

UNIVERSITÄT
STUTTGART

REDEN UND AUFSÄTZE

36

XIII 95 4

UNIVERSITÄT STUTTGART

REDEN UND AUFSÄTZE 36

DANK AN DEN SCHEIDENDEN REKTOR
PROFESSOR DR.-ING. FRITZ LEONHARDT

VOM WERDEN UND WIRKEN NEUER DISZIPLINEN
ANTRITTSREDE DES REKTORS
PROFESSOR DR.-ING. HEINZ BLENKE

WILLIAM PRAGER, Dr.-Ing. E. h.

OTTO HERMANN HÖFLIGER, Senator E. h.

ERWIN WIDMAYER, Senator E. h.

HANS L. MERKLE, Dr. phil. h. c.

RICHARD HIRSCHMANN, Senator E. h.

BERNHARD TIMM, Dr.-Ing. E. h.

CARL SCHUBERT, Senator E. h.

DANK AN DEN

ALTEN GROSSEN UND KLEINEN SENAT

INHALT

DANK AN DEN SCHEIDENDEN REKTOR PROFESSOR DR.-ING. FRITZ LEONHARDT anlässlich der Rektoratsübernahme am 25. April 1969 in der Stuttgarter Liederhalle von <i>Prof. Dr.-Ing. Heinz Blenke</i>	5
VOM WERDEN UND WIRKEN NEUER DISZIPLINEN Antrittsrede des neuen Rektors der Universität Stuttgart <i>Professor Dr.-Ing. Heinz Blenke</i> anlässlich der Rektoratsübernahme am 25. April 1969 in der Stuttgarter Liederhalle	7
EHRENPROMOTION VON HERRN PROFESSOR DR. WILLIAM PRAGER am 10. Juni 1969 Laudatio von <i>Professor Dr.phil. Dr.-Ing. E.h. Udo Wegner</i>	23
Dankrede des Geehrten	30
ERNENNUNG VON HERRN OTTO HERMANN HÖFLIGER zum Senator Ehren halber am 19. Juni 1969 Laudatio von <i>Professor Dipl.-Ing. Carl Martin Dolezalek</i>	33
Dankrede des Geehrten	37
ERNENNUNG VON HERRN DIPL.-ING. ERWIN WIDMAYER zum Senator Ehren halber am 3. Juli 1969 Laudatio von <i>Professor Dr.-Ing. habil. Wilhelm Bader</i>	41
Dankrede des Geehrten	46

EHREN PROMOTION VON HERRN HANS L. MERKLE	
am 11. Juli 1969	
Laudatio von <i>Professor Dr. rer. pol. Albrecht Kruse-Rodenacker</i>	51
Dankrede des Geehrten	56
ERNENNUNG VON HERRN RICHARD HIRSCHMANN	
zum Senator Ehren halber am 17. Oktober 1969	
Laudatio von <i>Professor Dr.-Ing. Alois Egger</i>	59
Dankrede des Geehrten	64
EHREN PROMOTION VON HERRN PROFESSOR DR. PHIL. NAT.	
BERNHARD TIMM	
am 24. Oktober 1969	
Laudatio von Magnifizenz <i>Professor Dr.-Ing. Heinz Blenke</i>	67
Dankrede des Geehrten	73
ERNENNUNG VON HERRN DR.-ING. CARL SCHUBERT	
zum Senator Ehren halber am 24. November 1969	
Laudatio von <i>Professor Dr. phil. Hellmut Bredereck</i>	77
Dankrede des Geehrten	82
Ansprache des Rektors <i>Professor Dr.-Ing. Heinz Blenke</i>	
anlässlich des Empfangs für den alten Großen und	
Kleinen Senat der Universität Stuttgart	
am 18. Dezember 1969 im à la carte-Saal der Mensa	87

Dank an den scheidenden Rektor
Professor Dr.-Ing. Fritz Leonhardt

Lieber Herr Prorektor!

Ich danke Ihnen für die guten Wünsche, die Sie mir für das soeben übernommene Rektoramt mit auf den Weg geben. Sie haben dieses Amt zwei Jahre geführt, die ganz sicher nicht zu den glücklichsten der deutschen Universität zählen. Ich habe Ihnen, zugleich im Namen unserer Universität, deshalb besonders herzlich zu danken für alle Mühe, die Sie in dieser schweren Zeit unermüdlich, immer mit sehr viel gutem Willen und mit geradezu jugendlichem Idealismus aufgewendet haben für unsere Universität und vor allem für unsere Studenten.

Ich beziehe in diesen herzlichen Dank besonders auch Ihre verehrte Frau Gemahlin ein, die ein gut Teil der Bürde mitzutragen und oft viel Geduld, Verständnis und Nachsicht aufzuwenden hatte.

Sie, lieber Herr Leonhardt, haben im letzten Jahr mit besonders starker persönlicher Hingabe sich für das Zustandekommen unserer neuen Grundordnung eingesetzt. Ich wünsche – wie wir alle –, daß diese Grundordnung, die ich nun in der Hochschule einzuführen habe, sich als nützlich erweist, als ebenso nützlich – möchte ich sagen – und ebenso tragfähig wie Ihre Brücken und Fernsehtürme, die Ihnen in der Welt hohe Anerkennung als Ingenieur eingebracht haben.

Sie, Herr Leonhardt, können sich nun wieder stärker dieser Ingenieurarbeit widmen, als das in den letzten beiden Jahren möglich war. Ich kann, da ich ja selbst Ingenieur bin, sehr gut mitempfinden, wie glücklich Sie darüber sind. Ich möchte Ihnen für diese Arbeit weiterhin so schöne, große Erfolge wünschen wie Sie sie bisher hatten. Zuallererst aber wünsche ich Ihrer verehrten Frau Gemahlin und Ihnen, daß Sie sich von den Strapazen der letzten Zeit recht bald erholen und daß Sie als Prorektor von Ihrem Amtsnachfolger nicht allzu sehr in Anspruch genommen werden müssen.

Vom Werden und Wirken neuer Disziplinen

Professor Dr.-Ing. Heinz Blenke*

1. *Einleitung*

Eigentlich sollte das Thema dieses Vortrags ja heißen: »Vom Werden und Wirken einer neuen Disziplin«; denn ich beschränke die Betrachtungen zuständigkeitshalber und exemplarisch auf mein eigenes Fachgebiet, die Verfahrenstechnik.

Aber diese Formulierung erschien mir dann doch wegen der Mehrdeutigkeit des Wortes Disziplin mißverständlich. Im Brockhaus heißt es unter »Disziplin«:

1. Wissenschaftszweig;
2. äußere Zucht, Ordnung, . . . , aufrechterhalten durch Disziplinar Mittel und -strafen, z.B. Verwarnung, Arrest, Ausschluß, . . . ;
3. innere Zucht, Selbstdisziplin, die disziplinierte Haltung als freie sittliche Leistung des einzelnen.

Vom »Werden und Wirken einer neuen Disziplin« im Sinne innerer und äußerer Zucht und Ordnung ließe sich gewiß auch einiges sagen.

Aber als letzter Rektor »alter Art« an dieser Hochschule möchte ich doch lieber den guten alten Brauch noch einmal pflegen, wonach der Rektor seine Amtszeit mit einem Vortrag über das eigene Fachgebiet – eben seine wissenschaftliche Disziplin – beginnt. Ich will damit auch betonen, daß die Universitäten neben allem politischen Engagement und aller Verwaltungsarbeit doch ihrem ureigensten Wesen und ihrer gesellschaftlichen Aufgabe entsprechend in erster Linie Stätten wissenschaftlicher Arbeit in Forschung und Lehre sind. Beenden wir den linguistischen Exkurs, der den zeitlos gültigen Zusammenhang von Wissenschaft und Ordnung im Sinngehalt des Wortes Disziplin andeutungsweise in Erinnerung gebracht hat, und kommen wir zur Sache: dem Werden und Wirken neuer Disziplinen.

* Antrittsrede des neuen Rektors anläßlich der Rektoratsübernahme am 25. April 1969 in der Stuttgarter Liederhalle.

2. Entstehungsarten neuer Disziplinen

Wie technische und wissenschaftliche Disziplinen entstehen, sich entwickeln und fortpflanzen, läßt sich mutatis mutandis vergleichen mit entsprechenden biologischen Vorgängen.

So kann man die Vorstellung einer *Urzeugung* (Archigonie) übertragen auf die Entstehung der ursprünglichen elementaren Techniken.

Ein Beispiel für quasi *vegetative Fortpflanzung* ist die *Wachstumsteilung* der Maschinenteknik in Maschinenbau, Elektrotechnik und Verfahrenstechnik.

Schließlich bilden sich gerade in neuerer Zeit zunehmend Disziplinen aus *Verbindungen elterlicher Partner* (Tokogonie); so Biophysik, Chemietechnik oder Medizinische Technik. Hier bekommt der Vergleich sogar recht menschliche Züge; denn es zeigt sich so etwas wie ein Generationenproblem. Die elterlichen Disziplinen bringen nämlich ihren Nachkommen keineswegs immer nur wohlwollendes Verständnis entgegen, sondern bisweilen auch Skepsis und mancherlei Voreingenommenheit. Das klingt ironisch verbrämt an in Sentenzen wie:

»Ein Chemie-Ingenieur hat es leicht, Nichtwissen zu entschuldigen: Chemikern sagt er, er verstehe mehr von Technik; Ingenieuren sagt er, er verstehe mehr von Chemie.«

Manche »klassischen« Chemiker und Ingenieure meinen, wir verstünden keines von beiden richtig.

Damit sind wir bei meinem Fachgebiet, der Verfahrenstechnik, deren Genesis wir nun als Beispiel für das Werden und Wirken neuer Disziplinen betrachten.

3. Vom Werden der Verfahrenstechnik

3.1. Was ist Verfahrenstechnik?

Zunächst muß aber wohl gesagt werden, was Verfahrenstechnik eigentlich ist.

Wir definieren sie als die ingenieurwissenschaftliche Disziplin, die sich mit der technischen Durchführung der Verfahren befaßt, die Stoffe nach Art, Eigenschaften oder Zusammensetzung ändern.

Man kann also kurz sagen:

Verfahrenstechnik ist Stoffänderungstechnik.

Vielleicht läßt sich diese etwas abstrakte Formulierung mit ein paar Beispielen verständlicher machen.

Alle Stoffänderungsverfahren setzen sich aus sogenannten Grundverfahren zusammen. Das sind neben nuklearen und chemischen *Stoffumwandlungen* wie nukleare

Konversion, Polymerisation oder Gärung vor allem physikalische *Stoffbehandlungen* wie

Mahlen von Zement oder Getreide;

Filtern staubhaltiger Gase;

Trennen von Uranisotopen in Ultrazentrifugen oder Diffusionsanlagen;

Anreichern der Erze durch Flotation;

Rektifizieren von Alkoholgemischen;

Vakuumentrocknung der Antibiotika;

Extraktion des Zuckers aus Rübenschnitzeln;

Dialyse des Blutes in der künstlichen Niere

und viele andere mehr.

Ziel der Verfahrenstechnik ist es per definitionem, alle Stoffänderungsverfahren, die sich aus prinzipiell gleichen »Grundverfahren« zusammensetzen, ob sie nun in der chemischen Industrie durchgeführt werden oder in Hüttenwerken, Papierfabriken, Lebensmittelabriken, Raffinerien oder artverwandten Industriezweigen, technisch zu realisieren.

Bild 1 erläutert schematisch anhand der wesentlichsten Arbeitsgebiete von Verfahrensingenieuren, welche Aufgaben sie dabei zu lösen haben.

Die Erforschung und mathematische Erfassung der Grundverfahren (Bild 1, unten links) bietet die Voraussetzungen, einerseits Maschinen und Apparate gezielt entwickeln, berechnen, entwerfen, konstruieren und bauen zu können und andererseits Verfahren systematisch zu entwickeln, zu berechnen und zu planen.

Je genauer die Verfahren und die technischen Einrichtungen (Maschinen, Apparate, ...) rechnerisch zu erfassen sind, um so sicherer und wirtschaftlicher können die Anlagen entwickelt, berechnet, geplant, konstruiert, gebaut und betrieben werden. Das ist von entscheidender wirtschaftlicher Bedeutung für die angestrebten kontinuierlich betriebenen mechanisierten und automatisierten Großproduktionen.

Ferner beraten Verfahrensingenieure die Anwender und Weiterverarbeiter verfahrenstechnischer Produkte (z.B. Grundchemikalien, Farben, Kunststoffe). Sie entwickeln neue Anwendungstechniken und erschließen neue Anwendungsgebiete.

3.2. »Urzeugung« praktischer Verfahrenstechniken

Als technisch-wissenschaftliche Disziplin ist die Verfahrenstechnik zwar erst wenige Dezennien alt. Doch helfen einige Grundverfahren dem Menschen – wenn auch nur empirisch praktiziert – von Anbeginn, seine Existenz in einer Umwelt zu sichern, der er von Natur physisch nicht gewachsen ist.

So nutzten bereits die Neandertaler vor ein paar hunderttausend Jahren chemische Stoffumwandlungen bei der Verbrennung von Holz zum Heizen, Trocknen und Bereiten von Speisen, als Lichtquelle und Schutz gegen Tiere.

Besonders eindrucksvoll zeugen die etwa 30000 Jahre alten frankokantabrischen Höhlenmalereien aus der Eiszeit nicht nur von starker künstlerischer Ausdruckskraft, sondern auch von beachtlichen verfahrenstechnischen Fähigkeiten der Cro-Magnon-Menschen bei der Herstellung und Anwendung der Farbstoffe aus Holzkohle, Ocker, Rötel und Manganerz. Sie wurden zu feinem Pulver zerstoßen und zerrieben, mit Fett, Blut oder Eiweiß zu streichfähigen Pasten angeteigt oder als wässrige Dispersionen mit Blasrohren versprüht (siehe v.a. die Negativabbildungen von Händen in Bild 2).

Als die Neandertaler und die Cro-Magnon-Menschen derart verfahrenstechnische Grundoperationen praktizierten, gingen sie gewiß nicht von wissenschaftlichen Erkenntnissen der Mechanik, Thermodynamik oder Reaktionskinetik aus. Technik ist eben – das zeigt sich hier deutlich – nicht *nur* angewandte Naturwissenschaft, sondern ein eigenständiger ursprünglicher Entfaltungsbereich, und zwar nicht nur des homo investigator, sondern auch des homo faber und inventor, wie Friedrich Des-sauer es ausdrückte.

Wolfgang Schadewaldt sagt: »Sie ist ein Urhumanum, so alt wie der Mensch und mit dessen erstem Aufkommen *mitgesetzt*.« In dieser »Archigonie« der elementaren Technik hat auch die Verfahrenstechnik ihren Ursprung.

Im Laufe von Jahrtausenden brachten die »handwerklichen« Verfahrenstechniker schon allerhand Nützliches und Angenehmes zustande. Sie gerbten Tierhäute zu Leder, bereiteten aus pflanzlichen und tierischen Fasern Leinen und Wolle, »fabrizierten« Keramik und Glas, extrahierten und destillierten wohlriechende ätherische Öle, gewannen Salz und brauten Bier. Einige Verfahrenstechniken beeinflussten sogar den Gang der Geschichte und tun es noch, nämlich die Gewinnung von Bronze, Eisen und nuklearen Spaltstoffen und die Herstellung von Schießpulver und von Papier.

3.3. *Entstehung der wissenschaftlichen Maschinenteknik*

Vor rund 200 Jahren, als die Kolbendampfmaschine von James Watt das Industriezeitalter eröffnet hatte, kam es endlich zu der durch mancherlei Vorurteile und Irrwege allzulange verhinderten Verbindung von experimenteller Naturwissenschaft und handwerklicher Technik. Aus ihr ging die wissenschaftliche Technik (Ingenieurwissenschaft) hervor.

Bild 1

Arbeitsgebiete von Verfahreningenieuren, schematisch dargestellt durch die Entwicklungsstufen einer verfahrenstechnischen Produktion

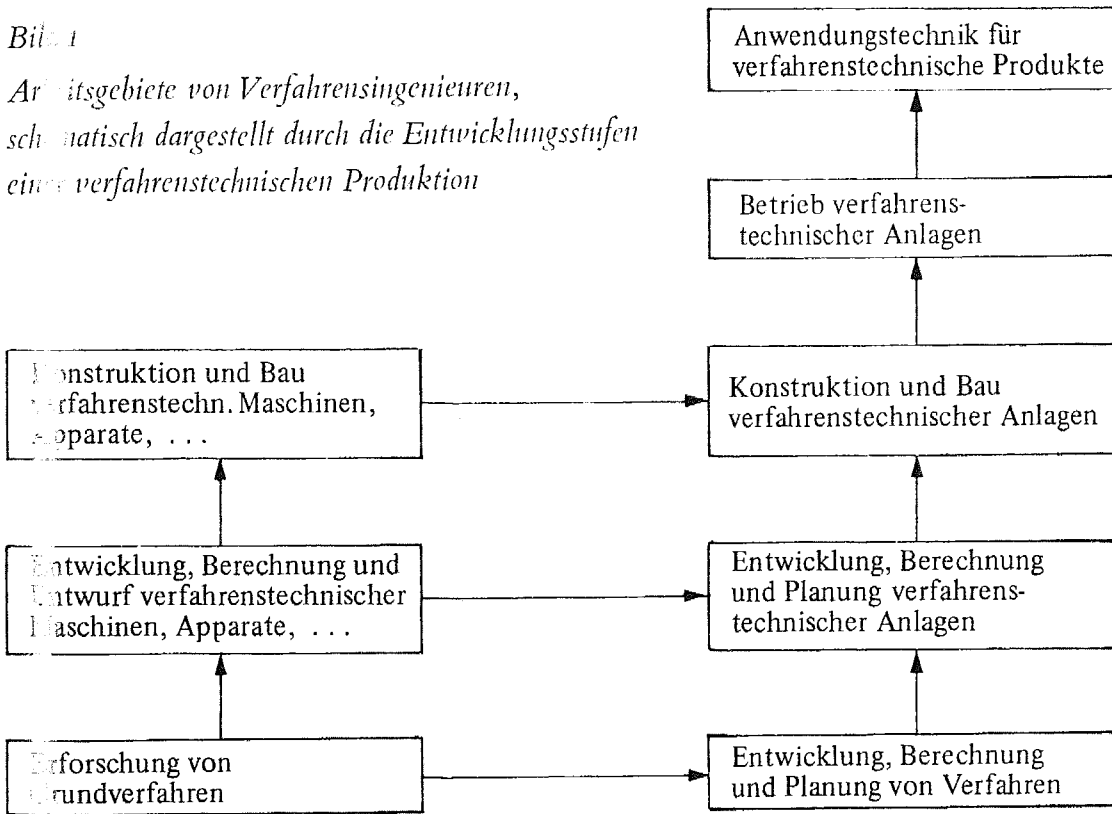


Bild 3

Gliederung der Stoffänderungsverfahren nach der Art der Triebkräfte

STOFFÄNDERUNG	BEISPIELE
durch mechanische Kräfte	Fördern, Zerkleinern, Brikettieren, ...
im mechanischen Kraftfeld	Sedimentieren, Filtrieren, Zentrifugieren, ...
im Geschwindigkeits-, Konzentrations- oder Temperaturfeld	Impuls-, Stoff- oder Wärmeübertragung
im elektrischen Feld	Elektrolyse, Elektrodialyse, Elektrophorese, ...
im thermodynamischen Potentialfeld der freien Enthalpie	chemische Stoffumwandlung
im Kernkraftfeld	nukleare Stoffumwandlung

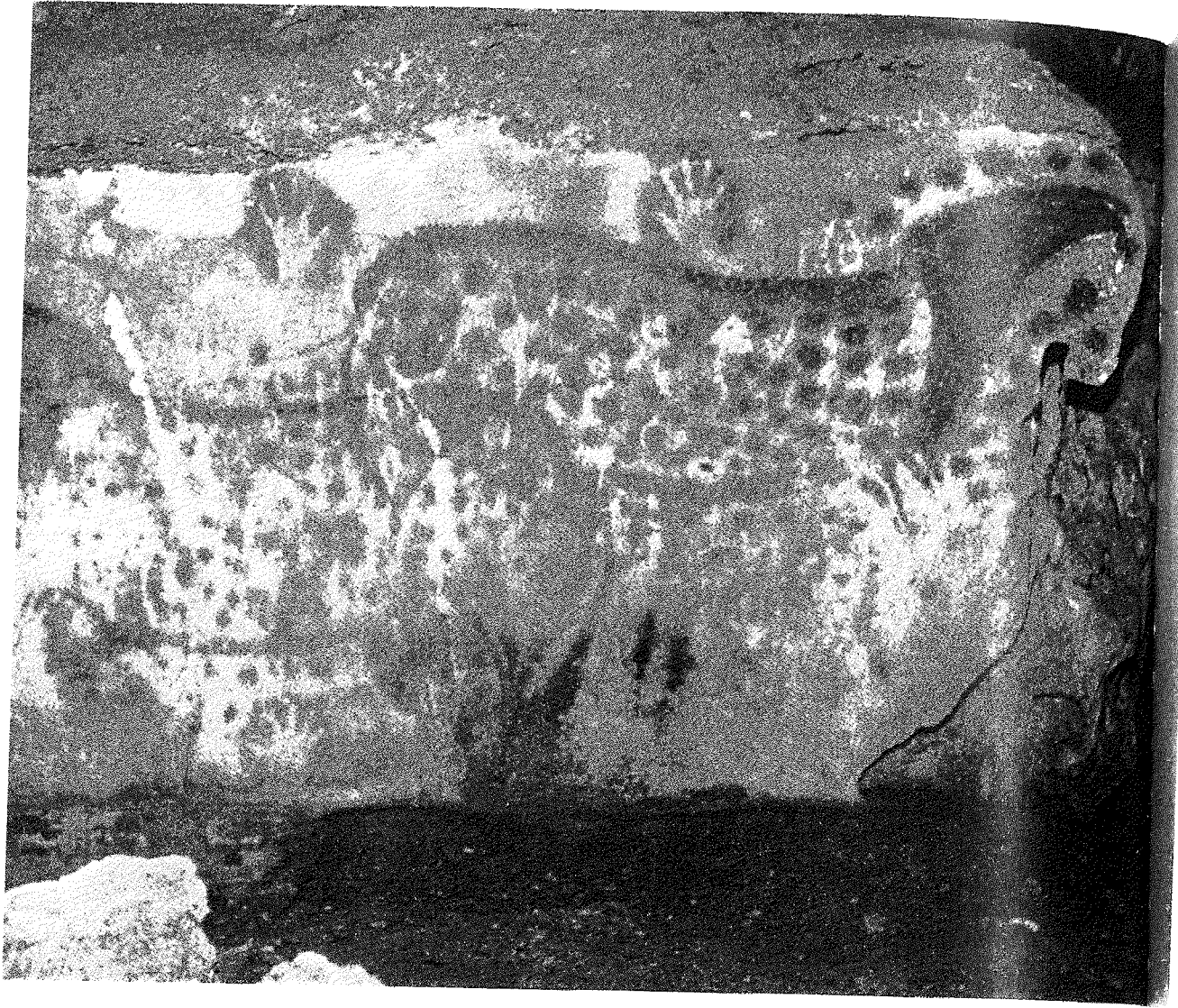


Bild 2

Darstellung von Wildpferden in der Höhle von Pech-Merle (Dep. Lot) aus der Eiszeit, etwa 30 000 Jahre alt (aus »Kunst der Eiszeit«, Deutsche Buchgemeinschaft, Berlin und Darmstadt 1955)

Das Odium nicht standesgemäßer Herkunft aus dieser Mesalliance der hehren Wissenschaft mit dem profanen Handwerk hing den Ingenieuren noch lange an. Deshalb wurden ja auch ihre Studiengänge nicht von den alten Universitäten aufgenommen, sondern sie entwickelten sich in der Regel aus Gewerbeschulen heraus.

So geht z.B. unsere Universität zurück auf die 1829 eröffnete »Vereinigte Kunst-, Real- und Gewerbeschule«, die 1840 umbenannt wurde in »Polytechnische Schule«, 1876 in »Polytechnikum«, 1890 in »Technische Hochschule« und 1967 in »Universität (TH)«.

Erst um 1900 erhielten die Technischen Hochschulen das Recht, die akademischen Grade Dipl.-Ing. und Dr.-Ing. zu verleihen. Bezeichnend für die damalige Einstellung ist die Vorschrift, »Dr.-Ing.« mit großen Initialen und deutschen Buchstaben zu schreiben, um diesen Grad der jungen Ingenieurwissenschaft auch äußerlich abzusetzen von den an den damaligen Universitäten verliehenen alten Doktorgraden. Das forderte natürlich die Technischen Hochschulen heraus, an ihren Doktorgrad besonders hohe Ansprüche zu stellen. So promovieren auch heute noch kaum 10% der Diplom-Ingenieure.

Die wissenschaftliche Technik, die aus der Verbindung von Naturwissenschaft und Handwerk erwuchs, umfaßte vor allem die *Maschinenteknik*. Die Bautechnik hatte schon zwei Jahrtausende früher so bewunderswerte Leistungen wie die sieben Weltwunder der Antike hervorgebracht. Sie diente eben Göttern und Herrschern. Maschinenteknik hingegen hätte zunächst nur Sklaven oder Leibeigene von der Fron körperlicher Arbeit entlastet. Die Freien (z.B. in der perikleischen Blütezeit etwa 15% der Gesamtbevölkerung des Stadtstaates Athen) befaßten sich mit Politik, Kriegführung, Götterdienst, Philosophie oder Kunst. Sollten sie sich etwa den Kopf darüber zerbrechen, wie sie mit Maschinen das Leben ihrer Sklaven hätten erleichtern können?! Diese geistige Grundeinstellung hat sicher mit dazu beigetragen, daß eine wissenschaftliche Maschinenteknik sich erst so spät entfaltete, obgleich es doch auch hierfür schon im Altertum vielversprechende Ansätze gab – wie bei Archimedes von Syrakus oder bei Ktesibios und Heron von Alexandria.

Mit der Erfindung des Dynamos und des Elektromotors durch Werner von Siemens setzte etwa um 1870 eine erste »*Wachstumsfortpflanzung*« der jungen Maschinenteknik ein, die zu der eigenständigen Disziplin *Elektrotechnik* führte.

Wir verfolgen aber hier im Hinblick auf Verfahrenstechnik die Maschinenteknik weiter. Mit ihrer Entwicklung wuchs der Bedarf an Eisen und Stahl und damit auch an Koks für die Hochöfen. Bei der sog. »trockenen« Destillation der Steinkohle fielen in den Kokereien dementsprechend mehr Gas und Teer als Nebenprodukte an. Das

Gas wurde bald durch Einführung der Gasbeleuchtung nützlich verwertet. Aber was sollte man mit dem vielen Teer anfangen?

Die Lösung von ungeahnter Tragweite bahnte sich an, als der 18jährige englische Student William Henry Perkin im Labor seines Lehrers August Wilhelm Hofmann den Anilinfarbstoff »Mauvein« entdeckte und Hofmann selbst kurz danach die Synthese des »Fuchsin« fand. Von Hofmann stammen übrigens die für die damalige Zeit geradezu visionären Worte: »Die Technik und die Wissenschaft sind unzertrennlich geworden; je mehr die eine an die andere sich anschließt, desto größer ist der Nutzen für beide.« Das erkannte auch Friedrich Engelhorn, der in Mannheim eine Gasfabrik betrieb. Da Anilin aus Steinkohlenteer zu gewinnen ist, sah er in den Anilinfarbstoffen die Chance zur einträglichen Verwertung des lästigen Teers seiner Leuchtgasfabrik. So gründete er 1861 die erste Teerfarbenfabrik Deutschlands und in deren Nachfolge 1865 die Badische Anilin- und Soda-Fabrik. Auch die Farbenfabriken Bayer und die Farbwerke Hoechst, also die drei größten deutschen Chemie-Konzerne, wurden in diesen sechziger Jahren als Teerfabriken gegründet.

Aber die Produktion von Teerfarben stellte zunächst *technisch* kaum Ansprüche, die über die handwerklichen Fähigkeiten von Käufern, Kupfer- oder Kesselschmieden hinausgingen. Die bald hinzukommenden Arzneimittel-Produktionen boten andererseits wegen der kleinen Mengen und hohen Veredelungsgrade keinen wirtschaftlichen Anreiz oder gar Zwang zu ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung. So brauchte die junge chemische Industrie zunächst keine Ingenieure.

3.4. Entstehung der wissenschaftlichen Verfahrenstechnik

Das änderte sich gründlich, als 1909 Carl Bosch begann, die von Fritz Haber entwickelte Ammoniaksynthese großtechnisch zu verwirklichen. Die erforderlichen extremen Betriebsbedingungen hinsichtlich Druck (etwa 250 at), Temperatur (etwa 550° C) und Korrosion (Wasserstoffangriff) waren nur durch Mitwirkung von Ingenieuren zu bewältigen.

Carl Bosch erkannte das und holte – wie es in einer Biographie heißt – »... gegen viele Widerstände in der Fabrik ...« die ersten Maschineningenieure in die chemische Industrie. Sie lösten die anstehenden technischen Probleme gemeinsam mit Chemikern, Physikern und Metallurgen so erfolgreich, daß bereits nach vier Jahren (1913) die erste Ammoniakfabrik in Betrieb kam. Deshalb sah man in der chemischen Industrie und infolgedessen auch an den Hochschulen vorerst keine Notwendigkeit, einen besonderen Chemie-Ingenieur auszubilden.

In der folgenden schnellen Entwicklung vieler neuer Prozesse zu kontinuierlichen,

mechanisierten und automatisierten Großproduktionen werden die Betriebsbedingungen immer extremer und die Verfahren und Anlagen immer komplizierter. Sie sicher und wirtschaftlich berechnen und gestalten zu können, erfordert immer mehr verfahrenstechnische Forschung und Entwicklung. Mit den in den dreißiger Jahren erscheinenden Enzyklopädien »Chemische Ingenieurtechnik« und »Der Chemie-Ingenieur« formt sich die neue Ingenieurdisziplin, für die sich wegen ihrer über die Chemie weit hinausreichenden Bedeutung der umfassendere Name »Verfahrenstechnik« durchsetzt. Sie entwickelt sich nach dem zweiten Weltkrieg durch »Wachstumsteilung« der Maschinenteknik in Maschinenbau und Verfahrenstechnik zur ingenieurwissenschaftlichen Grundlagendisziplin aller Stoffänderungstechniken in den verschiedenartigsten Anwendungsgebieten wie: Chemie, Kerntechnik, Erdöl, Hüttenwesen, Steine und Erden, Glas, Holz, Zellstoff, Papier, Kunststoffe, Lebensmittel, Pharmazeutika, Kosmetika, Abgas- und Abwasserreinigung, Meerwasserentsalzung. Etwa 50% des Industrieumsatzes entfallen heute auf verfahrenstechnisch orientierte Wirtschaftszweige.

Für mich ist es eine besondere Freude, daß sich während meines Rektorats die Emanzipation dieser Disziplin an unserer Universität vollziehen wird, indem wir einen eigenen Fachbereich für Verfahrenstechnik bilden werden.

Fassen wir zusammen:

Das *Werden* der Verfahrenstechnik zu einer Ingenieurwissenschaft eigener Art vollzog sich in drei Schritten:

1. der Urzeugung elementarer handwerklich praktizierter Techniken;
2. der Entstehung wissenschaftlicher Maschinenteknik aus der elterlichen Verbindung von experimenteller Naturwissenschaft und handwerklicher Technik;
3. der Wachstumsteilung der Maschinenteknik in die ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen Maschinenbau und Verfahrenstechnik.

4. *Vom Wirken der Verfahrenstechnik*

4.1. *Systematisierung der Ingenieurwissenschaften*

Wenden wir uns nun dem *Wirken* dieser neuen Disziplin zu.

Vielleicht hat sich mancher von Ihnen schon gefragt: Wie kann sich denn eine Disziplin mit so vielerlei unterschiedlichen physikalischen und chemischen Vorgängen befassen und die gemeinsame technische Grundlage so verschiedenartiger Industriezweige bilden?

Die Antwort ist einfach und bedeutungsvoll für alle Ingenieurwissenschaften zugleich:

Die Verfahrenstechnik hat von Anbeginn die unübersichtliche Vielfalt stofflicher Kombinationen und technischer Ausführungsvarianten der unzähligen Stoffänderungsverfahren zurückgeführt auf Grundverfahren, die – losgelöst vom speziellen Stoff und Prozeß – nach prinzipiell gleichen wissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten verlaufen.

So gesehen handelt es sich um prinzipiell gleiche Vorgänge, ob man nun in Zentrifugen Milch entrahmt, Feststoffteilchen aus einer wässrigen Kunststoff suspension abscheidet oder Isotope des gasigen Uranhexafluorid trennt. Ja, sogar die Sedimentation von Schwebestoffen in einer Kläranlage verläuft nach gleichen Gesetzmäßigkeiten. Nur wirkt hier die natürliche Schwerkraft, während in den Zentrifugen ein künstliches, bis etwa 1 Million mal stärkeres Gravitationsfeld durch Zentrifugalkraft aufgebaut wird.

Mittlerweile hat die verfahrenstechnische Forschung über 60 solcher Grundverfahren herausgearbeitet, die nun ihrerseits schon wieder schwer zu übersehen sind. Deshalb zeichnet sich in Forschung und Lehre die Tendenz ab, noch stärker die zugrundeliegenden physikalisch-chemischen Gesetze, z.B. der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung, der Grenzflächenvorgänge oder der Reaktionskinetik herauszuarbeiten. Auch nach der Art der Triebkräfte lassen sich die Stoffänderungsverfahren systematisch unterteilen, wie Bild 3 (Seite 10) zeigt.

In noch weiterer Abstraktion können alle Grundverfahren schließlich zurückgeführt werden auf fundamentale Gesetze der Mathematik und Logik, wie: Erhaltungssätze und Bilanzgleichungen, statistische Gesetze, Ähnlichkeitsgesetze sowie auf Potential-, Ausgleichs- oder Schwingungsvorgänge, die jeweils durch bestimmte Typen von Differentialgleichungen beschrieben werden.

Dieser weitgehenden Abstraktion kommt zwar zunächst mehr theoretische als technische Bedeutung zu. Aber sie kennzeichnet die Tendenz, in der verfahrenstechnischen Forschung und Lehre noch mehr das Prinzipielle herauszuarbeiten.

Angesichts der systematischen Struktur und prinzipiellen Arbeitsweise der Verfahrenstechnik drängt sich der Gedanke auf, ob nicht vielleicht die gesamte Produktionstechnik in solchem Sinn zu konzipieren sei.

Im folgenden soll wenigstens andeutungsweise gezeigt werden, daß sich – methodologisch gesehen – jede technische Produktion auf drei Grundtechniken zurückführen läßt, nämlich auf Verfahrenstechnik, Fertigungstechnik und Betriebstechnik.

1. In einer *Verfahrenstechnik*, die im weitesten Sinn nicht nur die stoffändernden, sondern alle Produktionsverfahren umfaßt, werden Grundverfahren untersucht und Gesamtverfahren entwickelt. Dabei kommt der Meß- und Regelungstechnik und der Simulierung und automatischen Optimierung mit Hilfe elektronischer Rechner wachsende Bedeutung zu. Ferner werden funktionsgemäß Maschinen, Apparate und Anlagen entwickelt, berechnet und entworfen bzw. geplant (s. Bild 1).

In diesem Sinn besteht kein prinzipieller Unterschied, wenn man in einer Kohlenstaubfeuerung C zu CO_2 oder in einem Staubrösten S zu SO_2 verbrennt. Im einen Fall ist man zwar am energetischen, im anderen Fall am stofflichen Produkt der exothermen Oxydation interessiert. Aber in jedem Fall treten beide auf. Die technischen Probleme sind die gleichen, und die Anlagen sind einander zum Verwechseln ähnlich.

Es ist auch kein prinzipieller Unterschied, ob man im Dampfkessel Wasserdampf erzeugt oder in Eindampfapparaten Fruchtsäfte eindickt. Im einen Fall ist man primär am Dampf, im anderen an der flüssigen Phase interessiert. Aber auch hier sind die Vorgänge und die technischen Einrichtungen verfahrenstechnisch prinzipiell gleich.

Die Stoffänderungs- und die Energiewandlungsprozesse haben also gemeinsame verfahrenstechnische Grundlagen. Entsprechendes gilt auch für andere Produktionsprozesse. So handelt es sich z.B. um verfahrenstechnisch prinzipiell gleiche Vorgänge und Einrichtungen, ob man nun nach dem Prinzip der Elektrophorese Dispersionen trennt oder Autokarosserien lackiert oder ob man nach dem Prinzip der Elektrolyse aus Kochsalz Chlor gewinnt oder Oberflächen »galvanisiert«.

Die vier untersten Arbeitsgebiete nach Bild 1 könnten demnach als prinzipiell verfahrenstechnischer Art im weitesten Sinne aller Produktionsverfahren angesehen werden und nicht nur im engeren Sinn der Stoffänderungsverfahren.

2. *Fertigungstechnik* (»Maschinenbau« im eigentlichen Sinn) umfaßt Konstruktion und Bau von Maschinen, Apparaten, Meß- und Regelgeräten und anderen technischen Einrichtungen sowie Konstruktion und Bau von Produktionsanlagen aller Art.

Die Konstruktion führt letzten Endes zur fertigungsgerechten Ausführungszeichnung (Werkstattzeichnung), die alle Anweisungen für die Formgebung und den Zusammenbau geformter Teile enthält.

Fertigungstechnisch gesehen besteht kein prinzipieller Unterschied zwischen dem Bau einer Dampfturbine, einer Kreiselpumpe oder einer kontinuierlichen

Vollmantelzentrifuge. Auch handelt es sich fertigungstechnisch im Prinzip um einen Rohrbündelapparat unabhängig davon, ob er verfahrenstechnisch als Verdampfer, Rekuperator oder Chemiereaktor eingesetzt wird.

Die Probleme der dritten Stufe von unten in Bild 1 sind also prinzipiell fertigungstechnischer Art unabhängig davon, um welche Maschinen, Apparate oder Anlagen es sich handelt. Für die technischen Einrichtungen der Stoffänderungstechnik (Verfahrenstechnik) überlappen sich hier Arbeitsgebiete von Verfahrens- und Fertigungsingenieuren.

3. Unter *Betriebstechnik* läßt sich schließlich alles zusammenfassen, was mit dem Betreiben von Produktionsanlagen zusammenhängt. Dazu gehören Verpackung und Lagerung; Transport und Verkehr; Wartung und Instandhaltung; Reparaturen und Umbauten; Betriebsorganisation, Rechnungswesen, Kalkulation, Personal- und Sozialwesen; u.a.m.

Prinzipiell gesehen ist es betriebstechnisch kein Unterschied, ob man z.B. ein Kraftwerk, eine Schokoladenfabrik, ein Chemiewerk oder einen Produktionsbetrieb für Radiogeräte oder Kühlschränke betreibt. Für Produktionsbetriebe der Verfahrenstechnik überlappen sich hier Arbeitsgebiete von Verfahrens- und Betriebsingenieuren.

Auch die oberste Stufe in Bild 1, die Anwendungstechnik, läßt sich in die drei Grundtechniken aufteilen. So stellt z.B. die Weiterverarbeitung von Kunststoff durch Folienblasen, Strangpressen, Spritzgießen, Vakuumtiefziehen usw. sowohl verfahrenstechnische als auch fertigungstechnische Probleme. Gelangen solche Verfahren zur wirtschaftlichen Produktion, so kommen betriebstechnische Aufgaben hinzu.

So läßt sich das verfahrenstechnische Konzept, die Vielfalt technischer Anwendungen analytisch auf technisch-wissenschaftliche Prinzipien zurückzuführen und aus Grundverfahren synthetisch die verschiedenartigsten Produktionsverfahren aufzubauen, ausweiten auf die gesamte Produktionstechnik, ob nun Verbrauchs- oder Investitionsgüter hergestellt oder Energien umgewandelt werden.

4.2. *Zusammenwirken der Verfahrenstechnik mit anderen Disziplinen*

Als weitere fruchtbare Auswirkung der Verfahrenstechnik ist anzusehen, daß sie, die sich selbst gerade erst als eigenständige Disziplin etablierte, nun ihrerseits schon wieder lebhaftere Verbindung mit anderen Wissenschaften pflegt und damit die so wichtige Erschließung interdisziplinärer Bereiche fördert.

So wirkt die Verfahrenstechnik zusammen

- mit Chemie in der Chemietechnik;
- mit Hüttenkunde in der Hüttentechnik;
- mit Lebensmittelkunde in der Lebensmitteltechnik;
- mit Medizin in der medizinischen Technik, u.a.m.

Ich kann hier nur auf zwei typische Beispiele, die auch für unsere Hochschule von besonderer Bedeutung sind, etwas näher eingehen.

4.2.1. *Chemietechnik*

Obgleich die wissenschaftliche Verfahrenstechnik in der chemischen Industrie entstand und dort auch heute noch ihr bedeutendstes Einsatzgebiet hat, gibt es in der deutschen chemischen Industrie – wenn auch erfreulich nachlassend – immer noch sachlich unbegründete Aversionen gegen einen Chemie-Ingenieur entsprechend dem angelsächsischen Chemical Engineer mit verstärkter Ausbildung in Chemie.

Einen vielversprechenden Vorstoß, das zu ändern, stellt die Abteilung Chemietechnik der jungen Universität Dortmund dar. Dort ist – zunächst nur für den zweiten Studienabschnitt – eine enge Zusammenarbeit von Verfahrenstechnik, Chemie und Werkstoffkunde vorgesehen zur weitgehend gemeinsamen Ausbildung von Studenten, die ihre Vorprüfung in Ingenieurwissenschaften, Physik oder Chemie abgeschlossen haben. Da in Dortmund eine neue Universität »auf der grünen Wiese« entsteht, konnten wir – ich darf so sagen, weil ich daran mitgewirkt habe – ungehindert durch gewachsene Fakultäts- und Institutsgrenzen und räumliche Trennungen planen.

Hier an unserer Stuttgarter Hochschule haben wir schon einige Jahre früher ähnliche Pläne für einen Institutskomplex Chemie-Ingenieurwesen in Einzelheiten ausgearbeitet. Danach sollten alle beteiligten natur- und ingenieurwissenschaftlichen Institute in einem Neubau im Pfaffenwald mit gemeinsamer Grundausstattung räumlich und organisatorisch eng verbunden werden, um die angestrebte Zusammenarbeit und Wirtschaftlichkeit zu fördern. Leider ist dieses wirklich in der Sache fortschrittliche Projekt bisher staatlichen Sparmaßnahmen zum Opfer gefallen. Es mischt sich deshalb ein wenig Wehmut in die Freude, daß nun in Dortmund schnell und großzügig verwirklicht wird, was in Stuttgart schon vor Jahren in Form von Raum-, Ausstattungs- und Personalplänen beim Kultus- und Finanzministerium eingereicht wurde.

4.2.2. Medizinische Verfahrenstechnik

Aus unserer Definition der Verfahrenstechnik als Stoffänderungstechnik läßt sich wohl erahnen, daß es zwischen ihr und der Medizin viele Verbindungen geben muß; denn die Stoffänderungsvorgänge im menschlichen Organismus verlaufen nach gleichen physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten wie in verfahrenstechnischen Anlagen.

Ich kann hier nur mit wenigen Hinweisen andeuten, wie entscheidend das Zusammenwirken von Medizin und Verfahrenstechnik für den Fortschritt der medizinischen Diagnostik und Therapie ist.

In der *Diagnostik* bedient man sich vieler verfahrenstechnischer Vorgänge wie

Vakuumtrocknung histologischer Präparate;
Elektrophorese zur Analyse von Eiweiß aufgrund unterschiedlicher Wanderungsgeschwindigkeit der Makromoleküle im elektrischen Feld;
Sedimentieren und Zentrifugieren bei der »Blutsenkung«;
Aktivierungsanalysen zur Bestimmung von Spurenelementen;
Verweilzeituntersuchungen des Blutkreislaufs mit den gleichen Methoden wie bei durchströmten verfahrenstechnischen Reaktionssystemen;
...

Auch für die *Chirurgie* seien nur wenige verfahrenstechnische Anwendungsbeispiele erwähnt:

Anästhesie durch Verdampfungskühlung;
blutungsfreies Zerschneiden von Gewebe mit einem Kryoskalpell durch Tiefkühlung beim Schnitt;
Hypothermie zur Verlangsamung der Stoffwechselfvorgänge, wobei durch Abkühlung des Körpers um 10° C die Operationszeit verdoppelt bis verdreifacht werden kann, weil alle chemischen Umsetzungen wie im Chemie-Reaktor entsprechend der Arrhenius-Gleichung zwei- bis dreimal langsamer verlaufen;
...

Wesentliche Beiträge liefert die Verfahrenstechnik auch bei *Organtransplantationen* und *Organersatz*.

Ein exkorporiertes singuläres Organ wie das Herz, das nur beim Ableben eines Spenders verfügbar wird, muß u.U. über längere Zeit durch verfahrenstechnische

Konservierungsmethoden vital erhalten werden, bis die Implantation durchgeführt werden kann.

Um rein verfahrenstechnische Apparaturen handelt es sich beim Organersatz durch Herz-Lungen-Maschinen und künstliche Nieren. Erstere ersetzen die Herzaktion durch ein System von Schlauchpumpen und die Lungenfunktion durch Stoffaustauschapparate, in denen das Blut von CO_2 befreit und mit O_2 angereichert wird. Das kann durch Diffusion über Membrane erfolgen oder durch direkten Kontakt von Blut und Sauerstoff in Rieselfilm- oder Blasenapparaten, wie man sie – nur in wesentlich größerer Ausführung – auch in chemischen Fabriken findet.

Die künstliche Niere übernimmt nach dem Prinzip der Dialyse mit Hilfe semipermeabler Folien bei akuter oder chronisch entzündlicher Insuffizienz oder bei Vergiftungen vorübergehend oder auf die Dauer die Nierenfunktion.

Beide Apparaturen haben ferner Filter, Wärmeaustauscher, Kunststoffschläuche, Ventile, Meß- und Regelungseinrichtungen und sie können zusammen mit dem angeschlossenen Patienten durch Computer automatisch überwacht werden.

Vielseitige Anwendungsmöglichkeiten in Medizin und Zahnmedizin eröffnen sich auch verfahrenstechnisch produzierten Kunststoffen. Schon etwa 30000 Patienten leben mit eingebauten Kunststoff-Kugelventilen anstelle schadhafter Herzklappen. Kürzlich wurde in Houston/Texas ein Mann mit einem Kunststoffherzen 60 Stunden am Leben erhalten, bis sich für ihn ein Herzspender fand und die Transplantation durchgeführt werden konnte.

An der Entwicklung leistungsfähiger und zuverlässiger Kunststoff-Herzprothesen, die im Brustkorb eingebaut werden können, arbeitet man in aller Welt. Sie würden keine Immunreaktionen hervorrufen und könnten überall und jederzeit in beliebiger Zahl verfügbar sein. Aber hier müssen noch schwierige Aufgaben in vielen technischen Fachgebieten gemeinsam mit der Medizin gelöst werden.

Jedenfalls besteht auf dem Gebiet der medizinischen Technik ein besonders starker Nachholbedarf für Forschung und Entwicklung, weil Medizin und Technik nicht nur durch Fakultätsgrenzen, sondern zusätzlich noch durch die Teilung in Universitäten und Technische Hochschulen allzu lange voneinander getrennt waren. Auch deshalb ist die Einrichtung Technischer Fakultäten an den alten Universitäten und Medizinischer Fakultäten an den Technischen Hochschulen so außerordentlich wichtig. Jeder von uns kann eines Tages von den Fortschritten der medizinischen Technik ganz persönlich abhängen.

Für eine solche Gemeinschaftsforschung und -entwicklung ist wohl kaum ein besserer Standort zu finden als der Großraum Stuttgart

mit modern ausgestatteten Kliniken und vielen Patienten;
mit Veterinärmedizin, Ernährungswissenschaft, Biologie und vorklinischer
Ausbildung in der Universität Hohenheim;
mit ingenieurwissenschaftlichen Instituten für Elektrotechnik, Meß- und
Regelungstechnik, Feinwerktechnik, Technischer Optik, Werkstoffkunde,
Kunststofftechnologie, Verfahrenstechnik und den naturwissenschaftlichen
Instituten der Universität Stuttgart.

Deshalb wurden in unserer neuen Grundordnung Fachbereiche für Biomedizini-
sche Technik* und für klinische Medizin vorgesehen. Es wäre bedauerlich, wenn hier
wie bei dem zuvor erwähnten Komplex Chemietechnik die seltene Gelegenheit
versäumt oder verzögert würde, aufgrund besonders günstiger Voraussetzungen mit
relativ geringem Aufwand allzu lange vernachlässigte interdisziplinäre Fachgebiete
in Forschung und Lehre zu fördern.

5. *Schluß*

Wir sahen, wie die Verfahrenstechnik aus der Verbindung uralter handwerklich
praktizierter Techniken und experimenteller Naturwissenschaft hervorging, in
jüngster Zeit zu einer selbständigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagendisziplin
heranwuchs und wie sie nun an der systematischen Entwicklung der technischen
Wissenschaften und der Bearbeitung interdisziplinärer Fachgebiete mitwirkt.

Dabei steht sie von Anfang im Dienst des Menschen. Sie trägt dazu bei,

durch Düngemittel und Schädlingsbekämpfung, durch Lebensmittelkonser-
vierung und -verarbeitung die Ernährung zu sichern;
mit der Gewinnung von Kernbrennstoffen die Energiebasis zu erweitern;
durch Meerwasserentsalzung und Bodenkultivierung neue Lebensräume zu
erschließen;
durch Zusammenarbeit mit Biologie, Medizin und Pharmazie das Leben zu
verlängern und die Gesundheit zu fördern;
durch Kunststoffe, Textilien, Farben, Kosmetika, Filme, Tonbänder und Ge-
nußmittel das Leben leichter, reicher und schöner zu gestalten.

Freilich werden wir auch durch die stürmische Entwicklung der technischen Wis-
senschaften und ihre soziologischen Auswirkungen immer wieder vor neue mensch-
liche Probleme gestellt.

* Wir haben inzwischen ein Institut für Biomedizinische Technik an der Universität Stuttgart gegrün-
det in der Hoffnung auf baldige Förderung durch die Stadt Stuttgart, das Land Baden-Württemberg, den
Bund und die VW-Stiftung.

Aber ich teile mit Antoine de Saint-Exupéry nicht nur seine alte Liebe zur Fliege-
rei, sondern auch die positive Einstellung zum Verhältnis von Mensch und Technik
und schließe mit seinen Worten, die er vor 30 Jahren in »Wind, Sand und Sterne«
schrieb:

»... Wir denken, daß die Maschine den Menschen erdrückt und zerstört – wohl
nur, weil wir noch zu wenig Abstand haben, um die Wirkungen einer so plötzlichen
Umstellung zu überblicken. Was sind die hundert Jahre des Zeitalters der Maschine,
gemessen an zweihunderttausend Jahren der Menschheitsgeschichte? Wir sind erst
noch dabei, in dem Lande der tiefen Schächte und der riesigen Kraftwerke heimisch
zu werden. Wir sind eben erst in das noch unvollendete neue Haus eingezogen. Alles
hat sich um uns so schnell geändert, die Beziehungen von Mensch zu Mensch wie die
Gesetze von Arbeit und Sitte. Sogar unsere geistigen Wertmaßstäbe sind in ihren
tiefsten Tiefen erschüttert. ... Um die Welt von heute zu deuten, gebrauchen wir
eine Sprache, die für die Welt von gestern geschaffen wurde. ... Wir müssen dem
neuen Haus sein Gesicht geben; denn es hat noch keins. Die einen durften bauen, die
anderen sollen jetzt wohnen. ... Langsam wird unser Haus sicher menschlicher
werden. ...«