



Ernst Schmachtenberg

Foto: Tilo Kart

Das Zeitintervall, in dem das Wissen in der Technik seine Gültigkeit verliert, ist extrem kurz geworden. Produkte altern so schnell, daß ganze Branchen der Industrie im Sog der Innovationen untergehen. Brauchen wir, um in der weltweiten Arena globalisierter Märkte zu bestehen, Spezialisten für die ergebnisorientierte Entwicklungsarbeit oder Forscherpersönlichkeiten für technische Innovationen?

Forschung in der Ingenieurausbildung?

Wissenschaftliches Arbeiten in „praxisrelevanten“ Fächern
Von Ernst Schmachtenberg

Was motiviert mich, über den Stellenwert der Forschung in der Ausbildung von Ingenieuren zu reflektieren? Es liegt auf der Hand, daß wir als Hochschullehrer nicht nur über das „Was“ sondern auch über das „Wie“ nachdenken müssen. Dies gilt um so mehr, wenn wir, wie in meinem Fall, in einem „Integrierten Studiengang“ tätig sind. Hier unterscheiden wir zwei Ausbildungsgänge gemäß der nachfolgenden Definition¹:

- Das Studium, das mit der Diplomprüfung I abgeschlossen wird, ver-

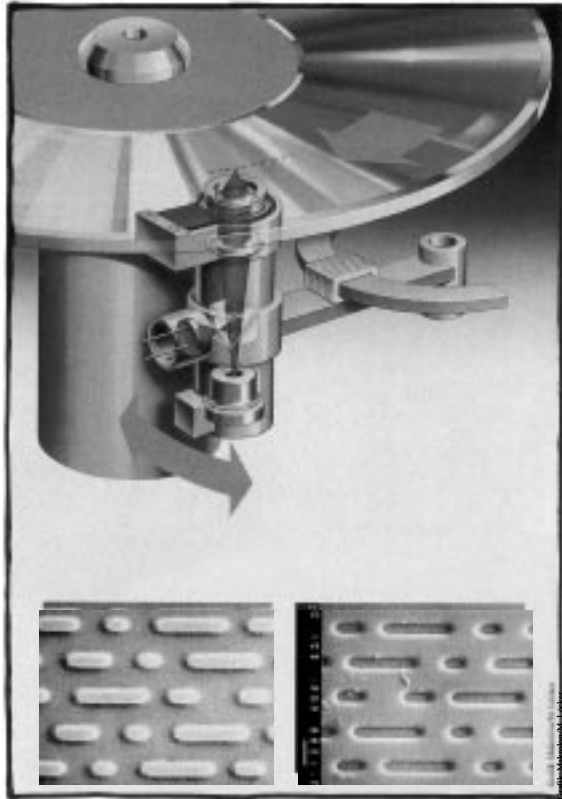
mittelt insbesondere die Fähigkeit, ingenieurwissenschaftliche Probleme zu erkennen und zur Lösung die geeigneten wissenschaftlichen Methoden auszuwählen und sachgerecht anzuwenden.

- Das Studium, das mit der Diplomprüfung II abgeschlossen wird, vermittelt insbesondere die Fähigkeit, ingenieurwissenschaftliche Probleme zu analysieren und wissenschaftliche Methoden zu ihrer Lösung oder Beschreibung selbständig zu erarbeiten.

Schon diese Zielvorgabe macht deutlich, daß dem „Wie“ in der Aus-

bildung ein hoher Stellenwert zuzuordnen ist. Ich verstehe meine Antwort hierzu durchaus als subjektiv. Daher kann ich mir vorstellen, daß es für den Leser von Interesse ist, welche Person mit ihr verbunden ist und welche berufliche Erfahrung hinter den hier entwickelten Auffassungen steht. Deshalb erlaube ich mir, zunächst abzuschweifen und mich vorzustellen.

Ich kam 1952 in Aachen auf diese Welt und wuchs in einer Zeit und einem Umfeld auf, daß wir heute als



(1) Die Informationen einer Compact Disc werden in kleinsten Strukturen in die Oberfläche eingeprägt. Für den Herstellungsprozess müssen diese Strukturen so aufgebracht werden, daß sie ohne Qualitätsverlust reproduziert werden können

„technikgläubig“ bezeichnen. Originalton meiner Großmutter etwa: „Später, wenn du mal groß bist, kommst du mich mit dem Hubschrauber besuchen.“ Mein Interesse an der Technik führte zu einer ersten gesellschaftlichen Anerkennung bei erfolgreichen Reparaturen von Waschmaschinen und Fernsehern. Der schulische Erfolg in den sprach- und geisteswissenschaftlichen Fächern blieb dagegen eher gering.

Somit war die Wahl des Studiums der Ingenieurwissenschaften

stets unumstritten, wenn auch in Folge des gesellschaftlichen Wertewandels zum Ende der sechziger Jahre die Hoffnungen, die mit dem technischen Fortschritt verknüpft waren, allmählich verblaßten. An dessen Stelle trat ein kritischer Umgang mit der Technik, etwa ausgedrückt in der Frage, ob alles Machbare auch wünschenswert, beherrschbar und hilfreich sei.

Ich will nicht verschweigen, daß mir in dieser Zeit neben der Begeisterung für alles Technische auch

andere Dinge wichtig wurden: Die Suche nach dem Sinn meines Handelns, das studentische Leben in einer Wohngemeinschaft, Engagement bei der Führung einer Jugendgruppe, Balalaikaspiel. Diese Zeit gibt mir noch heute Orientierung, legte den Grundstein für meine Familie und kostete mich einige Semester Studienzeit, eine, wie ich im Rückblick meine, gut angelegte Zeit!

Als Vertiefungsrichtung wählte ich die Kunststofftechnik. Dabei war, wenn ich es im Rückblick betrachte, wohl zunächst mehr die Person meines damaligen Hochschullehrers, Professor Georg Menges,² maßgeblich, als die Begeisterung für das Fach. Mit der wachsenden Kenntnis stieg dann das Interesse. Nach dem Studium wurde ich wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen und promovierte dort über ein werkstoffkundliches Thema. In meinen anschließenden Berufsweg mischten sich die wissenschaftlichen Aufgaben zunehmend mit solchen der Unternehmensführung, wie etwa der Personal- und Kostenverantwortung. Der Weg führte von Aachen, wo ich zunächst noch als Abteilungsleiter am Institut tätig war, über ein von der Industrie getragenes Forschungs-, Prüf- und Ausbildungsinstitut in Würzburg nach Leverkusen zu der Firma Bayer in die Kunststoff-Anwendungstechnik. 1993 wurde ich auf das Fachgebiet Kunststofftechnik im Fachbereich Maschinenteknik der Universität Essen berufen. Auch in meiner jetzigen Stellung als Hochschullehrer bleiben mir neben den wissenschaftlichen Aufgaben in Lehre und Forschung die organisatorischen Aufgaben einer Unternehmensführung, da ich auch für unser Essener „Institut für Kunststoffe im Maschinenbau“, das als Unternehmen in der Rechtsform einer GmbH gegründet wurde, als einer der Geschäftsführer bestellt bin.

Noch ein kurzes Wort zur Kunststofftechnik, meiner „techni-

schen Bezugsgröße“. Wir beschäftigen uns hier mit allen Fragestellungen, die bei der Erzeugung von „Bauteilen“ aus „Kunststoffmassen“ zu behandeln sind. An zwei Beispielen möchte ich das Stichwort „Bauteil“ verdeutlichen:

- Die Compact Disc (CD) ist ein solches Bauteil (Abb. 1). Die Informationen der CD werden in kleinsten Strukturen in die Oberfläche eingeprägt. Die Herausforderung besteht darin, diese Strukturen, die kleiner als haarlein sind, reproduzierbar beim Herstellen dieser Scheibe auf der Oberfläche zu hinterlegen.
- Eine Deponieabdichtung (Abb. 2) ist ein anderes treffendes Beispiel. Nur spezielle Kunststoffe in Kombination mit mineralischen Dichtstoffen erlauben die Herstellung eines Dichtungssystems mit solch großen Abmessungen bei einer garantierten Dichtungsfunktion über einen Zeitraum von mindestens 100 Jahren.

Ich wähle diese beiden Beispiele, weil sie nicht nur die Breite unseres Arbeitsgebietes durch Vergleich der Abmessungen dieser „Bauteile“ zeigen, sondern auch verdeutlichen, in welcher vielfältiger Weise Kunststoffe heute Anwendung finden. Um unsere ingenieurtypischen Aufgabenstellungen noch etwas präziser zu veranschaulichen, möchte ich kurz auf unsere Kerngebiete eingehen.

Wir gliedern die Kunststofftechnik in drei Schwerpunkte:

- Zur Beschreibung der Werkstoffe und der Gebrauchseigenschaften greifen wir auf die Werkstoffkunde der Kunststoffe zurück.
- Bei der Gestaltung der Bauteile konstruieren wir mit Kunststoffen.
- Schließlich betreiben wir Kunststoffverarbeitung, entwickeln hierfür die Maschinen und Verfahren.

Die Kunststofftechnik ist eine typische Querschnittsdisziplin im Aufgabenfeld des Ingenieurs. Was sind also Ingenieure? Die kürzeste Antwort: Sie wenden Werkstoffe an, konstruieren Produkte und entwickeln Verfahren.



(2) Mülldeponie. Die für die Abdichtung verwendeten Kunststoffe dürfen auch nach einem Zeitraum von 100 Jahren ihre Dichtungsfunktion nicht verlieren

Aufgaben des Ingenieurs in der modernen Gesellschaft

- Wo findet der Ingenieur seinen Arbeitsplatz? Grundsätzlich natürlich in produzierenden Industriebetrieben, etwa in den Arbeitsfeldern
- Betrieb technischer Einrichtungen,
 - technischer Vertrieb/Einkauf,
 - Entwicklung neuer Produkte,
 - Entwicklung neuer Verfahren,
 - Qualitätssicherung,
- aber auch zunehmend im Bereich der Dienstleistungen etwa bei der
- Bewertung von Technik,

- Beratung,
- Ausbildung und
- Forschung.

Analysiert man die Aufgaben von Ingenieuren in den obengenannten Berufsfeldern weiter, so kann man zwischen der Anwendung und der Entwicklung von Technik differenzieren. Ich stelle dieses Merkmal besonders heraus, weil es erklärt, daß Ingenieure mit sehr unterschiedlichen Qualifikationen gebraucht werden. Zum Betrieb einer Produktionseinrichtung gehören Zielgrößen wie etwa Zuverlässigkeit, Ausfall-

tioneinrichtung gehören Zielgrößen wie etwa Zuverlässigkeit, Ausfallsicherheit und Wirtschaftlichkeit. Diese werden erreicht durch konsequente Anwendung technischen Wissens, Einhaltung gegebener Spezifikationen und auch durch Redundanz von Technik und Bedienungspersonal zur Erhöhung der Betriebssicherheit.

Anders ist es etwa bei der Forschung oder bei der Entwicklung neuer Produkte. Hier stehen bei gleicher Fachkompetenz Merkmale

meine, das Handlungsrepertoire eines Ingenieurs ergibt sich insbesondere aus den folgenden Grundüberzeugungen:

- Der Glaube an das Ursache-Wirkungs-Prinzip, also die feste Überzeugung, daß sich letztendlich doch alles technische auf kausale Zusammenhänge reduzieren läßt.
- Die Auffassung, daß sich „echte“ Handlungsspielräume erst in der Verbindung von Nützlichem mit Grundsätzlichem ergeben – also in der Anwendung der Gesetze der

seiner Gänge zu meistern, sondern sie liefert lediglich einen Beitrag dazu, das Leben weniger beschwerlich zu führen.

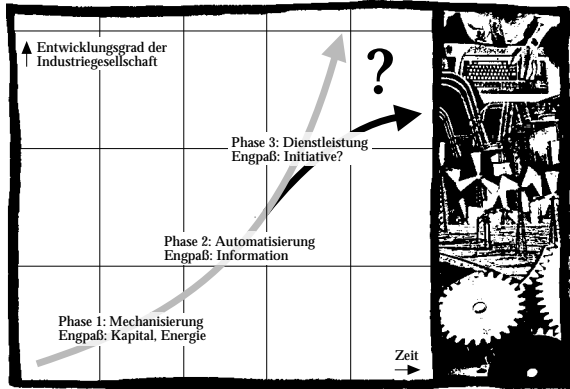
Viele Vorbehalte gegen die Technik entwickeln sich aus dem dritten Aspekt, der „intelligenten Vereinfachungen“. Sie sind nötig, um komplexe Wirkungsmechanismen handhaben zu können, jedoch birgt dies die Gefahr, wichtige Einflüsse zu ignorieren. Beispiele hierfür sind Bewertung von Technikfolgen oder ökologische Bilanzen. Dies führt zu einer Gratwanderung: Betrachtet man zu viele Parameter, gelingt die Modellierung nicht, läßt man wesentliche weg, so sind die Ergebnisse nicht mehr stimmig.

Technik wirkt weit über den hinaus, der sie entwickelt. Deshalb sieht sich der Ingenieur heute im gesellschaftlichen Kontext.

- Technischer Fortschritt prägt die moderne Industriegesellschaft und verursacht soziale Umbrüche.
- Technik ist machtvoll und erzeugt deshalb Angst.
- Technikfolgen werden vom einzelnen nur ertragen, wenn der Nutzen der Technik nachdrücklich überwiegt.

Der Ingenieur muß auch diese Zusammenhänge berücksichtigen, als Verursacher von Technik den kritischen Umgang mit ihr lernen. Übrigens spiegelt sich diese Auffassung auch in den Leitsätzen des Verbandes der Deutschen Ingenieure (VDI) wieder: „Das Ziel aller Ingenieure ist die Verbesserung der Lebensmöglichkeiten der gesamten Menschheit durch Entwicklung und sinnvolle Anwendung technischer Mittel.“

Ich deutete es bereits an: Der gesellschaftliche Wandel in der Bundesrepublik Deutschland, eingeleitet durch die politische Wende zu Beginn der achtziger Jahre, über den Zusammenbruch der Deutschen Demokratischen Republik bis hin zur Standortdiskussion heute, steht nach meiner Überzeugung im Kontext zu dem Verlust des Glaubens an den technischen Fortschritt. Dieser



(3) Entwicklung der Industriegesellschaft

wie Kreativität und Originalität der Lösungskonzepte im Vordergrund. Dies führt im übrigen nicht selten zu Fehl einschätzungen: Nach meiner Erfahrung ist ein guter Betriebsingenieur meist ein schlechter Entwicklungsingenieur und umgekehrt!

Um weiter in das Thema eindringen zu können, erlauben Sie mir bitte noch ein paar weitere Pauschalisierungen, Pointierungen und Vereinfachungen. Wie funktioniert ein Ingenieur, nach welchem „Strickmuster“? Welches sind die Wesensmerkmale von Ingenieuren? Ich

Naturwissenschaften auf technische Fragestellungen.

- Die Neigung, komplexe Fragestellungen durch „intelligente Vereinfachungen“ zu lösen, also durch den Versuch, die Welt in vereinfachten Modellen abzubilden. Es gilt, das Wesentliche zu behandeln und Nachgeordnetes zu ignorieren, um so Handlungsfähigkeit zu erreichen.

Ich will damit nicht in Frage stellen, daß in vielen Lebenssituationen Kausal erklärungen versagen. Andererseits ist aber auch die Technik nicht dazu da, das Leben in

Entwicklung folgt der Verlust an gesellschaftlicher und technischer Innovation, daraus wiederum geringere Produktivitätszuwächse oder sogar wirtschaftliche Stagnation. Der sich daraus entwickelnde Bankrott der Staatsfinanzen mündet schließlich in politische Reaktion.

Interessant ist dabei die Feststellung, daß gerade unsere Zeit durch eine neue technische Revolution geprägt ist, die wenigstens so nachhaltig wirken wird, wie die Erfindung der Dampfmaschine. Bekanntlich führte die Mechanisierung im 19. Jahrhundert zum Ersatz von „körperlicher“ Arbeit durch Maschinen. Kapital und Energie waren die knappen, den Fortschritt bestimmenden Ressourcen (Abb. 3). Mit der Automatisierung in diesem Jahrhundert entstand dann die Massenproduktion. Maßgebliche, knappe Ressource hierfür war die Information. Mit der Bildung breiter Schichten der Bevölkerung konnte auch dieser Verknappung begegnet werden.

Die Entwicklung der Datenverarbeitung heute führt nun zum Ersatz „geistiger“ Arbeit durch den Computer. Produktionssteuerung, Verteilung der Warenströme und Verwaltung werden nicht mehr im bisherigen Umfang Arbeitskräfte binden. Die Zukunft der Industriegesellschaft liegt nach Meinung vieler in der Dienstleistungsgesellschaft. Die spannende Frage dabei: Mit welchem Mangel werden wir auf dem Weg in diese Zukunft konfrontiert?

Ich wage eine Prognose. „Initiative“. Viel größere Teile der Bevölkerung werden in Zukunft gefordert sein, ihre Welt zu gestalten. Das Ausführen auch von komplexen Tätigkeiten werden wir den „intelligenten Maschinen“ überlassen.

Spiegeln wir diesen Befund an der gesellschaftlichen Realität, sind die Herausforderungen der Zukunft zu ahnen. Die gesellschaftlichen Folgen dürften auch anläßlich dieses historischen Umbruchs nicht weniger schmerzlich ausfallen, als in der Vergangenheit. Haben wir denn aus

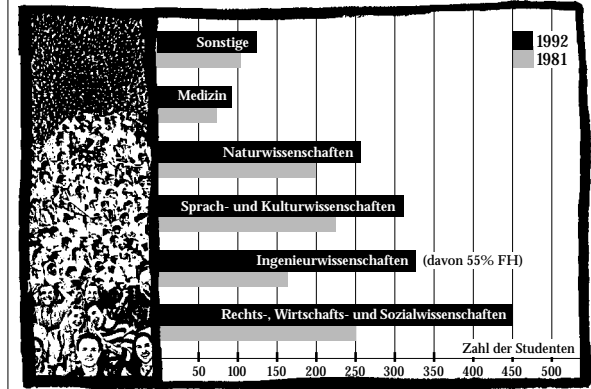
der Vergangenheit gelernt? Weil die Alten sich im Verteilungskampf verausgaben, ist von dort keine Hilfe zu erwarten. Es ist die junge Generation, es sind unsere Studenten heute, die ihre Chancen erkennen und ihre Zukunft in die eigene Hand nehmen müssen.

Das Ingenieurstudium als Berufsausbildung

Zunächst möchte ich einige grundlegende Bemerkungen vorausschicken:

Abschluß einer Ingenieurausbildung geknüpft ist. Interessant erscheint mir in diesem Zusammenhang der Hinweis, daß die berufliche Ausbildung der Mitarbeiter von Industrieunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland weitgehend von der Industrie über Lehre und Meisterausbildung selbst ausgeführt wird, während die Ausbildung der technischen Führungskräfte für die Industrie zunächst in den Hochschulen stattfindet.

Welche Inhalte werden bei der



(4) Anzahl der Studierenden 1981 und 1992 nach Wissenschaftsbereichen

Ein Studium kann bilden und ausbilden. Unter Ausbilden verstehe ich den Prozeß des Erwerbs von berufsspezifischen Qualifikationen, unter Bilden den der Formung einer Persönlichkeit durch Erkennen und Verstehen dieser Welt.

Das Ingenieurstudium bildet; allein ich kenne nur wenige, die dieses Studium zur Bildung wählen, um sich dann in Studium und Beruf anderen Dingen zuzuwenden.

Dagegen gibt es die Regel, daß der Zugang zu bestimmten Tätigkeitsfeldern im Berufsleben an den

Ingenieurausbildung vermittelt?

Welches sind die Kernfächer am Beispiel des Maschinenbaustudiums?

Das Studium ist unterteilt in ein Grundstudium mit den Fächern

- Mathematik,
- Mechanik,
- Konstruktionslehre,
- Werkstoffkunde,
- Physik/Chemie, und ein Hauptstudium mit den Fächern
- Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch,
- Meß- und Regelungstechnik,

- Datenverarbeitung,
- Vertiefung in Anwendungen
- Studien- und Diplomarbeit.

Die Studien führen zu unterschiedlichen Abschlüssen: An der Fachhochschule erwirbt man den Abschluß Dipl.-Ing. (FH), das Studium ist berufsorientiert und auf die Wissensvermittlung ausgerichtet. An den Universitäten und Technischen Hochschulen erwirbt man den Abschluß Dipl.-Ing. (TH oder TU), die Ausbildung nimmt stärkeren Bezug auf die Methoden und führt hin zu wissenschaftlicher Arbeitsweise. Diese beiden Unterscheidungen spiegeln sich auch in den Abschlüssen DI und DII der Gesamthochschule wieder, die eingangs erläutert wurden. Schließlich erreicht man, aufbauend auf den DII-Studiengang oder die Diplomabschlüsse der Universitäten oder Technischen Hochschulen, mit einem wissenschaftlichen Vertiefungsstudium und der Anfertigung einer wissenschaftlichen Arbeit den Abschluß Dr.-Ing.

Ehe ich mich der interessanten Frage zuwende, wie sich ein methodenorientiertes Studium von einem Studium unterscheidet, das die Vermittlung von Wissen im Vordergrund hat, möchte ich kurz noch einige Zahlenbetrachtungen voranstellen. Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Zahl der Studierenden in den unterschiedlichen Studiengängen. Auffällig ist die große Zunahme der Studierenden, was zu einem Teil an der demographischen Entwicklung liegt, aber auch den weiterhin wachsenden Anteil von Hochqualifizierten an der arbeitenden Bevölkerung widerspiegelt.

Auf den zweiten Blick erkennbar ist die insgesamt hohe Steigerungsrate der Ingenieurwissenschaften zwischen 1981 und 1992 im Vergleich zu anderen Fächern. Allerdings ist seit 1994 ein dramatischer Einbruch bei den Studierendenzahlen in den Ingenieurwissenschaften zu registrieren. Heute dürften wir bundesweit im Ver-

gleich der Studienanfänger unter den Zahlen von 1981 liegen. Auch diese Entwicklung folgt zum Teil der demographischen Entwicklung; der überproportional rückgängige Anteil der Studenten der Ingenieurwissenschaften weist jedoch auch auf das nachhaltig gesunkenen Ansehen dieser Ausbildung in unserer Gesellschaft hin.

Dabei will ich meine Einschätzung nicht verhehlen, daß wir selber auch Ursache für diese Entwicklung sind. Anstatt die neuen Herausforderungen unserer Zeit an unseren Berufsstand aufzugreifen, haben wir zu lange an dem tradierten Bild des Ingenieurberufs festgehalten. Was sind die zwingenden Einwirkungen, denen wir in einer modernen Ingenieurausbildung Rechnung tragen müssen und die das Berufsbild des Ingenieurs nachhaltig ändern werden?

Wesentlich ist die hohe Innovationsrate. Das Zeitintervall, in dem das Wissen in der Technik seine Gültigkeit verliert, ist gerade in den anwendungsorientierten Feldern extrem kurz geworden. Produkte altern so schnell, daß ganze Branchen der Industrie im Sog der Innovationen untergehen. Die Globalisierung der Märkte und Unternehmen, die Vernetzung von Informationen und die hohen Rationalisierungsschübe sind die Ursache einer Entwicklung, die der Bewertung von Technik hohe, der Entwicklung von Technik dagegen geringere Bedeutung zukommen läßt.

Aus diesen Veränderungen leitet ich die zukünftigen Anforderungen an die Ingenieurausbildung ab:

- Methodenspezialisierung statt Fächerspezialisierung;
- innere Mobilität bezüglich der Arbeitsinhalte;
- äußere Mobilität beim Wechsel von Berufsfeldern entsprechend einer sich ändernden Marktlage;
- verstärkte Bereitschaft zur Selbstgestaltung der Ingenieurarbeit;
- Fähigkeit, sich in Fremdsprachen zu artikulieren;

- Fähigkeit zu kreativen Problemlösungen;
- ausgeglichenes Sozialverhalten für die erfolgreiche Teamarbeit sowie
- Leistungsbereitschaft und Führungspotential.

Damit werden Eigenschaften reklamiert, die weniger durch eine *Ausbildung*, sondern eher durch die *Persönlichkeitsbildung* entwickelt werden. Hier möchte ich an das eingangs gestellte Thema anknüpfen: Mir scheint nämlich die Forschung ein geeignetes Medium zur Bildung zu sein. Um die Verständigung zu erleichtern, möchte ich hierzu zunächst auf einige Begriffe eingehen.

„Wissenschaft“ und „Forschung“

Zunächst die Frage nach der Wissenschaft. Folgen wir der Ausführung des Brockhaus³, so finden wir zwei Definitionen:

- Wissenschaft ... als Gesamtheit der Erkenntnisse ...
- Wissenschaft ... als planmäßige Darstellung von Erkenntnissen (hierzu verwendet man gerne in Teilgebieten das Nachwort „Kunde“, etwa Werkstoffkunde) und ... als planmäßige Vermehrung von Erkenntnissen. Dieses zweite Element wird mit Forschung bezeichnet.

Dazu werden als Methoden der Forschung folgende Vorgehensweisen erwähnt:

- Beobachtung und Messung,
- Zählung, Experiment und Umfrage,
- kritische Überlieferung und Interpretation,
- Deutung (Hermeneutik),
- Erklärung und Ableitung (Induktion und Deduktion).

Erlaubt sei mir hier eine Anmerkung aus der Sicht des Ingenieurs. Aus meinem Weltbild heraus ist der Begriff *Erkenntnis* zu weit gefaßt. Nicht alle subjektiv erreichbaren Erkenntnisse würde ich der Wissenschaft zuordnen wollen, daher grenze ich sie ein auf die *objektivierbaren Erkenntnisse*. Eine solche Abgren-

zung gelingt über den Träger des Erkenntnisprozesses. Wenn eine Erkenntnis unabhängig vom Individuum und reproduzierbar erreicht werden kann, so ist diese unzweifelhaft ein Element der Wissenschaft.

Auch bei den Methoden der Forschung möchte ich eingrenzen: auf *Modell* und *Experiment*. Unter einem Modell verstehe ich jede Form der Abbildung von Wirkzusammenhängen. Dabei ist anzustreben, daß die Algorithmen zur Abbildung so beschaffen sind, daß sie den Wirkzusammenhang *quantitativ* und *reproduzierbar* beschreiben. Das Experiment dient der Überprüfung von Modellen und gegebenenfalls zu deren Modifikation. Besondere Bedeutung haben beim Experiment die Methoden der *Messung* und der *Beobachtung*, wie auch die Überprüfung von Randbedingungen und Stelleingriffen mit dem Ziel der Signifikanz von experimentellen Ergebnissen.

Eine weitere Präzisierung des Begriffes *Forschung* ergibt: Darstellung ist

- die planmäßige Vermehrung von Erkenntnissen und auch
- die Überprüfung der Gültigkeit festgeschriebener Erkenntnisse.

Forschung bezeichnet den individuellen Prozeß der Erkenntnisgewinnung durch Anwendung einer Systematik mit den nachfolgenden Merkmalen:

- Unabhängigkeit,
- Wahrhaftigkeit,
- Neugiercharakter,
- Planmäßigkeit in der Vorgehensweise,
- Objektivierbarkeit.

Forschung manifestiert sich durch die Dokumentation des Erkenntnisgewinnes in Wort und Schrift (*Publikation*).

Forschung unterscheidet sich von Entwicklung. Grundsätzlich ist das Ergebnis einer Forschungsanstrengung im vorherigen nicht absehbar. Forschen ist seinen *Prinzipien* verpflichtet, nicht dem Ergebnis. Dagegen ist die Entwicklungstätig-

keit immer ergebnisorientiert. Eine interessante Pointe zur Unterscheidung dieser grundsätzlich verschiedenen Tätigkeiten liefert das Steuerrecht: Eine im Auftrag Dritter erledigte Forschungsarbeit unterliegt nicht der Mehrwertsteuer, da der Auftragnehmer nicht zur Lieferung oder Leistung verpflichtet ist. Anders dagegen sind Entwicklungsaufträge stets mehrwertsteuerpflichtig.

Forschung für Ingenieure?

Aus dem bisher Dargelegten ergibt sich, daß in vielen Fällen der Anwendung von Technik die persönliche Befähigung zur Forschung nicht erforderlich ist. Hier ist die wesentliche Qualität die Kenntnis des Standes der Technik und deren systematische Umsetzung.

Anders dagegen ist die Situation bei der Gestaltung neuer Technik. Hier bietet die Forschung methodische Schlüssel zur Lösung dieser Herausforderung. Somit ist gerade in diesem Feld des Ingenieurberufes die Qualifikation zur Forschung Voraussetzung.

Damit besteht zunächst die Notwendigkeit zu einer differenzierten Ausbildung, die je nach späterer beruflicher Perspektive die Befähigung zur Forschung einschließen muß. Dies spiegelt sich auch in den eingangs erwähnten unterschiedlichen Studiengängen im Ingenieurbereich.

Und wie kann der Ingenieur die Befähigung zur Forschung erlernen?

Durch Forschen! Ausbildung durch Forschung schafft Problemlösungskompetenz. Hier liegt der Schlüssel zur Bildung von Persönlichkeiten, die Herausforderungen in der Zukunft lösen können, deren Fragestellung wir heute noch nicht einmal im Ansatz erahnen können.

Aus meiner Sicht ist die Universität *deshalb* vor allem Forschungseinrichtung, weil sie durch *Forschung* ausbildet. Ergibt die Forschungsanstrengung darüber hinaus einen Erkenntnisgewinn, der sich in unse-

rer Gesellschaft wirtschaftlich umsetzen läßt, so ist dies erfreulich, jedoch niemals Ziel der Forschungsanstrengung.

Anmerkungen:

1) Studienordnung für den integrierten Studiengang Maschinenbau an der Universität Gesamthochschule Essen in der Fassung vom 4. Oktober 1995.

2) Georg Menges verdanke ich übrigens auch einen großen Teil meiner Überzeugungen in dem hier dargelegten Themenkreis, welche er in einer bemerkenswerten Rede im Rückblick auf 23 Jahre Hochschullehrerschaft freimütig bekannte (vgl. Menges, Georg: Erkenntnisse aus 23 Jahren als Hochschullehrer, Plenarvortrag zum 14. kunststofftechnischen Kolloquium des IKV, Aachen, 9. - 11. März 1988).

3) Ausgabe DTV, München, März 1973.