik wird als integrierte Entwicklung von Systemen aus mechanischen, elektronischen und informationsverarbeitenden Komponenten verstanden.

Sie erfordert, wenn sie wirtschaftlich erfolgreich sein soll, die Verfügbarkeit und die interdisziplinäre Zusammenführung einer großen Zahl weit auseinanderliegender Kompetenzen.

Hier liegen die Herausforderungen und die Chancen für die Industrie wie auch für Forschung und Entwicklung.

Mechatronik verstärkt die interdisziplinäre Zusammenarbeit in den Unternehmen. Mitarbeiter unterschiedlicher Fachdisziplinen arbeiten über den gesamten Produkt-Lebenszyklus zusammen.

Dazu ist es notwendig, organisatorische Strukturen neu zu überdenken, auch mit dem Ziel, die Innovationsgeschwindigkeit zu erhöhen – eine unabdingbare Notwendigkeit, um die starke Exportposition Deutschlands auf dem Weltmarkt weiter ausbauen zu können.

Eine große Rolle spielen dabei die Qualifikation und die Ausbildung der Mitarbeiter.

Nicht nur an den Hochschulen gewinnt die Fachrichtung Mechatronik zunehmend an Bedeutung, auch in der gewerblichen Ausbildung wird dem steigenden Bedarf der Industrie an gut ausgebildeten Mechatronik-Facharbeitern Rechnung getragen.

Die Vielfalt an Mechatronik-Ausprägungen und -Anwendungen ist mittlerweile enorm. Im Vordergrund steht dabei immer das Ziel der Performancesteigerung, der Kostendegression oder der Miniaturisierung.

Mechatronik als Motor des wirtschaftlichen Aufschwungs

Wo liegen diese Chancen der Mechatronik? Insbesondere im Maschinenbau werden noch häufig Maschinen und Anlagen mit verkoppelten Antriebssystemen ausgestattet. Der Nachteil liegt hier in einer komplizierten Mechanik, die bei Produktumstellungen umfangreiche Montagearbeiten und lange Rüstzeiten verursachen kann.

Das intelligente Zusammenspiel von Mechanik, Elektronik und Software erlaubt künftig ganz neue Maschinenkonzepte:

Standardkomponenten der Elektronik können die Mechanik ersetzen, und gesamtheitlich optimierte Verknüpfungen der verschiedenen Technologien schaffen neuartige Produkte und Lösungen.

Traditionellen Technologien, wie Mechanik, Elektrizität und industrielle Massenfertigung, haben gerade über die Informationstechnologie einen gewaltigen Innovationsschub erhalten. Deshalb ist es nicht vermessen, zu sagen, dass die Mechatronik neben der Informationstechnologie mindestens gleichberechtigt als treibende Innovationskraft anzusehen ist.

Mechatronik gewinnt aber auch an Bedeutung, wenn die Exportchancen Deutschlands betrachtet werden.

Unsere hohen Exportquoten im Maschinenbau (66% in 2001), in der Elektroindustrie (86% in 2001) oder in der Kraftfahrzeug-Industrie (60% in 2001) können nur gehalten bzw. ausgebaut werden, wenn die Mechatronik stärker eingesetzt wird, um neue Produkte mit noch höherem Kundennutzen zu erzeugen.

Virtuelle Produkt- und Prozessentwicklung in der Mechatronik

Produktionsunternehmen werden zunehmend an ihrer Fähigkeit gemessen, innovative Produkte unter Berücksichtigung zukunftsweisender Technologien in kürzester Zeit zu entwickeln und auf den Markt zu bringen.

Dabei spielen mechatronische Anwendungen eine immer größere Rolle. Aber sie stellen auch ganz neue Herausforderungen an den Entwicklungsprozess.

Es ist sinnvoll, die technischen Möglichkeiten der Mechatronik ganz vorn im Entwicklungsprozess einzubringen – in der Phase der Simulation – anstatt eine fertige Maschine im Rahmen der mechanischen Gegebenheiten anschließend zu optimieren.

So wird z. B. nicht mehr zuerst eine Maschine konstruiert, damit dann Steuerung und Software ausprobiert werden können, sondern es werden alle Teile gemeinsam und gleichzeitig entwickelt und getestet.

Damit dieses Vorgehen funktioniert, wird immer mehr auf zukunftsweisende Hilfsmittel, wie dreidimensionale CAD-Systeme, ASIC-Entwicklungssysteme, Software-Prototyping oder Simulationssysteme zurückgegriffen. So lassen sich viele Probleme erkennen und beheben, bevor der erste Prototyp gebaut ist. Ein enormes Einsparpotenzial!

Bevor die „reale“ Produktion startet und das Produkt herstellt, wurden schon vorher alle Prozesse, von der Produktfunktion bis zu den Produktionsanlagen virtuell durchlaufen und getestet. Die Modellbildung muss deshalb auf eine Analyse des gesamten Systems ausgerichtet sein.

Die Tools für diese virtuelle Welt sind bei weitem noch nicht komplett.

Deshalb widmet sich die Forschung an den Hochschulen und in der Industrie sehr intensiv dieser Thematik.

Für die Maschinenhersteller erschließt sich auf diesem Weg ein erhebliches Potenzial, welches seinen Ausdruck in kürzeren Entwicklungszeiten, schnellerem Markteintritt, mehr Sicherheit in der Entwicklung, kreativeren Ansätzen, höherer Qualität und steigender Produktivität findet.

Mechatronische Zukunft

Wichtige Mechatronik-Anwendungen und –Chancen der Zukunft, die momentan noch gar nicht richtig beschrieben sind und ihre Bedeutung erst in Ansätzen gezeigt werden können, liegen im Aufbau und der Nutzung virtueller Welten für Forschung und Entwicklung sowie für Simulation und Training.

So wird es eines nicht allzu fernen Tages selbstverständlich sein, neue Substanzen, Materialien und Bauweisen mit Hilfe digitaler Modelle zu entwickeln.

Dabei wird auf Wissens- und Materialdatenbanken zurückgegriffen. Eigenschaften und Verhalten werden virtuell getestet und mit allen Sinnen erlebt: über 3D-Stereo-Projektion, 3D-Raumklang (Schwingungen, Geräusche), Temperatur, Gerüche, haptische Rückkopplung.

In der Entwicklung befindliche Produkte, Systeme und Anlagen werden von den Projektbeteiligten als 3D-Modelle räumlich (z.B. Stereo-Bild) und interaktiv (in Echtzeit) weltweit verteilt erlebt. Daten verschiedener Partner mit unterschiedlichen CAD-Systemen werden integriert und simultan bearbeitet. Funktionalitäten und Ablaufprozesse werden virtuell getestet.

In Trainings-Simulatoren werden Produkte, Systeme und Anlagen (auch wenn sie sich noch in der Entwicklung befinden) von Kunden und Service-Personal als 3D-Modelle räumlich (Stereo-Bild, Raumklang) und interaktiv (in Echtzeit) erlebt.

Prozessabläufe und Störungen werden virtuell trainiert. Über entsprechende Sensorik, Aktorik, Steuer- und Regelungstechnik werden auch hier alle menschlichen Sinne (Auge, Ohr, Nase, Tastsinn) angesprochen. Die Mechatronik leistet einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung derartiger Konzepte.

Mechatronik verändert die Arbeitswelt ...

Das optimale Zusammenwirken der Komponenten und Technologien stellt neue Herausforderungen an die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Unternehmen und darüber hinaus.

Im Prinzip ist es bei Industrieentwicklungen schon seit längerem selbstverständlich, dass Projekt- und Teamarbeit aktiv praktiziert werden. Durch die Integration von Mechanik, Elektronik und Software sowie das Einbringen neuer Technologien, wie der Mikro- und Nanotechnologien wird dieser Trend noch weiter verstärkt.

Mitarbeiter unterschiedlicher Fachdisziplinen (Elektrotechniker, Maschinenbauer, Informatiker, etc.) arbeiten nicht nur während der Spezifikation, sondern über die ganze Entwicklung eng zusammen.

Sie müssen „die gleiche Sprache sprechen“, sich verstehen und offen für die Ideen ihrer Kollegen sein. Dabei treffen Menschen aufeinander, die in der Vergangenheit mit ganz unterschiedlichen Innovationsraten zu tun hatten (z. B.: Elektro-Motor 10 Jahre, Mikroelektronik 3 Jahre, Software 1 Jahr).

...und die Ausbildung

Natürlich spielt auch die Ausbildung der Mitarbeiter eine große Rolle. Grundsätzlich ist es zu begrüßen, dass mittlerweile an vielen Universitäten die Fachrichtung „Mechatronik“ nicht nur als Studiengang angeboten sondern auch mit wichtigen Forschungsaufgaben verknüpft wird.

In der Industrie wird der „Mechatronik-Ausbildung“ eine wachsende Rolle zuteil. Siemens bildet momentan 650 junge Menschen (11% aller Lehrlinge) zu entsprechenden Facharbeitern aus und wir spüren ein immer größeres Interesse für diesen noch recht neuen Lehrberuf.

Wichtig ist vor allen Dingen, dass eine Fachrichtung „Mechatronik“ an der Hochschule nicht nur ein Konglomerat konventioneller Vorlesungen aus Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau darstellt, sondern in neuen Lehrveranstaltungen die integrativen Elemente dieser Technologien mit einbezogen werden: z.B. im Versuch, die heterogenen Komponenten eines mechatronischen Systems in Gesamtsimulation auf verschiedenen Abstraktionsebenen darzustellen und zusammenspielen zu lassen.

1.5 Priorität: Grundlagenwissen

Die Liste der interdisziplinären Schnittstellen des Maschinenbaus der Elektro- und Informationstechnik ließe sich weiter fortsetzen. Weitere Stichpunkte sind die Multimedia-Techniken, die technische Informatik sowie der Bereich der Wirtschaftsingenieure, die ihr Studium z. B. innerhalb der Elektrotechnik fortsetzen.

Diese Beispiele zeigen, wie facettenreich das Berufsbild von Ingenieuren des Maschinenbaus der Elektro- u. Informationstechnik und entsprechender Studienrichtungen inzwischen geworden ist und wie eng die Wechselwirkungen zwischen den Veränderungen in der Industrie und den Reaktionen an den Hochschulen sind.

Ich bin aber nicht der Meinung, dass jede Spektrallinie der späteren Berufsarbeit auch an den Hochschulen gelehrt und vermittelt werden muss. Vielmehr kommt einer soliden Erstausbildung mit einem fundierten fachlichen Grundlagenwissen die größte Bedeutung zu.

Die Vermittlung methodischer und wissenschaftlicher Grundlagen ist wichtiger als reines Faktenwissen.

Die Fähigkeit sollte im Vordergrund stehen, die Lösung eines Problems richtig anzugehen und mit den geeigneten Mitteln verfolgen zu können.

Den Absolventen sollte bereits in der Ausbildung ein ganzheitliches Systemverständnis und der Anwendungsbezug vermittelt werden. Ein Teil der erwarteten Fähigkeiten sollte bereits im Studium erworben werden, zusätzlich zu einem breiten Basiswissen und vertieftem Wissen in nur einem Hauptfach.

1.6 Ingenieur-Image

Es ist für die Industrie und für die Hochschulen nach meiner Auffassung unbedingt erforderlich, eine Übereinstimmung des Images eines Ingenieurs mit seiner tatsächlichen Berufsarbeit herbeizuführen.

Denn dort finden die Jugendlichen die Merkmale, die für sie bei der Studienwahl wichtig sind, nämlich die Arbeit mit Menschen, die Möglichkeit, als Manager später selbst Entscheidungen zu treffen, Menschen anzuleiten oder die Tatsache kreative Arbeit zu leisten, und auch für die Gesellschaft nützliche Anwendungen und Dienste bereitzustellen.

Diese sozialen und gesellschaftlichen Aspekte, die nach den Untersuchungen für die Jugendlichen wichtig sind, unterstellt man kaum den Ingenieuren, sondern hauptsächlich den Medizinern, Rechtsanwälten, Sozialarbeitern.

Auch die Medien verstärken m. E. die entstandene Schiefelage. Zwar werden lauter schicke Geräte beschrieben, nicht aber die Arbeit, die zu ihrer Entstehung führt. Die rauhe Seite bleibt unsichtbar – gezeigt wird nur die glatte Seite.

Das unterstützt die Massensuggestion, die technische Welt sei eine einzige Leichtigkeit; ein Raum in dem das Wissen per Mouseclick gewonnen wird, wo Mobilität anstandslos und die Kommunikation immer reibungslos von statten gehen und der elektrische Strom mit der gleichen Selbstverständlichkeit zur Verfügung steht wie die Luft zum Atmen.

Verloren geht das Bewusstsein, dass Technik etwas mit Leistung und Anstrengung zu tun hat und dass in dieser Anstrengung, wenn die Konstruktion und die Ingenieurarbeit am Ende erfolgreich ist, der eigentliche Spaßfaktor liegt. Denn Spaß muss es ja den Jugendlichen ohnehin machen – aber Freude ist ja auch schon etwas.

2. Die Diplom-Studiengänge

Ein gutes Zeichen für eine gewisse Besserung bei den Studienanfängern ist der Anstieg der Anfängerzahlen seit einigen Jahren. Um 4 % haben sich die Anfängerzahlen im Bereich Elektrotechnik und Informationstechnik gegenüber dem Vorjahr erhöht auf die Zahl von 15.650 Studenten im Winter-Semester 2001/2002.

Auf dem Arbeitsmarkt wird sich diese Entwicklung jedoch erst in einigen Jahren auswirken. Den Tiefpunkt der Absolventen erwartet der VDE mit 6.500 Absolventen im Jahr 2002.

Diesem Angebot steht nach Schätzungen des Verbandes ein Mindestbedarf von etwa 13.000 Absolventen pro Jahr gegenüber.

Im Studienjahr 2001/02 haben sich 27.236 Studierende in die Fächer Maschinenbau/Verfahrenstechnik eingeschrieben. 10.500 Absolventen haben die Universitäten und Fachhochschulen in diesem Fach verlassen. In der Informatik wurden die Spitzenwerte des Vorjahres mit etwa 5 % knapp verfehlt.

Die Studienanfängerzahlen sind mit 36.330 aber mehr als doppelt so hoch wie in der Elektro- und Informationstechnik.

Die Ingenieurücke kann jedoch nicht durch den Informatiker kompensiert werden; wie ich bereits ausführte, sind die technischen und beruflichen Schwerpunkte, die Aufgaben- und Einsatzbereiche zu unterschiedlich.

Etwas anders sieht es mit der Studienrichtung Technische Informatik aus, hier gibt es bereits eine Reihe von Zusammenarbeiten bis hin zur Integration in den gemeinsamen Fachbereichen Elektrotechnik und Informatik oder Maschinenbau.

3. Nun zu den konsekutiven Studiengängen

3.1 des Bachelor und Master

Zunächst möchte ich aus meiner Sicht die Studiengänge zum Bachelor und Master kurz vorstellen.

Die neuen Abschlüsse tragen den Erfordernissen nach einer stärkeren Internationalisierung des Studiums, nach Transparenz und Kompatibilität der Abschlüsse mit den angelsächsischen Abschlüssen Rechnung, die mittlerweile zum internationalen Standard geworden sind. Außerdem ist hier die europäische Entwicklung z. B. der Bologna-Erklärung zu berücksichtigen.

Die zweistufige Struktur des Studiums bietet eine vergrößerte Flexibilität und Mobilität für die Studierenden. Bachelor-Absolventen wird auch die Chance gegeben, die Hochschule nach dem ersten berufsqualifizierenden Abschluss zunächst zu verlassen und das Master-Studium später aufzunehmen.

Dieses Master-Studium kann sowohl als Vollzeit-Studium als auch berufsbegleitend absolviert werden.

Es besteht auch die Möglichkeit, das Master-Studium in einer anderen Fachdisziplin oder an einer anderen Hochschule aufzunehmen, z. B. nach dem Ingenieur-Studium den MBA-Abschluss zu erwerben.

Auch aus Sicht der Industrie, die diese neuen Strukturen befürwortet, wird der große Vorteil in einer höheren Flexibilität gesehen. Die konsekutiven Studiengänge zum Bachelor und Master können eine neue Abfolge von Ausbildungs-, Berufs- und weiteren Bildungsabschnitten ermöglichen.

Hierzu zählen auch Studienangebote der Hochschulen, die Studium und Berufstätigkeit bzw. Praxisaufenthalte in neuer Form miteinander verknüpfen.

Zunächst eine Zahl: Im letzten Jahr gab es in Deutschland über alle Fachdisziplinen hinweg mehr als 1.100 Studienangebote mit den konsekutiven Abschlüssen; über ein Drittel kommen aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften.

Die Industrie, und hier auch die Verbände der Elektroindustrie und des Maschinenbaus unterstützen diese neuen Formen, schon wegen der Globalisierungsanstrengungen in der Industrie.

Ich möchte zwei Dinge herausheben:

- In Übereinstimmung mit der Situation in den USA dient das Studium zum Master of Science der weiterführenden wissenschaftlichen Ausbildung bis hin zur selbständigen Erledigung von Forschungsarbeiten.
- Die neuen Studienabschlüsse werden sowohl von Universitäten als auch von Fachhochschulen angeboten. Der VDE legt Wert darauf, dass sich die Bezeichnungen für den Abschlussgrad bei akkreditierten Studiengängen nicht nach dem Hochschultyp, sondern ausschließlich nach dem Qualifikationsniveau und -profil der Studiengänge orientieren.

Auch hiermit befinden wir uns in Übereinstimmung mit früheren Empfehlungen des Wissenschaftsrates.

Wir sind auch hinsichtlich der Einbeziehung in den öffentlichen Dienst eindeutig für eine Gleichbehandlung von Absolventen beider Hochschultypen.

Meine Damen und Herren!

Die Herausforderungen für die Ingenieurausbildung sind groß und mannigfaltig. Jenseits aller durch den Strukturwandel bedingten Elemente, auf die wir reagieren müssen, scheint mir eine besondere Aufgabe darin zu bestehen, das von unserer deutschen Gesellschaft permanent in Frage gestellte Prinzip Hoffnung wieder zur richtigen Geltung zu bringen:

Bei unseren Studenten Hoffnung auf die Sinnhaftigkeit der Technik und Vertrauen auf ihre Leistungsfähigkeit zu erwecken, Visionen des Fortschritts zu erzeugen - dies muss jenseits aller Kritik an unseren Hochschulen, unseren Gesetzgebern, unserem Reformstau, unserer leeren Kassen im Herbst 2002 eine besondere Herausforderung der Universitäten sein. Sie ist keineswegs die leichteste, aber möglicherweise die wichtigste!