

INGENIEURE

BETRACHTUNGEN ÜBER BEDEUTUNG
BERUF UND STELLUNG
VON INGENIEUREN

VON

FRIEDRICH MÜNZINGER VDI

MIT 34 ABBILDUNGEN
UND 10 BILDNISSEN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1941

ISBN-13:978-3-642-90138-6

e-ISBN-13:978-3-642-91995-4

DOI: 10.1007/978-3-642-91995-4

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.

COPYRIGHT 1941 BY JULIUS SPRINGER IN BERLIN.
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1941

Der Ingenieur.
Was hilft sie Städte zerstören, und Gottes Stadt zerstören.



Kupferstich aus Chr. Weigel, Abbildung der Hauptstände
Regensburg 1698

DEM GEDENKEN DERER GEWIDMET,
DIE
MIR IM LEBEN
DURCH
EIN FREUNDLICHES WORT
ODER
EINEN GUTEN RAT WEITERGEHOLFEN HABEN.

Vorwort.

Das Buch schildert am Entstehen und an den Folgen großer Erfindungen sowie am Leben berühmter Ingenieure, wie unerläßlich neben Wissen, Können und Fleiß Charakter und Persönlichkeit für technisches Schaffen sind und welch Weltgeschichte machender, die Existenz jedes einzelnen beeinflussender Faktor die Technik geworden ist. Diese Tatsachen werden in den Mittelpunkt von Betrachtungen über einige für Ingenieure lebenswichtige Fragen gestellt. Das Irrige der Ansicht, der Ingenieurberuf führe ein Sonderdasein und arbeite nach ganz anderen Prinzipien als andere, „alte“ Berufe, wird durch Vergleiche mit diesen nachgewiesen. Es wird ferner gezeigt, daß infolge unzureichender Kenntnis dieser Dinge, übertriebenem Spezialistentum und zu geringer allgemeiner Interessen Ansehen und Einfluß von Ingenieuren ihren Leistungen und der Erfolg ihrer Arbeit ihren Anstrengungen nicht immer entsprechen und was sie tun müssen, um als Ingenieure zu Bestleistungen und als Menschen zu innerer Zufriedenheit zu kommen.

Die Veröffentlichung, die einschlägige Ausführungen aus meinen rein technischen Büchern „Dampfkraft“ (1933) und „Leichte Dampftriebe“ (1937) mit verwertet, ist in einer auch Laien, vor allem Lehrern und ihren vor der Berufswahl stehenden Schülern verständlichen Weise sine ira et studio geschrieben. Infolge sehr starker beruflicher Belastung konnte ich auf einige Dinge nicht so eingehen, wie mir lieb gewesen wäre, und muß daher um Nachsicht bitten.

Berlin-Dahlem, Frischlingsteig 1
Ostern 1941.

MÜNZINGER.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	1
II. Die Eigenart des Ingenieurberufes	5
a) Grundlagen der Ingenieur ­ t ­ atigkeit	5
b) Bedeutung der Wissenschaft	9
c) Bedeutung der Erfahrung	11
d) Bedeutung des gesunden Menschenverstandes	12
e) Bedeutung der Zeit	14
f) Bedeutung des Risikos	15
g) Bedeutung des Spezialistentums	16
h) Bedeutung geschickter Menschen ­ behandlung	18
i) Bedeutung der sch ­ opferischen Begabung	19
k) Ingenieur und Wissenschaftler	23
l) Zusammenfassung	25
III. Werdegang einiger gro­er Erfindungen	28
1. ­ ber das Entstehen von Erfindungen	28
a) Die Erfindung der Dampfmaschine	29
b) Die Erfindung der Dampflok ­ omotive	30
c) Die Erfindung des Dieselmotors	32
d) Die Erfindung des lenkbaren Luftschiffes	32
2. Stimmen der Zeitgenossen	35
a) ­ u ­ erungen ­ ber die Dampfmaschine	35
b) ­ u ­ erungen ­ ber die Dampflok ­ omotive	35
c) ­ u ­ erungen ­ ber den Dieselmotor	36
d) ­ u ­ erungen ­ ber lenkbare Luftschiffe	37
e) ­ u ­ erungen ­ ber sonstige Erfindungen und Entdeckungen	38
3. Lehren der Geschichte gro ­ er Erfindungen	39
a) Allgemeines	39
b) Konzeption und Ausf ­ hrung einer Erfindung	40
c) Beurteilen der Aussichten von Erfindungen	41
4. Erfindung und Erfinderp ­ ers ­ onlichkeit	43
IV. Folgen bedeutender Erfindungen	46
1. Einleitung	46
2. Folgen einiger Erfindungen	46
a) Zunehmender Krafthunger der Menschen	46
b) Verbesserung des Verkehrswesens	50
c) F ­ orderung der Industrie	53
d) F ­ orderung der Landwirtschaft	56
e) Einflu ­ auf die Bev ­ lkerungszahl	58
f) Einflu ­ auf das Kriegswesen	59
g) Einflu ­ auf die Wissenschaft	62
h) Der „schlechte Ruf“ der Maschine	63

Inhaltsverzeichnis.

VII

	Seite
V. Erziehung zum Ingenieur	66
a) Elternhaus und Schule.	66
b) Technische Hochschulen	70
c) Hochschullehrer	75
d) Allgemeines.	76
VI. Voraussetzungen für den beruflichen Erfolg	78
a) Einleitung	78
b) Der Wert der Arbeit	79
c) Der Wert von Wissen und Können	80
d) Der Wert von Gesundheit und Charakter	84
e) Der Wert der Erfahrung.	87
VII. Erfinden und Konstruieren	91
a) Über Erfinder und Erfindungen	91
b) Über das Konstruieren.	95
c) Über den Mangel an guten Konstrukteuren	103
VIII. Standesbewußtsein und Ansehen der Ingenieure	105
a) Das Ansehen der Ingenieure	105
b) Weshalb ist das Ansehen des Ingenieurstandes unbefriedigend?	106
c) Wie läßt sich das Ansehen des Ingenieurstandes heben?	111
d) Über die Ehrung von Ingenieuren	113
e) Der unzureichende Ingenieurnachwuchs	115
IX. Ingenieur und Firma	120
a) Ingenieure untereinander.	120
b) Vorgesetzter und Untergebener	124
X. Der Ingenieur als Mensch	127
Namenverzeichnis.	133
Sachverzeichnis	134

I. Einleitung.

Wir lernten leichter durchs Leben wandeln,
lernten wir uns nur selbst behandeln.

F. TH. VISCHER.



OTTO VON GUERICKE (1602—1686)¹.

Erfinder der Luftpumpe und der Elektrisiermaschine.
Begründer der deutschen experimentellen Wissenschaften, ungewöhnlich vielseitiger Mensch.

Die Technik ist, wie noch näher gezeigt werden wird, für den einzelnen Bürger und den ganzen Staat von ähnlicher Bedeutung wie Landwirtschaft, Heilkunde und Heereswesen und daher mit den verschiedensten Gebieten des öffentlichen Lebens eng verknüpft. Deshalb können Ingenieure ihrer Aufgabe nur dann ganz gerecht werden, wenn ihre Kenntnisse und Interessen weit über ihren unmittelbaren beruflichen Arbeitsbereich hinausreichen. Zum Beispiel spielen militärische, volkswirtschaftliche und soziale Gesichtspunkte bei der Versorgung mit Kraft, Licht, Wasser und Wärme, bei der Verteilung des Verkehrs auf Eisenbahnen, Kraftwagen, Schiffe und Flugzeuge, ja selbst beim Bau der Verkehrsmittel eine ähnlich wichtige Rolle wie rein technische. Infolgedessen muß der

Ingenieur solche Gesichtspunkte und Zusammenhänge kennen, weil er sie sonst bei seiner Arbeit nicht berücksichtigen und daher nicht zu Bestleistungen kommen kann.

Nur-Ingenieure betrachten alles zu sehr unter dem engen Gesichtswinkel ihrer Tätigkeit in Laboratorium, Büro oder Werkstatt und nicht unter der Perspektive einer großen Gemeinschaft und übergeordneter Interessen. Sie verschwenden daher oft eine Unmenge Arbeit an

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

Dinge, die ihnen ungeheuer wichtig erscheinen, während sie in Wirklichkeit nur nebensächlicher Natur sind, und verlieren darüber nicht selten das Ziel aus den Augen. Eine der Folgen hiervon ist, daß Juristen und andere Nicht-Techniker auf vieles Einfluß nehmen, was ureigenste Domäne der Ingenieure sein sollte, wodurch nun aus Mangel an technischen Kenntnissen gleichfalls keine Bestleistungen erzielt werden und die Arbeit der Ingenieure oft leidet. Was geschieht, wenn Ingenieure nur an das rein Technische denken, zeigen kostspielige, Handarbeit sparende, während der der Machtergreifung vorausgehenden Notjahre gebaute Maschinen. Sie waren als solche Meisterwerke, von höherer Warte aus gesehen aber Fehlleistungen, weil die durch sie arbeitslos Gewordenen dem Staate zur Last fielen und ihr hoher Kapitaldienst für den Besteller eine böse Bürde wurde, als sie wegen zunehmender Verschlechterung der wirtschaftlichen Lage nicht mehr voll ausgenutzt werden konnten.

Ingenieure mit gründlichen Spezialkenntnissen, aber ohne Überblick über einen größeren Ausschnitt der gesamten Technik und ohne eine gewisse Allgemeinbildung, gleichen den von ihnen gebauten Hobel-, Fräs- oder Bohrmaschinen, die zwar ausgezeichnet hobeln, fräsen oder bohren können, aber versagen, sobald sie eine andere Arbeit verrichten sollen. Sie werden daher immer wieder Lösungen hervorbringen, die technisch vielleicht musterhaft, im Rahmen des Ganzen aber nicht viel mehr als Spielereien sind.

Nun liegen die Dinge leider so, daß die Aneignung eines umfassenderen und ausgeglicheneren Wissens auf große Schwierigkeiten stößt, weil die Ausbildung an den technischen Hochschulen jahrzehntelang so einseitig auf das rein Technische gerichtet war, daß viele Ingenieure gar kein Verständnis mehr dafür haben, daß es mit gründlichen technischen Kenntnissen allein nicht getan sein soll, und weil infolge der außerordentlichen Verfeinerung der Technik schon das Aneignen der auf einem engen Sondergebiet erforderlichen Fachkenntnisse an die Arbeitskraft eines Menschen sehr hohe Anforderungen stellt.

Eine der Aufgaben dieses Buches ist, das Wesen des Ingenieurberufes zu schildern und zu zeigen, wie sich hohe fachliche Leistungen erreichen lassen, eine andere, zu untersuchen, was ein Ingenieur tun kann, um im Leben zu Erfolg, Ansehen und Zufriedenheit zu gelangen, denn Fleiß und Wissen allein reichen hierzu noch nicht aus. Die zweite Aufgabe ist schon infolge der großen charakterlichen Unterschiede der Menschen und der nicht weniger verschiedenen Auffassungen von Erfolg, Ansehen und Zufriedenheit erheblich schwieriger als die erste. Das, was das Buch dazu zu sagen hat, wird daher dem Leser wohl nur dann nützen können, wenn er unter diesen drei Dingen etwas Ähnliches versteht wie der Verfasser.

Erfolg im Leben zu haben, ist der verständliche Wunsch fast aller Menschen, und nicht die schlechtesten Jungingenieure hoffen im stillen,

eines Tages, wenn auch nicht gerade ein zweiter ALFRED KRUPP, WERNER VON SIEMENS oder HUGO JUNKERS, so doch ein berühmter Erfinder oder „wenigstens Generaldirektor“ zu werden. Es ist aber eine leidige Tatsache, daß viele von ihnen nie zu einer Stellung kommen, die ihrem Fleiß und Können entspricht, und schließlich oft ohne Erkenntnis der Ursachen und mit sich selbst und der Welt zerfallen die Flinte ins Korn werfen und auf einem bescheidenen Posten sitzen bleiben.

An diesem Versagen sind die verschiedenartigsten Ursachen schuld. Zunächst ist der Sprung von der Technischen Hochschule ins Erwerbsleben größer als von der Universität. Zum Beispiel kann ein Physiker später fast mit denselben Methoden arbeiten wie als Student, und auch bei Juristen und wohl auch Medizinem ist die berufliche Tätigkeit von derjenigen während des Studiums nicht so verschieden wie beim Ingenieur. Sie können sich daher leichter ein Bild von ihrer zukünftigen Tätigkeit machen und an sie gewöhnen als junge Diplomingenieure, an die sehr verschiedene Anforderungen gestellt werden, je nachdem, ob sie Maschinen entwerfen, fabrizieren oder verkaufen müssen; ob sie im Laboratorium, in der Werkstätte oder im Konstruktionsbüro tätig sind; ob sie später nur eine einzelne Fabrik oder ein großes Industrieunternehmen mit vielen Fabriken zu leiten haben. Der Zufall kann nun Ingenieure von großem Können in eine Stellung führen, die vielleicht für andere, selbst wenn sie weniger tüchtig sind, reizvoll ist, der sie aber seelisch oder sonstwie nicht gewachsen sind und in der sie sich daher nicht wohl fühlen.

Ferner wissen die meisten Jungingenieure und auch viele ältere Ingenieure von der — wenn ich so sagen darf — menschlichen Seite ihres Berufes und von für sie sehr wichtigen Vorgängen im industriellen und sonstigen Leben kaum etwas, da Bücher über diese Dinge wohl nicht existieren und sie auf der Technischen Hochschule nicht viel über sie zu hören bekamen. Sie stehen ihnen daher fremd und vielfach verständnislos gegenüber, und es kann, wenn sich ihrer nicht ein günstiger Zufall annimmt, Jahre dauern, bis sie sie einigermaßen und meist viel zu spät kennenlernen.

Außerdem ähnelt mindestens der Beruf schöpferisch tätiger Ingenieure dem des Künstlers mehr als dem des Wissenschaftlers und ist, wie das Leben mancher hervorragender Erfinder zeigt, mit dem Abenteuer nahe verwandt, d. h. der Erfolg vieler Maßnahmen ist unsicher und schwere Enttäuschungen und glänzende Triumphe folgen einander oft unvermittelt.

Alle diese Umstände erklären, weshalb Fleiß, Gründlichkeit und Wissen mit bestimmten charakterlichen Eigenschaften verbunden sein müssen, wenn es ein Ingenieur aus eigenen Stücken zu einem führenden Posten bringen will. Diese Eigenschaften lassen sich aber, wenn der Fall nicht ganz hoffnungslos liegt, durch Erziehung und aus eigener Kraft entwickeln. Darüber muß man sich freilich klar sein, daß, von Ausnahmefällen abgesehen, harte Arbeit für jedes ehrliche Hochkommen

in der Technik unerlässlich ist, wenn man sich nicht mit der unsicheren und verächtlichen Stellung abfinden will, die jede von fremder Arbeit zehrende Existenz mit sich bringt.

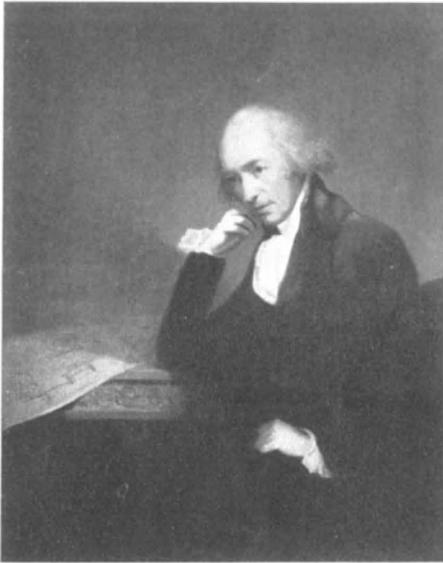
Gerade unter hochbegabten jungen Ingenieuren sind nun manche, denen wegen ihrer empfindlichen körperlichen oder seelischen Konstitution, ihres Mangels an geeignetem Umgang, an Erziehung oder an Fühlung mit industriellen Kreisen oder infolge ihres gehemmten Wesens „der Schritt ins Leben“ besonders schwer wird. Sie benötigen daher fremden Rat noch mehr als ihre robusteren Altersgenossen. Das Buch will aber auch jungen Leuten, die sich noch unschlüssig sind, was sie werden sollen, die Berufswahl erleichtern und bei der Allgemeinheit Verständnis für den Ingenieurberuf wecken, der den, der für ihn taugt und ihn mit ganzem Herzen ausübt, mit tiefer Befriedigung und Augenblicken höchsten Schöpferglückes belohnt und auch dem durchschnittlich Begabten, wenn er nur fleißig, anständig und zuverlässig ist, eine auskömmliche, innerlich befriedigende Existenz sichert.

Geschäftlicher Erfolg ohne Zufriedenheit führt aber ebenso leicht zur Verbitterung wie Zufriedenheit ohne Erfolg zum Erschlaffen. Erfolgreiche Ingenieure mit ausschließlich beruflichen Interessen sind daher oft keine zufriedenen Menschen. Sie werden auch den Anforderungen nicht immer gerecht, die ein führender Posten an sie stellt. Die Beschäftigung mit Dingen außerhalb der Technik bereichert ja den Menschen nicht nur innerlich, sondern nützt ihm auch im Beruf, weil sie den Blick weitert, die Sinne schärft und wertvolle Anregungen gibt. Deshalb wird im folgenden auf die menschliche Seite des Lebens nicht weniger Wert als auf die berufliche gelegt.

Selbst wenn es mir geglückt sein sollte, die Dinge genau so aufzuzeigen, wie sie wirklich sind, bedarf es aller Aufmerksamkeit und Initiative der Leser, wenn ihnen das Buch nützen soll. Man kann einem anderen nämlich wohl gute Ratschläge geben, die für ihre Anwendung passende Gelegenheit muß er aber ebenso selber finden wie beim Gebrauch technisch-wissenschaftlicher Formeln und Gesetze. Die Sehnsucht vieler Menschen, ein für alle Fälle passendes Universal-Rezeptbuch, wird in der Medizin wie in der Technik und für das allgemeine wie für das berufliche Verhalten hoffentlich auf immer ein in den Wolken schwebendes Arkanum bleiben.

Der Leser muß schließlich berücksichtigen, daß die Einstellung zum Leben auch vom Werdegang eines Menschen abhängt. Jemand, der beim Vorwärtskommen völlig auf die eigene Kraft angewiesen war und eine entbehrensreiche Jugend durchmachen mußte, wird oft anders empfinden und reagieren als ein Liebling der Götter. Immer aber wird ein Rat nur nützen, falls ihn ein Mensch selbst dann befolgt, wenn er seine Eigenliebe verletzt. Erfolg und Zufriedenheit im bürgerlichen wie im beruflichen Leben hängen also außer von der Erkenntnis des Richtigen von der Fähigkeit zur Selbstkritik ab, die sich gleichfalls jeder selber erkämpfen muß

II. Die Eigenart des Ingenieurberufes.



le Breda pinx.

JAMES WATT (1736—1819)².
Erfinder der Dampfmaschine.

a) Grundlagen der Ingenieurtätigkeit. In früheren Jahrhunderten bezeichnete man mit Ingenieuren hauptsächlich Menschen, die die Kriegsbaukunst ausüben und Kriegsgeräte herstellen und bedienen, Titelbild. In diesem Sinne wird das Wort in Deutschland seit dem 17. Jahrhundert benutzt¹. Um 1750 entstand in Italien, Frankreich und England der Begriff des Zivilingenieurs. Der Gebrauch des Wortes Ingenieur für die Tätigkeit, die man sich heute darunter vorstellt, ist in Deutschland erst etwa 100 Jahre alt. In diesem Buche wird der Begriff Ingenieur auf Hochbauer, Tiefbauer und Berg- und Hüttenleute ausge-

dehnt. Vieles von dem, was es zu sagen hat, gilt aber auch für industriell tätige Chemiker. Da, wo nur Ingenieure im engeren Sinne gemeint sind, ist es aus dem Zusammenhang wohl ohne besonderen Hinweis ersichtlich.

Aufgabe der Ingenieure ist es, mit den Mitteln der Technik durch Verbessern und Verbilligen vorhandener und Erfinden neuer Maschinen, sowie durch zahlreiche hiermit zusammenhängende Maßnahmen die Bedürfnisse des einzelnen und eines ganzen Volkes zu decken. Ingenieure haben wohl von allen Ständen mittelbar und unmittelbar am meisten zum Verbilligen der Gebrauchs- und Verbrauchsgüter beigetragen, deren ununterbrochene Preissenkung vor allem die letzten 50 Jahre kennzeichnet und in diesem Ausmaße etwas Neues in der Weltgeschichte ist. Der Abnahme der Herstellungskosten des Endproduktes und seiner Zunahme an Güte bzw. Leistung müssen sich als den primären Forde-

¹ SCHIMANK, H.: Das Wort Ingenieur. Z. VDI 1939 S. 325—331.

² Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

rungen fast alle Maßnahmen der Ingenieure unterordnen. Tun sie dies nicht, so ist ihre Arbeit mehr oder weniger verfehlt, so klug und gründlich sie im einzelnen sein möge. Bald ist niedrigerer Preis, bald bessere Qualität die wichtigere Forderung und nicht selten wird das billigste bzw. preiswerteste Endprodukt nicht mit den billigsten oder den hochwertigsten Maschinen erzielt.

An der Herstellung derselben Maschine arbeiten gleichzeitig und unabhängig voneinander zahlreiche Ingenieure und Firmen in einem oft erbitterten Wettbewerb. So wie im Kampf ums Dasein sich unter Pflanzen, Tieren und Menschen die lebensstüchtigsten, stärksten am besten durchsetzen und auf die Dauer allein erhaltenbleiben, so unterliegen auch die Maschinen einem unablässigen Sichtsungsprozeß, der die weniger brauchbaren zu Gunsten der besseren ausscheidet und allmählich verschwinden läßt. Vor allem jungen Menschen, die mit einem Kopf voller Ideale ins Leben treten, mögen diese Tatsachen hart erscheinen, sie sind aber ein unerbittliches Gesetz.

Schon hieraus erhellt, daß Ingenieure, um sich in- und außerhalb ihres Berufes behaupten zu können, mit gründlichem fachlichem Wissen allein nicht auskommen, sondern Eigenschaften brauchen, die zusammen mit ihrem Fachwissen das ausmachen, was man Lebensstüchtigkeit nennt. Sie hängt von sehr vielen Umständen ab, und der Besitzer eines gewaltigen Bizeps ist für den Lebenskampf oft weit weniger tüchtig als ein mit erheblichen körperlichen Gebrechen behafteter, aber kenntnisreicher und willensstarker Mann. Immer aber muß sich ein Ingenieur, der mit sauberen Mitteln nach oben kommen und oben bleiben will, rühren und sein Wissen um Menschen und Maschinen dauernd neuen Erkenntnissen und Tatsachen anpassen.

Der Aufgabenkreis von Ingenieuren ist, worauf schon in Kapitel I hingewiesen worden ist, ein außerordentlich weiter, erstreckt er sich doch auf die Versorgung mit Kraft, Licht und Wärme ebenso wie auf Bekleidung und Ernährung; auf das friedliche Leben eines Volkes ebenso wie auf seinen Schutz vor Feinden; auf geistige Dinge ebenso wie auf materielle. Er berührt den Menschen vor seiner Geburt und über seinen Tod hinaus, es gibt wohl kein Gebiet, das er nicht mittelbar oder unmittelbar umfaßte. Die Ingenieure spielen außerdem wieder eine wahrscheinlich immer wichtiger werdende Rolle auf dem Gebiete, von dem ihr Name stammt, im Kriegswesen.

Man übertreibt daher nicht, wenn man den Ingenieurberuf als einen der umfassendsten aller Berufe ansieht, und darf, wie in den beiden folgenden Kapiteln gezeigt wird, mit gutem Grunde behaupten, daß die Technik seit etwa 100 Jahren sich als ein Geschichte machender Faktor allerersten Ranges erwiesen hat. Die Dinge liegen in der Tat so, daß bei Beginn der französischen Revolution (1789), die vielen Menschen über

ein Jahrhundert lang als eine außerordentliche Tat erschienen ist, bereits etwas existierte, dessen ungeheure, die ganze Welt erfassende revolutionäre Wirkung sich erst unserer Zeit ganz offenbart: Die Dampfmaschine. Während aber die französische Revolution im Jahre 1793 oder, wenn man reichlich rechnen will, im Jahre 1814 abgeschlossen war, befinden wir uns auf einem Gipfel der durch die Maschine verursachten Revolution, die seit rund 1¹/₂ Jahrhunderten die Menschen in Atem hält.

Aber auch dadurch zeichnet sich der Ingenieurberuf aus, daß ihn Männer der verschiedensten Veranlagung und Lebensauffassung voll Befriedigung und mit größtem Erfolge ausüben können. LEONARDO DA VINCI, einer der berühmtesten Maler aller Zeiten, war als Ingenieur nicht weniger hervorragend; STEPHENSON, der Erfinder der Dampflokomotive, war ein leidenschaftlicher Liebhaber von Pflanzen und Tieren; NASMYTH, der Erfinder des Dampfhammers, ein Mann mit großen wissenschaftlichen Interessen; WERNER VON SIEMENS, der Schöpfer der Elektroindustrie, ein ebenso leuchtender Stern am Himmel der Wissenschaft wie CARL VON LINDE, der die Kälteindustrie geschaffen hat. Empfindsame Schriftsteller, wie HEINRICH SEIDEL oder MAX EYTH, und tiefreligiöse Männer, wie MORSE, MARCONI oder WILHELM SCHMIDT, der die Heiß- und Hochdruckdampftechnik schuf, stehen neben kühlen unsentimentalen Erfindern und Forschern, wie HUGO JUNKERS, und den in ihrem ungestümen Tatendrang beinahe brutal wirkenden Schöpfern großer Industrien. Aber auch in sich selbst weisen viele bedeutende Ingenieure große, miteinander anscheinend unvereinbare Gegensätze auf. Z. B. war der hervorragende Elektrotechniker KARL STEINMETZ, soweit es sich um elektrotechnische Fragen handelte, ein scharfsinniger Denker, aber mit den wirtschaftlichen Bedürfnissen, die die meisten großen Erfindungen ins Leben rufen, völlig unvertraut¹, während HUGO JUNKERS eine fast seherische Gabe für technische Entwicklungen neben einem erstaunlichen Mangel an Menschenkenntnis hatte².

Wie vielseitig, groß und beglückend muß aber ein Beruf sein, der so grundverschiedenen Männern Befriedigung bieten und sie zu ihren unsterblichen Taten begeistern konnte!

Die Ingenieurtätigkeit läßt sich etwa in folgende Kategorien unterteilen:

1. Beschaffen und Veredeln der erforderlichen Rohstoffe.
2. Befriedigung des unmittelbaren, oft durch plötzlich eintretenden Notstand sich ergebenden Bedarfes an Maschinen und technischen Bauwerken.

¹ LEONARD, N. L.: Das Leben des Karl Proteus Steinmetz. Berlin und Leipzig 1930.

² BLUNK, R.: Hugo Junkers. Der Mann und das Werk. Berlin 1940.

3. Erkennen von neuen Bedürfnissen.
4. Entwickeln entsprechender Maschinen bis zum marktfähigen Zustand und Verbessern vorhandener Maschinen.
5. Herstellen der Maschinen und der hierzu benötigten Werkzeuge und Vorrichtungen.
6. Erledigung der einschlägigen verwaltungstechnischen und organisatorischen Aufgaben von der Gewinnung der Rohstoffe bis zum Verkauf der fertigen Maschinen.
7. Verkauf der Erzeugnisse.
8. Betrieb und Instandhaltung der Maschinen in den Maschinen erzeugenden und gebrauchenden Industrien.
9. Beschaffen des erforderlichen wissenschaftlich-technischen Rüstzeuges und Erziehung des technischen Nachwuchses.
10. Erledigung technischer Aufgaben der Gemeinden, Behörden und des Staates.

In der Maschinenindustrie kann man unterscheiden zwischen Berechnungs-, Konstruktions-, Fabrikations-, Versuchsfeld-, Betriebs-, Verkaufs-, Werbe- und Verwaltungsingenieuren. Hinzu kommen in anderen Industrien und Betrieben, insbesondere bei der Wehrmacht, zahlreiche Ingenieurgruppen, deren Bedeutung nicht geringer und deren Betätigung nicht weniger vielfältig ist.

Die Ingenieure kann man aber auch einteilen in solche,
 die mehr die Tätigkeit eines Beamten oder mehr die eines schaffenden Künstlers oder eines Geschäftsmannes ausüben,
 die vorwiegend Neues schaffen oder vorwiegend Bekanntes verbessern,
 die vorwiegend wissenschaftlich bzw. konstruktiv oder vorwiegend in der Fertigung bzw. beim Betreiben von Maschinen tätig sind,
 die vorwiegend eigentliche Ingenieuraufgaben (Konstruieren und Fabrizieren) oder vorwiegend verwaltungstechnisch-kaufmännische Aufgaben erledigen,
 die vorwiegend mit Personen innerhalb oder vorwiegend mit Personen außerhalb des eigenen Unternehmens zu tun haben.

Je nach der Art ihrer Beschäftigung werden an Wissen, Können und Veranlagung von Ingenieuren außerordentlich verschiedene Anforderungen gestellt. Den Ingenieurberuf können daher die verschiedenartigsten Menschen ergreifen, wenn sie nur Freude an technischen Dingen haben. Da aber selbst zum Erledigen einfacher Aufgaben die loyale Zusammenarbeit zahlreicher Ingenieure mit den verschiedensten Fähigkeiten, Veranlagungen und Temperamenten nötig ist, sollte das Verständnis für kameradschaftliches Verhalten im Nachwuchs früh geweckt und schon die Jugend an einen ungezwungenen, hilfsbereiten Umgang mit anderen gewöhnt werden.

b) **Bedeutung der Wissenschaft.** Ohne die hochentwickelte Wissenschaft wäre unsere hochentwickelte Technik undenkbar. Die gewaltige Förderung, die sie ihr verdankt, kennzeichnet der Engländer H. G. WELLS¹ mit den Worten: „In ihrer Einstellung zur Wissenschaft waren die Deutschen weiser als wir. Die Berufsgelehrten zeigten hier nicht denselben Haß gegen die neue Wissenschaft. Sie gestatteten ihre Entwicklung. Der deutsche Geschäftsmann und der deutsche Fabrikant wieder hegten gegen den Mann der Wissenschaft nicht dieselbe Verachtung wie ihre britischen Konkurrenten. Die Deutschen waren der Ansicht, daß das Wissen für jene, die es befruchtet, eine gute Ernte zeitigen könnte . . . Die wissenschaftliche Arbeit Deutschlands in den sechziger und siebziger Jahren begann im nächsten Jahrzehnt Früchte zu tragen, und der Deutsche bekam langsam in der Technik und Industrie die Oberhand über Britannien und Frankreich.“ Jeder Ingenieur ist daher der Wissenschaft zu großem Danke verpflichtet und sollte sie stets zu fördern versuchen, auch wenn ein unmittelbarer Nutzen für die Technik nicht zu erwarten ist und obgleich vereinzelte Wissenschaftler über die wissenschaftlichen Leistungen der Ingenieure manchmal keine sehr wissenschaftlichen Ansichten äußern. Für den Ingenieur ist sie aber nur eines der Werkzeuge, das er bei seiner Arbeit braucht. Das Wesen des Ingenieurschaffens und die Rolle der Wissenschaft bei ihm können, wenn man statt „Kriegsführung“ „Ingenieurschaffen“ setzt, vorzüglich mit dem Satz der deutschen Heeresdienstvorschrift: „Die Kriegsführung ist eine Kunst, eine auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende freie schöpferische Tätigkeit“ gekennzeichnet werden, und auch der ihm folgende Satz: „An die Persönlichkeit stellt sie die höchsten Anforderungen“, trifft auf die Ingenieurkunst zu. Der Umstand, daß den meisten Ingenieuren die Wissenschaft nur Mittel zum Zweck ist, ist mit daran schuld, daß manche Wissenschaftler etwas geringschätzig auf die Technik herabsehen und von einer Profanierung der Wissenschaft durch sie sprechen, anstatt sich zu erinnern, welche Möglichkeiten die Technik der Wissenschaft erschlossen hat, S. 62, und statt die Worte eines der hervorragendsten Wissenschaftler unserer Zeit, MAX PLANCK, zu beherzigen: „Ich bin mein Leben lang davon überzeugt gewesen, daß jede Theorie ihre Begründung und ihre Rechtfertigung nur in dem Maße findet, wie sie angewendet werden kann, sonst bleibt sie im besten Falle geistvolles Akademikertum und ohne sachliche Höhe.“

In manchen Zweigen der Technik, wie z. B. in der Elektrotechnik, im Flugzeug- und Wärmekraftmaschinenbau spielen Wissenschaft und Theorie eine große Rolle, in anderen dienen sie mehr dazu, eine Maschine zu verfeinern und das letzte aus ihr herauszuholen oder die Ursachen von Erscheinungen zu ergründen, für die eine Erklärung zunächst fehlt.

¹ WELLS, H. G.: Die Geschichte unserer Zeit. Berlin 1932.

Schließlich können mit Hilfe der Wissenschaft oft einander scheinbar widersprechende Erfahrungen in ein logisches System eingereiht, dadurch ihres zufälligen Charakters entkleidet und für zukünftige Fälle erst ganz nutzbar gemacht werden.

Es gibt aber Erfindungen, die frei von aller Wissenschaft lediglich durch intuitives Gefühl für das Richtige und oft gegen den Widerstand der Theoretiker gemacht wurden, lange bevor die Wissenschaft in der Lage war, die ihnen zugrunde liegenden Erscheinungen zu erfassen. Auch hat wissenschaftliche Spekulation wiederholt zu Enttäuschungen geführt und dem Werk tüchtiger Praktiker Abbruch getan, besonders wenn stark theoretisch eingestellte Menschen der Versuchung unterlagen, nicht die Theorie den Tatsachen anzupassen, sondern den umgekehrten Weg zu beschreiten. Selbst angesehene Ingenieure stehen daher der Theorie manchmal etwas kühl gegenüber. Aber bei vielen Maschinen kommt die Zeit, wo das Ausbleiben oder die Ablehnung ihrer wissenschaftlichen Behandlung weitere Fortschritte verlangsamt oder verteuert, besonders wenn sie mit anderen Maschinen in Wettbewerb treten müssen oder wenn die in ihnen auftretenden oder die von ihnen ausgelösten Wirkungen so groß geworden sind, daß sie von den Baustoffen nicht mehr ohne weiteres aufgenommen werden¹. DOLIVO-DOBROWOLSKY, der Schöpfer des Drehstrommotors, S. 92, sagt über den Gegensatz zwischen reinen Wissenschaftlern und reinen Empirikern, es hätten sich in den Entwicklungsjahren des Wechselstromes die Theoretiker, die alles kritisierten, aber selbst nichts fertigbrachten, und die reinen Praktiker gegenübergestellt, die nur wenig auszubilden vermochten und nur „fortwurstelten“.

Der Schritt von der betriebs- zur marktfähigen Konstruktion ist ohne Hilfe der Wissenschaft oft nur mit viel Kosten und Zeitverlust möglich. In einem Lande, wo das Geld knapp und das Interesse des breiten Publikums an der Technik nicht stark ist, ist man daher auf frühzeitige wissenschaftliche Behandlung mehr angewiesen, als z. B. in Amerika, das über große Mittel verfügt und wo die Öffentlichkeit am technischen Fortschritt lebhaften Anteil nimmt. Wenngleich also in der Technik schöpferisches Gestalten das Primäre ist, so sollte ein Ingenieur doch immer danach streben, Erscheinungen, die er beobachtet, und Erfahrungen, die er sammelt, wissenschaftlich zu verarbeiten und systematisch zu ordnen, im übrigen aber das Wort „wissenschaftlich“, das heute für die nebensächlichsten Dinge mißbraucht wird (man spricht schon von wissenschaftlich betriebener Wanzenvertilgung, von wissenschaftlichem Tanzunterricht und von auf wissenschaftlicher Grundlage hergestellten Hühneraugenpflastern), aus Achtung vor der Wissenschaft recht sparsam benutzen.

¹ MÜNZINGER, F.: Dampfkraft. Berlin 1933.

Aber auch aus folgendem Grunde wird die Wissenschaft von Ingenieuren nicht immer richtig gewürdigt. Bei der Berechnung eines technischen Vorganges oder einer Maschine handelt es sich um zwei Dinge: Um das richtige Aufstellen der Ansätze für die Berechnung und um deren richtige mathematische Durchführung. Das Aufstellen der Ansätze ist Sache des Ingenieurs, die Rechnung könnte oft ebensogut ein Mathematiker besorgen. Nur wenn die Ansätze die tatsächlichen Verhältnisse zutreffend wiedergeben, kann ihre mathematisch-theoretische Behandlung ein richtiges Ergebnis zeitigen. Aus Mangel an Erfahrung oder Einfühlvermögen wird aber oft von Ansätzen ausgegangen, die sich mit der Wirklichkeit nicht decken. Man kommt dann zu Resultaten, die trotz aller wissenschaftlichen Verbrämung irreführend sind und schweren Schaden anrichten können. Menschen, die diese Zusammenhänge nicht übersehen, machen in solchen Fällen fälschlicherweise der Wissenschaft einen Versager zum Vorwurf.

c) **Bedeutung der Erfahrung.** Das Wort „Probieren geht über Studieren“ gilt auch für die moderne Technik. Nicht selten führt Probieren schneller und billiger zum Ziel als Berechnen oder Diskutieren. Es darf nur nicht in planloses Herumtasten ausarten. Erfahrung ist eines der stärksten Fundamente der Technik. Ein erfahrener Ingenieur vermag durch Vielzahl und geschickte Kombination ihm bekannter Tatsachen und durch sein geschultes Auge oft in wenigen Augenblicken Möglichkeiten und Schwächen zu erkennen, auf die ein junger Fachgenosse, der noch keine Erfahrungen hat sammeln können, auch wenn er hochintelligent ist, erst nach langem Überlegen kommt. Erfahrung in Gemeinschaft mit einer erfinderischen Ader machen aber Menschen ohne theoretisches Wissen manchmal zu reinen Empirikern mit allen ihren Schwächen.

Kein Glied unseres Körpers ist für erfolgreiches Ingenieurschaffen so wichtig und kein Glied ließ eine verkehrte Erziehung Dezennien hindurch so verkümmern wie das Auge. Es ist in vielen Fällen ein zuverlässigerer Statiker und ein unbestechlicherer Beurteiler als jede Theorie und Berechnung, wenigstens solange man sich nicht auf Neuland bewegt, wo alle Vergleichsmöglichkeiten mit bekannten Erscheinungen fehlen, und das Auge sich noch nicht „justieren“ konnte. Ist eine solche Einstellung aber einmal erfolgt, so ist es für den Unerfahrenen erstaunlich, wie sicher ein erfahrener Ingenieur oft mit einem Blick sieht, ob etwas falsch oder richtig ist. Er kann allerdings nicht immer angeben, wo der Fehler liegt, denn er fühlt die Schwäche oft mehr als er sie verstandesmäßig erkennt, und wird dann nur sagen können, „so würde ich es nicht machen“. Bei anderen und mir selber konnte ich immer wieder feststellen, wie berechtigt sich ein solches „Gefühl“ über kurz oder lang oft erweist. „Mathematik-Ingenieure“, die es nicht haben

und die glauben, alles was nicht mit Zirkel, Winkel und Formeln sich beweisen läßt, existiere nicht, halten die Worte „so würde ich es nicht machen“, aber oft für kein Argument und kümmern sich daher um diesen Rat nicht. Eine Auseinandersetzung mit ihnen über konstruktive Fragen ist für einen wirklichen Ingenieur ähnlich unerquicklich, wie eine Unterhaltung über Fragen der Kunst mit einem gänzlich amüsischen Menschen.

Das Auge rechnet häufig schneller und fehlerloser als ein guter Mathematiker und erfäßt Zusammenhänge in Sekunden, zu deren Erkennen, ohne sie gesehen zu haben, umständliche Erläuterungen nötig sind. Die Zeichnung ist daher nicht nur das präziseste, sondern auch das kürzeste Verständigungsmittel der Menschen. Vom Auge gilt aber auch der Satz, daß mit keinem anderen Organ unseres Körpers soviel gestohlen wird, was in die urbanere Sprache der Technik übersetzt etwa besagen will, daß ein geschultes Auge ein mächtiger Anreger ist und auf den entlegensten Gebieten wertvolle Analogien oder Anregungen sieht, die „Mathematik-Ingenieuren“ verborgen bleiben, selbst wenn man sie mit der Nase daraufstieße. Aus allen diesen Gründen ist Sehenlernen für Ingenieure von allergrößter Wichtigkeit.

d) Bedeutung des gesunden Menschenverstandes. Eine so auf das Praktische eingestellte, vielseitige Tätigkeit wie die der Ingenieure verlangt vor allem etwas, das „einfache“ Menschen oft mehr haben als studierte, nämlich gesunden Menschenverstand, d. h. die Fähigkeit, auf Grund einfacher, naheliegender und der Gelegenheit angepaßter Überlegungen das Richtige zu tun. Gesunder Menschenverstand, der die grundsätzliche Richtigkeit eines Vorgehens mit Hilfe einfacher Überlegungen schnell kontrollieren kann, nützt oft mehr als theoretische Spitzfindigkeiten und schützt auch vor ungebührlichem Überschätzen der Theorie. Viele schwere Mißerfolge in der Technik wie im übrigen Leben rühren nämlich weniger von fehlerhaften Feinheiten der Berechnung als von ganz groben, aber gelegentlich auch tüchtigen Menschen unterlaufenden Irrtümern bei der allgemeinen Beurteilung eines Problems her und könnten oft vermieden werden, wenn man das Problem einmal auf Grund eines oberen, das andere Mal auf Grund eines unteren Grenzwertes betrachten würde, die sich beide bei einigem Nachdenken oft fast von allein ergeben.

Die Folgen des Mangels an gesundem Menschenverstand zeigen sich bei den verschiedensten Gelegenheiten. Zum Beispiel wird oft viel Geld in die Entwicklung einer Maschine gesteckt, obgleich man sich bei nüchterner Überlegung sagen müßte, daß es selbst bei einem guten Umsatz nie wieder hereinkommen kann, oder überflüssige Konstruktionen werden lediglich aus Freude am Neuen herausgebracht oder Zeit und Geld an die Diskussion über Dinge verschwendet, die zwar nicht gerade gleich-

gültig, aber gegenüber anderen durchaus untergeordnet sind. Einen Mangel an gesundem Menschenverstand verraten auch Ingenieure, die eine Rechnung mit verwickelten Formeln auf Dezimalen genau in Fällen durchführen, in denen ein Blinder sieht, daß die Ausgangswerte schon vor dem Komma nicht mehr zuverlässig sind, oder in denen es im Rahmen des ganzen Problems praktisch gleichgültig ist, ob man die betreffende Größe 10% kleiner oder größer wählt. Besonders wissenschaftlich aufgemachte „genaue“ Rechnungen richten häufig Schaden an, weil sie eine Zuverlässigkeit vortäuschen, die nicht existiert, und weil auch studierte Menschen selbst vor falsch angewandeter Wissenschaft einen an Atavismus grenzenden Respekt haben.

Zuweilen müssen wichtige Entscheidungen so schnell getroffen werden, daß man keine Zeit zu längeren Berechnungen und Überlegungen hat, wenn man nicht Gefahr laufen will, daß einem inzwischen ein anderer zuvorkommt. Deshalb ist es z. B. beim Verkauf einer Maschine oder bei Lieferverträgen oft wichtiger, den angemessenen Preis oder einen anderen Wert im Bruchteil einer Stunde auf 10%, als in einem Tage auf 1% genau zu kennen, weil man dann entweder eine gewisse Sicherheit in den verlangten Preis einrechnen oder schon aus der Größenordnung des ermittelten Wertes erkennen kann, ob das Geschäft überhaupt Interesse bietet. Schließlich ist bei manchen Maschinen eine bestimmte Ausführungsart einer anderen zuweilen nicht nennenswert überlegen, so daß es gleichgültig ist, welche man wählt. Häufig verläuft die die Wertigkeit einer Maschine kennzeichnende Kurve in der Nähe ihres günstigsten Wertes so flach, daß die Unterschiede gegenüber dem Maximum auf einem ziemlich weiten Bereich kaum größer als die Genauigkeit der Rechnung sind. Wird z. B. als Wertigkeit eines Kraftwerkes die Summe der Kapital-, Kohle- und Betriebskosten für eine erzeugte Kilowattstunde gewählt, so werden die Ergebnisse zweier voneinander unabhängiger, auf Kostenanschläge verschiedener Firmen sich stützender Berechnungen oft schon deshalb nicht zum selben Ergebnis gelangen, weil der Preis von Maschinen von Zufälligkeiten abhängt und überhaupt nicht immer eine starre Größe ist. Ein Ingenieur, der diese Dinge überblickt, wird sich deshalb in solchen Fällen für eine bestimmte Ausführung auf Grund praktischer Erwägungen und nicht errechneter, geringe Bruchteile eines Pfennigs betragender Unterschiede entscheiden. In dem eben erwähnten Falle eines Kraftwerkes können z. B. einfache oder stark überlastbare Maschinen weit vorteilhafter als wärmewirtschaftlich besonders hochwertige, aber empfindlichere sein, weil ein auch nur kurzzeitiges Versagen der hochwertigeren Maschine oft viel größeren Schaden verursacht als der Mehrverbrauch an Kohle der einfacheren kostet. Die Auswahl der zweckmäßigsten Maschine ist dann mehr Sache der Erfahrung und des gesunden Menschen

verstandes als großer theoretischer Kenntnisse. Gerade Dinge, die man ebensogut so als auch anders machen kann, sind ein beliebter Tummelplatz rede- und konferenzenfreudiger Menschen und führen zu arger Zeitverschwendung und nutzlosen Meinungsschlachten. Auch leben viele Ingenieure in dem Wahn, es geschehe ein Unglück, wenn nicht jedes Ding auf Erden taxiert, normiert und registriert, sondern dem Ermessen des einzelnen etwas Spiel gelassen wird.

Fähigkeit zur Konzentration auf das Wichtige, Entschlußkraft und gesunder Menschenverstand sind eng miteinander verwandt. Wer eine dieser Eigenschaften nicht hat, besitzt oft auch die anderen nicht, und ist dann zum Bekleiden mancher Stellungen ungeeignet, so tüchtig er sonst sein möge.

e) **Bedeutung der Zeit.** Ein Ingenieur muß erkennen, ob die Zeit für die Einführung einer neuen Maschine reif ist, ob die zu ihrer Herstellung benötigten Baustoffe und Vorrichtungen vorhanden sind und die Entwicklung auf anderen Gebieten, von denen ihr Erfolg abhängen kann, genügend fortgeschritten ist. Auch eine vorzügliche Idee ist zum Mißerfolg verurteilt, wenn man sie vorzeitig zu verwirklichen versucht. Die Dampfüberhitzung, ohne die das neuzeitliche Dampfkraftwesen nicht möglich wäre, konnte sich z. B. erst etwa 100 Jahre, nachdem sie erstmals angeregt worden war, durchsetzen, weil es vorher keine geeigneten Baustoffe und den hohen Temperaturen gewachsene Schmiermittel gegeben hat. Das Automobil war erst lebensfähig, nachdem brauchbare Betriebsstoffe, Zündvorrichtungen und Luftreifen existierten. Die gewaltigen Leistungen der heutigen Flugmotoren waren erst erzielbar, als die Herstellung der Kraftstoffe aufs höchste verfeinert und Fertigungsverfahren von früher unvorstellbarer Genauigkeit geschaffen worden waren. Daran, daß solche Voraussetzungen fehlten, sind viele Erfindungen gescheitert, und manche Erfinder hatten nur deshalb einen schnellen Erfolg, weil sie zufällig sämtliche benötigten Hilfsmittel vorfanden.

Nichts in der Technik ist so beständig wie der Wechsel. Auch für die Technik gilt der Satz, daß selbst gut gebaute Wahrheiten nur 20 Jahre dauern, und nicht einmal diese Lebensdauer erreichen viele „technische Wahrheiten“. Das Aufkommen neuer Bedürfnisse, Fertigungsverfahren oder Baustoffe kann die Sachlage mit einem Schlage ändern und eine Maschine aussichtsreich machen, die es vorher nicht war, oder den Todeskeim in eine blühende Fabrik legen, wenn sie ihre Erzeugnisse nicht rechtzeitig den neuen Tatsachen anzupassen versteht. Schließlich ist es oft richtiger, schnell aber mit einem gewissen Risiko zu bauen, als Gefahr zu laufen, daß ein wichtiger Auftrag an die Konkurrenz fällt oder eine Konjunktur verpaßt wird.

Richtiges Bewerten der Zeit ist daher für den Ingenieur von größter Bedeutung. Er muß sowohl den Zeitpunkt für das Anpacken eines

Unterfangens als auch die Zeitdauer, innerhalb der es durchgeführt werden muß, zutreffend einschätzen können. Die Unkenntnis der Bedeutung der Zeit führt zu manchen Fehltritten über Erfolge und Mißerfolge von Ingenieuren, ihre falsche Einschätzung oft zu großen Verlusten. Auch die schwere Kunst des „Wartenkönnens“ gehört hierher, gleichgültig ob es sich um das Ausreifenlassen einer Idee oder technisch-wissenschaftlichen Arbeit, das Hervortreten mit einer Erfindung, einer wichtigen Erkenntnis, geschäftspolitische Maßnahmen oder nur um persönliche Dinge handelt, wie z. B. das Verlangen nach Beförderung.

f) **Bedeutung des Risikos.** Für den Ingenieur sind die Hilfsmittel und Arbeitsmethoden des Mathematikers und Physikers in vielen Fällen unentbehrlich. Sobald er aber Neuland betritt, wo nur die Erfahrung zeigen kann, ob die ihm für seine Berechnungen zur Verfügung stehenden Ausgangswerte und Annahmen zuverlässig sind, kann ihm die reine Wissenschaft nur bis zu einem bestimmten Punkte den Weg weisen, darüber hinaus muß er sich auf Erfahrung, Instinkt und gutes Glück verlassen. Ist also schon im rein technischen Teil seiner Tätigkeit der Erfolg trotz Umsicht, Fleiß und Sorgfalt oft dadurch unsicher, daß er einen der 20 oder 30 Einflüsse übersehen oder nicht ganz richtig eingeschätzt hat, oder daß ein für sein Werk verhängnisvolles Ereignis eintritt, das sich jeder menschlichen Voraussicht entzog, so gilt dies kaum weniger für den geschäftlichen Teil. Wenigen anderen Berufen macht die Tücke des Objektes so viel zu schaffen wie Ingenieuren. Immer wieder ergeben sich Lagen, in denen auch tüchtige und erfahrene Ingenieure nicht sicher sagen können, wie sich eine bestimmte Maßregel auswirken wird. Dies kann außerordentlich quälend sein, wenn z. B. eine neuartige Maschine dringend benötigt wird und ohne Erprobung geliefert werden muß, weil, bis man über ihre Bewährung klar sieht, viele Monate vergangen und zahlreiche Maschinen mit demselben Fehler auf den Markt gekommen sein können. Oder es kann eine in größeren Mengen auf Vorrat gebaute Maschine sich aus einem unvorhergesehenen Grunde nicht bewähren oder durch eine andere überflügelt und damit unverkäuflich werden. Je bedeutender und vom Bekannten abweichender etwas Neues ist, um so größer ist das mit seiner Einführung verbundene Risiko.

Ohne Wagemut und Entschlußkraft lassen sich Fortschritte nicht erzielen. Große Ingenieure haben großes riskiert und oft ihre ganze Existenz aufs Spiel gesetzt. Je größer aber ein Wagnis ist, um so weniger sollte man es ohne Zwang noch weiter erhöhen und daher auch die geringste Kleinigkeit, die auf den Erfolg von Einfluß sein könnte, sorgsam beachten. Je besser vorbereitet die Absprungstelle ist, um so weiter trägt der Sprung und um so breiter darf der Abgrund sein, über den man setzt. In der Art, wie er ein Wagnis anpackt und durchführt, unterscheidet sich der ernsthafte Ingenieur vom Spekulant und Hasardeur

g) **Bedeutung des Spezialistentums.** Die moderne Technik ist ein so umfangreiches verwickeltes Wissensgebiet, daß der einzelne selbst in einem verhältnismäßig kleinen Arbeitsbereich nicht mehr alles selber zu erledigen vermag. Dinge, die noch vor einem halben Menschenalter als etwas ganz einfaches erschienen, erfordern heute großes Spezialwissen, obgleich sie oft nur ein kleiner Teil einer Maschine sind. Ein Beispiel hierfür sind die Kolben hochbelasteter, leichter Verbrennungsmotoren, bei denen nur ein Fachmann erkennt, welche Sonderkenntnisse ihre Hochzüchtung erforderte. Die Technik braucht daher viele Spezialingenieure, die auf einem engen Gebiete so eingehende Kenntnisse haben müssen, daß sie oft nur schwer Zeit zum Beschäftigen mit Fragen außerhalb desselben erübrigen können. Die Beschränkung auf ein kleines Sondergebiet hat zu erheblichen Mißständen geführt, weil aus dem eben erörterten Grunde viele Spezialisten im Laufe der Zeit die Föhlung mit benachbarten Arbeitsgebieten und das Verständnis für große Zusammenhänge verlieren und einseitig und wirklichkeitsfremd werden. Im folgenden werden unter „Spezialisten“ im negativen Sinne des Wortes Menschen verstanden, die die Dinge nur von einem engen Standpunkt aus zu beurteilen vermögen und deshalb, sowie infolge eines Mangels an Phantasie, oft zu falschen Ergebnissen kommen.

Spezialisten versagen hauptsächlich dadurch,
 daß sie die Bedeutung von Erscheinungen auf einem fremden Arbeitsgebiete für den Bereich, in dem sie selber tätig sind, nicht erkennen,
 daß sie zu wenig darauf achten, ob die für die Aussichten einer neuen Maschine maßgebenden technischen oder sonstigen Voraussetzungen schon oder noch bestehen,
 daß sie bei der Entwicklung einer neuen Maschine Risiken eingehen, die in keinem Verhältnis zum möglichen Nutzen stehen.

Folgende Beispiele mögen dies zeigen. Der Bau großer, hohen Ansprüchen gewachsener Dampfkessel, der mit der Errichtung des Klingenbergwerks durch die AEG im Jahre 1925 dem deutschen Kraftwerksbau ein anderes Gesicht gab, wurde im wesentlichen durch die von Stahlgerippen getragenen feuerfesten Decken und Wände ermöglicht, die die in Deutschland üblichen gemauerten Gewölbe und Wandungen ersetzten und das Überspannen auch der breitesten Feuerräume und das Herstellen ausgedehnter feuerfester Wandungen gestatteten. Nur wenige Ingenieure erkannten seinerzeit die Bedeutung dieser amerikanischen Konstruktion, die überwiegende Mehrzahl richtete ihr Augenmerk auf nebensächliche, aber mehr in die Augen fallende Dinge. Als man sich vor 30 Jahren an den Bau sog. Nebenproduktengewinnungsanlagen machte, bestand der Anreiz im Anfall von Teer und Ammoniak. Trotzdem wurden für die Entwicklung weitere Mittel aufgewendet, als ein paar Jahre nachher die preiswerte Gewinnung von Stickstoff durch den elektrischen Licht-

bogen geglückt und damit eine wesentliche wirtschaftliche Grundlage der Nebenproduktengewinnung weggefallen war. Etwa 10 Jahre später wurde fast derselbe Fehler bei der Entwicklung von Schwelanlagen für Braunkohle wiederholt, indem die Spezialisten nicht beachteten, daß das Haupterfordernis für eine Rentabilität, nämlich auskömmliche Ölpreise, noch fehlten. Beide Male ging viel Geld verloren.

Schließlich lassen sich, häufig aus Prestigegründen, Ingenieure immer wieder zum Bau einer neuartigen teuren Maschine verleiten, von der im günstigsten Falle nur ganz wenige Ausführungen benötigt werden und gehen für sie mit so hohen Vertragsstrafen verbundene Garantien ein, daß deren Nichterfüllung die Prosperität eines Unternehmens gefährden kann. Als viertes Beispiel möchte ich ein persönliches Erlebnis anführen. Geheimrat KLINGENBERG beauftragte mich als jungen Ingenieur, ohne meinen Hinweis auf meine geringen Kenntnisse im Dampfturbinenbau zu beachten, meine Firma bei einer Aussprache über die Verhütung von Schaufelbrüchen infolge von Wasserschlägen zu vertreten, zu der ein großes Elektrizitätswerk zahlreiche Dampfturbinenfabriken eingeladen hatte. Da der Einberufer und die Eingeladenen ausschließlich über die turbinentechnische Seite sprachen, hatte ich es schon angesichts meines jugendlichen Alters nicht leicht, mit meiner Auffassung durchzudringen, daß nicht ein konstruktiver Fehler der Turbine, sondern ein Überspeisen der Kessel und unzweckmäßig angeordnete Dampfleitungen schuld seien, es daher mehr auf die Beseitigung dieser Mängel als auf den Bau wasserschlagsicherer Turbinen ankomme. Als KLINGENBERG nach meiner Rückkehr meine Verwunderung darüber merkte, daß er nicht einen erfahrenen Turbineningenieur statt meiner entsandt hatte, sagte er: „Hätte auch ich einen Spezialisten geschickt, so wäre die Zusammenkunft fast mit Sicherheit fruchtlos verlaufen, weil Spezialisten bei solchen Gelegenheiten fast nie an Ursachen außerhalb ihres Fachgebietes denken.“

Das übertriebene Spezialistentum in der Technik hat seine Parallele in der Heilkunde, wo gleichfalls immer mehr Stimmen vor ihm warnen. So wie manche Spezialärzte den Menschen nicht mehr als Ganzes betrachten und daher trotz ausgezeichneter Sonderkenntnisse oft den Ort der Beschwerden mit dem Sitz, die Symptome mit der Ursache eines Leidens verwechseln, so machen Spezialingenieure dadurch, daß sie nur noch an ihr Arbeitsgebiet denken, ähnlich schwere Fehler. Ingenieurspezialisten halten vor allem Dinge, die sie von Jugend auf kennen, für unabänderlich und gewissermaßen sakrosankt. Sie merken weder, daß die Technik ein dauerndes Werden und Vergehen, eine immerwährende Erneuerung von Überholtem ist, noch erkennen sie manchmal den Wald vor lauter Bäumen. Dies ist einer der Gründe, weshalb Kaufleute und Juristen in technischen Dingen zuweilen klarer sehen, und deshalb

kommt soviel darauf an, im Ingenieur Interesse an großen Zusammenhängen außerhalb seines engeren Arbeitsgebietes zu erwecken.

h) **Bedeutung geschickter Menschenbehandlung.** Da sich große technische Leistungen nur durch die Gemeinschaftsarbeit ganzer Arbeitsgruppen unter einigen führenden Köpfen erzielen lassen, müssen diese es verstehen, die am gemeinsamen Werk Beteiligten zu willigem Zusammenwirken zu bringen und den einzelnen so anzufassen, wie es seine Individualität und das gemeinsame Ziel erfordern, d. h. ihn richtig zu behandeln. So unentbehrlich manchmal ein scharfer Befehl ist, so kommt in der Technik auch ein überragender Mann mit Befehlen allein auf die Dauer nicht aus. Er muß vielmehr Verstimmungen beseitigen, seine Mitarbeiter von der Richtigkeit seiner Ansichten überzeugen, sie für seine Ideen begeistern und bei Schwierigkeiten aufmuntern können. Ein solches Verhalten, das oft große Selbstüberwindung verlangt, muß auch von den Führern kleiner und weniger wichtiger Arbeitsgruppen verlangt werden. Strenge und Nachgiebigkeit, Befehlen und Überzeugen, Tadel und Lob, jedes zu seiner Zeit, immer aber Treue und Gerechtigkeit gegenüber den Untergebenen sind für den Enderfolg unentbehrlich.

Auch der Verkauf einer Maschine, das Beilegen von Schwierigkeiten bei ihrem Betrieb, das Vertrösten bei Überschreiten der Lieferzeit verlangen viel Geschick, und es ist nicht immer einfach, die richtige Grenze zwischen den Interessen der eigenen Firma und denen des Kunden zu finden, zumal geschäftliche Rücksichten ein starres Beharren auch auf einem unzweifelhaften Recht oft verbieten. Bei mehreren annähernd gleichwertigen Lösungen lege man sich einem Kunden gegenüber so lange nicht fest, als man seinen Standpunkt wenigstens nicht ungefähr kennt. Ein schroffes Nein, das für beide Parteien meist gleich peinlich ist, läßt sich bei geschäftlichen Verhandlungen oft vermeiden, indem der Teil, der etwas haben möchte, vorfühlt, bevor er die entscheidende Frage stellt, und indem der andere, der etwas gewähren soll, zusehends zurückhaltender wird, je mehr sich die Verhandlungen dem kritischen Punkte nähern, wenn er das Gewünschte nicht gewähren will. Gewandte Unterhändler verstehen sich auch in schwierigen Fragen durch bloße Andeutungen.

Geschickte Menschenbehandlung setzt gute Menschenkenntnis voraus. Wer führen will, muß imstande sein, zu erkennen, was der einzelne zu leisten vermag, für welche Tätigkeit er sich eignet, welche charakterlichen Stärken und Schwächen er hat und wie er angefaßt werden muß. Wie der gebildete, so will auch der einfache Mensch von Ehrgefühl vor allem „ästimiert“ sein. Gute Arbeit verlangt auch ideelle Anerkennung und ein zur rechten Zeit gesprochenes freundliches Wort nützt oft mehr als klingender Lohn. Der Charme mancher Menschenführer in dieser Beziehung kann auch beim einfachen Mann Wunder wirken.

i) **Bedeutung der schöpferischen Begabung.** Der Kern der Technik, das Schaffen von Neuem, hat mit Wissenschaft oft weniger zu tun als mit dem intuitiven Erfassen des Richtigen, gleichgültig ob es sich um das Hervorbringen von etwas Neuem oder um die zweckmäßige Kombination bereits bekannter Dinge unter sich oder zusammen mit etwas Neuem zum Erreichen eines neuen Zweckes handelt. Ein Mensch ohne mathematische Kenntnisse und ohne wissenschaftliche Vorbildung kann ein vorzüglicher Ingenieur, ein ausgezeichneter Mathematiker dagegen für eigentliches Ingenieurschaffen völlig ungeeignet sein. Jedes Neugestalten von Werken der Technik ist, wie schon in Abschnitt b) erwähnt wurde, eine Art künstlerischer Vorgang und ohne Kombinationsgabe, Intuition und Phantasie ebensowenig möglich wie das Schaffen von Werken der Kunst. Der Erfinder des Dampfhammers NASMYTH sagt: „Ein Ingenieur, der sich nicht im Kopfe eine Konstruktion und ihr Arbeiten vorstellen kann, wird viel Enttäuschungen erleben,“ und fährt dann fort: „die frühe Pflege der Phantasie gibt erst die richtige geistige Beweglichkeit zu allen Vorgängen. Geschäft, Handel und Maschinenbau gehen alle viel besser mit ein wenig gesunder Einbildungskraft¹.“

Die Fähigkeit, in der Technik etwas Neues hervorzubringen, läßt sich zwar entwickeln, muß aber angeboren sein, denn auch die beste Schule kann sie den, dem ihr Samenkorn nicht in die Wiege gelegt wurde, nicht lehren. Es erfordert erfinderische Tätigkeit zum Fassen und Formulieren der ihm zugrunde liegenden Idee, logisches Denken, Berechnen und Konstruieren zum Überführen der Idee in einen ausführungsfähigen Entwurf und zahllose Arbeiten auf dem Versuchsstand und in der Werkstätte, bis aus dem Entwurf eine betriebs- und marktfähige Maschine geworden ist. Es muß also ein sehr langer Weg zurückgelegt werden, bis der Erfindungsgedanke sich in einem verkaufsfähigen Produkt verkörpert hat. Die glücklichsten Ergebnisse werden erzielt, wenn der Erfinder ein guter Konstrukteur ist, weil dann die bis zur Vollendung der fertigen Konstruktion erforderliche Strecke am schnellsten durchlaufen wird und die Gefahr am kleinsten ist, sich in uferlosen Projekten zu verlieren. Die Vereinigung beider Eigenschaften in einem Individuum ist aber selten, selbst hervorragende Erfinder hatten ein bescheidenes konstruktives Können. Erfinden spielt sich also meist anders ab, als gemeinhin angenommen wird. Die populäre Vorstellung des Erfinders als eines Menschen, der durch einen glücklichen Gedanken mit einem Schlag in den Besitz von Ehre und Reichtum kommt oder von der Mitwelt verkannt dahinvegetiert, ist fast immer eine Chimäre. Da über Entstehen und Folgen von Erfindungen höchst unklare Vorstellungen herrschen, aber beide Dinge für die Würdigung der

¹ MATSCHOSS, C.: Große Ingenieure. München-Berlin 1937.

Ingenieurtätigkeit wichtig sind, werden sie in Kapitel III und IV näher behandelt.

Je mehr die Maschine Gegenstand des täglichen Bedarfes wurde, um so stärker wurde ihre Formgebung Gegenstand künstlerischer Ansprüche. Heute gilt als selbstverständliche Pflicht jedes Ingenieurs, dem, was er konstruiert, eine nicht nur zweckmäßige, sondern auch ansprechende Gestalt zu geben, weil dann die Maschine das Auge erfreut, für ihre Herstellerin wie den ganzen Ingenieurstand als gute Visitenkarte wirkt und weil — wie wir noch sehen werden — eine gute äußere Form sehr

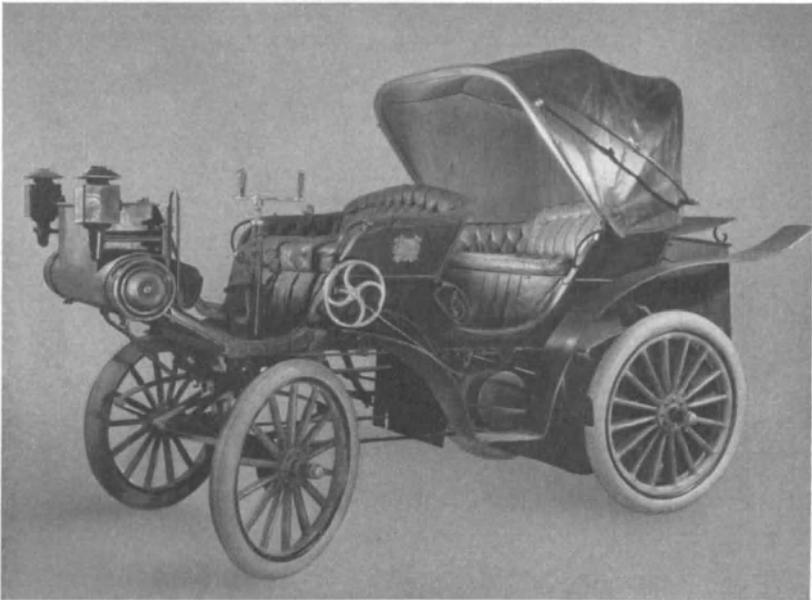


Abb. 1. Daimler-Kraftwagen aus dem Jahre 1897.

oft eine technisch zweckmäßige Lösung verrät. Man kann sich nur schwer vorstellen, wie Maschinen im Beginn des Maschinenzeitalters auf Menschen mit Kunstverständnis gewirkt haben, für die sie eine Erscheinung ohne Vorgänger und etwas völlig Neues waren. Bei technischen Schöpfungen ist nämlich der Eindruck der Schönheit ein durchaus zeitbedingter, mit ihrer Entwicklung wechselnder Begriff, Abb. 1—13. Kraftwagen und Flugzeuge sind hierfür zwei kennzeichnende Beispiele, weil unsere Generation bei ihnen eine Wandlung der Form miterlebt hat, die nicht weniger gründlich ist als die Wandlung ihrer Leistungsfähigkeit und der an sie gestellten Ansprüche, die die Wandlung der Formgebung grobenteils erst verursachten. Ein im Jahre 1900 gebauter Kraftwagen,

den wir seinerzeit als vollkommen schön empfanden, macht heute auf uns diesen Eindruck nicht mehr, weil selbst ein Nichtingenieur fühlt, wie technisch unzweckmäßig und daher unharmonisch manche Teile bemessen, ausgebildet und angeordnet waren. Auf den Kenner sehr schneller Flugzeuge machen langsamere einen etwas unbeholfenen Eindruck, weil er instinktiv an hohe Geschwindigkeiten denkt und fühlt, daß sie mit den älteren Formen unerreichbar sind, Abb. 4 u. 5. Um die Schönheit von Maschinen beurteilen zu können, ist daher außer Kunstempfinden ein Gefühl für Dynamik oft ebenso notwendig wie zum Beurteilen von Werken der Architektur ein Gefühl für Statik. Viele abfällige Stimmen des Publikums über mangelnde Schönheit technischer Werke werden verstummen, wenn es mit Wesen und Zweck von Schöpfungen der Technik besser vertraut geworden ist. Daß technisches und künstlerisches

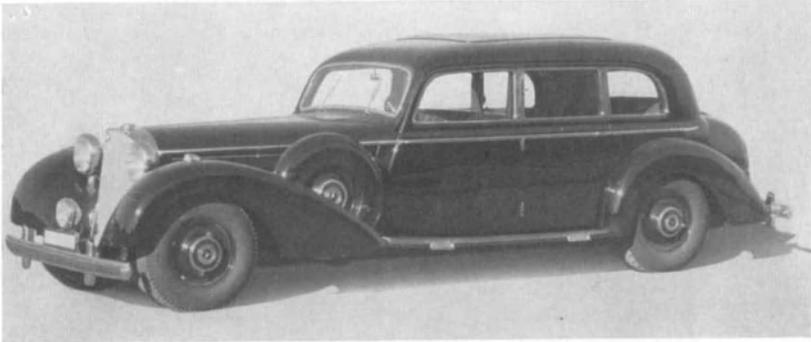
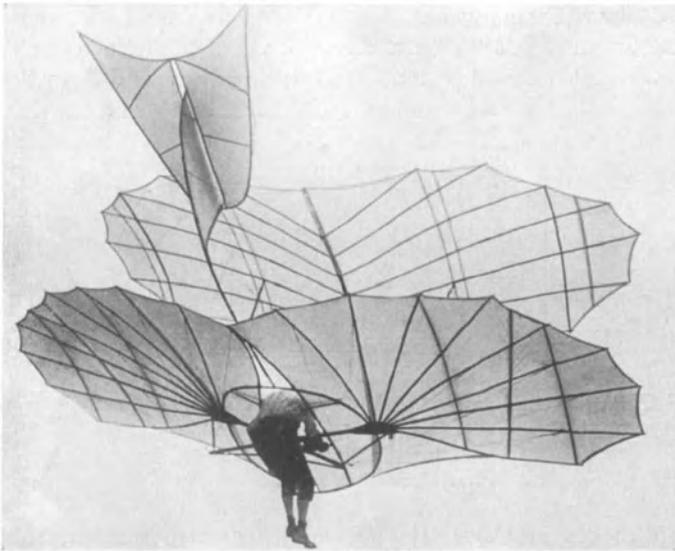


Abb. 2. Moderner Daimler-Benz-Kraftwagen.

Schaffen so oft in Gegensatz zueinander gesetzt werden, rührt mit davon her, daß den Ingenieuren im Anfang des Maschinenzeitalters vielfach jedes Vorbild und daher auch ein einigermaßen sicheres Gefühl für die zweckmäßige, d. h. harmonische und daher als schön empfundene Formgebung fehlte. Aber selbst damals sind ohne Vorbilder Neukonstruktionen entstanden, die trotz ihrer längst veralteten Formen die Hand des Genies noch heute verraten und auch für ein verwöhntes modernes Auge von hohem ästhetischem Genuß sind. Später, als die Grundformen festlagen und es sich mehr um Verbesserung und Verbilligung der Maschinen handelte, ging das Konstruieren aus der Hand von Ingenieurkünstlern, die viele große Erfinder waren, in die von Ingenieurhandwerkern über: das Genie wurde zunehmend durch den Routinier ersetzt, dem es nur auf möglichst billige Herstellung ankam und der oft bei jedem Schönheitsgefühls war. Ähnlich wie beim stürmischen Hochschießen amerikanischer Städte wurden alle Kräfte der Ingenieure bei dem nicht weniger stürmischen Aufbau der modernen Technik für das

Erfüllen der unmittelbarsten Bedürfnisse derart in Anspruch genommen, daß für künstlerisches Gestalten Muße und Spannkraft nicht mehr ausreichten. Dadurch entstanden Konstruktionen, die mit Recht als häßlich bezeichnet werden und vielfach auch in technischer Beziehung nicht zweckmäßig waren. Während derselben Periode standen aber auch Architektur, Malerei und Bildhauerei nicht immer unter einem glücklichen Stern. Aber so wie ein höchste Leistungen hergebender Körper schön sein muß, weil nur dann das seiner Größe angemessene Gewicht zweckmäßig verteilt sein kann, und unser in Jahrtausenden geschultes



Phot. Dtsch. Museum

Abb. 3. Flugapparat von Otto Lilienthal aus dem Jahre 1895.

Auge diese Zweckmäßigkeit als harmonisch und schön empfindet, kann auch nur eine harmonisch gestaltete und daher als schön empfundene Maschine mit einem angemessenen Baustoffaufwand höchste Ansprüche erfüllen. „Totes“ Gewicht ist also häufig eine Verschlechterung und keine Verbesserung einer Maschine. Das andauernde Hinaufschrauben der an Werke der Technik gestellten Anforderungen hatte denn auch infolge der immer stärkeren Ausnutzung der Baustoffe, die der scharfe Wettbewerb bedingt, in einer gewissen Zwangsläufigkeit gefällige Formen zur Folge. Dies zeigen z. B. moderne Brücken, die frei von den Zutaten sind, mit denen man sie früher zu schmücken versuchte und die um so störender empfunden wurden, je mehr es zunehmender Erfahrung glückte, ihre Schönheit aus ihren Bauelementen heraus zu entwickeln

und sie harmonisch ins Landschaftsbild einzufügen, Abb. 6 u. 7. Heute ist eine ästhetisch befriedigende, ja hervorragende Formgebung von Kraft-, Arbeits- und Werkzeugmaschinen, Verkehrsmitteln und anderen technischen Schöpfungen fast die Regel, Abb. 10, 15, 16, 22, und nicht selten bedienen sich Firmen, um sie zu erreichen, des Rates und der Mitarbeit bildender Künstler.



Abb. 4. Grad-Flugzeug aus dem Jahre 1911.

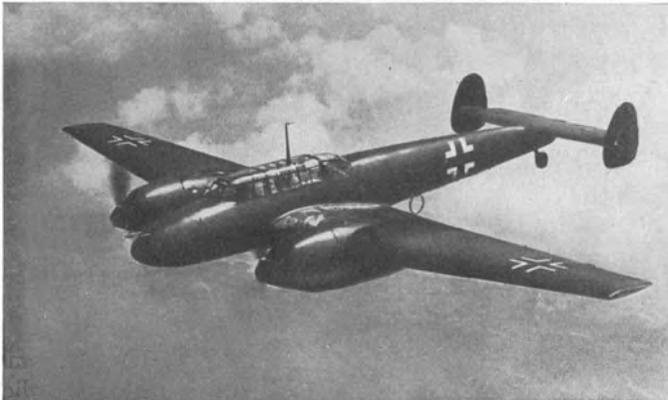


Abb. 5. Modernes Messerschmitt-Flugzeug.

Beachte in Abb. 1 bis 5 den großen Wandel der äußeren Form.

k) Ingenieur und Wissenschaftler. Wir sahen, daß ein Hauptunterschied zwischen Ingenieur und Wissenschaftler außer in der verschiedenen Arbeitsmethode und der in manchen Dingen anderen Denkweise vor allem im Risiko besteht, das den Erfolg der Ingenieurarbeit trotz Fleiß, Können und Umsicht immer wieder in Frage stellt. Ferner sind in technischen Dingen häufig mehrere Probleme so eng miteinander verwebt, daß sie sich nicht scharf voneinander trennen und einzeln verfolgen lassen, was eine weitere Unsicherheit mit sich bringt. Schließlich

spielt der Begriff des Wirkungsgrades vielleicht in keinem anderen Berufe eine derartige Rolle wie in der Technik. Auf den aller verschiedensten Gebieten wird verlangt, daß von dem einer Maschine zugeführten Aufwand an Stoff oder Energie ein tunlichst hoher Prozentsatz des theoretisch Möglichen in derselben oder einer anderen Form wiedergewonnen wird. Eine bestimmte Wasser- oder Strommenge soll in einer Turbine oder einem Elektromotor ein Höchstmaß von Arbeit leisten; von der in der Kohle einem Kessel zugeführten Wärmemenge soll im erzeugten Dampf tunlichst viel wiedergewonnen werden; die Zerspanungsleistung einer Werkzeugmaschine soll ein Höchstmaß der verbrauchten Antriebsleistung betragen. In zahlreichen anderen Fällen liegen die Verhältnisse ähnlich, der Ingenieur spricht sogar häufig vom Wirkungsgrad seiner und anderer Menschen Arbeit. Trotzdem ist der

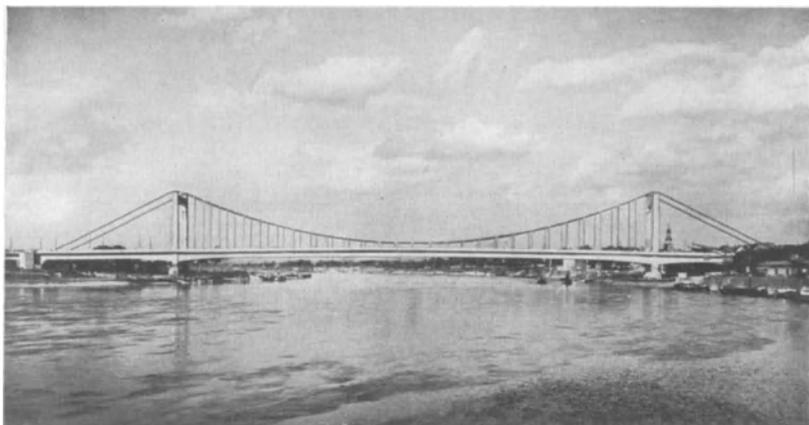


Abb. 6. Stahlhängebrücke.

Wirkungsgrad fast niemals allein maßgebend, sondern neben ihm spielen z. B. bei Wärmekraftmaschinen ihr Preis, ihre mittlere jährliche Belastung, der Zinsfuß, der Preis des Brennstoffes, also Dinge eine Rolle, die man gleichfalls zahlenmäßig bewerten kann. Hierzu gesellen sich Einfachheit und Betriebssicherheit, gesicherte Brennstoffzufuhr und andere Punkte, deren Einfluß sich nur mit Erfahrung, gesundem Menschenverstand und „Gefühl“ bewerten läßt. Immer wieder hat man es in der Technik mit solchen Problemen zu tun, bei denen durch wissenschaftlich-mathematische Methoden objektiv klärbare Dinge mit anderen verbunden sind, deren Klärung nur auf durchaus subjektive Weise möglich ist. In dieser Tatsache, die einem reinen Wissenschaftler vielleicht unsympathisch ist, besteht für den wirklichen Ingenieur einer der größten Reize seines Berufes.

Ähnlich wie es eben im Zusammenhang mit dem Wirkungsgrad gezeigt wurde, müssen in anderen Fällen oft ähnlich verschiedenartige Forderungen miteinander in Übereinstimmung gebracht und gegeneinander abgewogen werden oder man muß zunächst Klarheit darüber schaffen, welcher Gesichtspunkt die führende Rolle spielen soll. Der Ingenieur muß daher ein Mann des Ausgleichens und der Kompromisse, des Anpassens und Aufpassens, der Geschmeidigkeit und des Verständ-



Phot. Schächterle, Z. VDI 1938, S. 625, 629

Abb. 7. Eisenbetonbrücke.

Beachte: Völliges Fehlen „schmückender“ Zutaten. Beide Brücken wirken lediglich durch die geschickte Ausnützung ihrer Bauelemente und ihre Anpassung an die Landschaft.

nisses für fremde Bedürfnisse, wenn es nottut, aber auch entschlossen sein, sich allen Widerständen zum Trotz durchzusetzen und das scheinbar Unmögliche möglich zu machen. Eine Oase stiller Beschaulichkeit ist der Ingenieurberuf nicht, wodurch er sich vielleicht gleichfalls von mancher rein wissenschaftlichen Betätigung unterscheidet.

1) **Zusammenfassung.** Wir haben erkannt, daß der Ingenieurberuf außer fachlichem Wissen und Können bestimmte Charaktereigenschaften erfordert und in manchem anders geartet ist als andere Berufe, aber Menschen der verschiedenartigsten Temperamente, Veranlagungen und Neigungen tiefe Befriedigung und die Möglichkeit bietet, mit ihren Gaben etwas zu leisten. Seine einzelnen Zweige stellen vom fast rein

wissenschaftlich tätigen Ingenieur über den Konstrukteur und Erfinder bis zum vorwiegend kaufmännisch und verwaltungstechnisch tätigen Ingenieur höchst verschiedenartige Anforderungen. Eine ausgesprochene Ingenieurbegabung ist natürlich erwünscht, aber nicht unbedingte Voraussetzung für erfolgreiches Bekleiden einer Ingenieurstellung. Sie erleichtert nur das Erreichen führender Posten und macht einen Menschen für die verschiedensten Arten von Ingenieurstätigkeit vielseitiger verwendbar. Jedoch kann jemand, sofern er nur Freude an technischen Dingen hat, auch ohne ausgesprochene Ingenieurbegabung mindestens mittlere Stellungen erlangen und ein gutes, auch innerlich befriedigendes Auskommen finden. Auf führende Posten wird er um so leichter gelangen, je größer sein Fleiß und eine je stärkere Persönlichkeit er ist. Auf S. 15 wurde bereits erwähnt, daß die Tätigkeit vieler Ingenieure mit erheblichem Risiko verknüpft ist und daher außer Wissen, das sich durch Examen nachprüfen läßt, Eigenschaften erfordert, deren Vorhandensein nur das Leben, aber kein wie auch immer geartetes Prüfungsverfahren feststellen kann. So wie manche, selbst hervorragende Mediziner sich für die blitzschnelles Handeln verlangende Tätigkeit eines Chirurgen nicht eignen, so eignen sich manche tüchtige Diplomingenieure für gewisse industrielle Posten nicht. Wer dies nicht erkennt, kommt leicht zu Folgerungen, deren Propagierung und Durchführung der Technik und dem Ingenieurstand in seiner Gesamtheit nur abträglich sein könnten.

Da nun Studenten meist nicht zuverlässig beurteilen können, welche Art von Ingenieurstätigkeit für sie am besten paßt, und da in manchen von ihnen konstruktive Fähigkeiten schlummern, die nur geweckt und entwickelt zu werden brauchen, sollten sie nicht aus Sorge, Konstruieren liege ihnen nicht, oder aus Bequemlichkeit Spezialgebiete studieren, die wenig Konstruieren verlangen, sondern sich ein solides, wenn auch etwas enges Wissen in den Fächern aneignen, die das eigentliche Fundament der Technik bilden und zu denen Konstruieren immer gehören wird. Dann können sie später auf den verschiedensten Gebieten Fuß fassen und leichter von der allgemeinen Technik auf ein Sondergebiet übergehen, als wenn sie ein Sondergebiet studiert hätten und dann in der Praxis allgemeinen Maschinenbau betreiben müßten.

So wichtig die Fähigkeit des schöpferischen Gestaltens ist, so wird sie doch nur von verhältnismäßig wenigen Ingenieuren verlangt. Die meisten kommen mit Kenntnissen aus, die ein einigermaßen intelligenter Mensch mit Freude an technischen Dingen sich durch Fleiß und Ausdauer unschwer aneignen kann. Hat er noch Willen, Tatkraft, Selbstvertrauen und gewandte Umgangsformen, so braucht ihm um seine Zukunft als Ingenieur nicht bange zu sein.

Jeder Irrtum rächt sich beim Ingenieurschaffen und ist noch nach vielen Jahren nachweisbar. Auch in rein geschäftlichen Dingen hat da-

her derjenige die besten Erfolge, der den Problemen auf den Grund geht und dem Zufall möglichst wenig überläßt. Das Streben nach Erkenntnis und Wahrheit stellt den Ingenieur in seinem Berufe und außerhalb desselben auf eine hohe Stufe, verleiht ihm den Nimbus der Persönlichkeit und läßt ihn — wenigstens in reiferen Jahren — gelassen auf Dinge schauen, denen er sich nicht immer entziehen kann, die aber oberflächlichen Naturen das Dasein sehr sauer machen können.

Hohe menschliche Eigenschaften sind für das Ausüben des Ingenieurberufes ebenso wichtig wie großes technisches Wissen, denn nur die sind vom rechten Ingenieurgeist beseelt, die die Erkenntnis der Erkenntnis wegen suchen; die das Verlangen nach Wissen und Ergründen wie eine verzehrende Leidenschaft in sich spüren; die auf Grund ihrer Erkenntnisse mit Phantasie, Wagemut und gesundem Menschenverstand sich bemühen, Vorhandenes zu verbessern und Neues zu schaffen; die ihre eigene Arbeit lieben und fremde Arbeit und Ansichten, auch wenn sie von den ihrigen abweichen, achten und den Trieb haben, mit ihren Gaben anderen zu helfen.

Folgenden Punkt können aber Ingenieure nicht sorgsam genug beachten, weil von ihm der Ertrag ihrer Tätigkeit und die Befriedigung abhängen, die sie ihnen bieten kann. So wie in der Technik ein paar in ihrem Wesen einfache Grundgesetze eine überragende Rolle spielen, von denen viele weniger wichtige Gesetze nur eine andere Ausdrucksweise sind, so gelten auf sämtlichen Gebieten des menschlichen Lebens — in Kunst, Literatur, Theologie und Wissenschaft ebenso wie in Heereswesen, Medizin, Chemie oder Technik — gewisse gerade ihrer Einfachheit wegen so große Wahrheiten, die sich uns in der verschiedensten manchmal etwas entstellten Gestalt immer wieder offenbaren. Eine von ihnen lautet, daß nur Hingabe und Glaube an eine Idee Großes und Dauerndes zu leisten vermögen. Menschen, die von ihnen nicht beseelt sind, mögen es zu Ehren und Reichtum bringen, ihr Werk wird aber fast immer entweder nicht groß oder nicht von Bestand sein. Diese Tatsache, die WERNER VON SIEMENS unter Anwendung auf Erfinder in die Worte kleidete „nur diejenigen Erfinder eröffnen der Entwicklung der Menschheit neue Bahnen, die ihr ganzes Sein und Denken dieser Fortentwicklung um ihrer selbst willen widmen“, wird durch das Leben fast aller hervorragender Forscher und Ingenieure bestätigt und jeder, der offene Augen hat, wird sie im Laufe seines Lebens, wenn auch in bescheidenerem Rahmen, in seiner eigenen Umwelt bestätigt finden. Viele Menschen erkennen sie nur deshalb nicht, weil sie sich durch Augenblickserfolge täuschen lassen und 5 oder 10 Jahre für eine lange Frist halten. Auch die Arbeit von Ingenieuren ohne geniale Begabung wird unabhängig von ihrem materiellen Lohn nur dann vollen sachlichen Erfolg haben und nur dann wirkliche Befriedigung bringen, wenn Glaube und Hingabe sie erfüllen.

III. Werdegang einiger großer Erfindungen.

Wahr ist, was fruchtbar ist.

GOETHE.

1. Über das Entstehen von Erfindungen.



Krüger pinx.

AUGUST BORSIG (1804—1854)¹.

Hervorragender Ingenieur von ungewöhnlichem Weitblick und einer der bedeutendsten deutschen Industriebegründer.

Die Geschichte des Entstehens einiger bedeutender Erfindungen ermöglicht aufschlußreiche Einblicke in den Erfindungsvorgang und die Erfinderpersönlichkeit. Infolge voneinander abweichender Quellen und aus anderen Gründen stimmen möglicherweise nicht alle folgenden Daten, was aber unerheblich wäre, da das Buch nicht eine exakte historische Darstellung geben, sondern aus der Historie einige für unsere Betrachtungen wichtige Punkte herauschälen will. Außer den Hauptetappen der Erfindungen werden Äußerungen ihrer Urheber und deren Zeitgenossen angeführt, weil man Erfindern nur gerecht werden kann, wenn man sie aus den

Verhältnissen, die zu ihrer Zeit herrschten, zu begreifen versucht. Ingenieure müssen sich nämlich besonders davor hüten, die Zweckmäßigkeit von in längst zurückliegenden Epochen getroffenen Maßnahmen nach heutigen Maßstäben und Erkenntnissen zu beurteilen, wenn sie nicht zu einer völlig falschen Einstellung kommen wollen, denn die Verhältnisse ändern sich in der Technik oft noch schneller und gründlicher als in der Geschichte und Politik. Vor einem Menschenalter, geschweige denn zu den Zeiten von WATT oder STEPHENSON, waren z. B. weder Baustoffe, noch Fertigungsverfahren und technisch-wissenschaftliche Erkenntnisse auch nur annähernd auf ihrem heutigen

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

Stand, weshalb für Menschen jener Periode vieles, was für uns selbstverständlich ist, ein sehr schwieriges Problem bedeutete, s. S. 92.

a) **Die Erfindung der Dampfmaschine.** Haupttriebfeder für die Erfindung der Dampfmaschine durch JAMES WATT war die Schwierigkeit, mit den damals bekannten Mitteln die großen Wassermassen zu bewältigen, die durch Ausbeutung tieferer Kohlenflöze in die Bergwerke einbrachen. Die sehr primitiven Dampfmaschinen jener Zeit wurden ausschließlich zum Wasserheben verwendet, ein sonstiges Bedürfnis für motorische Kraft bestand noch nicht. Deshalb hatten auch die ersten WATTschen Dampfmaschinen nur hin- und hergehende Bewegung, die zum Antrieb der Gestängepumpen am vorteilhaftesten und konstruktiv am einfachsten zu ermöglichen war. Erst später ging WATT zur Drehbewegung über und erschloß dadurch der Dampfmaschine ihren Siegeszug durch die ganze Welt¹.

1640—1660 OTTO VON GUERICKE (1602—1686) erfindet die Luftpumpe und führt den luftleeren Raum vor, ein für seine Zeitgenossen außerordentliches Ereignis.

1690 PAPIN erfindet die Dampfmaschine.

1712 PAPIN stirbt völlig verarmt.

1698 SAVERY erhält ein Patent auf eine verbesserte Dampfmaschine.

1713 NEWCOMEN liefert die erste atmosphärische Maschine² für eine Wasserhaltung.

1729 Der Bau atmosphärischer Wasserhaltungsmaschinen breitet sich in England langsam aber stetig aus.

1759 JAMES WATT (1736—1819) beschäftigt sich erstmals mit Dampfmaschinen.

1765 WATT schreibt: „Alle meine Gedanken sind auf die Dampfmaschine gerichtet, ich kann an nichts anderes mehr denken.“

1769 WATT erhält sein grundlegendes Patent.

WATT baut verschiedene kleinere Dampfmaschinen.

1771 WATT schreibt: „Ich bin jetzt 35 Jahre alt und habe der Welt noch nicht für 35 Pfennig genützt“ und: „Es gibt nichts Törichtereres im Leben, als zu erfinden.“

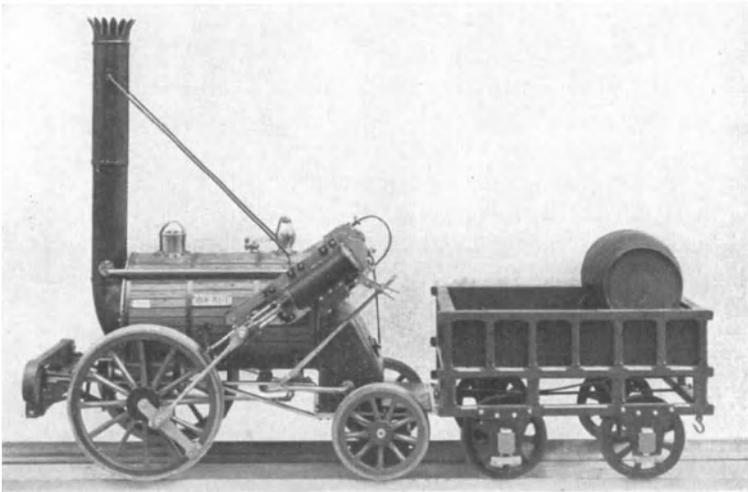
1773 WATTS Dampfmaschine Beelzebub (Zylinderdurchmesser 460 mm, Hub 1500 mm) arbeitet zufriedenstellend.

1775 WATTS Patent wird durch Parlamentsbeschluß um 25 Jahre verlängert.

¹ MATSCHOSS, C.: Entwicklung der Dampfmaschine Bd. I. Berlin.

² Atmosphärische Maschinen waren Dampfmaschinen, bei denen Dampf von annähernd atmosphärischer Spannung in sehr primitiver Weise zum Erzeugen einer die Arbeitsleistung bewirkenden Luftleere benutzt wurde.

- 1776 WATT schließt sich mit dem Industriellen BOULTON und den Ingenieuren WILKINSON und MURDOCK zusammen¹.
- 1778 WATT beginnt, große Einnahmen zu erzielen.
- 1782 WATT baut auf BOULTONS Rat die erste Dampfmaschine mit Drehbewegung.
- 1783 WATTSche Dampfmaschinen haben die atmosphärischen Maschinen verdrängt und nur noch 25% ihres Kohlenverbrauches.
- 1785 WATT wird mutlos, die Lage der Maschinenfabrik BOULTON und WATT kritisch, da die für jene Zeit ungeheure Summe von 800000 RM. ohne entsprechende Gewinne in die Dampfmaschine gesteckt worden war.



Phot. Dtsch. Museum

Abb. 8. Stephensons Lokomotive „Rocket“ aus dem Jahre 1829.

- 1788 Die Krise ist überwunden. Gewaltige Einnahmen setzen ein. „Kaiser und Könige besuchen BOULTON und WATT.“
- 1800 WATTS Monopol auf Dampfmaschinen läuft ab. Die Welt wird maschinentoll.
- b) Die Erfindung der Dampflokomotive.** Haupttriebfeder für die Erfindung der Dampflokomotive war die Schwierigkeit, die immer größer werdenden Kohlentransporte mit Pferdefuhrwerken zu bewältigen.
- 1769 CUGNOTS Dampfwagen läuft mit 4 km/h Geschwindigkeit.
- 1781—1786 MURDOCK baut mehrere Dampfwagen.

¹ DICKINSON, H. W.: A short history of the steam engine. Cambridge 1938.

- 1797—1801 **TREVITHICK** (1771—1833) baut mehrere Dampfwagen¹.
 1803 **TREVITHICKS** erste Dampflokomotive.
 1803 **EVANS** setzt in Nordamerika die erste Straßenlokomotive in Gang.
 1811 **BLINKINSOPS** Zahnradlokomotive.
 1813 **HEDLEYS** Lokomotive Puffing Billy.
 1814 **STEPHENSONS** (1781—1848) erste Lokomotive.



Phot. Dtsch. Museum

Abb. 9. Borsig-Lokomotive „Adler“ aus dem Jahre 1835.



Abb. 10. Moderne Schnellzuglokomotive.

- 1829 **STEPHENSONS** Lokomotive Rocket (3,3 atü Druck, 12 PS Leistung, 34 km/h Höchstgeschwindigkeit, 8—9 kg/PS Kohlenverbrauch statt 14—18 kg/PS älterer Lokomotiven) siegt bei **RAINHILL** über die Lokomotiven von **HACKWORTH**, **BURSTALL** und von **BRAITHWAITE** und **ERICSSON** (1803—1889).
 1833 **TREVITHICK** stirbt völlig verarmt.
 1836 **STEPHENSONS** Patentlokomotive gibt der Dampflokomotive ihr im wesentlichen endgültiges Gesicht.

¹ **DICKINSON**, H. W., u. **A. TITLEY**: Richard Trevithick. The engineer and the man. Cambridge 1934.

c) **Die Erfindung des Dieselmotors.** Im Gegensatz zu den Zeiten von JAMES WATT und GEORGE STEPHENSON gab es vor der Erfindung des Dieselmotors bereits zu großer Vollkommenheit entwickelte Wärmekraftmaschinen. RUDOLF DIESEL hatte aber infolge der benötigten hohen Drücke, genauen Dosierung und feinen Zerstäubung des Brennstoffes aus praktischen und infolge Überschätzens des „CARNOTSchen Kreisprozesses“¹ aus theoretischen Gründen mit außerordentlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, obgleich sich der Maschinenbau auf einer ungleich höheren Entwicklungsstufe befand als Ende des 18. Jahrhunderts.

- 1860 LENOIR bringt die erste gangbare Gasmachine heraus.
- 1860 OTTO beginnt sich mit LENOIR-Maschinen zu beschäftigen.
- 1867 OTTO (1832—1891) erfindet den Flugkolbenmotor.
- 1872 BRAYTON baut einen verbesserten Gasmotor.
- 1876 OTTOS erster betriebsfähiger Viertakt-Motor läuft.
- 1884 DIESEL (1858—1913) will einen Ammoniakmotor bauen.
- 1886 DIESEL entwirft einen Ammoniakmotor.
- 1886 DIESEL sieht sich nach einem anderen Arbeitsverfahren um.
- 1892 DIESEL erhält sein grundlegendes Patent.
- 1893 DIESEL veröffentlicht sein Verfahren.
DIESEL gewinnt die Maschinenfabrik Augsburg und die Firma FRIEDRICH KRUPP in Essen als Lizenznehmer.
Der Dieselmotor erzielt die erste Zündung (10. August).
- 1894 Der Dieselmotor gibt erstmals ruckweise Arbeit her und läuft etwa 1 Minute lang leer (17. Februar).
Andauernde Enttäuschungen und Quertreibereien.
- 1895 Der Wärmeverbrauch des Dieselmotors ist nur noch etwa halb so groß wie der aller anderen Wärmekraftmaschinen (26. Juni).
- 1897 Der DIESEL-Viertaktmotor hat seine für viele Jahre maßgebende Form erreicht.
- 1900 Die Versuche haben rund 600000 RM. verschlungen. DIESEL ist fünffacher Millionär.
Der Compoundmotor von DIESEL erweist sich als Fehlschlag.
- 1897—1905 Der DIESEL-Motor hat noch mit großen Fabrikations-schwierigkeiten zu kämpfen.

d) **Die Erfindung des lenkbaren Luftschiffes.** Während bei Dampfmaschinen und Verbrennungsmotoren große Vorteile für die gesamte Wirtschaft und entsprechende Gewinne lockten, ist die Erfindung des lenkbaren Luftschiffes vorwiegend militärischen und sportlichen Erwägungen zu verdanken. Sein Bau machte wegen der mangelhaften

¹ Der CARNOTSche Kreisprozeß gibt an, auf welche Weise Wärme theoretisch besonders vorteilhaft in Arbeit verwandelt werden kann.

meteorologischen und aerodynamischen Kenntnisse, der ungeeigneten Antriebsmotoren und Baustoffe und dem geringen Verständnis des Publikums außerordentliche Schwierigkeiten.

- 1835 Graf LENNOXS Luftschiff „Adler“ wird beim ersten Flugversuch vernichtet, Abb. 11.
- 1852 GIFFARDS erster Flug mit einem Luftschiff.
- 1872 PAUL HÄNLEIN baut ein Luftschiff (3,6 PS Leistung).
- 1873 Graf ZEPPELIN (1838—1917) fertigt den ersten Entwurf eines starren Luftschiffes an.
- 1874 Der Postminister von STEPHAN sagt die Revolutionierung des Weltverkehrs durch die Luftfahrt voraus.
- 1884—1885 RENARD und KREBS bauen das Luftschiff La France (8,5 PS).
- 1892—1893 Graf ZEPPELIN entwirft ein starres Luftschiff.
- 1894 Das Preußische Kriegsministerium lehnt den Bau eines ZEPPELIN-Luftschiffes ab.
- 1896 Der Verein Deutscher Ingenieure erstattet ein für Graf ZEPPELIN günstiges Gutachten.
- 1897 Die Luftschiffe von Dr. WÖLFERT und von SCHWARZ, Abb. 12, verunglücken.
- 1900 Versuchsfahrt mit dem ersten „Zeppelin“ (30 PS Leistung, 11300 m³, 28 km/h Geschwindigkeit).
- 1901 SANTOS-DUMONTS Luftschiff (12 PS Leistung).
- 1903 Abbruch des ersten „Zeppelin“ aus Mangel an Mitteln.
„Der verrückte Graf.“
- 1904 Bau des zweiten „Zeppelin“ (170 PS Leistung, 11300 m³, 44 km/h Geschwindigkeit).
- 1904 LEBAUDYS Luftschiff (40 PS Leistung).
- 1906 Zerstörung des zweiten „Zeppelin“ im Sturm. Das Privatvermögen von ZEPPELIN ist verbraucht.
Fahrt des dritten „Zeppelin“. Die kritische Stimmung von Publikum und Behörden schlägt um.
- 1908 Zeppelin Z 4 (210 PS, 15000 m³, 49 km/h) wird auf 24stündiger Dauerfahrt kurz vor dem Heimathafen vom Sturm zerstört.
Die Lebensarbeit von Graf ZEPPELIN scheint vernichtet zu sein.
Volksspende bringt in kurzer Frist 6 Millionen Mark ein.
- 1910 Abermalige Vernichtung eines „Zeppelin“ im Gewitter.
Öffentliche Meinung schlägt erneut um.
- 1914—1918 101 „Zeppeline“ legen in 470 Fahrten 1700000 km zurück.
- 1924 Der Zeppelin „Los Angeles“ fliegt nach Nordamerika (2000 PS, 70000 m³).
- 1930 Beginn regelmäßiger Fahrten mit „Zeppelin“ nach Übersee.

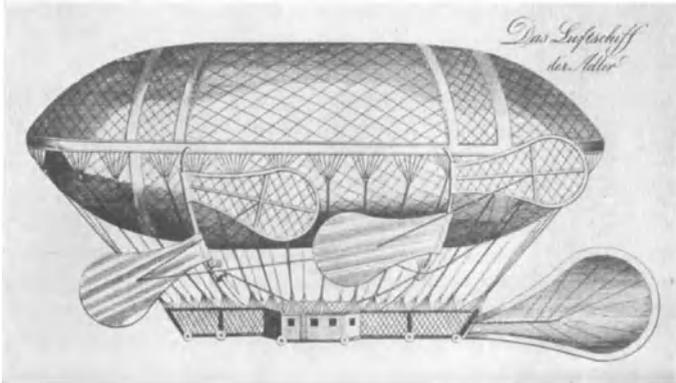
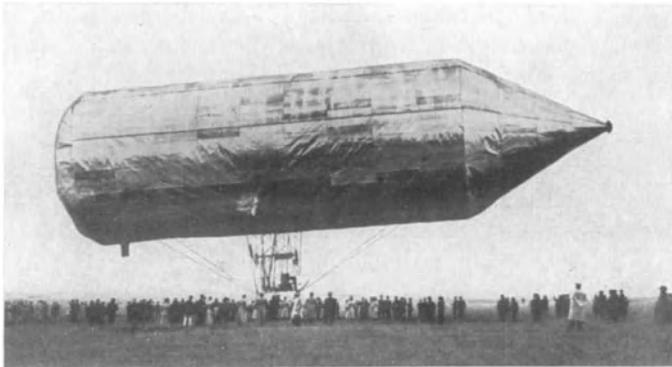


Abb. 11. Luftschiff „Adler“ des Grafen LENNOX für eine „Luftkommunikation zwischen London und Paris“ aus dem Jahre 1835.



Phot.
Dtsch.
Museum

Abb. 12. Luftschiff von SCHWARZ mit Aluminium-Ballonhülle aus dem Jahre 1897.

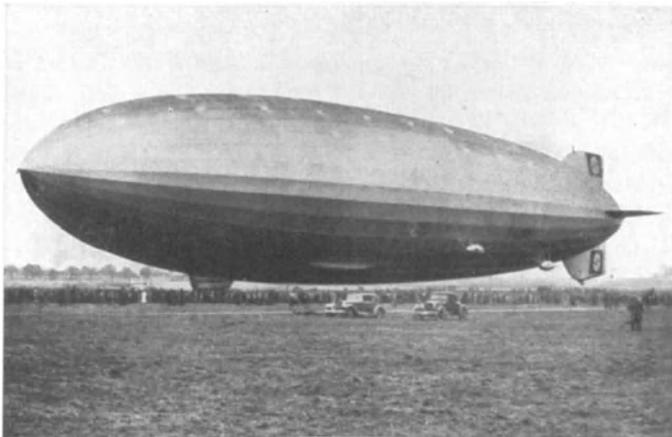


Abb. 13. Zeppelin-Luftschiff Hindenburg. Baujahr 1936.

Beachte in den Abbildungen 11 bis 13 den Wandel der äußeren Form und wie häßlich uns heute Abb. 12 erscheint, weil das Luftschiff aerodynamisch und konstruktiv verfehlt ist.

- 1936 Luftschiff LZ 139 „Hindenburg“ (3600 PS, 200 000 m³, 125 km/h Geschwindigkeit, 50 zahlende Fahrgäste) fertiggestellt, Abb. 13.
 1937 Luftschiff „Hindenburg“ bei der Landung in Lakehurst vernichtet (7. Mai).

2. Stimmen der Zeitgenossen.

Die Ansichten von Zeitgenossen über Erfindungen ihrer Epoche sind ebenso reizvoll wie aufschlußreich.

a) **Äußerungen über die Dampfmaschine.** Über WATT sind meines Wissens authentische Äußerungen nicht bekanntgeworden, wohl aber machten ihm seine Zeitgenossen durch versuchte Eingriffe in seine Schutzrechte viele Jahre hindurch schwer zu schaffen. Bemerkenswert ist der Ausspruch über RICHARD TREVITHICK, der es als erster mit Erfolg wagte, zu hohen Dampfdrücken überzugehen (10,5 atü gegenüber nur 0,5 atü von WATT) „er verdiene gehängt zu werden, weil er die Hochdruckdampfmaschine eingeführt habe“, doch wird angenommen, daß er vom Sohn von JAMES WATT herrührt¹.

TREVITHICK nach der ersten erfolgreichen Fahrt seines Straßen-Dampfwagens mit 10 t Eisenlast und 70 Menschen im Jahre 1804: „... Wir werden auf die nächste Reise 40 t Eisen mitnehmen. Bis jetzt nannte mich das Publikum einen Projektmacher, aber jetzt hat sich sein Ton erheblich geändert ...“ Derselbe im Jahre 1830: „Das tiefeingewurzelte Vorurteil des Publikums, Hochdruckdampf (man verstand hierunter jenesmal Dampf von rund 10 at) sei nicht vorteilhaft, ist durch das überlegene Arbeiten meiner Maschine . . . fast überwunden, aber es dauerte 26 Jahre, bis die englischen Ingenieure die Augen wenigstens teilweise öffneten.“

b) **Äußerungen über die Dampflokomotive.** Mr. ALDERSON im englischen Parlament: „Ich denke, es ist erwiesen, daß der STEPHENSONsche Plan der abgeschmackteste ist, der je in einem Menschengehirn ausgeheckt wurde . . . Ich behaupte, daß STEPHENSON nie einen Plan gehabt hat und daß er gar nicht fähig ist, einen zu entwerfen.“ An derselben Stelle Sir ISAAC COFFIN: „Weder das auf dem Feld pflügende, noch das auf den Triften grasende Tier wird dies Ungeheuer ohne Entsetzen wahrnehmen. Die Eisenpreise werden sich wahrscheinlich verdoppeln, wenn die Eisenvorräte nicht, was wahrscheinlich ist, ganz erschöpft werden. Die Eisenbahn wird der größte Unfug sein.“

¹ Rein technisch ist der Ausspruch verständlich, da damals die Werkstoffe und Herstellungsverfahren für mit hohem Druck arbeitende Dampfkessel noch außerordentlich primitiv, Explosionen aber wegen des Fehlens einer chemischen Wasserreinigung weit leichter möglich waren als 100 Jahre später. Bemerkenswert ist der Ausspruch aber insofern, als er zeigt, daß auch damals selbst sehr bedeutende Ingenieure vollkommen in zeitbedingten Vorstellungen befangen waren.

KARL LEUCHS in seinen Erinnerungen an die Eröffnung der Nürnberg—Fürther Bahn (1835)¹: „Die einen bezweifelten, daß der Bahndamm halten würde, daß jemand sein Leben dem so schnell fahrenden Dampfwagen anvertrauen werde. Wieder andere sahen voraus, daß die Schienen gestohlen oder von den Kutschern, die durch sie um ihren Verdienst kamen, zerstört würden, oder bei einem Krieg von dem Feinde weggenommen werden . . .“

Das berühmt gewordene Gutachten des Königlich-Bayerischen Obermedizinal-Kollegiums, demgemäß die Lokomotive bei Reisenden wie Zuschauern schwere Gehirnerkrankungen erzeugen werde und daher der Bahnkörper mit hohen Zäunen umgeben werden müsse, ist nicht authentisch.

Der damals in Amerika lebende Nationalökonom FRIEDRICH LIST (1789—1846): „New York wird die Steinkohle von Newcastle brennen, die Bewohner von Philadelphia werden sich zuweilen die im niedersächsischen Staate gewachsenen Kartoffeln schmecken lassen . . . Nun bedenke man, wie unermeslich die Produktionskräfte von ganz Deutschland gesteigert würden, wenn eine der Seefracht an Wohlfeilheit und Schnelligkeit gleichkommende Landfracht bestände.“

Bei Eröffnung der Berlin—Potsdamer Bahn (1838) riet der Berliner Pfarrer GOSNER seinen Frommen, „sich um ihrer Seligkeit willen von dem höllischen Drachen fernzuhalten“. Der für die Eisenbahn begeisterte Kronprinz FRIEDRICH WILHELM sagte am gleichen Tage: „Diesen Karren, der durch die Welt rollt, hält kein Menschenarm mehr auf“, während sein Vater König FRIEDRICH WILHELM III., der seine Einwilligung zum Bahnbau nur widerstrebend gegeben hatte, in seiner bekannten kurzen Ausdrucksweise meinte: „Sehe keinen Vorteil dabei, wenn eine Stunde früher in Potsdam.“

c) Äußerungen über den Dieselmotor. DIESEL wurde vorgeworfen, er sei kein Motorenfachmann sondern ein Eismaschinen-Ingenieur²; es sei alles ganz anders gekommen, als er vorausgesagt habe; seine berühmt gewordene Schrift sei ein einziger großer Irrtum gewesen; er habe entgegen seinen Prophezeiungen seinen Motor mit einem Kühlmantel versehen und die Isotherme nicht verwirklicht usw. . . .³

Der Motorenfachmann CAPITAINE: „Das, was DIESEL geleistet hat, ist bekannt gewesen, und das, was neu war, hat nichts getaugt.“

Der berühmte Prof. REULEAUX zum jungen DIESEL: „Man darf Ihnen deshalb Glück wünschen und zugleich diejenige Ausdauer, die jede neue technische Aufgabe erfordert. Ihre Maschine führt abermals

¹ BECKH, M.: Deutschlands erste Eisenbahn. Nürnberg 1935.

² Mit fast demselben Argument arbeiten auch heute noch Spezialisten mit Vorliebe, wenn ein ihnen an Fähigkeiten überlegener Außenseiter ihre Kreise stört.

³ DIESEL, E.: Diesel. Hamburg 1937.

einen Stoß gegen die mächtige Dampfmaschine, indem sie deren Wärmeausnutzung übertrifft.“

d) **Äußerungen über lenkbare Luftschiffe.** WERNER VON SIEMENS etwa im Jahre 1890¹: „Noch schlimmer als mit Flugmaschinen steht es mit den lenkbaren Luftschiffen. Die Aufgabe, solche herzustellen, ist im Prinzip längst gelöst, denn jeder Luftballon kann durch einen passenden Bewegungsmechanismus, der in der Gondel angebracht ist, bei windstillem Wetter in beliebiger Richtung fortbewegt werden. Dies kann aber nur langsam geschehen, weil einmal hinlänglich leichte Kraftmaschinen noch fehlen, um den voluminösen Ballon in größerer Geschwindigkeit durch die Luft oder gegen den Wind zu treiben, und weil zweitens das Material des Ballons einen starken Gegendruck der Luft gar nicht vertragen würde, wenn man auch solche Maschinen besäße. Die längliche Form, welche die Erfinder dem Ballon geben, damit er die Luft besser durchschneide, vermehrt sein Gewicht bei gleichem tragenden Volumen und ist daher ohne Wert . . .“

Gegen die ZEPPELINSche Erfindung wurden die verschiedensten Einwände gemacht, die sich zum Teil mit den eben genannten decken. Bemerkenswert durch Sachlichkeit und Weitblick ist das dem Grafen ZEPPELIN günstige Gutachten des Vereins Deutscher Ingenieure aus dem Jahre 1896. Um die Jahrhundertwende wurde ZEPPELIN in weitesten Kreisen nicht anders als „der verrückte Graf“ bezeichnet. Ich kann mich noch gut entsinnen, daß man sich nur darum stritt, ob ZEPPELIN ein Narr oder ein Schwindler sei. Davon, daß das, was er vorhabe, vollkommener Unsinn sei, war ein großer Teil des Publikums fest überzeugt. Dem Grafen ZEPPELIN erging es nicht viel anders als 100 Jahre vorher dem ersten erfolgreichen Erbauer eines Dampfbootes, JOHN FITCH, der verlacht und verkannt und in „äußerster Erschöpfung und Armut“ sich im Jahre 1798 vergiftete, oder den gleichfalls verkannten Pionieren des Flugzeugbaues, Prof. LANGLEY und OTTO LILIENTHAL.

Interessant sind 2 Äußerungen des Grafen ZEPPELIN aus dem Jahre 1896². Er meinte: „Das Luftschiff hat gegenüber dem Flugzeug den ungeheueren Vorteil voraus, daß es — vom Unglücksfall einer Entzündung abgesehen — niemals jäh abstürzen kann“. Über die Flugmaschine von Prof. WELLNER bemerkte er: „Der Seiltänzer zeigt seine Kunst in schwindelnder Höhe erst, nachdem er sie nahe über der Erde erlernt hat. Wer sich zum Führer der Flugmaschine ausbilden wollte, wird regelmäßig beim ersten Flug das Genick brechen.“ Diese heute als völlig undiskutierbar erscheinende Flugmaschine, für die ZEPPELINS Behauptung zweifellos zutraf, hatte aber von „berufener Seite“, darunter

¹ SIEMENS, W. VON: Lebenserinnerungen von Werner von Siemens. Berlin 1938.

² ZEPPELIN, Graf F.: Z. VDI 1896 S. 408—414.

von dem berühmten Professor des Maschinenbaues RADINGER, hohe Anerkennung gefunden. Sie war übrigens die erste Erscheinung der Luftschiffahrt, die in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure behandelt wurde (1894), ein Zeichen, für wie utopisch auch Ingenieure damals Flugzeuge noch hielten.

e) **Äußerungen über sonstige Erfindungen und Entdeckungen.** Auch die Elektrotechnik bietet schöne Beispiele für das Verkennen der Bedeutung großer Erfindungen. Noch 2 Jahre vor der berühmten Drehstrom-Hochspannungs-Fernübertragung Lauffen a. N.—Frankfurt a. M. (1891), die dem elektrischen Strom erst die Welt ganz erschlossen hat, lehnte EDISON eine Einladung des Chefelektrikers der AEG, M. VON DOLIVO-DOBROWOLSKY, sich den von ihm geschaffenen Motor anzusehen, mit dem Bemerkung ab, Wechselstrom sei ein Unding und habe keine Zukunft, er wolle daher nichts davon wissen und sehen. Sachverständige behaupteten, von der Primärleistung würden höchstens 13% in Frankfurt ankommen (in Wirklichkeit waren es 75%) und wiesen eine Übertragung mit 30000 Volt höhnisch als undurchführbar zurück (heute sind 250000 Volt etwas Selbstverständliches). DOLIVO-DOBROWOLSKY sagte hierüber: „Na, mit solchen Maximalberechnungen haben sich schon früher manche Autoritäten blamiert.“ Die Fehlbeurteilung von Neuerungen ist aber keineswegs eine der Technik eigentümliche Erscheinung, denn auf fast allen Gebieten haben sich zeitgenössische Urteile von Sachverständigen und bedeutenden Persönlichkeiten über Erfindungen und Neuerungen oft als falsch und abwegig erwiesen. Über den beabsichtigten Bau des Suezkanales äußerte sich der Premierminister PALMERSTON im englischen Parlament¹: „Es handelt sich um ein Unternehmen, das in die Klasse jener Schwindelunternehmen gehört, die von Zeit zu Zeit der Leichtgläubigkeit einfältiger Geldleute glauben Schlingen legen zu können. Abgesehen davon, halte ich den Plan vom technischen Standpunkt aus für absolut undurchführbar, mindestens aber mit so enormen Kosten verbunden, daß von einer Rentabilität keine Rede sein kann . . .“ Der Sohn ROBERT (1803—1859) von GEORGE STEPHENSON, ein Ingenieur von Weltruf, meinte, der Kanal hätte, da zwischen Mittelmeer und Rotem Meer kein Höhenunterschied bestehe, keine Strömung, weshalb sein Wasser bald faulen würde.

Das deutsche Oberkommando maß noch im November 1917 Tanks nur geringe Bedeutung bei², und die völlig falschen Ansichten der französischen Generale über die Maginotlinie zeigen ihre folgenden Äußerungen: „Kein Anmarsch motorisierter Truppen wird diese Schranke überraschend überschreiten können“; „an der Maginotlinie wird sich eine ganze Welt auch gegen den am stärksten gerüsteten und furchtbarsten

¹ SCHALL, J.: Die Pforte der Welt. Völk. Beobachter 1940.

² GUDERIAN, Generalfeldmarschall: Achtung Panzer.

Angreifer verteidigen können“; „unsere Befestigungen schützen das Land gegen jeden versuchten Einfall und gegen jede Überraschung.“

Die Jünger Äskulaps nannten IGNAZ SEMMELWEIS, den Entdecker der antiseptischen Wundbehandlung, einen Verräter an der ärztlichen Sache und ein halbes Jahrhundert später stieß der grundlegende Vortrag von CARL LUDWIG SCHLEICH, einem der bedeutendsten Wegbereiter der örtlichen Betäubung (lokale Anästhesie), die heute Allgemeingut der Ärzteschaft ist, zunächst auf Ablehnung¹.

Über die reinen Wissenschaftler schließlich sagte LUIGI GALVANI im Jahre 1792: „Ich bin von den Weisen und den Dummen angegriffen worden. Den einen wie den anderen bin ich ein Spott und man nennt mich den Tanzmeister der Frösche“ (Hinweis auf das berühmte Experiment mit den zuckenden Froschschenkeln). Die Worte, die einer der 40 „Unsterblichen“ der französischen Akademie der Wissenschaften edm Vorfürher des ersten Phonographen von EDISON zugerufen haben soll: „Sie Schuft, glauben Sie, wir lassen uns von einem Bauchredner zum besten halten“, verraten eine Art negativen Aberglaubens. Er war nämlich von der Unmöglichkeit eines Wunders so überzeugt, daß er etwas wirklich Existierendes lediglich deshalb für Schwindel hielt, weil er seine Tatsache nicht bestreiten konnte, sich seine Wirkung aber nicht zu erklären vermochte.

3. Lehren der Geschichte großer Erfindungen.

a) **Allgemeines.** Fast jeder Fortschritt stößt infolge der geistigen Trägheit und Selbstgefälligkeit der Menschen, auch wenn er keine finanziellen Interessen berührt, zuerst auf oft erbitterten Widerstand, so segensvoll er sich schließlich erweisen mag. Menschliche Schwächen und Leidenschaften werden daher bei Erfindungen, die dem einen Besitz, Ruhm und Macht, dem anderen Nachteile bringen können, besonders leicht zum Ausbruch gelangen. Das Wort MACHIAVELLIS „Es gewährt einen packenden Reiz, die Welt zu studieren“, gilt für Erfinder und ihre Zeitgenossen in besonderem Maße. Der Erfinder neigt dazu, die Vorteile seiner Erfindung zu übertreiben, seine Gegner lassen aus Mißgunst, Rückständigkeit und gekränkter Eigenliebe oft kein gutes Haar an ihr und die unbeteiligte Öffentlichkeit, die die Zusammenhänge nicht kennt, weiß nicht, was sie denken soll, bis sich im Laufe der Zeit die Gemüter beruhigen und die Erfindung sich sachlich beurteilen läßt. Aber auch wenn man von persönlichen Motiven absieht, werden manche fragen, weshalb sich bedeutende Fachgenossen in der Beurteilung großer Erfindungen so irren können, und was man von einer Wissenschaft halten soll, deren hervorragendsten

¹ Nach Professor BIER war hieran vor allem eine derbe Entgleisung des Vortragenden und weniger der Inhalt seines Vortrages schuld.

Vertretern derartige Irrtümer unterlaufen. Die Gründe dieser Erscheinung werden deshalb im folgenden näher erörtert.

b) Konzeption und Ausführung einer Erfindung. RUDOLF DIESEL sagte: „Erfinden heißt, einen aus einer großen Reihe von Irrtümern herausgeschälten richtigen Grundgedanken durch zahlreiche Mißerfolge und Kompromisse hindurch zum praktischen Erfolge führen“. Graf GOBINEAU kommt mit den Worten: „Die Sicherheit des Blickes für das Richtige und Wahre gibt noch lange keine Gewähr dafür, daß man es auch zu schaffen vermöge“, in ganz anderem Zusammenhang gleichfalls zum Ergebnis, daß Erkennen und Verwirklichen von etwas Richtigem zwei sehr verschiedene Dinge sind, also besondere Fähigkeiten zum Verwirklichen einer Erkenntnis gehören. Wie wenig erfinderische Ideen es aber bis zur marktfähigen Erfindung bringen, zeigt die Äußerung von WERNER VON SIEMENS: „Auf dem Wege vom gelungenen Experiment bis zum brauchbaren, praktisch bewährten Mechanismus brechen sich zwischen 99 und 100 (von 100) Erfindungen den Hals“ und die von RUDOLF DIESEL, der von einem ungeheuren Abfall von Ideen beim Erfinden spricht.

Entgegen der populären Ansicht sind große Erfindungen fast immer die Frucht mühseliger Anstrengungen des Erfinders und seiner Mitarbeiter, zu denen nicht selten viele namenlose Vorgänger kommen. Nach WERNER VON SIEMENS „haben Ideen an und für sich nur einen sehr geringen Wert. Der Wert einer Erfindung liegt in ihrer praktischen Durchführung, in der auf sie verwendeten geistigen Arbeit, den auf sie verwendeten Arbeits- und Geldsummen“. Da aber nur die erfolgreiche Erfindung der Allgemeinheit etwas nützt, gilt als Erfinder nicht der, der einen bestimmten Gedanken erstmals äußerte, sondern der, der ihm als erster praktisch brauchbare Form gab. Deshalb nennt man WATT den Erfinder der Dampfmaschine und STEPHENSON den Erfinder der Dampflokomotive, obgleich es schon vor ihnen Dampfmaschinen und Dampflokomotiven gegeben hat. Bevor sie verkaufsfähig sind, müssen manche Erfindungen so einschneidende Änderungen durchmachen, daß von der ursprünglichen Idee oft kaum mehr etwas übrigbleibt, was an ein in der Weltgeschichte oft beobachtetes Phänomen erinnert, das HILAIRE BELLOC in die Worte kleidet: „Die Früchte, die das Werk eines Mannes trägt, sind niemals diejenigen, die er erwartet. Immer gibt es eine Nebenwirkung, die nach einer gewissen Zeit als Hauptwirkung erscheint.“ Solche Abweichungen von der ursprünglichen Idee sind, wie das Beispiel RUDOLF DIESELS zeigt, oft Gegenstand einer schulmeisterlichen Kritik, die anmutet, wie wenn die Erstbesteigung eines Berges nur dann eine alpine Leistung wäre, wenn sie genau auf dem Wege erfolgte, der vom Tal aus gesehen als der geeignetste erschienen war.

Die Überführung eines Erfindungsgedankens in praktisch brauchbare Form gelingt oft erst, nachdem geeignete Baustoffe und Fertigungsverfahren oder Zubehörteile entwickelt worden sind (was gleichfalls viel Mühe machen kann), selbst wenn das Zubehör im Rahmen des Ganzen nur sekundäre Bedeutung hat (Stopfbüchsen bei den ersten doppelt wirkenden WATTschen Dampfmaschinen, Einspritzdüsen, Brennstoff- und Luftpumpen bei Dieselmotoren, Einbau und Antrieb der Luftschrauben bei „Zeppelin“, Verwendung von Duraluminium bei Ganzmetallflugzeugen).

Schließlich kann während der Entwicklung einer Erfindung das Erscheinen einer demselben Zweck dienenden anderen Konstruktion (JOSSESche Schwefligsäure-Maschinen bei Aufkommen der Dampfturbinen) oder die Feststellung, daß einer der von einer Erfindung erwarteten Vorteile nicht die ihm beigemessene Bedeutung hat, ihren Wert erheblich beeinträchtigen. Beispielsweise erwies sich der von Graf ZEPPELIN befürchtete jähe Absturz eines Flugzeuges bei versagendem Motor später als weit ungefährlicher als die Brand- und Sturmgefährdung gasgefüllter Ballone, und seine Annahme, Flugzeuge seien nur bis zu Entfernungen von etwa 1000 km geeignet, ist durch die Entwicklung längst überholt. Damit hängt es zusammen, daß selbst 40 Jahre nach dem Aufstieg des ersten „Zeppelin“ die Aussichten des lenkbaren Luftschiffes noch immer nicht endgültig geklärt sind, trotz der gewaltigen Leistungen des Grafen und seiner Ingenieure und trotz der vielen glänzenden Fahrten seiner Luftschiffe.

So wie „Not, Krieg und Luxus wichtige Geburtshelfer beim Entstehen einer Erfindung sind“, ist der Zufall eine große Hilfe bei ihrer Vervollkommnung. Beispielsweise wurde die ursprünglich mit 2 Gängen ausgeführte Schiffsschraube von SMITH dadurch erheblich verbessert, daß infolge des bei einer Kollision erfolgten Wegbrechens eines Ganges das Schiff wesentlich schneller lief, was SMITH auf die richtige Bemessung brachte.

c) Beurteilen der Aussichten von Erfindungen. Hält man sich diese Umstände vor Augen, so ist es unschwer erklärlich, weshalb zeitgenössische Urteile über Erfindungen so stark voneinander abweichen. Es ist also durchaus nicht so, daß diejenigen, die sich über eine später berühmt gewordene Erfindung skeptisch äußerten, töricht oder böseartig oder die anderen eo ipso Leute von Urteil und Weitblick gewesen zu sein brauchen. Weshalb eine Voraussage über ihren Wert bei manchen Erfindungen so schwer ist, wird vielleicht am besten klar, wenn man eine fertige Erfindung mit einem fertigen Buch vergleicht. Eine marktfähige Erfindung unterscheidet sich nämlich von dem ihr zugrunde liegenden erfinderischen Gedanken etwa so wie ein gedruckter Roman von der ihm zugrunde liegenden Idee. Die Idee ist oft schnell gefaßt, das Schrei-

ben des Buches aber eine langwierige Arbeit, und wenn es fertig ist, taugt es manchmal trotz der guten Idee nicht viel. Ähnlich wie man auf Grund seiner tragenden Idee, wenn sie auch noch so geistreich ist, nicht sicher sagen kann, ob der fertige Roman gut sein wird, kann man im Anfangsstadium vieler Erfindungen ihnen schon deshalb keine zuverlässige Prognose stellen, weil die fertige Erfindung das Produkt der erfinderischen Idee, der Begleitumstände und der technischen und charakterlichen Werte des Erfinders, d. h. von Faktoren ist, die man nur zum Teile kennt. Derselbe Erfindungsgedanke kann nämlich einen recht verschiedenen praktischen Wert haben, je nachdem, ob z. B. der Erfinder eine ernsthafte, willensstarke und kenntnisreiche Persönlichkeit ist oder nicht.

Übrigens waren sich manche großen Erfinder über die Aussichten ihrer Erfindungen oft lange Zeit ähnlich unklar wie manche Denker und Dichter über den Erfolg des Werkes, das sie unsterblich machen sollte. Wenn aber selbst Erfinder sich über ihr eigenes Geisteskind täuschen, können fremde Fehlbeurteilungen erst recht nicht überraschen.

Daß ein vorzüglicher Fachmann eine Erfindung manchmal zu Unrecht skeptischer beurteilt als der ihm an positivem Wissen vielleicht weit unterlegene Erfinder, rührt davon her, daß er die zu erwartenden Schwierigkeiten besser kennt. Es ist ähnlich wie beim Bergsteigen, wo ein krasser Laie einen spaltenreichen verschneiten Gletscher aus Unkenntnis der drohenden Gefahren manchmal in einem Bruchteil der Zeit überwindet wie ein routinierter Alpinist, aber eben nur „manchmal“. Die Dinge liegen also so, daß bei einer einzelnen Erfindung auch ein hervorragender Ingenieur sich täuschen kann, daß aber bei einer Summe von Erfindungen die Summe der Urteile kenntnisreicher Ingenieure zutreffender ist als diejenige von Menschen mit einer erfinderischen Ader, aber ohne solides Fachwissen.

Unter den großen Erfindern waren GEORGE STEPHENSON, ALFRED KRUPP, WERNER VON SIEMENS und HUGO JUNKERS einige der wenigen, die die volle Bedeutung ihrer Erfindung von Anfang an erkannt und bis an ihr Ende einen kühlen Kopf behalten haben. Ein Biograph von STEPHENSON kleidete dies in die Worte, er habe zum ersten Male „das Bild des Eisenbahnverkehrs in seiner Gesamtheit gesehen, während alle anderen nur ein Herumstümpfern auf den Schienen wahrnahmen“, Worte, die mit Bezug auf den Luftverkehr auch für HUGO JUNKERS¹ gelten.

Im übrigen sind Äußerungen auch bedeutender Ingenieure über eine im Anfangsstadium befindliche Erfindung manchmal nicht viel mehr als stimmungsmäßige Vermutungen. Beweiskräftig können aber nur sachlich

¹ BLUNK, R.: Hugo Junkers. Der Mann und das Werk. Berlin 1940.

fundierte Ansichten sein und auch diese nur, wenn die Erfolge einer Erfindung auf sie und nicht auf andere Ursachen zurückzuführen sind. Da im Anfangsstadium vieler Erfindungen gar nicht bekannt sein kann, welche unter Umständen „nebensächlichen“ Bestandteile später Schwierigkeiten machen oder welche besonderen Baustoffe und Fertigungsverfahren für ihre Durchführung benötigt werden, oder welche Hindernisse auftreten, kann eine sonst richtige Beurteilung der Aussichten einer Erfindung allein dieser Unkenntnis wegen sich als falsch erweisen. Es wird aber immer Menschen geben, die dies nicht begreifen, sondern fest davon überzeugt sind, daß sie die Aussichten einer großen Erfindung sofort erkannt hätten, wenn sie sie nur miterlebt haben würden. Sie merken leider nur nicht, welche Irrtümer und Fehlschlüsse sie selber zu ihrer Zeit begehen. Manche falschen Voraussagen müssen daher milde beurteilt werden. Anders ist es, wenn sie auf Mißgunst, verletzte Eitelkeit oder auf wissenschaftlichen Dünkel zurückzuführen sind, der glaubt, eine gerade herrschende Theorie habe Ewigkeitswert. Solche Dogmatiker bieten auch in der Heilkunde wenig erfreuliche Parallelen.

4. Erfindung und Erfinderpersönlichkeit.

Die geschichtlichen Daten auf S. 29—35, aber auch moderne Erfindungen, wie der JUNKERS-Motor mit gegenläufigen Kolben, zeigen, daß die Entwicklung großer Erfindungen bis zur marktfähigen Konstruktion etwa 15—30 Jahre dauert, selbst wenn man von der Zeit absieht, die Vorgänger für die Verwirklichung derselben Idee geopfert haben. Das Auffinden der zweckmäßigsten Form ist oft ein noch länger dauernder Vorgang (Abb. 1—5, 8—13). Das Herausbringen großer Erfindungen ist also meist ein sehr teures Unterfangen, von dem Sein oder Nichtsein einer Firma abhängen kann. Es ist daher verständlich, wenn ein Unternehmen manchmal eine an sich hoffnungsvolle Entwicklungsarbeit abbricht, weil es glaubt, das Hineinstecken von weiterem Geld nicht mehr verantworten zu können. Erkennt ein Fabrikant diesen Zeitpunkt nicht, so wird er leicht zum Spekulant. Aber auch wenn er angesichts der ihm zur Verfügung stehenden Mittel mit Recht auf die weitere Auswertung verzichtet, wird ihm die Öffentlichkeit oft nicht gerecht, wenn ein anderer mit der Erfindung schließlich doch Erfolg hat.

Erfinder aber können an ihrer seelischen Konstitution, ihrem Hang zum Grenzenlosen und weil die Zeit noch nicht reif ist, scheitern. Es hängt daher oft viel davon ab, ob sie die erforderliche Unterstützung finden. RUDOLF DIESEL sagt hierzu: „Wenn ein Genie . . . nicht eine außerordentliche Begabung für den Lebenskampf hat, hat es sehr wenig Aussicht, sich im Lebenskampf zu erhalten, wenn ihm dabei nicht geholfen wird“. DENIS PAPIN, den JAMES WATT als das größte Genie unter seinen Vorgängern bezeichnet hat, starb verarmt und erfolglos, weil die

zur Verwirklichung seiner Ideen erforderlichen Herstellungsverfahren noch fehlten. Der von Ideen überschäumende energische TREVITHICK, dessen Leben „eine Folge von Sonnenschein und Unglück“ war, scheiterte, weil er sich mit zu vielen Dingen beschäftigte. Das erfinderische Genie des übervorsichtigen, gehemmtten JAMES WATT kam erst zur vollen Auswirkung, als er sich mit dem optimistischen, die Dinge von hoher Warte betrachtenden und über große Mittel verfügenden Industriellen BOULTON¹ zusammentat. WATT suchte ähnlich wie JUNKERS, bevor er sich an die Ausführung machte, aus vielen Ideen sorgfältig diejenige aus, die ihm zum Erreichen des gesteckten Zieles am geeignetsten erschien. Bei TREVITHICK, dem dieses systematische Vorgehen nicht lag, nahm dagegen eine Erfindung fast unmittelbar nach ihrer Konzeption praktische Form an. Während es aber WATT verhältnismäßig schnell zu Wohlstand brachte, kam TREVITHICK mit seinen Erfindungen stets ein paar Jahre zu früh, um sie verwirklichen zu können und starb, den Kopf voller neuer Ideen, nach einem faustischen Leben verarmt und verlassen. Zum Vollenden großer Erfindungen wie für den Erfolg als Ingenieur überhaupt gehört also ein starker Charakter und gelegentlich auch fremde Hilfe. Wenngleich der Zufall eine Rolle spielt, so kommt doch kaum eine große Erfindung ohne hervorragende technische und charakterliche Leistungen zustande.

Am Leben des Grafen ZEPPELIN kann man sehen, zu welchen Opfern ein Erfinder bereit sein muß. Die heutige Generation kann sich kaum mehr vorstellen, was es vor einem halben Jahrhundert für einen der Aristokratie angehörenden General bedeutete, unter die „Erfinder“ zu gehen und dazu noch ein lenkbares Luftschiff bauen zu wollen. ZEPPELIN, der unter den deutschen Erfindern vielleicht die ausgeglichenste Persönlichkeit ist, sich über das, was seiner harrte, vollkommen klar war, und sich durch Hohn, Spott und schwerste Rückschläge nicht entmutigen ließ, sollte immer ein leuchtendes Beispiel für den überragenden Wert eines großen Charakters für technisches Schaffen sein. Da er aber die ganze Bitterkeit des zu Unrecht verkannten Erfinders auskosten mußte, ist für „verkannte“ Erfinder sein Ausspruch besonders beherzigenswert: „Die größte Teilnahme wachrufend ist der Gedanke an die Scharen vermeintlicher Erfinder, die wirtschaftlich und geistig versinken — wie oft dem Wahnsinn verfallen — nur weil sie unter den Erleuchteten keine warmherzige Seele finden, um ihnen die Augen zu öffnen, so lange sie für die Klarheit noch empfänglich sind².“ WERNER VON SIEMENS sagt zum gleichen Thema: „Durch Erfindungen sein Glück zu machen, ist eine sehr schwere Arbeit, die wenige zum Ziele führt und schon unzählige zugrunde gerichtet hat.“

¹ DICKINSON, H. W.: Mathew Boulton. Cambridge 1936.

² ZEPPELIN, Graf F.: Z. VDI 1896 S. 408—414.

Große Erfinder bedeuten für die Technik das, was Propheten, Reformer und „Rebellen gegen das Schicksal“ im sonstigen Leben sind. Ihr Genie, Weitblick, Mut und Wille erreichen oft unter größten Schwierigkeiten in kurzer Zeit etwas, um was sich mehrere Geschlechter vergeblich abgemüht haben. Sie stoßen aber fast immer auf erbitterten Widerstand, weil sie zwei empfindliche Stellen der menschlichen Natur verletzen: „angestammte Rechte“ und die Abneigung gegen das Neue. Diese Widerstände und die Tücke des Objektes kann nur der Einsatz der eigenen Person überwinden. Deshalb wird auch eine Erfindenförderung wenigstens bei großen Erfindungen nur bis zu einem bestimmten Maße helfen können.

Auch beim Erfinden steht der Aussicht, Ruhm und klingenden Lohn zu ernten, das Risiko des Verkanntwerdens, des Zufrühkommens oder des Versagens der Kräfte vor Erreichen des Zieles gegenüber. Solange es Erfinder gibt, wird es daher unter ihnen außer Phantasten und Charlatanen immer Märtyrer geben. Viele „erfolglose Vorgänger“ sind aber keine nutzlosen Versager, sondern häufig Männer von großem Verdienste und unentbehrliche Schrittmacher auf dem dornreichen Wege zum Erfolge.

IV. Folgen bedeutender Erfindungen.

1. Einleitung.



ALFRED KRUPP (1812—1887)¹.
Bahnbrechender Pionier der deutschen Stahl-
industrie, hervorragender Ingenieur, Erfinder
und Industriebegründer.

In diesem Abschnitt soll an einigen Beispielen der große Einfluß einiger Erfindungen im besonderen und der Technik im allgemeinen auf das Leben der Völker gezeigt werden. Er wurde Jahrzehnte hindurch im Geschichtsunterricht der höheren Lehranstalten so stiefmütterlich behandelt und die Technischen Hochschulen haben so wenig getan, um die Unterlassung wenigstens bei ihren Besuchern zu korrigieren, daß die schiefe Beurteilung der Technik durch viele „Gebildete“ gar nicht so überraschend ist. Ingenieuren, die diese Dinge nicht kennen, fehlt aber die hohe Warte, von der aus sie den Zusammenhang der Technik mit anderen Gebieten des öffentlichen Lebens und den tieferen Zweck ihrer Arbeit zu überblicken vermögen. Sie gleichen Baumeistern,

die eine schwierige Straße zwar in den Einzelheiten sorgfältig und richtig, aber in der falschen Richtung bauen und können weder die Jugend für ihren Beruf begeistern, noch das Publikum über Wesen und Bedeutung der Technik aufklären. Unkenntnis dieser Dinge ist auch einer der Gründe, weshalb das Ergebnis der Ingenieurarbeit nicht immer ihrem inneren Werte entspricht und weshalb der Ingenieur im öffentlichen Leben nicht die Rolle spielt, die er spielen könnte, sondern oft Handlanger anstatt vollberechtigter Mitwirkender bleiben muß.

2. Folgen einiger Erfindungen.

a) **Zunehmender Kraftthunger der Menschen.** Die Erfindung der Dampfmaschine machte den Menschen von Fesseln frei, die ihn schwer

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

gedrückt haben müssen. Zum ersten Male in der Weltgeschichte konnte er sich nunmehr fast überall beliebig viel und weit billigere Kraft¹⁾ als die für große zusammengeballte Leistungen nicht geeignete Muskelkraft beschaffen. Nicht das Zusammenarbeiten vieler Menschen in fabrikartigen Betrieben, das man schon früher kannte, sondern der Ersatz schwerster körperlicher Arbeit durch die Maschine war ohne Vorläufer in der Geschichte. WELLS kleidet diese Wandlung in die Worte: „Die römische Zivilisation war auf der Arbeit billiger und erniedrigter Menschenwesen aufgebaut, die moderne wird auf billiger mechanischer Arbeit beruhen“ und unterscheidet zwischen einer industriellen Revolution, die von der sozialen und finanziellen Entwicklung herrührt, und der mit ihr gleichzeitigen, aber von anderen Wurzeln genährten, durch die Kraftmaschine verursachten mechanischen Revolution, die sich u. a. in dem allmählichen Verschwinden der großen Kluft auswirken werde, die früher die Menschen in Analphabeten und Gebildete geschieden habe²⁾.

Da die Gütererzeugung nicht mehr wie früher von der Zahl der verfügbaren Arbeiter abhing und infolge der billigen Kraft viele Erzeugnisse weit wohlfeiler wurden, nahm die Nachfrage nach Gebrauchsgütern ungeheuer zu und verursachte wieder einen entsprechenden Mehrbedarf an Kraft. Der schnell wachsende Eisenbahnverkehr

steigerte die Nachfrage nach Eisenbahnmaterial und wirkte durch die Transporterleichterung und den Bedarf, den die Besiedlung weiter Gebiete in den verschiedensten Zonen zur Folge hatte, außerordentlich produktionsfördernd. Sein volles Ausmaß erreichte aber der Energiehunger durch den elektrischen Strom, Abb. 14, mit dem Kraft beliebig weit und in kleinen und kleinsten Mengen billig, bequem und zuverlässig verteilt werden kann, und durch das Aufkommen der Automaten genannten Spezial-Werkzeugmaschinen, die eine außerordentlich billige und genaue Massenherstellung gestatten, Abb. 15—17. Die Nachfrage nach Kraft bzw. Strom wurde so gewaltig, daß an die Stelle von Dampfmaschinen Dampfturbinen treten mußten, deren z. Zt. größte 280000 PS gegen-

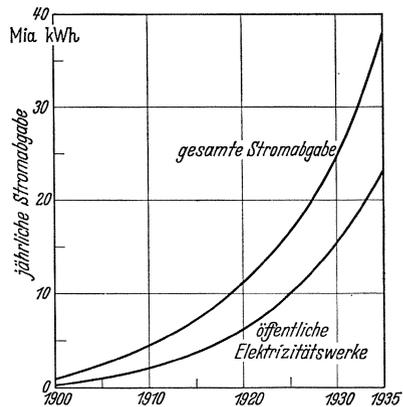


Abb. 14. Zunahme der deutschen Stromerzeugung in Milliarden kWh seit 1900 (Konjunkturschwankungen sind nicht dargestellt).

¹⁾ Statt des richtigen Ausdruckes „Arbeit“ wird der Ausdruck „Kraft“ gewählt, weil er dem Nichtingenieur ein verständlicherer Begriff ist.

²⁾ WELLS, H. G.: a. a. O.

über 50 PS¹ der stärksten von WATT gebauten Dampfmaschine leistet, Abb. 18. Nach Abb. 14, die die Zunahme der Stromerzeugung in öffentlichen und Industriekraftwerken in den Jahren 1900—1935 zeigt, dürften auf einen Deutschen bei Berücksichtigung der Leistung der Industriekraftwerke bald 750 kWh² entfallen. Da in der Glanzzeit der griechi-

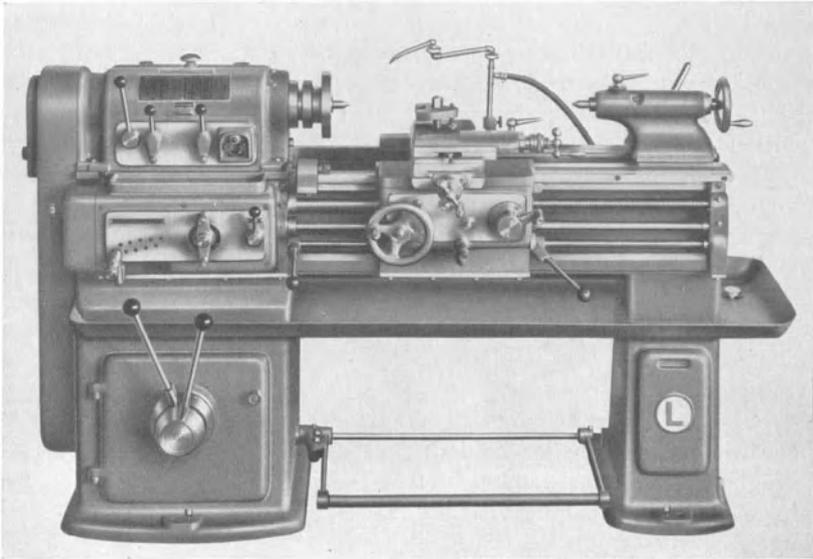


Abb. 15. Moderne Leitspindeldrehbank von LANG.

Die Drehbank ist im Gegensatz zum Automaten, Abb. 16, eine universelle, aber für Massenerstellung nicht geeignete Maschine.

schen Kultur 5 Heloten mit einer Leistung von zusammen etwa 0,3 kW für einen freien Mann arbeiteten, die pro Kopf der Bevölkerung einen jährlichen Kraftverbrauch von etwa 75 kWh entsprochen haben dürften, hat man einen Begriff von der ungeheuren Änderung, die die Dampfmaschine auf fast allen Gebieten des menschlichen Lebens zur Folge haben mußte. Sie beeinflusste in gleichem Maße die geistige und materielle Existenz, Arm und Reich, die gegenseitigen Beziehungen einzelner Individuen und ganzer Kontinente, die Einrichtungen des Friedens und die Instrumente des Krieges, kurz unser ganzes Dasein in allen seinen Spielarten.

Otto- und Dieselmotoren haben Dampfmaschinen und Dampfturbinen wirkungsvoll ergänzt und den Verkehr außerordentlich verbessert, weil

¹ 1 PS = 1 Pferdekraft, 1 kWh = 1 Kilowattstunde = 1,36 Pferdekraftstunden (PSh).

² Hierin ist die menschliche Arbeitsleistung noch nicht eingeschlossen.

ihr Gewicht und Brennstoffverbrauch kleiner und ihre Bedienung einfacher ist. Da sie sich für große Leistungen nicht so gut eignen wie Dampfkraftmaschinen und auf flüssige Brennstoffe angewiesen sind,

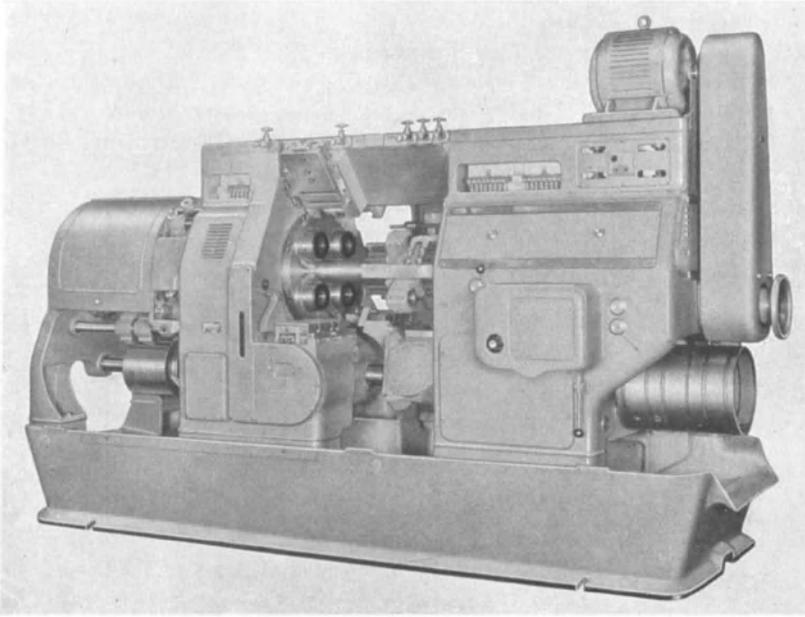


Abb. 16. Moderner Pittler-Vierspindel-Automat.

Bei Massenanfertigung (10000 Stück) auf dem Automaten betragen die Herstellungskosten bzw. die Herstellungszeit der Schraube in Abb. 17 nur 13% bzw. 7% der Werte bei Einzelherstellung (5 bis 20 Stück) auf einer normalen Drehbank.

die es nicht überall gibt und die in vielen Ländern mehr als Kohle kosten, spielen sie in der ortsfesten Krafterzeugung keine so große Rolle wie Dampfturbinen und -maschinen.

Infolge der Verbesserung der Dampfkraft, vor allem seit Erfindung der Dampfturbine, konnte die gleiche Arbeit mit viel weniger Kohle und mit viel billigeren Maschinen erzeugt werden, Abb. 18.

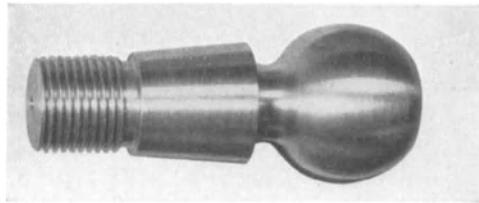


Abb. 17. Bild einer kleinen Kopfschraube.

Die Kosten von 1 PS-Dampfmaschinenleistung betragen heute nur noch etwa $\frac{1}{10}$, die von 1 PS-Lokomotivleistung etwa $\frac{1}{5}$ der Kosten in den Tagen von JAMES WATT bzw. von GEORGE STEPHENSON. Wie gewaltig die motorische Kraft durch

die Dampfmaschine verbilligt worden ist, zeigt der Umstand, daß die größte vor ihrem Auftauchen für die Springbrunnen von LUDWIG XIV. im Jahre 1682 von RENNEQUIN erbaute Wasserkraftanlage in Marly (Leistung etwa 120 PS) 80 Millionen Mark gekostet haben soll¹, d. h. rund 700000 Mark je Pferdestärke gegenüber 200—500 RM moderner Dampfkraftanlagen.

b) Verbesserung des Verkehrswesens. Die von der Dampfmaschine im Verkehrswesen herbeigeführten Änderungen machen die Worte klar: „Vor STEPHENSON gab es ebensowenig ein Verkehrsbedürfnis wie es vor

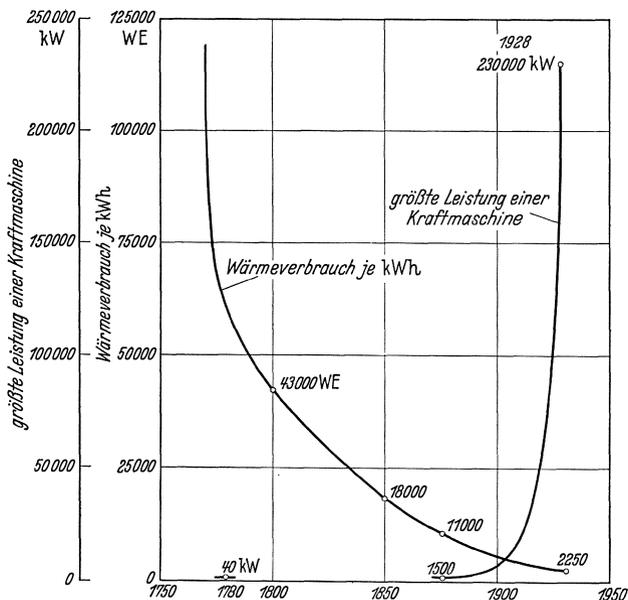


Abb. 18. Größte Leistung einer Einheit in kW und niedrigster spezifischer Wärmeverbrauch in WE/kWh von Dampfkraftmaschinen seit 1770. (Beide an der Welle gemessen. 1 kW = 1,36 PS.)

dem Auftreten der Gebrüder WRIGHT ein Flugbedürfnis gab².“ Der durchschnittliche Mensch kam früher über die engste Umgebung seines Dorfes fast nie hinaus. Noch um das Jahr 1840 dauerte eine Reise von Berlin nach Hannover (272 km) 40 Stunden, nach München 86 Stunden. Eine deutsche Schnellpost hatte eine Geschwindigkeit von höchstens 15 km/h. NAPOLEON I., dem alle Hilfsmittel seiner Zeit zur Verfügung standen, reiste auf der Flucht von Wilna nach Paris (1812) mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 7 km/h, d. h. kaum schneller als ein römischer Prokonsul zur Zeit CHRISTI von Rom nach Gallien.

¹ MATSCHOSS, C.: Entwicklung der Dampfmaschine Bd. 1. Berlin.

² FÜRST, A.: Das Weltreich der Technik.

Ein gewöhnlicher Zeitgenosse von NAPOLEON hätte aber für dieselbe Strecke mindestens doppelt so lange gebraucht. Die einzige Ausnahme in diesem Zeitintervall scheinen die Depeschenreiter des DSCHINGISKHAN (gestorben 1227) gewesen zu sein, die Tagesleistungen von 250 km zurücklegen mußten. Sonst hat sich die Reisegeschwindigkeit in den ersten 18 Jahrhunderten unserer Zeitgeschichte nicht viel erhöht.

All dies änderte sich durch Einführung der Dampflokomotive in wenigen Jahrzehnten von Grund auf. 1825 wurde der Eisenbahnverkehr zwischen Stockton und Darlington, 1830 zwischen Liverpool und Manchester und in Nordamerika, 1835 zwischen Nürnberg und Fürth eröffnet, 1865—1869 die 3000 km lange Strecke zwischen Omaha am Missouri und San Francisco am pazifischen Ozean, 1892 die transsibirische Bahn gebaut. Den Bau der amerikanischen Eisenbahnen nennt SERING die größte nationale Tat, die je ein Volk auf diesem Gebiete vollbracht hat¹.

Die Länge der Vollspurbahnen im Jahre 1913 betrug in Deutschland 63700 km, in Großbritannien 37700 km, in den Vereinigten Staaten 411000 km, die sämtlicher Bahnen der Erde 1,1 Millionen Kilometer mit einem investierten Kapital von etwa 250 Milliarden Goldmark.

Als bei Beginn des 20. Jahrhunderts die hauptsächlichsten Eisenbahnlinien im großen und ganzen ausgebaut waren, trat der Kraftwagen seinen Triumphzug an, der in seinen Kinderjahren nur ein Privileg reicher Leute zu sein schien, aber außerordentlich schnell Allgemeingut geworden ist. Er hat zusammen mit dem Motorlastwagen, der die Güter ohne Umladen vom Erzeuger zum Verbraucher bringt und früher vorwiegend dem innerstädtischen Verkehr diente, die Landstraße, die durch die Lokomotive zu veröden drohte, in einem solchen Maße wieder belebt, daß besondere Auto-Fernstraßen gebaut werden mußten, deren gewaltigster Vertreter, die deutschen Reichsautobahnen, eine der größten Bauleistungen der Geschichte sind.

Die Schifffahrt wurde durch die Dampfmaschine nicht weniger in Mitleidenschaft gezogen als der Landverkehr. 1807 fuhr erstmals das Dampfboot von FULTON auf dem Hudson zwischen New York und Albany, 1819 kreuzte das erste Dampfschiff (Savannah) den Atlantik, gegen Ende des 19. Jahrhunderts kamen Spezialschiffe für leicht verderbliche Güter, flüssige Brennstoffe, Getreide, Erze und andere Stoffe auf, die den Seetransport außerordentlich verbilligten und viel schneller machten. Von London nach Südafrika brauchte ein Segler im Jahre 1840 90, ein Dampfer im Jahre 1935 nur noch 14 Tage.

Nach dem Weltkrieg hat das Flugzeug seinen Einzug in das Verkehrswesen gehalten und in einer erstaunlich kurzen Zeit die sichere

¹ SERING, M.: Die landwirtschaftliche Konkurrenz Nordamerikas in Gegenwart und Zukunft. Leipzig 1887.

Überquerung des Atlantik ermöglicht. Die größte im Dauerflug zurückgelegte Strecke war 1939 rund 10000 km. Eine Flugzeugreise von Europa nach dem fernen Osten dauert etwa noch so viele Tage wie mit Schnelldampfern Wochen. Innerhalb einer Woche sind heute von Berlin aus fast alle dauernd bewohnten Orte der Welt erreichbar. Früher für größere Lasten unüberwindbare Urwälder, Wüsten und Eisgebiete kann das Flugzeug mühelos überfliegen und wertvolle Rohstoffe dem Menschen zugänglich machen, an deren Ausnutzung noch vor 20 Jahren nicht gedacht werden konnte. Abb. 19 gibt eine Vorstellung davon, wie ungeheuer die größte überhaupt mögliche Reisegeschwindigkeit seit 1900 zugenommen hat.

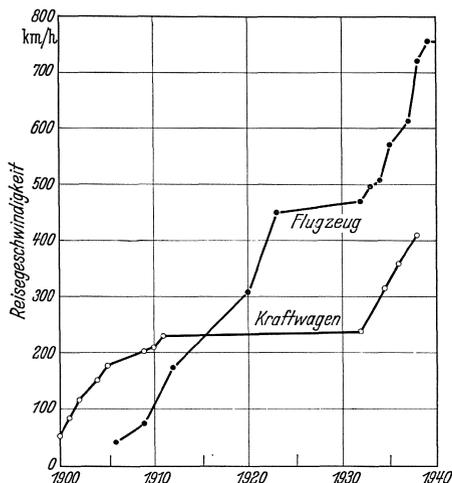


Abb. 19. Zunahme der Höchstgeschwindigkeit von Kraftwagen auf Straßen und von Flugzeugen seit 1900.

Parallel zur Entwicklung der Verkehrsmittel ging eine gewaltige Verbesserung des Nachrichtenwesens. 1833 erfanden WEBER und GAUSS den Zeigertelegraphen; 1861 REIS den Fernsprecher. Die Eisenbahn und den elektrischen Telegraphen hielten die Menschen um die Mitte des 19. Jahrhunderts für mindestens ebenso umwälzende

Erfindungen wie wir das Flugzeug und Radio. Um 1930 konnte ein mechanischer Telegraf stündlich 10000 Worte übermitteln, seit der Jahrhundertwende wurde das Rundfunkwesen zu seiner erstaunlichen Höhe entwickelt, und welche Möglichkeiten Fernschreiben, Fernsprechen und Fernsehen mit Hilfe des Rundfunks noch erschließen werden, vermag niemand vorauszusagen.

Die Mechanisierung des Verkehrs zu Wasser und zu Land hatte aber auch noch andere Wirkungen. Der englische Philosoph BUCKLE sagt: „Die Lokomotive hat mehr getan, die Menschen zusammenzubringen, als alle Philosophen, Dichter und Propheten vor ihr seit Beginn der Welt.“ Sie hat das Reisen viel schneller, billiger und sicherer gemacht, denn beim Postverkehr kam 1 Verwundeter auf 30000 bzw. 1 Toter auf 355000 Reisende, bei der deutschen Reichsbahn im Jahre 1933 aber auf 2,5 Millionen bzw. 12 Millionen. Der Lokomotive ist es zu danken, daß nicht mehr in der einen Provinz eines Reiches großer Überfluß, in der anderen bittere Hungersnot herrschen kann. Sie hat die gewaltigen Agrargebiete des amerikanischen Westens, Kanadas, des La Plata und

Sibiriens erschlossen, ohne deren Ertrag die heutige Bevölkerung der Erde auch nicht annähernd ernährt werden könnte, und erinnert an das biblische Wort: „Füllet die Erde und machet sie euch untertan.“ Durch die Besiedelung dieser weiten Gebiete verursachte die Dampflokomotive eine zweite Völkerwanderung, die in der Zahl der Beteiligten der ersten kaum nachstehen dürfte und die größte Kolonisation aller Zeiten ist.

Mit dem Bau unserer Bahnen haben aber die deutschen Ingenieure eine der wichtigsten Grundlagen für die Erringung der deutschen Einheit geschaffen, weil erst der zunehmende Verkehr die enge Berührung zwischen den verschiedenen Stämmen unseres Volkes herbeiführte, die zum Überwinden dynastischer und partikularistischer Sonderinteressen nötig war.

Dampflokomotive, Dampfschiff und die durch sie bewirkte Verbesserung des Nachrichtenwesens hatten auch in weltpolitischer Beziehung weitestreichende Folgen. Sie haben Agrar- und Industrieländer, gemäßigte und heiße Zonen der Erde eng miteinander verflochten und die riesigen Entfernungen zwischen ihnen sehr verringert. Das britische Empire wäre ohne die durch sie verursachte „Zusammenschrumpfung der Erdkugel“ wahrscheinlich nicht möglich gewesen

und manche Historiker bezweifeln, ob ohne die Lokomotive heute Nordamerika ein geeintes großes Reich wäre und nicht Chinesen und Japaner die pazifische Küste von Nordamerika bewohnen würden, weil sie mit Segelschiffen von China und Japan leichter und schneller erreichbar wäre als vom Atlantischen Ozean her mit von Pferden gezogenen Wagen durch die Wüstengebiete westlich des Mississippi hindurch.

e) **Förderung der Industrie.** Der Betrieb der Wärmekraftmaschinen in ortsfesten und beweglichen Anlagen, die erst durch motorische Kraft ermöglichten chemischen und anderen Großindustrien, Berg-, Hütten- und Gaswerke, und der durch den besseren Lebensstandard stark angewachsene Hausbrand erforderten so große Brennstoffmengen, daß der Kohleverbrauch je Kopf der Bevölkerung zwischen 1860 und 1913 in Deutschland um 650 %, in den Vereinigten Staaten um 720 %, die Weltgewinnung von Steinkohle zwischen 1800 und 1913 auf ihren hundertfachen Betrag anstieg, Abb. 20.

Verbesserte Sprengstoffe, Abteuf- und Versatzverfahren, Elektrizität und Preßluft haben das Eindringen in Teufen bis 2000 m ermöglicht

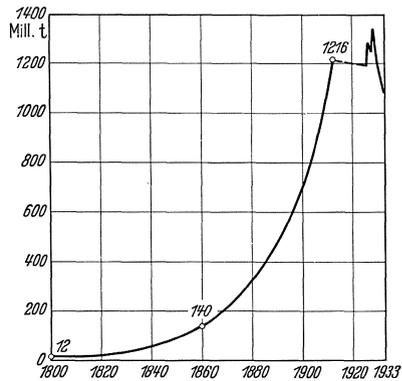


Abb. 20. Weltgewinnung an Steinkohle in Millionen t seit 1800. (Konjunkturschwankungen sind nicht dargestellt.)

und damit die Menge der ausnutzbaren Rohstoffe außerordentlich vergrößert. BESSEMER-, SIEMENS-MARTIN- und THOMAS-Verfahren gestatten die Verhüttung früher fast unverwendbarer Erze und werfen als Nebenprodukt ein wertvolles Düngemittel ab. Elektrische Hoch- und Schmelzöfen und geeignete Legierungsmittel schufen durch Verbessern der Stähle die Grundlagen zum Bau der modernen Maschinen und wichtiger Kampfmittel von Heer, Luftwaffe und Marine.

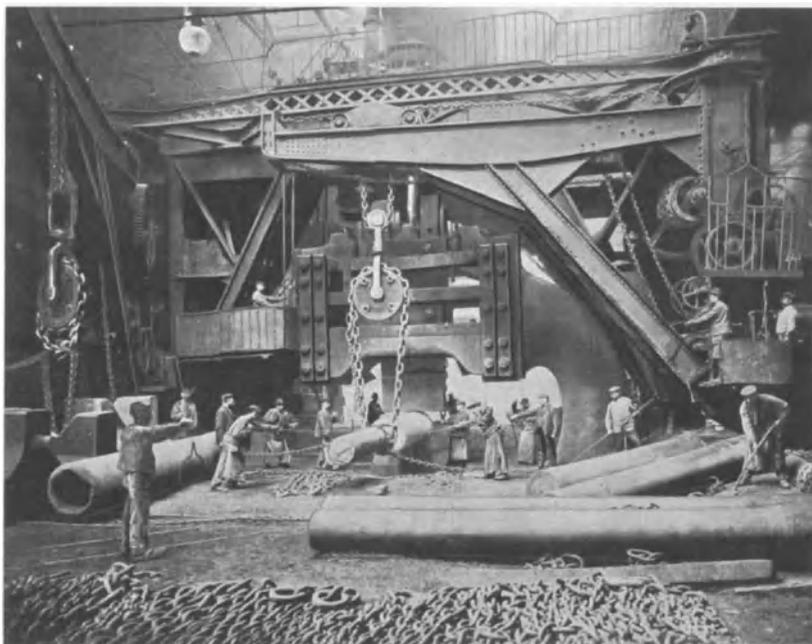


Abb. 21. Hammer „Fritz“ der Fried. Krupp A.G.
 Fallgewicht 50 000 kg. Gewicht des schwersten Schmiedestückes 65 000 kg.
 In Betrieb genommen 1861, stillgesetzt 1911.

Dampfhammer, Abb. 21, Pressen, Abb. 22, und Walzverfahren verbilligten und verbesserten die Herstellung von Schmiedestücken, ermöglichten zusammen mit geeigneten Werkzeugmaschinen eine außerordentliche Steigerung des Gewichtes und der Abmessungen der Werkstücke, Abb. 23 u. 24, und zu Land wie zur See ganz neue Bauweisen. Das Stahlschiff, die Stahlbrücke und das Haus mit Stahlskelett sind nach WELLS nicht einfach größere Formen des kleinen Holzschiffes und gemauerter oder hölzerner Häuser und Brücken, sondern insofern etwas grundsätzlich Neues, als nicht mehr infolge des Baustoffes Größe, Formgebung und Sicherheit innerhalb ganz enger Grenzen liegen müssen.

Im Jahre 1851 erregte ein von KRUPP hergestellter Gußstahlblock von 2200 kg Gewicht größtes Aufsehen, heute können Blöcke bis zu etwa 300 000 kg geliefert und geschmiedet werden. Die Erzeugung an Roheisen im Jahre 1913 betrug in Deutschland etwa 19,5, in Großbritannien etwa 10,5, in Frankreich etwa 5,1 Millionen t, Abb. 25. Indem

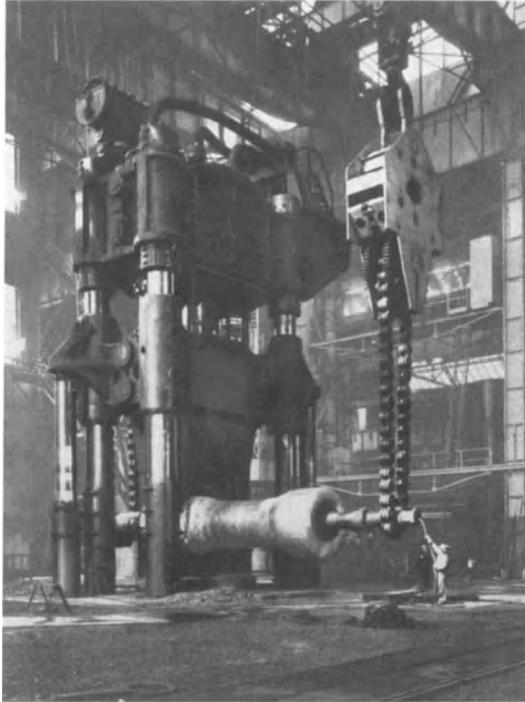


Abb. 22. Neuzeitliche große Schmiedepresse.

Größter Schmiededruck 15 Millionen kg. Gewicht des schwersten Schmiedestückes 270 000 kg.

sie Deutschland wieder die führende Stellung im Eisenhüttenwesen zurückgaben, die es bis 1550 gehabt hat¹, haben die Ingenieure eine zweite Stütze für das Großdeutsche Reich geschaffen.

Der Aufschwung unserer chemischen Industrie, zu dem Ingenieure viel beigetragen haben, machte Deutschland in Düng- und Spreng-

¹ Es ist wenig bekannt, daß Deutsche und Wallonen um 1500 die Roheisengewinnung im Hochofen nach England brachten, daß aber im Jahre 1740 die englische Roheisenerzeugung nur noch 10% der Roheiseneinfuhr betrug, weil die Waldschlächtereie den Waldbestand vernichtet hatte. Erst das 1784 erfundene Puddelverfahren verschaffte Großbritannien über ein Jahrhundert lang seinen großen Vorsprung.

mitteln völlig und in flüssigen Brennstoffen und anderen wichtigen Rohstoffen (Gummi) weitgehend vom Ausland unabhängig. Die Entlastung der deutschen Zahlungsbilanz durch die chemische Industrie geht daraus hervor, daß Deutschland 1913 noch für 200 Millionen Mark Stickstoff einfuhrte, 15 Jahre später aber für rund 307 Millionen Reichsmark exportierte. An feineren chemischen Erzeugnissen (hauptsächlich Farbstoffe und synthetische Arzneimittel) führte es im Jahre 1913 für 500 Millionen Mark aus. Technik und chemische Industrie haben also zur Stärkung der deutschen Widerstandskraft einen dritten wichtigen Beitrag beigesteuert.

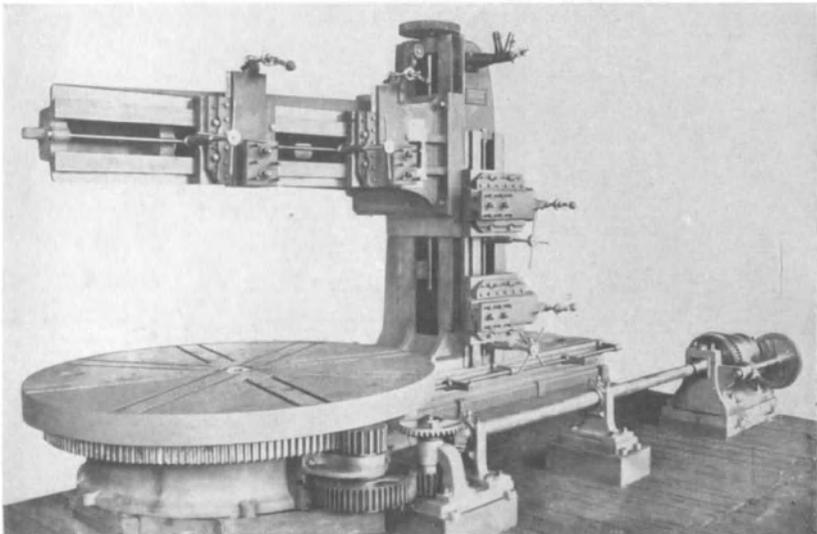


Abb. 23. Schieß-Karusselldrehbank aus dem Jahre 1886.
Größter Werkstückdurchmesser 9 m. Gewicht der Drehbank 60 000 kg.

d) Förderung der Landwirtschaft. Auch die Landwirtschaft wurde durch motorische Kraft, landwirtschaftliche Maschinen und sonstige Fortschritte der Technik stark gefördert, stieg doch der Ertrag von 1 ha bestem Boden in Deutschland von 600—700 kg am Anfang des 19. Jahrhunderts auf etwa 1800 kg im Jahre 1930. Kunstdünger, Bodenentwässerung, Drainage und Züchtung steigerten unseren Bodenertrag von 1880—1913 um rund 100%.

In Europa ist Hauptzweck der Landmaschinen eine Erhöhung des Ertrages und eine Arbeitserleichterung, in Übersee eine Ersparnis an Menschen, da in Deutschland auf 1 Arbeitskraft rund 3 ha, in überseeischen vollmechanisierten Gütern 70—80 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche kommen. Durch den Dampfpflug konnten die großen bis dahin

menschenleeren Gebiete in Sibirien und Übersee schnell unter Kultur genommen werden. Er leistet mehr und arbeitet billiger als von Tieren gezogene Pflüge, vermeidet das Festtreten des Bodens und begünstigt das Wachstum, weil die Bodenfeuchtigkeit gleichmäßiger verteilt wird und Luft und Wärme tiefer eindringen können. Eine weitere Hilfe brachten Bindemäher, Mährescher und Traktoren, ohne die der Getreidebau in vielen ausländischen Ländern wahrscheinlich nicht lohnen

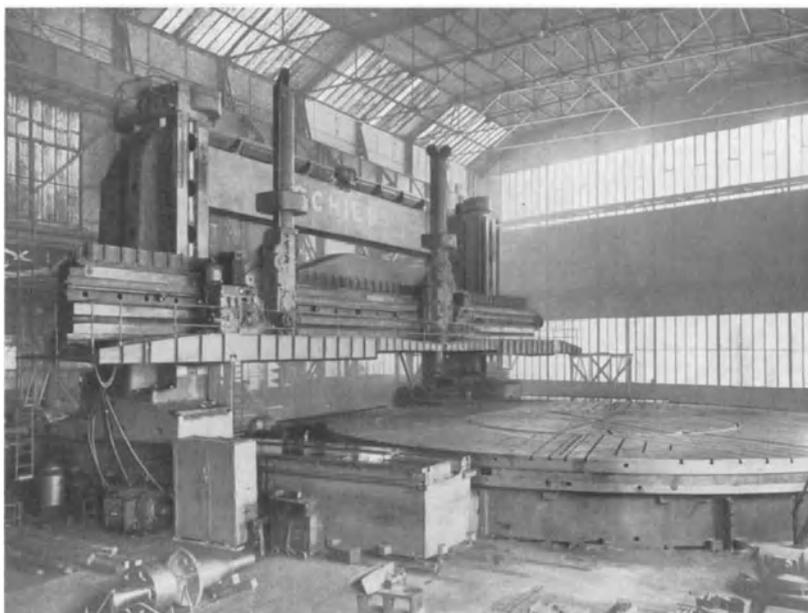


Abb. 24. Schieß-Karusselldrehbank aus dem Jahre 1940. (Größte Werkzeugmaschine der Welt.) Größter Werkstückdurchmesser 25,5 m. Gewicht der Drehbank 1 800 000 kg.

Abb. 21 bis 24 geben eine Vorstellung von der außerordentlichen Steigerung von Abmessungen und Leistung der Werkzeugmaschinen in den letzten 60 bis 70 Jahren.

würde. Mit dem Traktor erhielt die Landwirtschaft eine sehr leistungsfähige, vielseitige Zugmaschine, die nicht ermüdet und unter geeigneten Bedingungen billiger arbeitet als das im Jahresdurchschnitt schlecht ausgenutzte Zugvieh. Im Jahre 1925 haben die Vereinigten Staaten 5000 Mährescher, 170 000 Traktoren und 42 000 Getreidebinder erzeugt, im Jahre 1931 sollen in der Sowjetunion 5200 Mährescher und 40 000 Traktoren im Betriebe gewesen sein¹. Daß eine derart gigantische Mechanisierung in Ländern mit geringer Bildung auf große Schwierigkeiten

¹ USCHNER: Die Mechanisierung der Landwirtschaft und ihre Auswirkungen auf die deutsche Volkswirtschaft. Berlin 1934.

stoßen und Mißstände zur Folge haben muß, kann nicht wundernehmen. Für Deutschland spielt der Mährescher vorläufig keine große Rolle, dagegen bürgert sich der Traktor in zunehmendem Maße ein. Die Folgen der durch Mährescher und Traktoren bedingten Umstellung im Betrieb der großen Agrargebiete des Auslandes lassen sich heute nur ahnen.

Schließlich darf nicht vergessen werden, daß Bahn und Lastwagen den Wert vieler landwirtschaftlicher Betriebe erheblich gesteigert haben, weil erst sie lohnende Absatzmöglichkeiten schufen, die Güter näher an den Markt heranbrachten und die Transportfähigkeit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse stark verbesserten. Die hochentwickelte Molkeretechnik hat Güte und Wert der Milchprodukte sehr gehoben.

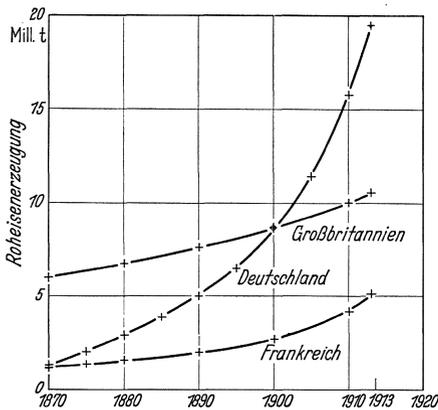


Abb. 25. Roheisenerzeugung in Millionen t (1 t = 1000 kg) von Deutschland, Großbritannien und Frankreich. (Konjunkturschwankungen sind nicht dargestellt.)

gewaltige Kühlhäuser gestatten auch bei leicht verderblichen Gütern eine fast beliebig lange Stapelung und Bevorratung, vermeiden dadurch große Verluste und stärken die nationale Sicherheit. Durch den Rundfunk hat schließlich die Technik das entsagungsvolle Leben des Bauern erleichtert und Unterhaltung und Belehrung in die abgelegensten Einöden getragen.

e) **Einfluß auf die Bevölkerungszahl.** Die Wachstum oder Abnahme der Bevölkerung eines Landes beeinflussenden Um-

stände sind so vielgestaltig, daß es weit über den Rahmen dieses Buches hinausgehen würde, sie näher zu behandeln. Es kann aber kein Zweifel darüber herrschen, daß die das Volkstum schädigenden Einflüsse der Industrialisierung hinter der Förderung zurücktreten, die die Technik Leben und Gesundheit eines Volkes wenigstens dann bringt, wenn ein Staat die Dinge planmäßig und vorausschauend lenkt. Auch wenn man von den vielerlei anderen Beiträgen der Technik für die Volksgesundheit absieht, verbleiben Trinkwasserversorgung, Kanalisation, Beseitigung der Fäkalien, Abfuhr und Vernichtung des Mülls, die die hygienischen Verhältnisse vor allem in größeren Städten ganz außerordentlich verbessert haben, da ohne sie Cholera und Typhus wohl auch heute noch sich unbeobachtet und unkontrollierbar ausbreiten könnten. Dazu kommen ganz neue medizinische Untersuchungs- und Behandlungsverfahren sowie außerordentlich vervollkommnete ärztliche Instrumente,

von denen das Gastroskop zur inneren Magenbesichtigung besonders interessant ist. Durch Trinkwasserversorgung und Kanalisation sank die Sterblichkeit an Typhus zwischen 1841 und 1885 in Berlin von 1,07 auf $0,125^0/_{00}$, in Wiesbaden von 1,91 auf $0,125^0/_{00}$. 1897 verhielten sich in Mailand die Typhusfälle wie 100:72:39, je nachdem, ob die Häuser keine Wasserleitung und keine Kanalisation, Wasserleitung aber keine Kanalisation, sowohl Wasserleitung als auch Kanalisation hatten¹. Die durch die schlechte Trinkwasserversorgung verursachte Cholera-epidemie in Hamburg im Jahre 1892 ist noch vielen Lebenden in Erinnerung. Die Zahl der Todesfälle pro Tausend der Bevölkerung betrug in Deutschland im Jahre 1888 2,61, im Jahre 1930 nur noch 1,11². Seuchenkatastrophen in einem Ausmaß wie zwischen 1348 und 1350, wo der „schwarze Tod“ fast die Hälfte des damaligen Europa hinweggerafft haben soll, dürften heute großenteils dank der Technik in zivilisierten Ländern kaum mehr möglich sein. Auffallend ist, daß die große Bevölkerungszunahme Englands von 7 auf über 14 Millionen in die Periode und in das Reich fiel, in denen die Dampfmaschine entstand. Wenn man sich auch darüber streitet, wie weit das Drainieren des Landes, die größere Körperreinlichkeit infolge der billigeren Baumwollhemden und andere Umstände an diesem stürmischen Wachstum schuld waren, so wird man doch TREVELYAN³ zustimmen müssen, wenn er sagt, daß ohne die Maschine ebensowenig 42 Millionen Menschen im Jahre 1921 mit dem ihnen zur Verfügung stehenden Lebensstandard hätten in England existieren können wie die 14 Millionen im Jahre 1821 mit dem damaligen, uns heute so kläglich vorkommenden. Mit Deutschland und anderen Industrieländern verhält es sich nicht viel anders. Zwischen 1800 und 1914 stieg die Bevölkerungszahl in Deutschland von 23 auf 64 Millionen, in Großbritannien von 15,7 auf 45 Millionen, in den Vereinigten Staaten von 5,3 Millionen auf 98 Millionen, in Rußland von 40 auf 140 Millionen und zwischen 1870 und 1940 in Japan von 30 auf 90 Millionen.

f) **Einfluß auf das Kriegswesen.** Folgende Ausführungen sollen an 2 Beispielen aus dem See- und dem Landkrieg zeigen, daß die Technik die Kriegsführung ähnlich wie das soziale Leben revolutioniert und in der jüngsten Vergangenheit sich ganz unmittelbar als ein hervorragender Weltgeschichte machender Faktor erwiesen hat.

Erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ging man von den beinahe 2 Jahrhunderte lang fast unverändert gebliebenen Linien-Segelschiffen ab, auf denen die Seemacht Englands so lange beruht hatte. Um 1860

¹ GLEYE: Die leitenden Gesichtspunkte zur Durchführung der Kanalisation einer Stadt. Leipzig 1910.

² BURGDORFER: Sterben die weißen Völker? München 1934.

³ TREVELYAN, G. M.: History of England. London 1929.

wurden wegen der verheerenden Wirkung der inzwischen aufgekommenen schweren Sprenggeschosse die hölzernen Schiffsrümpfe in der Nähe der Geschütze gepanzert, 1880 die bis dahin in mehreren Batterien übereinander angeordneten Geschütze auf dem durch Übergang zum Dampfantrieb von der Takelage frei gewordenen Oberdeck zunächst in Kasematten und später, als man den Schiffskörper ganz in Eisen ausführte, in drehbaren Panzertürmen aufgestellt. Nachdem die glatten Vorderlader 1866 den langen gezogenen Hinterladern hatten weichen müssen und die Herstellung widerstandsfähiger Panzerplatten geglückt war, setzte der seitdem nicht mehr zur Ruhe gekommene Wettlauf zwischen Geschütz und Panzer ein, der von einer dauernden Steigerung von Schiffsgeschwindigkeit und -verdrängung begleitet wurde. Kurz nach dem Weltkrieg hatten Großkampfschiffe bis über 40 000 t Verdrängung, 65 km/h Geschwindigkeit, 180 000 PS Maschinenleistung, 41 cm Geschützkaliber und bis zu 400 mm starke Panzer. Interessant ist ein Vergleich zwischen NELSONS Flaggschiff Victory, auf dem er die Schlacht bei Trafalgar (1806) gewann, und einem der modernen seinen Namen tragenden Großkampfschiffe. Die Verdrängung ist von 2300 auf rund 40 000 t, die mittlere Kampffernung von 600 auf 15 000 m, die minutliche Mündungswucht einer Breitseite von 1000 auf 520 000 tm¹ gestiegen. Ein 40,5 cm Geschöß der Nelson wiegt fast doppelt soviel wie eine ganze Breitseite (50 Geschütze) der Victory. Die artilleristische Wirkung ist also ungeheuer gesteigert worden.

Mine, Torpedo, Unterseeboot und Luftwaffe brachten eine völlige Änderung im Seekrieg mit sich, weil sie es auch einer schwachen Seemacht ermöglichen, die stärksten Großkampfschiff-Flotten auf hohem Meere mit Erfolg anzugreifen. Die 3 ersten durch ihre Unsichtbarkeit besonders gefährlichen Kampfmittel verteuerten die Großkampfschiffe ins ungemessene, weil deren Verdrängung wegen der starken Panzerung und zum Erzielen einer auch bei schweren Verletzungen genügenden Schwimmfähigkeit immer mehr in die Höhe geschraubt werden mußte. Selbst Großbritannien konnte sich daher nach Admiral LÜTZOW² bei Beginn des jetzigen Krieges nur noch 15 Großkampfschiffe leisten gegenüber den rund 250 Segellinienschiffen zu NELSONS Zeiten. Deshalb und weil ihre Bauzeit etwa 3—4 Jahre gegenüber 4 Monaten von Segelschiffen beträgt, ein Ersatz während des Krieges daher voraussichtlich nicht möglich ist, muß sie eine Seemacht überaus vorsichtig einsetzen. Die Technik hat ferner die Lage starker Seemächte insofern verschlechtert, als Großkampfschiffe auf zahlreiche Stützpunkte angewiesen sind

¹ Unter Mündungswucht eines Geschosses versteht man das Produkt aus seinem Gewicht in t mal dem Quadrat seiner Mündungsgeschwindigkeit in m dividiert durch die doppelte Fallbeschleunigung.

² Lützow: Die britische Schicksalsstunde. Das Reich 1940.

und nicht wie Segler monatelang unabhängig auf den Meeren kreuzen können. Die Lage von Staaten mit schwachen Flotten hat die Technik aber erleichtert, weil ihnen die neuen Kampfmittel eine viel wirksamere Blockadeabwehr ermöglichen.

Im Landkrieg wirkten Funkdienst, Luftwaffe, Tanks, Panzer- und andere Kraftwagen ähnlich umwälzend. Der Kraftwagen, der noch vor 30 Jahren nur auf guten Straßen brauchbar zu sein schien, überwindet als Tank und Geländewagen auch das unwegsamste mit Hindernissen übersäte Gelände. Am erstaunlichsten ist vielleicht, mit welchem glänzenden Ergebnis schwere Artillerie durch so leicht verletzbare Apparate wie Bombenflugzeuge ergänzt bzw. ersetzt werden konnte. Unternehmungen, wie der durch die motorisierten Waffen ermöglichte Durch-



Abb. 26. Panzerdurchbruch von Cambrai nach Boulogne am 22. Mai 1940.

bruch von Soissons nach Boulogne am 18. bis 23. Mai 1940, Abb. 26, oder die in wenigen Tagen durchgeführte Abschnürung Elsaß-Lothringens wären noch im Weltkrieg als reine Utopie erschienen. Die durch die neuen Kriegsmittel und ihre meisterhafte Anwendung gegenüber 1914—1918 bewirkte Umwälzung hat m. E. übrigens eine verblüffende Parallele in dem Unterschied zwischen der Seeschlacht bei Lepanto (1571) und der Vernichtung der Armada im Kanal (1588)¹. Auch damals hatten sich die Kriegsmittel (Kanonen statt Enterbrücken) und die durch sie bedingten Kampfmethoden (Fernkampf statt Kampf von Bord zu Bord) in rund 20 Jahren grundlegend geändert, ohne daß der einstige Sieger, Spanien, merkte, mit welchen Riesenschritten die Kriegstechnik fortschritt und ihn überflügelte.

¹ PFANDL, L.: Philipp II. München 1938.

Die Einführung des Dampfantriebes, der Elektrizität, des verwickelten Nachrichtendienstes und der weitgehenden Mechanisierung der Artillerie haben in der Kriegsmarine den Ingenieur unentbehrlich gemacht und ihm neben dem Seemann einen immer wichtigeren Posten eingeräumt. Im Landheer und noch mehr in der Luftwaffe wird die Entwicklung ähnlich verlaufen und dem Ansehen des ganzen Ingenieurstandes zustatten kommen, denn die Kriegsmacht ist nun einmal der angesehenste und populärste Stand im Staate. Die deutschen Ingenieure aber haben alle Ursache, stolz darauf zu sein, daß sie die technischen Mittel zur Verfügung stellen konnten, deren die Wehrmacht zu ihren Ruhmestaten bedurfte.

Es ist nicht abzusehen, wie unsere Geschichte nach dem Jahre 1800 ohne die mechanische Revolution und nach dem Jahre 1920 ohne die Erfindungen von OTTO, DAIMLER und DIESEL verlaufen wäre. Die mechanische Revolution schuf eine der Grundlagen zur Überwindung der deutschen Kleinstaaterei und der Verbrennungsmotor wurde eines der wirkungsvollsten Mittel zum Brechen einer drückenden militärisch-politischen Übermacht, die noch vor kurzer Frist fast die ganze Welt für unüberwindlich hielt. Der grüblerische Sinn der Deutschen, der sich bis um die Mitte des 19. Jahrhunderts oft in abstrakten Dingen verträumte, erwies sich in technischen als ebenso fruchtbar wie ihre Gründlichkeit und Disziplin in Fragen der Organisation, dem unentbehrlichen Lenker technischen Schaffens. Diese Eigenschaften und unsere hochentwickelte Wissenschaft ermöglichten es, den großen industriellen Vorsprung anderer Staaten überraschend schnell einzuholen und eine starke Industrie aufzubauen, die zwar auch früher für das Kriegsführen eine Rolle gespielt hat, deren Anteil am Kriegspotential eines Volkes aber niemals auch nur annähernd so groß und entscheidend war wie heute. Auch dieser Umstand zeigt die überragende Wichtigkeit der Ingenieure für die Existenz eines Volkes.

g) Einfluß auf die Wissenschaft. Die wissenschaftliche Forschung wurde durch die Maschine gleichfalls sehr gefördert. Die Technik hoher und tiefer Temperaturen und starker und hochgespannter Ströme, ultraviolette Strahlen, Radium, vervollkommnete physikalische, geodätische und astronomische Instrumente und elektrische Meßmethoden, Drehwaage und elektrische Feldwaage, Echolot und Ultramikroskop sind nur einige willkürlich herausgegriffene Errungenschaften der Technik, denen die Wissenschaft ganz neue Einblicke verdankt. Ferner haben viele bedeutende Industriefirmen sich von hervorragenden Wissenschaftlern geleitete Laboratorien geschaffen, die der reinen Forschung kaum weniger zugute kommen als der angewandten und das Zusammenarbeiten von Technik und Wissenschaft besonders fruchtbar gestaltet haben.

h) Der „schlechte Ruf“ der Maschine. Die Einführung der Dampfmaschine hatte zunächst in Großbritannien eine Art Maschinentollheit zur Folge und verstärkte noch die schlimme Ausbeutung der Arbeitskraft von Frauen und Kindern, die der maschinelle Fortschritt in Spinnereien und Webereien eingeleitet hatte. Schon damals, im Beginn des Maschinenzeitalters liebten es die Menschen, selbstische Beweggründe durch hochtrabende Phrasen zu verbergen und, um mit Fontane zu sprechen, „Christus zu sagen, wenn sie Kattun meinten“. VAN LOON¹ sagte hierüber: „So wie die Menschen noch heute die Segnungen völliger Freiheit loben, konnten sie sich im Anfang des 19. Jahrhunderts aus der Erwägung heraus, daß die Kinder auch frei seien, nicht dazu entschließen, Kinderarbeit zu verbieten.“ Mit zunehmender Technisierung entstanden ökonomische Lehrsysteme, als deren Hauptzweck dem heutigen Beobachter die Absicht erscheinen könnte, zu beweisen, daß etwas gottgewollt und in Ordnung ist, dessen Verfehltheit man wohl dunkel spürte, ohne die zur Abstellung der Mängel erforderliche Einsicht, Entschlußkraft und Größe zu besitzen.

Die Dampfmaschine ist nächst dem Feuer das großartigste Geschenk der Götter an die Menschen. Nun bedurfte es unzähliger Jahrhunderte, bis der Mensch das Feuer zu seinem Segen anzuwenden gelernt hatte. Die Schwierigkeiten, die die Einführung der Dampfmaschine mit sich brachte, waren aber noch größer, weil sie sich viel universeller auswirkten, da die Dampfmaschine das Leben ganzer Völker und Kontinente beeinflußte und ihre Einführung mit verwickelten politischen und sozialen Umwälzungen zusammenfiel, bzw. sie einleitete. Daran, daß die Zustände sich schließlich so unglücklich gestalteten, waren hauptsächlich Unzulänglichkeit und Hilflosigkeit gegenüber einer Erscheinung schuld, deren Gefahren man sah, ohne zu erkennen, welche ungeheure Möglichkeiten sie bei richtiger Behandlung bot und welche grundlegende Änderungen unseres sozialen und wirtschaftlichen Lebens sie zwangsläufig zur Folge haben mußte. Nicht die Dampfmaschine an sich ist an den unerfreulichen Begleiterscheinungen der Industrialisierung schuld, sondern der stümperhafte Gebrauch, den die Menschen von dieser Gabe des Himmels machten, und ihr Mangel an Voraussicht. Man hätte Heroen gebraucht, um die Dinge zu meistern, und es standen im besten Falle wohlmeinende Professoren, Geheimräte und Exzellenzen zur Verfügung. Schließlich ging es auch hier wie bei vielen Dingen, es bedurfte erst des wirkungsvollsten Lehrmeisters der Menschen, des Schadens und der Not, um sie klug zu machen. Unter dieser Perspektive erscheinen „100 Jahre Mißbrauch der Maschine“ nicht mehr so unverständlich. Sie wären es, wenn die heutige Generation, die die Ursachen

¹ LOON, H. VAN: The story of mankind. New York 1921.

der Mängel kennt, die erteilten Lehren nicht beherzigen und auf der falschen Straße weitermarschieren würde.

Die Folgen der seinerzeitigen Passivität und Fehlgriffe waren schlimm genug. Der Ersatz gelernter Arbeiter durch Frauen und Kinder und das planlose Zusammentreiben und unwürdige Unterbringen der großen Arbeiterheere zerstörte eine in Jahrhunderten organisch gewachsene soziale Ordnung; die Auswüchse von Liberalismus und Kapitalismus führten zu Streiks, Klassenkampf, rücksichtslosem Kampf des Stärkeren gegen den Schwächeren und dauernden Angriffen gegen die staatliche Autorität durch diejenigen, die sich betrogen oder an noch stärkerer Ausnutzung anderer gehindert fühlten. Die Maschine, die bei planmäßiger Lenkung zum Segen für die Menschheit hätte werden können, wurde zu ihrem Fluche. Aber gerade Angehörige der Kreise, deren Aufgabe es in erster Linie gewesen wäre, die Lösung der durch die Maschine aufgeworfenen Probleme anzupacken, schmähten sie vielfach aus Ressentiment heraus am meisten. Dazu kamen ablehnende Stimmen mancher „Gebildeter“, denen Maschine und Arbeiter gleich fremd und unheimlich waren. Schließlich gehörte es in gewissen Kreisen beinahe zum guten Ton, Maschine und Technik zu lästern und für die Folgen eigenen und fremden Unverstandes allein verantwortlich zu machen. Die Annehmlichkeiten der Maschine wollte man genießen, vernünftige Folgerungen aus ihrer Einführung aber nicht ziehen. Manche „Federfuchser“ verhielten sich wie jene Ritter, die sich des Dienstes ihrer Vorfahren zwar bedient, sie aber ähnlich wenig geachtet hatten, wie sie selber ein paar hundert Jahre später die Ingenieure. SAUERBRUCH¹ hat daher mit seiner Ansicht zweifellos recht, daß alles, was mit der Technik an maschineller Leistung möglich wurde, an sich ein unbedingter Fortschritt ist und, richtig angewendet, auch dem kulturellen Leben der Völker Gewaltiges zu bieten vermag.

Eine gerechte Würdigung wird der Maschine etwa folgende Erzungenschaften zugestehen: Eine außerordentliche Verbesserung des Verkehrswesens, der gesundheitlichen Verhältnisse und des allgemeinen Wohlbefindens; das Erschließen ungeheurer Rohstoffmengen und Siedlungsgebiete; eine ungeahnte Entlastung des Menschen von schwerster körperlicher und ungesunder Arbeit und die Ermöglichung der Teilnahme auch solcher Kreise an den Kulturgütern, deren Dasein früher eine einzige Fron war; die Vermittlung der edeln Freuden des Lebens an Millionen in Einöden lebender Menschen und eine große Förderung der Wissenschaften. Sie wird weiter sagen, daß nicht die Maschine Schuld an den mit ihrem Aufkommen verbundenen unerfreulichen Begleiterscheinungen trug, sondern, um wieder mit VAN LOON zu sprechen, „die inkompetenten Kapitäne, die das Staatsschiff im gleichen Geist

¹ SAUERBRUCH, F.: Mensch und Technik. Dtsch. Techn. 1939 S. 6—12.

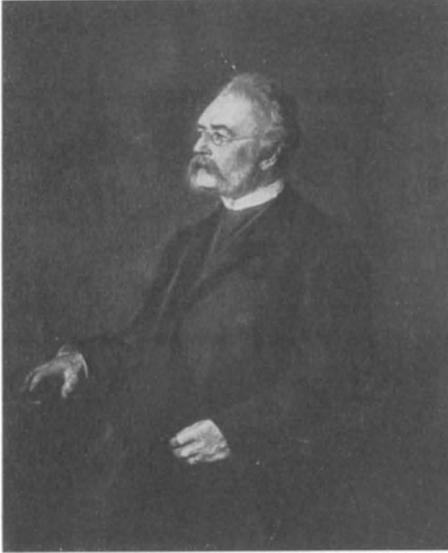
und nach denselben Grundsätzen steuerten wie ihre Ahnen vor ein paar Jahrhunderten.“

Im übrigen sollte man manche Klagen über schädliche Folgen der Maschine nicht zu tragisch nehmen. Schon der Umstand, daß die einen den Kern des Übels in ihren ungünstigen sozialen Folgen, die anderen in dem angeblich unbefriedigenden Dasein der an Werkzeugmaschinen tätigen Leute erblicken, zeigt, wie uneinig die Ankläger der Maschine sind, von denen viele das Verhältnis des Arbeiters zur Maschine so schildern, wie sie es empfinden, nicht aber wie der Arbeiter wirklich über es denkt.

Es ist kein Zweifel, daß die durch die Maschine verursachten Schwierigkeiten ebenso überwunden und in einen Segen für die Menschen verwandelt werden können, wie es bei allen großen Errungenschaften gelungen ist. Deutschland hat als erster Staat diese Aufgabe angefaßt. Niemals hat sich der deutsche Ingenieur einer solchen Förderung erfreut und niemals ist ihm von der Staatsführung eine Wertschätzung zuteil geworden wie jetzt. Er ist daher schon deshalb verpflichtet, an der Erschließung des Segens der Maschine für die Menschen nach besten Kräften mitzuwirken, was er mit Erfolg nur kann, wenn er sich den Problemen des Lebens mit leidenschaftlicher Anteilnahme zuwendet. Von der Tatkraft und Bereitwilligkeit seiner Mitarbeit an einer der größten Aufgaben, die der Menschheit je gestellt worden ist, wird das Ansehen des Ingenieurstandes und seine Rolle im öffentlichen Leben auf lange Zeit entscheidend abhängen.

V. Erziehung zum Ingenieur.

Der Mann, der recht zu wirken denkt,
muß auf das beste Werkzeug achten.



F. v. Lenbach pinx.

WERNER VON SIEMENS (1816—1892)¹.

Bahnbrechender Pionier der deutschen Elektrotechnik.
Hervorragender Forscher, Ingenieur, Erfinder und
Industriebegründer.

a) Elternhaus und Schule.

Es wurde bereits auf die Bedeutung gewisser charakterlicher Eigenschaften, vor allem des Willens, Mutes, Selbstvertrauens, gesunden Menschenverstandes, der Ausdauer, Phantasie und eines widerstandsfähigen Körpers für die erfolgreiche Betätigung als Ingenieur hingewiesen. Sie können nicht früh genug geweckt und nicht beharrlich genug gefördert werden. Schon das Elternhaus und die Schule sollten ihrer Pflege dieselbe Sorgfalt wie der Vermittlung des Lehrstoffes widmen. Leider halten es viele Eltern für ihre Aufgabe, ihren Jungen vor jeder körperlichen und geistigen Zugluft, vor jeder Gefähr-

dung seiner Bequemlichkeit und allem zu schützen, was ihn zur Selbsthilfe oder gar zum Gebrauch seiner Fäuste zwingen könnte, und lassen dadurch Eigenschaften verkümmern, die für das Bestehen des Kampfes ums Dasein von hohem Werte sind. Denn auf Widerstände muß ein junger Mensch gefaßt und zum Kampf gegen sie gerüstet und entschlossen sein, wenn er in der Technik vorwärtskommen und etwas leisten will. Die Worte des Führers: „Wer leben will, der kämpfe also, und wer nicht streiten will in dieser Welt des ewigen Ringens, verdient sich das Leben nicht“, könnten für Ingenieure gesprochen sein. Deshalb sollte schon beim Kind alles vermieden werden, was sein Vertrauen zu sich selber schädigen könnte. Es ist daher falsch,

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

ein aufgewecktes Kind wegen einer „komischen“ Frage zu verspotten, die oft nur kindlich-ungelenk formuliert ist, aber Nachdenken verrät, oder starken Spieltrieb und andere Begleiterscheinungen einer lebhaften Phantasie rein negativ zu werten, weil es das Selbstvertrauen sensibler Naturen oft fürs ganze Leben schwächt.

Ideal vieler, besonders kleinbürgerlicher Eltern ist der Musterschüler, Maßstab für die Beurteilung ihres Sprößlings das Schulzeugnis. Dabei hat es bis zum 16. Lebensjahr wenig Wert, weil bis dahin wichtige Eigenschaften sich häufig noch gar nicht zeigen, und es über die allgemeine Tauglichkeit fürs Leben überhaupt nichts sagt. Bis zu diesem Alter gelten aber vielfach die als Musterschüler, die genau das machen, was ihr Lehrer wünscht, die keine Individualität und daher keine von seinen Neigungen abweichenden Vorlieben haben, keine unbequemen Fragen stellen oder gar selbständig zu handeln versuchen. Da sie eigenen Willen nicht besitzen, kommen sie mit dem ihres Lehrers nicht in Konflikt. Manche Lehrer vermögen aber nicht zu unterscheiden, was bei einem Jungen Eigensinn oder Verstocktheit und was Anzeichen einer beginnenden Persönlichkeit ist. Von meinen Jugendgefährten mit den besten Zensuren haben es meines Wissens nur wenige zu einer den Durchschnitt überragenden Stellung gebracht, wohl aber haben von den übrigen, denen ihre Lehrer zum Teil düstere Zukunftsprognosen stellten, mehrere führende und einer einen überragenden Posten erlangt. Die frühe Manifestation eines eigenen Willens oder die Verträumtheit mancher junger Menschen mit starker Phantasie und erfinderischer Begabung erklären auch, weshalb viele hervorragende Männer schlechte Schüler gewesen sind. Lehrer sollten aber bei Jungen, die sich in gewissen Fächern besonders auszeichnen, auch über beträchtliche Fehlleistungen in anderen Fächern hinwegzusehen vermögen. Ich erinnere mich noch, welchen Eindruck es auf mich machte, als der Rektor meiner einstigen Oberrealschule, der in sphärischer Trigonometrie unterrichtete und wohl fühlte, daß ich unter meinen mangelhaften Leistungen litt, mir sagte: „Ihre Leistungen bei mir sind schwach. Darüber brauchen Sie sich keine Sorge zu machen, weil Sie sonst sehr gute Leistungen aufzuweisen haben. Es gibt nun einmal Dinge, in denen manche Schüler sich nicht zurecht finden. Deshalb ist es weiter nicht schlimm, daß Sie in meinem Lehrfach nicht recht mitkommen, außerdem werden Sie es im Leben wahrscheinlich gar nicht brauchen.“

Da „Musterschüler“ und ähnliche unausgeprägte Individualitäten bis zu ihrem 20. Jahre fast nie eine eigene Entscheidung fällen mußten, sind sie später zu selbständigem Handeln oft unfähig und werden nicht selten weinerliche, alles Unangenehme bekittelnde Nörgler, die bei jedem ihnen zugefügten tatsächlichen oder vermeintlichen Unrecht sagen, „man müßte das oder das unternehmen“, aber nie den Mut auf-

bringen, das ihres Erachtens Erforderliche auch zu tun. Als junge Leute suchen sie ihre mangelnde Lebenskraft dadurch zu bemänteln, daß sie sich als Menschen aufspielen, deren idealen Gedankenflug die Welt nicht versteht, obgleich sie ebensowenig Ideale wie Lebenskraft haben.

Wichtig ist frühzeitige körperliche Ertüchtigung und eine gewisse seelische Abhärtung gegen die nicht immer angenehmen Formen, in denen sich das Leben nun einmal abspielt. Kinder, die aus Sorge vor „schlechtem Umgang“ vor jeder Berührung mit robusteren Altersgenossen abgehalten werden, können sich später schwer durchsetzen, da sie weiter nicht schlimm gemeinte Ungezogenheiten anderer viel zu tragisch nehmen und nicht imstande sind, das oft einzig Vernünftige zu tun, nämlich mit gleicher Münze heimzuzahlen. Derjenige, der dies nicht bereits in jungen Jahren gelernt hat, wird es später nur mit großer Mühe fertigbringen. Ein kräftiger Körper gibt auch dann noch ein Gefühl der Überlegenheit, wenn der Mensch längst über das Alter hinaus ist, in welchem Meinungsverschiedenheiten mit der Faust ausgetragen werden. Auch heute, wo es Knaben und junge Männer in dieser Beziehung viel leichter haben als früher, sollte sportliche Betätigung Bestandteil jeder Erziehung und Begleiter durchs ganze Leben sein.

Gleichfalls schon im Elternhaus sollte das Interesse an fremden Sprachen geweckt werden. Einem Ingenieur, der nicht wenigstens eine fremde Sprache einigermaßen gut versteht und spricht, fehlt etwas Wesentliches. Die Ansicht SCHOPENHAUERS, der Mensch lebe so viele Leben, wie er Sprachen beherrscht, stimmt auch heute noch.

Bei den höheren Schulen und erst recht bei den Technischen Hochschulen sollte, solange sie nicht nur den Befähigtesten zugänglich sind, Grundsatz jedes Lehrplanes die Vermittlung einer Bildung sein, mit der der Durchschnitt später etwas anfangen kann, die aber in den Überdurchschnittlichen das Verlangen erweckt, über ihr unmittelbares Arbeitsgebiet hinauszusehen, und ihnen die Möglichkeit bietet, sich die geistigen Werte selber zu erschließen, ohne die auch ein beruflich erfolgreiches Leben für einen tiefer veranlagten Menschen arm und etwas Halbes bleibt. Dieses Ziel ist immer schwerer zu erreichen, weil sich die Ausbildungszeit nicht verlängern läßt, da bereits jetzt ein Student den Grad eines Diplomingenieurs nicht vor dem 24. oder 25. Lebensjahr erwerben kann. Ein früher Eintritt in die Praxis ist aber, von zwingenden anderen Erwägungen abgesehen, u. a. deshalb erwünscht, weil es einem Diplomingenieur um so schwerer fällt, sich mit den von der Hochschule so verschiedenen Verhältnissen in der Industrie abzufinden, je älter er in sie eintritt, und weil ein Jungingenieur sich das ihm noch fehlende Wissen in der Praxis oft leichter aneignen kann als auf der Hochschule, besonders wenn er seine Anfangsstellung nicht lediglich nach dem Gehalt,

sondern danach wählt, was er in ihr lernen kann und welche Entwicklungsmöglichkeiten sie ihm bietet.

Es wird später noch darauf zurückgekommen, daß für die Allgemeinheit ebenso wie für den Ingenieurstand selber eine Oberschicht, die aus mehr als Nur-Ingenieuren besteht, so wichtig ist wie ein Durchschnit, der das normale Geschäft ordentlich und sachgemäß erledigen kann. Die Ansichten darüber, ob eine realistische oder eine humanistische Ausbildung für überdurchschnittliche junge Leute, die Ingenieure werden wollen, geeigneter ist, sind geteilt. Da aber eine mehr nach den Naturwissenschaften ausgerichtete Schulbildung dem durchschnittlich Begabten das kürzeste Studium ermöglicht, wird schon aus diesem Grunde der Hauptstrom der Besucher Technischer Hochschulen von Oberrealschulen oder ihnen ähnlichen Lehranstalten kommen, die mehr praktische Fächer lehren, was für das Erwecken großer allgemeiner Interessen nicht immer förderlich ist. Bei solchen Lehranstalten kommt es daher besonders auf die Persönlichkeit der Lehrer und den auf der Schule herrschenden Geist an. Sind beide auf der Höhe, so ist es auch für überdurchschnittlich Begabte ziemlich nebensächlich, ob sie eine Oberrealschule oder ein Gymnasium besuchen. Ich erinnere mich jedenfalls voll Dankbarkeit der ausgezeichneten Lehrer meiner einstigen Stuttgarter Friedrich Eugen-Oberrealschule, von denen auch die Mathematiker und Naturwissenschaftler immer wieder unser Interesse an schönggeistigen Dingen anzuregen versuchten.

Die Auffassung, viele Musterabiturienten könnten schon mit 30 Jahren wegen völliger Einseitigkeit nicht mehr als „allgemein gebildet“ angesprochen werden und das Reifezeugnis eines Gymnasiums sei durchaus zeitbedingt, mag zutreffen, entscheidend aber ist, ob es eine Lehranstalt versteht, wenigstens in den befähigten Schülern das Verlangen nach etwas zu erwecken, was über das zum Erwerb des täglichen Brotes Erforderliche hinausreicht und dem sie sich immer wieder gern zuwenden.

Ein Übermaß von Lehrstoff nützt weder auf den höheren Schulen noch den Technischen Hochschulen, weil es nicht aufgenommen wird und daher nicht haften bleibt. Bei einem mehr auf die Bedürfnisse der Technik zugeschnittenen Lehrplan der höheren Schulen müßte wohl auf manches Wünschenswerte verzichtet werden, die Frage ist nur, ob bei einigen Berufen überhaupt eine andere Wahl bleibt. Auf vielen Gebieten hat nämlich unser Wissen weit schneller zugenommen und der Wettbewerb ist viel schärfer geworden als jemals vorher im gleichen Zeitraum, was sich über kurz oder lang auch auf Schulunterricht und Allgemeinbildung auswirken muß. Es ist wohl möglich, daß in einer oder zwei Generationen das Bildungsideal wesentlich vom heutigen abweichen wird; unsere Aufgabe ist es, einen möglichst zweckmäßigen Übergang zu finden.

Der große Mangel an Ingenieuren zwingt dazu, auch solchen Menschen das technische Studium zu ermöglichen, die nicht den normalen Weg über eine höhere Schule zurückgelegt haben. Ihre innere Berechtigung findet diese Erleichterung darin, daß die Befähigung zum schöpferisch tätigen Ingenieur ähnlich wie die zum Künstler angeboren ist und daher Leute mit erwiesener Ingenieurbegabung ein Anrecht auf dieselben Chancen beanspruchen können wie weniger Befähigte, denen der Zugang zum technischen Studium nur deshalb offen steht, weil sie die zum Einschlagen des normalen Weges nötigen Mittel haben. Man darf auch annehmen, daß jemand, der Kraft seiner Befähigung von der Volksschule her erfolgreich auf einer Technischen Hochschule studieren kann, die Energie aufbringen wird, um seine Bildungslücken im Laufe der Zeit auszufüllen. Ein allgemeiner Verzicht auf die Reifeprüfung, die noch immer die beste Gewähr für ein gewisses Bildungsniveau bietet, müßte dagegen Ansehen und Leistungen der Ingenieure schwer schädigen. Nach Rückkehr normaler Zeiten sollten aber schon im eigenen Interesse der Betreffenden und aus erbbiologischen und soziologischen Gründen Angehörige einfacher Kreise, die eine höhere Schule nicht besucht haben und über keine Geldmittel verfügen, zum Studium der Ingenieurwissenschaften nur dann ermuntert werden, wenn zu erwarten ist, daß sie die damit verbundenen Anstrengungen und Entbehrungen gesundheitlich nicht schädigen, und sie es zu mehr als durchschnittlichen Diplomingenieuren bringen werden.

Der Vorschlag, in den Oberklassen der höheren Schulen eine Richtung für Naturwissenschaften und Mathematik einzurichten und ihren Lehrgang so zu gestalten, daß auf ihm die Technische Hochschule ohne Wiederholung aufbauen kann, würde gestatten, die Gesamtausbildungszeit abzukürzen oder bei derselben Ausbildungsdauer Zeit für eine Beschäftigung mit anderen wichtigen Dingen freizumachen. Es müßte nur vermieden werden, daß dadurch das Studium von Gymnasiasten erschwert wird, weil das Gymnasium viele Sprößlinge von Familien mit langer wissenschaftlicher oder schöngeistiger Tradition besuchen, deren Fernbleiben ein großer Verlust für den Ingenieurstand wäre, siehe S. 117.

b) Technische Hochschulen. Wir haben gesehen, daß einerseits eine Verlängerung des Hochschulstudiums vermieden, andererseits den Studenten mehr als bisher ein Überblick über die großen Zusammenhänge gegeben werden muß. Da auch ihre körperliche Ertüchtigung nicht vernachlässigt werden soll, wird die zum Beschäftigen mit rein technischen Dingen verfügbare Zeit immer kürzer. Deshalb und weil es für den Durchschnitt der Studenten im späteren Beruf, bildlich ausgedrückt, mehr darauf ankommt, einen Kraftwagen gut fahren zu können, als genau zu wissen, auf Grund welcher Prinzipien er arbeitet,

sollten den Studierenden solide, wenn auch etwas enge Kenntnisse in den rein technischen Fächern vermittelt werden. Den nicht selbständig Denkenden, die überhaupt nicht auf Technische Hochschulen gehören, nützt ein über das Notwendige hinausgehender Lehrstoff sowieso nichts. Überdurchschnittlich Begabte können ihr Wissen in Sondervorlesungen vertiefen, und den in der Praxis stehenden Ingenieuren bieten vorzügliche Lehrbücher und in vielen Städten ein ausgezeichnetes Vorlesungswesen bequeme Gelegenheit zur Weiterbildung, wenn nur die Fundamente ihres Wissens solide sind. Für die seltenen genialen Begabungen aber ist der Lehrplan überhaupt ziemlich gleichgültig.

Der Nutzen einer Spezialausbildung auf der Hochschule ist für viele Studierende schon deshalb problematisch, weil sie nicht wissen, wofür sie sich am besten eignen, und weil sie sich bei der Wahl einer Sonderichtung oft von ganz nebensächlichen Erwägungen leiten lassen. Je mehr sie sich aber auf ein Sondergebiet verlegen, um so schwerer fällt es ihnen, in der Praxis auf ein anderes überzugehen, wenn sie die Verhältnisse dazu zwingen. Mindestens der durchschnittliche Student sollte einen tunlichst „normalen“ Lehrplan wählen, fleißig arbeiten und zusehen, daß er seine Diplomprüfung so frühzeitig als möglich ablegen und in die Praxis eintreten kann. Schon WERNER VON SIEMENS meinte: „Nur nicht zu früh spezialisieren. Der Blick wird zu eng. Das nötige Spezialwissen bringt schon der Beruf mit sich und es wäre verkehrt, schon auf der Technischen Hochschule mit dem Spezialisieren anzufangen.“

Dagegen muß das Konstruieren wieder pfleglicher behandelt werden. Mindestens im Wärmekraftmaschinenbau, den ich am besten überblicke, weil ich selber in ihm arbeite, werden Jungingenieure mit konstruktivem Können immer seltener. Auf die Gründe dieser bedauerlichen Erscheinung wird später eingegangen. Da die für erfolgreiches Konstruieren unerläßliche Raumvorstellung und Phantasie angeboren sein müssen, könnte der Lehrplan mehr nach der konstruktiv-praktischen und mehr nach der theoretisch-wissenschaftlichen Seite aufgezogen werden, wobei natürlich auch bei letztgenannter Richtung ein gewisses Mindestmaß von Konstruktionsarbeiten zu verlangen wäre. Falsch ist die Ansicht, daß gewandtes Freihandzeichnen Voraussetzung für gutes Konstruieren sei; einer der hervorragendsten deutschen Konstrukteure dieses Jahrhunderts war ein sehr unbeholfener Zeichner. Ein Kolleg für Konstruieren könnte bei geeigneten Lehrkräften Nutzen stiften. Auch der Konstruktionsunterricht sollte mehr Wert auf Gründlichkeit als auf besonders schwierige Dinge legen. Der Entwurf umsteuerbarer großer Dieselmotoren oder ähnlich schwierige Aufgaben, wie sie in meiner Studentenzeit beliebt waren, sind unzweckmäßig, weil sie im Studenten eine ganz falsche Vorstellung davon erwecken, wie Entwurf

und Bau solcher Maschinen sich in Wirklichkeit abspielen und ihn zu einer Überschätzung seiner Fähigkeiten verleiten. Er ist dann bitter enttäuscht, wenn er in der Praxis mit viel einfacheren Dingen nicht zurecht kommt, und lernt den Wert einer gründlichen Bearbeitung der Details nicht kennen. Da größere Maschinen in der Praxis in Gemeinschaftsarbeit entworfen werden, könnte es sich empfehlen, wenigstens eine der Konstruktionsarbeiten auf der Hochschule von mehreren Studenten gemeinsam anfertigen zu lassen. Beim Erlernen des Konstruierens, dem Rückgrat der Technik, ist der erste Schritt der schwerste. Da manchen jungen Leuten räumliche Vorstellung zunächst fehlt, glauben sie, sie besitzen sie überhaupt nicht und werfen die Flinte ins Korn, während sie es mit Geduld und Ausdauer oft zu achtbaren Leistungen bringen könnten. Über diesen Totpunkt muß der Unterricht hinweghelfen. Ein Student, der eine gewisse konstruktive Fähigkeit erreicht und Freude am Konstruieren gewonnen hat, wird in der Praxis einen erheblich leichteren Stand haben und auch dann, wenn ihn sein Weg nicht ins Konstruktionsbüro führt, den Wert von Konstruktionen zutreffender beurteilen können als einer ohne konstruktives Können, das für viele leitende Posten außerordentlich wichtig ist.

Die Frage, ob „Deutsch“ einem Ingenieur viel nütze, läßt sich dahin beantworten, daß eine gute Ausdrucksweise in- und außerhalb des Berufes von großem Vorteil und für das Erlangen leitender Posten manchmal entscheidend ist. Ein Student sollte daher viel, aber wählerisch lesen. Zahlreiche Menschen glauben aber, ihre Verpflichtung der deutschen Sprache gegenüber sei erfüllt, wenn sie jedes Fremdwort peinlich auch da vermeiden, wo es kürzer und eindeutiger als das entsprechende deutsche Wort ist.

Viele Diplomingenieure sind in ihrer Ausdrucksweise und in der gedrängten Wiedergabe des Wesentlichen einer Sache sehr ungewandt und selbst hervorragende Fachgenossen stehen nicht immer in einem „unmittelbaren Verhältnis zur deutschen Sprache“. Kurze Klausurarbeiten, in denen sie das Kennzeichnende einer Maschine oder eines Problems schriftlich niederzulegen hätten, wären ein gutes Mittel, um Studenten zur Konzentrierung zu zwingen und ihre Intelligenz und Auffassungsgabe zu prüfen. Die Unbeholfenheit vieler Ingenieure mit ausgezeichneten Kenntnissen, sich über das Wesentliche einer Sache kurz zu äußern, zeigt folgendes Beispiel. Der Leiter eines Unternehmens möge Kenntnis von Lizenzverhandlungen seiner Konkurrenz mit dem Erfinder einer Kraftmaschine erhalten haben, die eine Brennstoffersparnis von 5% und andere Vorteile bieten soll. Der von ihm um seine Ansicht befragte Fachbearbeiter äußert sich nun häufig etwa folgendermaßen: „Ob 5% Wärme erspart werden, hängt vom Expansionskoeffizienten ab.“ Auf den Einwand, er möge mit einem passenden

Werte rechnen, folgt die Erwiderung: „Der Expansionskoeffizient sei durch den angewendeten Luftüberschuß bedingt.“ Die Bemerkung, auch mit dieser Angabe sehe er nicht klarer, wird mit dem Einfluß der Belastung, der Verdichtung oder einem anderen „wissenschaftlichen“ Vorbehalt beantwortet usw. usw. Solche für den Nichtfachmann wertlosen Auskünfte machen die skeptischen Ansichten über „Theoretiker“ erklärlich. Die Antwort hätte etwa lauten müssen, „Eine Ersparnis von 5% ist zwar theoretisch nicht ausgeschlossen, auf Grund von Vergleichen mit bekannten Maschinen erscheint sie aber sehr optimistisch, meines Erachtens wird man höchstens mit etwa 3% rechnen dürfen. Dann wäre aber die Maschine wegen ihrer teuren und verwickelten Konstruktion voraussichtlich nicht so überlegen, daß sie unserem Absatz erheblichen Abbruch tun könnte.“ Diese Antwort gibt, obgleich sie sich auf einen bestimmten Wert nicht festlegt, dem Verantwortlichen genügend Anhalt für seine Verhandlungen.

Es kann jemand auf einem Teilgebiete der Technik ausgezeichnete Kenntnisse haben, im übrigen aber ein Ignorant sein. Das Wissen vieler technischer Einzelheiten bedeutet daher noch lange nicht, daß jemand eine gediegene technische Bildung hat. Wenn der Vorwurf, die Hochschule hätte Wissen, aber keine Bildung gepflegt, für Universitäten zutrifft, so tut er es sicher für Technische Hochschulen. Ein gediegen gebildeter Ingenieur muß wenigstens die grundsätzlichen Zusammenhänge in einem größeren Ausschnitt der Technik und das Wesentliche der Beziehungen zwischen Technik und öffentlichem Leben einigermaßen kennen. Sonst kann er weder in seinem Arbeitsbereiche das bestmögliche leisten, noch seine Tätigkeit in Übereinstimmung mit übergeordneten allgemeinen Interessen bringen, noch den erforderlichen Einfluß im öffentlichen Leben gewinnen und wird, selbst wenn er zu Wohlstand und einer gehobenen Stellung kommen sollte, dauernd subaltern bleiben und außerhalb seiner Kreise auch für subaltern gehalten werden. Gerade weil Ingenieure so viele Sonderkenntnisse haben müssen und weil zwischen ihnen und dem Publikum nicht die unmittelbare Berührung wie zwischen Arzt und Kranken oder Beamten und gewöhnlichem Bürger besteht, kommt es bei den Technischen Hochschulen besonders darauf an, die Studenten mit den großen Zusammenhängen zwischen der Technik und den übrigen Bereichen menschlicher Tätigkeit vertraut zu machen. Das Überbetonen der Wichtigkeit einzelner technischer Sondergebiete durch manche Fachprofessoren muß aber in den Studenten den Glauben erwecken, ihr zukünftiges Heil hänge ausschließlich davon ab, ob sie imstande sind, möglichst vielerlei und möglichst verwickelte technisch-wissenschaftliche Aufgaben zu lösen. Dadurch kommen manche zu einem technischen Akrobatentum, das mehr glänzt als nützt, und sehen schließlich den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr.

Ein nur aus einer Nebeneinanderreihung von noch so guten Vorlesungen über verschiedene technische Teilgebiete bestehender Unterricht gibt tüchtige Spezialisten und emsige Arbeiter, schwerlich aber Menschen mit Führerqualitäten. Angesichts der knappen verfügbaren Zeit ist es daher das kleinere Übel, die Zahl der technischen Kollegs etwas zu beschränken, um die Studenten mit den großen Zusammenhängen vertraut machen zu können. Der Umstand, daß diese Dinge viele weniger Begabte nicht interessieren und von ihnen bald wieder vergessen werden, wiegt leicht gegenüber der Tatsache, daß nur auf diese Weise in den befähigten Studenten ein zutreffendes Bild von Wesen und Bedeutung der Technik erweckt und verhindert werden kann, daß sie ihre ganze Intelligenz an technisch-wissenschaftliche Tüfteleien verschwenden und eben auch Nur-Techniker werden. Gründliches technisches Wissen ist natürlich für jede erfolgreiche Ingenieur-tätigkeit unerläßlich, es allein reicht aber, wenigstens für den, der sich später mit Recht einen Führer nennen und zu tieferen Einblicken kommen will, nicht aus. Daher sollte ein Hauptpflichtfach geschaffen werden, das ein Bild von der Entwicklung der Technik, der zeitlichen Bedingtheit gewisser Erfindungen, dem Zusammenhang der verschiedenen Zweige der Technik und dem Einfluß der Technik auf die wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse eines Volkes gibt. Sehr viele Ingenieure wissen hierüber und über die großen Erfinder und Bahnbrecher der Technik, denen sie soviel verdanken, beschämend wenig.

Ferner sollte man den Studierenden an geschickt ausgewählten Beispielen zeigen, welche Rolle die Theorie beim Auffinden von Neuland, beim Verfeinern von Konstruktionen und im Alltagsgebrauch spielt und welche Grenzen ihrer Anwendung so häufig gezogen sind. Nicht weniger wichtig ist, ihnen immer wieder die überragende Bedeutung der am Anfang dieses Kapitels erwähnten charakterlichen Eigenschaften für den geschäftlichen Erfolg und die Entwicklung zur Persönlichkeit vor Augen zu führen. In diesem Zusammenhang sollte auch gesagt werden, wie fehlerhaft folgende Auffassung über die Ingenieur-tätigkeit ist, zu der manche Menschen wohl mit durch eine Eigenart des Schulunterrichtes kommen. Auf der Schule gibt es — wenigstens für die weniger nachdenklichen Schüler — für jede Frage eine bestimmte eindeutige Antwort, ob es sich um das Datum eines geschichtlichen Ereignisses, eine Übersetzung, eine mathematische Aufgabe oder die Anwendung der von vielen Schülern mit mystischer Ehrfurcht betrachteten „Naturgesetze“ in Physik oder Chemie handelt. Daraus ziehen nun viele, besonders etwas spießige Schüler den Schluß, in der Technik, die doch auf Mathematik und Naturgesetzen beruhe, sei es ebenso. Sie glauben daher, jedes technische Problem müsse sich gewissermaßen vom grünen Tisch aus allein durch Berechnung und Anwendung der Theorie

ohne Umwege, Probieren und Fehlschläge auf einem ganz bestimmten Wege lösen lassen, und mit dem sonstigen Leben sei es nicht viel anders. Aus dieser geistigen Einstellung entstehen die „Mathematik-Ingenieure“, die alles besser wissen, die „Gebrauchsanweisungsingenieure“, die unglücklich sind, wenn sie nicht für das Erledigen von allen Dingen starre Rezepte benutzen oder sich auf Präzedenzfälle stützen können, und die Bürokraten, die jede Individualität unterdrücken und alles reglementieren möchten, die Zeit durch Herumreiten auf nebensächlichen Kleinigkeiten totschiessen und vom Volksmund daher oft in Gedankenassoziation zu einer an den Gestaden der Ägäis wachsenden Frucht gebracht werden.

c) **Hochschullehrer.** Die Forderung, ein Hochschullehrer müsse Erzieher, Fachmann und Forscher sein, wird sich nur sehr selten erfüllen lassen, ist aber auch nicht wichtig. Er muß vor allem das, was er zu sagen hat, selber gründlich verstehen und seinen Hörern verständlich und anregend beizubringen vermögen, was ihm nur gelingt, wenn er sich in ihr Vorstellungsvermögen hineinversetzen kann und fühlt, ob sie ihm folgen können. Ein verständlicher Vortrag findet größere Aufmerksamkeit und bleibt besser haften als ein besonders tiefgründiger aber trockener. Ihn haben aber manche bedeutende Forscher nicht und erzielen daher, wie z. B. HUGO JUNKERS, als Lehrer nur unbefriedigende Ergebnisse. Außerdem vermittelt mindestens den durchschnittlichen Studenten die Berührung mit einem Forscher keine Vorstellung von seiner Bedeutung. Für sie kommt es auch gar nicht darauf an, letzte Feinheiten, sondern das möglichst gründlich zu lernen, was sie für den Alltagsgebrauch benötigen. Wer Lehrbefähigung und solide Fachkenntnisse mit der Gabe verbindet, seinen Schülern auch als Mensch etwas sagen und sie für eine Idee begeistern zu können, ist der beste Erzieher. Wir hatten geradezu einen Heißhunger, etwas darüber zu erfahren, wie es im Leben aussieht, und die heutige Generation dürfte ebenso sein. Viele meiner Jugendfreunde und ich denken auch nicht an die Lehrer am dankbarsten, bei denen wir „am meisten gelernt“ haben, sondern an die, die uns als Mensch etwas zu sagen hatten. Man könnte aus diesen Gründen vielleicht von Zeit zu Zeit hervorragende Persönlichkeiten aus der Industrie über Probleme, die durchaus nicht rein technischer Natur zu sein brauchten, mit Vorteil vor Studenten sprechen lassen.

Beim Lehren spielt noch folgender Umstand eine Rolle. Dem jungen Menschen fehlen die Erfahrungen und der Überblick, um gewisse Dinge verstehen zu können, der gereifte, der bereits Erfahrungen besitzt, kann sich aber oft nicht mehr in das Vorstellungsvermögen junger Leute hineinversetzen und ihnen daher manches nicht recht klarmachen. Auch scheint es, daß fast alle Menschen erst gewisse saure Lebenserfah-

rungen selber gemacht haben müssen, um für fremden Rat genügend aufnahmewillig zu werden. Dies zeigt sich u. a. dann, wenn junge Leute, denen ein an Erfahrungen weit überlegener einen Rat erteilen will, ihm mit allen Mitteln zu beweisen versuchen, daß sie richtig handeln, ohne ihn überhaupt aussprechen zu lassen und ohne über seine Gründe wenigstens etwas nachzudenken.

Beim Verlangen nach einer Vereinigung der Technischen Hochschulen mit den Universitäten spielen wohl bei manchen Ingenieuren Rücksichten auf die erhoffte Hebung des Ansehens ihres Standes mit. Ob sie wirklich erreicht und das Verständnis der Angehörigen anderer Fakultäten für die Technik besser werden würde, ist mindestens zweifelhaft. Zum Beispiel ist in vielen Fällen auch bei aller Umsicht und trotz bestem Wissen eines Ingenieurs der Erfolg seiner Arbeit ungewiß und zahlreiche Ingenieure müssen auch propagandistisch tätig sein. Beide Dinge werden aber vielen Wissenschaftlern fremd und unverständlich erscheinen und sie werden auch nicht begreifen, daß Ingenieure die Wissenschaft nur als eines ihrer Hilfsmittel betrachten. Diesen Umständen, die der ganzen Haltung von Ingenieuren das Gepräge geben, muß aber die Erziehung Rechnung tragen, weshalb für Studenten der Technik auch auf der Universität ein besonderer Lehrplan nötig wäre. Es ist daher nicht recht einzusehen, welchen positiven Vorteil eine Zusammenlegung von Universitäten und Technischen Hochschulen haben könnte.

d) Allgemeines. Der große Ingenieurmangel zwingt dazu, Abhilfe zu schaffen. Unter anderem soll dies durch Ermöglichung des Hochschulstudiums für besonders befähigte Volksschüler und durch Ausbildung der besten Fachschulingenieure zu Diplomingenieuren in Hochschul-Schnellkursen geschehen. Die Tätigkeit vieler Diplomingenieure in der Praxis ist so einfach, daß sie intelligente in Schnellkursen ausgebildete Fachschulingenieure ebensogut leisten werden. Auch ein Herunterdrücken des allgemeinen Bildungsniveaus des Ingenieurstandes ist kaum zu befürchten, da viele auf normalem Wege ausgebildete Diplomingenieure an über die unmittelbaren Erfordernisse ihres Berufes hinausgehenden Dingen kein großes Interesse haben. Ein vielleicht bestehender Mangel an Umgangsformen sollte sich unschwer beseitigen lassen.

Die Frage, ob der heutige Hochschulbetrieb überhaupt zweckmäßig ist, taucht immer wieder auf. Viele von Diplomingenieuren bekleidete Stellungen können tüchtige höhere Maschinenbauschüler ebensogut ausfüllen, zumal gesunder Menschenverstand oft mehr benötigt wird als großes Fachwissen, und tüchtige Maschinenbauschüler ihr Studium mit mehr Eifer betreiben als viele unterdurchschnittliche Abiturienten, die die technische Hochschule oft nur beziehen, weil sie den Besuch einer

höheren Maschinenbauschule für einen sozialen Abstieg halten. Ihre Überweisung an höhere Maschinenbauschulen würde dem Lehrbetrieb auf den Technischen Hochschulen und, wenn ein Ingenieur nur nach der Leistung und nicht nach dem akademischen Titel bezahlt werden würde, auch ihnen selber nützen, weil ihre Ausbildung kürzer und billiger wäre und das verbitternde Gefühl wegfiere, nie die Stellung erringen zu können, wie ihre begabteren Kommilitonen, mit denen zusammen sie die Hochschule besuchten.

Manche Klagen über unzulängliche Leistungen Technischer Hochschulen übersehen übrigens, daß vieles dem fertigen Ingenieur selbstverständlich Erscheinende es bei seinem Eintritt in die Praxis ihm nicht war. Im reiferen Alter ist man daher manchmal geneigt, etwas für einen Mangel der Erziehung zu halten, was nur eine unvermeidliche Begleiterscheinung der Entwicklung ist. Im übrigen brauchen viele sehr tüchtige und von vorzüglichen Lehrern unterrichtete Studenten nach ihrem Studium eine gewisse Zeit, um das, was sie gelernt haben, zu verdauen und sich ganz anzueignen. Die Hochschule kann wohl das Tempo des Marsches vermitteln, seinen Rythmus, der ihn erst ergiebig und ausdauernd macht, kann aber nur die Praxis lehren.

VI. Voraussetzungen für den beruflichen Erfolg.



Sinkel pinx.

NIKOLAUS AUGUST OTTO (1832—1891)¹.

Erfinder der Viertakt-Gasmaschine.

a) **Einleitung.** Vor allem Menschen, die es im Leben zu nichts gebracht haben, schreiben den Erfolg anderer gern unfairen Kampfmethoden und dem Zufall zu, womit sie sehr häufig unrecht haben. Wohl mögen einige auf zweifelhafte Weise zu einer gehobenen Stellung gelangen, sich in ihr behaupten können sie aber fast immer nur, wenn sie an sich tüchtig sind. Dies will nun freilich nicht besagen, daß es ein besonders fähiger Mensch immer zu einer seinen Leistungen angemessenen Stellung bringen müsse. Beispielsweise können in einem Unternehmen alle für ihn geeigneten Posten bereits besetzt sein oder andere sein Weiterkommen verhindern, weil sie für ihr Ansehen oder ihre Stellung

fürchten. Wie gerade die letzten 30 Jahre gezeigt haben, ist es Staatsmännern und Feldherren oft auch nicht anders ergangen. Da aber einen intelligenten Menschen wenig so zermürbt und demütigt wie an der Entfaltung seiner Fähigkeiten verhindert zu sein und untätig zusehen zu müssen, wieviel besser eine Sache gemacht werden könnte, sollte er sich in solchen Fällen schnell nach einem anderen Wirkungskreis umsehen. Zufällig kann zwar von mehreren gleich tüchtigen Menschen nur ein einziger gerade dann an einer Tür vorbeigehen, wenn sie sich zum Suchen eines dringend benötigten Nachfolgers auf tut, sonst spielt der Zufall aber, wenn man von Krankheit und Unglücks-

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

fällen absieht, nicht die oft vermutete große Rolle. Auch im Beruf haben solide Erfolge solide Grundlagen zur Voraussetzung, zu denen Wissen, Können und bestimmte, bereits erwähnte charakterliche Eigenschaften gehören. Der anscheinend unerklärliche Erfolg vieler Männer rührt nämlich häufig von überlegenen charakterlichen Eigenschaften her, die andere nur deshalb nicht sehen, weil sie sie selber nicht besitzen, oder weil sie den Nutzen angelernten Wissens für den Kampf ums Dasein weit überschätzen. Wer andauernd Erfolge oder Mißerfolge hat, ist hieran fast immer selber schuld. Dem Menschen wird allerdings ein erheblicher, oft sogar der größere Teil seines Schicksales in die Wiege gelegt, den Rest bestimmen Elternhaus, Umwelt und sein Wille. Deshalb sind gesunde Eltern und ein glückliches Elternhaus eine der größten Segnungen, die einem Menschen zuteil werden können. Unermüdliches Arbeiten an sich selber kann aber viel von dem Schaden wieder gutmachen, den Vererbung, mangelhafte Erziehung, schlechtes Milieu und schwache Gesundheit zugefügt haben. Das törichteste freilich, was ein Mensch tun kann, der vom Schicksal in dieser Beziehung nicht gut bedacht wurde, ist, zu jammern und die Hände tatenlos in den Schoß zu legen, statt sich mit allen Kräften gegen es zu wehren.

Nach diesen allgemeinen Darlegungen sollen nunmehr einige für den beruflichen Erfolg wichtige Dinge näher behandelt werden.

b) Der Wert der Arbeit. Die Großen aller Zeiten waren sich ungeachtet ihrer oft grundverschiedenen Natur und Einstellung zum Leben in der hohen Wertschätzung der Arbeit einig. Die Worte eines LUDWIG XIV.: „Durch die Arbeit ist man König und um der Arbeit willen ist man König. Eines ohne das andere zu wollen, wäre Undankbarkeit und Vermessenheit gegen Gott, Ungerechtigkeit und Tyrannei gegen die Menschen“ oder die seines Ministers COLBERT: „Arbeit ist die Quelle aller geistlichen und weltlichen Güter“, stimmen weitgehend mit dem überein, was ADOLF HITLER und viele bedeutende Ingenieure hierüber gesagt haben.

Das Leben sämtlicher in diesem Buche erwähnten großen Erfinder bestätigt die Wahrheit des MOLTKESchen Wortes „Genie ist Fleiß“, d. h. auch der überragenden Begabung bleibt der Schweiß nicht erspart, wenn sie etwas leisten will. Bei einem genialen, lange Zeit erfolgreichen Manne, mit dem mich das Schicksal zusammenführte, würde es mir schwerfallen, zu sagen, ob sein Stern zu sinken begann, als ihn sein Genie oder als ihn sein Fleiß verließ, wahrscheinlich taten sie es zusammen. Ein weiser Mensch erblickt daher in der Arbeit keine Plage, sondern etwas auf Grund unserer Konstitution zum gesunden Leben ebenso Notwendiges wie Nahrung, Erholung und Schlaf. Es kann daher auch niemals, wie manche meinen, Endziel der Technik sein, den Menschen von jeglicher, sondern nur von übermäßiger und gesundheitsschädlicher Arbeit zu entlasten.

Wie in der bildenden Kunst ein MICHELANGELO, so sind auch in der Technik hart um ihr Werk ringende Naturen häufiger als Männer, denen, wie RAFFAEL, der Erfolg fast spielend in den Schoß fiel. Häufig gehört der Erfolg nicht dem intelligenteren, sondern dem fleißigeren und beharrlicheren Menschen, und die Mehrzahl der Ingenieure braucht nicht so sehr überragenden Verstand als Fleiß, Zuverlässigkeit und Ausdauer. Viele leitende Ingenieurposten wurden „durch Überstunden“ errungen. Ein fleißiger und zuverlässiger Ingenieur ist für ein Unternehmen häufig wertvoller als ein ihm an Intelligenz überlegener, bei dem man aber nie weiß, wie weit man sich darauf verlassen kann, daß er seine Arbeiten fehlerfrei und fristgemäß erledigt. Mit Fleiß, Zuverlässigkeit und anständigem Charakter kann auch ein Ingenieur ohne überragende Gaben eine sichere und geachtete Stellung erlangen. Ohne Gründlichkeit auch im Nebensächlichen hat Ingenieurarbeit auf die Dauer keinen Bestand. Liebe zum Detail ist die Ursache vieler Dauererfolge, und wenig erleichtert den Erfolg in großen Dingen so sehr, wie sich von Jugend an bemühen, in kleinen sorgfältig und ordentlich zu sein.

Zwei Ingenieure derselben Intelligenz können mit ihren Gaben sehr Verschiedenes vollbringen, je nachdem, welchen Gebrauch sie von ihnen machen. Es gibt nämlich ebenso ein geistiges Training, wie es ein körperliches gibt, das bei Ausdauer und Fleiß Dinge begreifen und gelingen läßt, von denen man glaubte, man würde nie mit ihnen fertig werden. Wenn man eine Sache nicht auf das erstemal versteht, studiere man sie zwei-, fünf- und, wenn es sein muß, zehn- oder zwanzigmal. Geht man hierbei systematisch vor, so kann auch ein Mensch ohne überragende Fähigkeiten zu beachtlichen Leistungen kommen. Das Rezept ist so einfach, daß es viele junge Leute gerade seiner Einfachheit wegen und deshalb nie ernstlich versuchen, weil sich der Erfolg nur langsam zeigt und sie immer wieder mutlos werden, wenn ihnen etwas nicht so schnell gelingen will wie anderen.

Bei gleicher Intelligenz wird — wenn man von genialen Menschen absieht — im allgemeinen derjenige geschäftlich am erfolgreichsten sein, der in seinem Beruf am ausgeglichsten begabt ist. Wer seine ganze Energie, Zeit und Intelligenz lediglich seinem Beruf widmet, wird es oft „weiter“ bringen als jemand mit umfassenden Interessen, ob er deshalb beneidenswerter ist, ist freilich eine andere Frage.

c) Der Wert von Wissen und Können. Da in der Technik alles fortwährend in Fluß ist, trägt das auf der Hochschule Gelernte auf die Dauer nur Früchte, wenn es ein Ingenieur unablässig erweitert, vertieft und den Bedingungen anpaßt, unter denen er arbeitet. Ein an Umfang beschränktes aber solides Wissen ist wertvoller, als von den verschiedensten Dingen etwas, aber nichts gründlich zu wissen. Wer es versteht, sich auf mehreren Gebieten ein durchschnittliches, auf mindestens einem

ein den Durchschnitt erheblich überragendes Wissen anzueignen, hat die beste Aussicht, einen überdurchschnittlichen Posten erringen und ohne die Nachteile eines ungesunden Spezialistentums ausfüllen zu können. Dann wird auch seine Tätigkeit ergiebiger und sein Gesichtsfeld schon im Anfang seines beruflichen Wirkens weiter, als wenn er sich nur mit ihm unmittelbar angehenden Dingen befaßte. Ein Ingenieur, den sein Beruf interessiert und der weiterkommen will, sollte seine Hochschulkenntnisse durch Fachzeitschriften, Bücher, Mitarbeit an einem der von den Ingenieurorganisationen aufgezogenen Arbeitskreise und Meinungsaustausch mit anderen Ingenieuren fortwährend erweitern. Je mehr er anderen von seinen Kenntnissen mitteilt, um so bereitwilliger werden sie ihn über die ihrigen unterrichten. Wer literarische Neigungen hat, pflege sie oder halte Vorträge. Der etwas schüchtern Veranlagte bemühe sich, wenigstens im kleinen Kreise frei zu sprechen, es ist unerheblich, wenn ihm dies im Anfang nicht recht gelingen will.

Wissen ist im wahrsten Sinne des Wortes ein Zinsen tragendes Kapital, das man nicht wie Geld oder eine Stellung verlieren kann. Wer viel weiß, kann sich am ehesten von den Wechselfällen des Lebens und persönlicher Gunst unabhängig machen, sich lästige Menschen vom Leibe halten und auch im vorgerückten Alter auf ein befriedigendes Dasein rechnen. Eine Stellung, in der man sein Wissen nicht erweitern kann, bietet diese Gewähr nicht, so verlockend sie finanziell sein möge.

Infolge des heute auf vielen Gebieten vorliegenden ungeheuren Tatsachenmaterials können sich manche Ingenieure nicht vorstellen, wie mager die Unterlagen im Anfang vieler Entwicklungen waren und sich daher oft nicht helfen, wenn sie selber eine beginnen sollen. In solchen Fällen gilt „das Bessere ist des Guten Feind“ und „ultra posse nemo obligetur“ (man kann von niemanden mehr verlangen, als was er zu leisten vermag). Diese Sprichwörter wollen sagen, daß eine rohe Faustformel, eine nur auf 200—500% zuverlässige Festigkeitszahl oder eine primitive Maschine immer noch besser ist als gar keine, und daß der Ingenieur da, wo jede Vorausberechnung versagt, probieren muß. Viele bedeutende Erfindungen sind auf diesem Wege entstanden. Der Umstand, daß man auch heute noch selbst im normalen Maschinenbau auf die errechneten Werte oft den mehrfachen Betrag als Sicherheit zuschlägt, zeigt, wie gering unser Wissen auf vielen uns längst vertrauten Gebieten ist, bzw. wie schwierig manche Vorgänge rechnerisch erfaßbar sind. In solchen Fällen hat es die Erfahrung als praktischer erwiesen, reichliche Sicherheitszuschläge zu machen, als zeitraubende „genaue“ Rechnungen anzustellen, zumal sie oft nur neue Unsicherheiten in sich schließen. Wahrscheinlich wird die Technik auf vielen Gebieten noch lange so verfahren müssen, trotzdem sollte man versuchen, die Grenzen des durch Berechnung Erfäßbaren möglichst zu erweitern. Nun sind selbst

im normalen Maschinenbau viele Vorgänge so verwickelt, daß ungewöhnliche theoretische und mathematische Kenntnisse nötig wären und es untragbar lange dauern würde, wenn man alle Feinheiten der Naturgesetze bei der Berechnung berücksichtigen wollte. Da derartige Rechnungen oft nur in größeren Zeitabschnitten vorkommen, wäre auch die Gefahr von Irrtümern aus Mangel an Routine und infolge der unübersichtlichen Formeln zu groß. Das Ausarbeiten von einfachen, plastischen, besonders graphischen Berechnungsverfahren, mit denen auch der durchschnittliche Ingenieur zuverlässig und schnell arbeiten kann, obgleich sie die tatsächlichen Verhältnisse weitgehend berücksichtigen, gewinnt daher ebenso wie leicht verständliche Darstellungen verwickelter Zusammenhänge neben dem Schaffen der wissenschaftlichen Grundlagen zunehmende Bedeutung, da sie eine erhebliche Entlastung von der Bürde großen Spezialwissens sind. Auch hier drängt sich ein Vergleich mit Ärzten auf, indem Untersuchungsverfahren, die von großen Kliniken mit Recht benutzt werden, vereinfacht werden müssen, um sich für den Gebrauch des praktischen Landarztes zu eignen,

Um eine Sache zutreffend beurteilen zu können, muß man den Tatbestand gründlich kennen, was durch Fragen oft am schnellsten gelingt. Vor Fragen haben aber viele Ingenieure aus Bequemlichkeit und deshalb eine Scheu, weil sie fürchten, sich bloßzustellen, obgleich dies ein kleineres Übel wäre, als halbwissend zu bleiben. Man muß sich freilich überlegen, was man wissen möchte, bevor man eine Frage stellt. In schwierigen Fällen schreibe man sie nieder, wobei sich die Antwort oft von selbst ergibt. Je klarer man fragt, um so eher bekommt man eine klare Antwort. Glaubt man etwas nicht richtig verstanden zu haben, so bitte man um Aufklärung. Man wird dann öfters sehen, daß der Befragte selber nicht recht im Bilde ist. Fragen läßt sich zu einer Kunst entwickeln, indem man eine Frage entweder so stellt, daß der Gefragte genau weiß, was man wissen möchte, oder indem man sie in eine so beiläufige Form kleidet, daß er durch seine Antwort etwas verrät, was er bewußt nie bekanntgegeben hätte. Es gibt freilich dumme und „dumme“ Fragen. Die ersteren verraten mangelhaftes Wissen oder Bequemlichkeit, die letzteren haben den eben erwähnten Zweck, verlangen aber Unbekümmertheit um den Eindruck, den sie machen. Wer sich hiervor fürchtet, erinnere sich an den Ausspruch eines der klügsten Staatsmänner des vergangenen Jahrhunderts „mögen sie mich ruhig für den Düpierten halten, mir kommt es nur darauf an, wer wirklich düpiert wird“.

Viele Ingenieure können ihre Gedanken aus Mangel an sprachlicher Gewandtheit und Konzentrationsfähigkeit nicht richtig zur Geltung bringen. Teils drücken sie sich unklar aus, teils sagen und schreiben sie etwas ganz anderes, als was sie meinen und sagen wollen, teils ge-

langen sie vom Hundertsten ins Tausendste. Die Vorliebe vieler Menschen für das Unwesentliche verführt sie zu einer außerordentlichen Breite und z. B. zum Beifügen völlig entbehrlicher umständlicher Rechnungen zu ihren Darlegungen. Mein einstiger Lehrer, Prof. RIEDLER, sagte hierzu, man wolle doch das fertige Möbelstück und nicht die bei seiner Anfertigung entstandenen Hobelspäne kaufen. Der Hang zur Breite zeigt sich auch in technischen Zeitschriften, was u. a. deshalb so bedauerlich ist, weil sie dadurch für den Nichtspezialisten an Wert verlieren. Viele Veröffentlichungen sind ganz einseitig auf die Bedürfnisse von Spezialisten eingestellt und so abgefaßt, daß ihre Ergebnisse nur bei sorgfältigem Durchlesen der ganzen Arbeit verständlich werden. Hierzu fehlt aber vielen Ingenieuren die Zeit. Infolgedessen kommt manche wichtige Erkenntnis nur einem kleinen Kreis zugute. Insbesondere räumen viele Verfasser mathematischen Darlegungen einen zu breiten Raum ein, selbst wenn sie so schwierig sind, daß sie nur wenige Leser verstehen können. Ähnliches gilt von der Schilderung verwickelter versuchstechnischer Anordnungen. Untersucht z. B. ein Verfasser einen bestimmten Vorgang, um daraus Folgerungen für den Bau einer Maschine ziehen zu können, so wird er zunächst mit Hilfe der Mathematik gewisse grundsätzliche Zusammenhänge ermitteln, dann durch Versuche die Brauchbarkeit seiner Gleichungen nachprüfen und schließlich auf Grund dieser Arbeiten praktische Folgerungen ziehen. Viele Verfasser machen nun den Fehler, daß sie zunächst — meist viel zu breit — die mathematische Behandlung, dann die Schilderung der Versuchsdurchführung mit allen Einzelheiten und erst zuletzt und nicht selten an versteckter Stelle ihre Schlußfolgerungen bringen.

Solche Arbeiten wären, ohne die Interessen der Spezialisten zu beeinträchtigen, für einen weit größeren Leserkreis brauchbar, wenn der Verfasser zunächst kurz sagen würde, was er zeigen will und zu welchem Ergebnis er gekommen ist, und wenn er den übrigen Teil der Arbeit als Anhang beifügte. Der Vielbeschäftigte könnte dann das Wichtige schnell erfahren, aber auch diejenigen, die sich für Einzelheiten interessieren, würden auf ihre Kosten kommen. Schließlich ist der Umfang mancher Arbeiten in der für einen weiteren Leserkreis bestimmten Fachpresse zu groß. Es ist das kleinere Übel, wenn einige wenige Leser sich mit einer Rückfrage an den Verfasser wenden müssen, als wenn zahlreiche Fachgenossen aus Mangel an Zeit die Arbeit überhaupt nicht lesen können.

Sprachlich gewandte Ingenieure sind auch bessere Unterhändler und bleiben selbst bei großen Interessengegensätzen sachlicher als unbeholfene. Die Schilderung eines Vorganges mit wenig Worten verlangt, daß man sich das Wesentliche selber klarmacht und Wichtiges vom Unwichtigen trennt, ist also ebenso sehr Ergebnis einer gründlichen

Beschäftigung mit dem Gegenstand wie sprachlicher Gewandtheit. Besonders in jüngeren Jahren wird der erste Entwurf eines Briefes es oft an Klarheit und Kürze fehlen lassen. Es kostet aber auch für den Briefschreiber weniger Mühe und Zeit, ihn durch einen zweiten besseren zu ersetzen, als wenn er die Verwirrung, die sein erster Entwurf angerichtet haben würde, später durch weitere Briefe wieder aus der Welt schaffen müßte.

d) Der Wert von Gesundheit und Charakter. Das Wort von der gesunden Seele in einem gesunden Körper zeigt, für wie wichtig kluge Menschen gute Gesundheit schon im Altertum gehalten haben. Da ein gesunder Mensch dasselbe widrige Geschick gelassener erträgt und aufnahmefähiger und ausdauernder ist als ein kranker, geht er an ein Unternehmen mit größerem Wagemut heran und verfolgt es hartnäckiger. Man sollte deshalb schon in der Jugend für einen vernünftigen Ausgleich zwischen Arbeit und Erholung sorgen und dem Körper geben, was ihm gebührt. Infolge seiner erstaunlichen Widerstandsfähigkeit wird er aber oft in einer Weise überlastet, wie man es mit einer Maschine niemals tun würde. Nicht gelegentliche, sondern die körperlichen und geistigen Fähigkeiten weit übersteigende dauernde Beanspruchungen, womöglich in Verbindung mit unzureichender Ernährung, untergraben vor allem in den Entwicklungsjahren die Gesundheit. Deshalb ist das unter großen Entbehrungen durchgeführte Studium für manche Menschen, die wegen der spießbürgerlichen Überschätzung des „Akademikertums“ und nicht aus innerem Drang eine Hochschule besuchen, ein viel größeres Unglück, als wenn sie nie studiert hätten.

Für den Erfolg ist vor allem der Wille entscheidend. RUDOLF DIESEL sagt: „Der Wille bestimmt das Schicksal der Menschen, nicht das Wissen“, WERNER VON SIEMENS: „Nur nicht überall das törichte Wort ‚es geht nicht‘, aussprechen. ‚Ich kann nicht‘, ist fast immer allein berechtigt“, ALFRED KRUPP: „Das Erreichen hängt bloß vom Willen ab.“ Deshalb sollte man schon dem Kinde ein bestimmtes Maß von Wollen lassen und es im Jüngling allmählich zum Willen entwickeln. Ingenieure ohne Willen haben nicht die zur Lösung schwieriger Aufgaben erforderliche Tatkraft und Verantwortungsfreudigkeit und werden, wenn sie der Zufall auf einen leitenden Posten stellt, meist Spielball fremder Willen werden. Aus Mangel an Willen kommen viele Menschen nie zu dem Wissen, aber auch nicht zu der Zufriedenheit, die zu erreichen ihnen an sich möglich wäre. Wenn sie etwas nicht auf Antrieb begreifen, glauben sie, sie seien der Materie nicht gewachsen und werfen die Flinte ins Korn. Da die Hälfte unseres Lebens aus Hindernissen und unangenehmen Überraschungen besteht, können nur solche Ingenieure Großes leisten und wirkliche Führer werden, die sich gegen jedes widrige Ereignis wie gegen einen persönlichen Feind zur Wehr

setzen, gleichgültig ob es sich um kleine oder große Fragen, Menschen oder Dinge handelt. Besonders im Anfang ihrer industriellen Betätigung geben sich manche Ingenieure viel zu leicht geschlagen, halten eine Sache, die auf Schwierigkeiten stößt, viel zu früh für aussichtslos oder streichen vor einem überraschenden Argument vorzeitig die Flagge. Jede Schwierigkeit, der man aus dem Weg zu gehen versucht, ist aber eine Art verlorenes Gefecht und nicht selten eine dauernde Schwächung des Willens und Selbstvertrauens, während ihre, wenn auch unter Mühen geglückte Beherrschung zum Überwinden größerer Schwierigkeiten ermutigt. Mir hat in dieser Beziehung der Rudersport sehr genützt. Große Fahrten mit körperlich überlegenen Altersgenossen zwangen immer wieder zum Hergeben des Letzten. Anfänglich erschien eine Fahrt von 10 km als eine außerordentliche Anstrengung, nach ein paar Jahren wurde ein Mehrfaches dieser Strecke kaum mehr als etwas Besonderes empfunden, und häufige Wettfahrten führten schließlich dazu, daß ich mich auch im Studium aus einer Art sportlichen Ehrgeizes heraus nicht mehr überholen lassen wollte. Weniges fördert in der Jugend Ausdauer, Willen und Ehrgeiz so sehr und bietet im reifen Alter ein solches Gegengewicht für die Aufregungen des Berufes wie der Rudersport. Er lehrt auch, daß der Erfolg häufig dem gehört, der einen einzigen Atemzug länger aushält.

Aus Mangel an Willen studieren manche jungen Leute unter allen möglichen Bemäntelungen Sondergebiete, von denen sie weniger Schwierigkeiten als vom normalen Studiengang erwarten und schaden dadurch oft ihrer ganzen Zukunft. Die Bedeutung des Willens darf natürlich nicht so aufgefaßt werden, als ob z. B. ein Ingenieur, der notorisch keine konstruktive oder theoretische Ader hat, mit allen Kräften versuchen müsse, Konstrukteur oder Theoretiker zu werden. Er würde sich damit nur unglücklich und wahrscheinlich auch lächerlich machen. Man muß aber auch wissen, was man will, gleichgültig, ob es sich um das Schreiben eines Briefes oder einer wissenschaftlichen Arbeit, die Verbesserung einer Maschine oder geschäftliche Besprechungen handelt. Sehr viele Menschen wollen entweder gleichzeitig verschiedene miteinander ganz unvereinbare Dinge oder fühlen nur stumpf, daß sie etwas wollen, ohne genau sagen zu können, was. Sie verschwenden infolgedessen eine Unmenge Zeit und Energie nutzlos, stiften Verwirrung an und können einem zielbewußten Menschen das Verhandeln mit ihnen zur Qual machen.

Je höher ein Mensch steigt, um so härter muß er gegen andere, aber auch gegen sich selber sein können, denn auch in der Technik lassen sich große Ziele ohne Härten oft nicht erreichen. Wer nicht „nein“ sagen kann, ist für viele Posten ungeeignet. Große Bereitwilligkeit auf fremde Wünsche einzugehen, ist viel häufiger ein Zeichen innerer

Schwäche als von Menschenfreundlichkeit und schadet nicht selten mehr als sie nützt. Menschen ohne Härte gegen sich selbst vertrauen zu sehr auf fremde Hilfe, neigen mehr zum Bereden der vermeintlichen Ursache einer unangenehmen Lage als zur Selbsthilfe und kommen auf den Gedanken ihrer Mitschuld an einem Mißgeschick fast ebenso selten wie Wichtigtuer, die in der unsinnigsten Weise auf vermeintlichen Rechten oder Lappalien herumreiten (kennzeichnend sind die Unfälle wegen Mißbrauches des Vorfahrtrechtes).

Dem Willen verwandt ist Zivilcourage, die man bei einfachen Leuten oft mehr als bei ehemaligen Akademikern findet. Sie ließ RICHARD TREVITHICK zu einer Zeit, als Festigkeitsrechnungen kaum existierten, den zulässigen Kesseldruck dadurch bestimmen, daß er ihn so lange steigerte, bis die Packungen herausflogen. Sie wird aber auch, wie folgendes Beispiel zeigt, bei körperlich ungefährlichen Angelegenheiten oft benötigt. Das Herstellen eines technischen Werkes wird von einer Firma meist derartig in Angriff genommen, daß sie verschiedene Ingenieure zu einer Arbeitsgemeinschaft vereinigt, die u. a. entscheidet, wie weit an Grenzbelastungen herangegangen werden soll. Ein gewisses Risiko muß hierbei fast immer in Kauf genommen werden, wenn man das Geschäft nicht von Anfang an verlieren will. Einer der zuständigen Ingenieure kann nun im Laufe der Zeit darüber in Zweifel geraten, ob die seinerzeit mit seiner Zustimmung gewählten oder von ihm abgegebenen Beanspruchungen vertretbar sind. Bis dahin kann die Entwicklungsarbeit so fortgeschritten sein, daß eine Änderung große Umstände verursachen und daher bei den übrigen Beteiligten auf scharfen Widerstand stoßen würde, zumal der Einsprechende einen schlüssigen Beweis für die Berechtigung seiner Einwände nicht immer führen kann. Es gehört dann oft viel Zivilcourage dazu, sie trotzdem vorzubringen und durchzusetzen, zumal die Vorgänge meist verwickelter liegen, als hier geschildert werden kann und oft erhebliche Imponderabilien mitspielen. Ferner bringen es viele Ingenieure nicht über sich, einen Irrtum oder Fehler einzugestehen, obgleich bekanntlich nur besonders dumme oder passive Menschen sich niemals täuschen. ALFRED KRUPP sagte hierzu: „Wer arbeitet, macht Fehler, wer viel arbeitet, macht mehr Fehler, nur wer gar nichts tut, braucht auch keine Fehler zu machen“. Schließlich verlangt jedes Schaffen von etwas Neuem Zivilcourage, weil Fortschritte ohne Risiko des Mißerfolges nicht möglich sind und auch größtes Wissen und alle Umsicht nicht vor Mißerfolg schützen. Menschen mit Angst vor diesem Risiko eignen sich für technische Pionierarbeit nicht, und wer beim Anpacken von etwas Neuem sich andauernd fragt, ob er wohl Erfolg haben werde, ist nicht nur in seiner eigenen Tätigkeit gehemmt, sondern kann auch seine Mitarbeiter nicht mit der erforderlichen Zuversicht erfüllen.

Das Herbeiführen vollendeter Tatsachen, das auch in der Technik manchmal die beste Lösung ist, kann ebenfalls viel Zivilcourage erfordern.

Ein Ingenieur muß auch den Mut haben, zu sorgfältig ausgeführten Messungen und Beobachtungen selbst dann zu stehen, wenn sie Ergebnisse zeitigen, die zunächst nicht erklärlich oder unbequem sind. Er sollte sich aber weder verleiten lassen, Korrekturen an ihnen vorzunehmen, um sie mit der herrschenden Ansicht in Übereinstimmung zu bringen, oder weitgehende Schlüsse aus ihnen ziehen, bevor er die Ursache des eigenartigen Verhaltens nicht erkannt hat. In den ersten Jahren meiner beruflichen Tätigkeit gab ich mir beispielsweise größte Mühe, auf Grund von Messungen der Rauchgastemperaturen die Übereinstimmung der Abnahme des Wärmeinhaltes der Rauchgase mit der Zunahme des Wärmeinhaltes des Dampfes im Überhitzer, bzw. des Speisewassers im Rauchgasvorwärmer von Dampfkesseln festzustellen. Im Gegensatz zu den Untersuchungen eines bekannten Ingenieurs jener Zeit gelang mir dies niemals, und ich glaubte lange, meine Ungeschicklichkeit sei hieran schuld gewesen. Das Rätsel fand seine Lösung erst etwa 10 Jahre später, als sich zeigte, daß ohne Zufall oder „*corriger la fortune*“ eine Übereinstimmung gar nicht möglich gewesen war, weil nicht ungeschicktes Messen, sondern die Abstrahlung der Rauchgasthermometer an die „kalte“ Heizfläche und andere Gründe schuld gewesen waren, deren Einfluß man damals noch nicht kannte und gegen den man sich daher auch noch nicht schützen konnte.

e) **Der Wert der Erfahrung.** Um viele und wertvolle Erfahrungen sammeln zu können, muß ein Ingenieur wachsam und vorurteilslos, aber auch gegen sich und andere skeptisch sein und wie der große Arzt EMIL VON BEHRING die Gabe haben, „sich über etwas wundern“ zu können. Tritt ein Ingenieur nicht an alles, was in seinen Gesichtskreis tritt, unbefangen und aufnahmebereit heran, so gehen ihm viele wertvolle Beobachtungen verloren, prüft er fremde Erfahrungen oder das, was er und andere gewohnheitsmäßig machen, nicht kritisch, so kommt er anstatt zu selbständigem Denken zu einer Unmenge zusammenhangloser verworrener Ansichten. Auch hier kann er mit Erscheinungen beginnen, um die sich andere nie den Kopf zerbrechen, und wird bald finden, wieviel sich besser machen läßt. Manche lohnende Alltags-erfindungen ergeben sich fast von allein, wenn man auf Dinge achtet, die „nicht praktisch“ sind. Prof. STUMPF pflegte zu erzählen, wie das eigenartig geformte Übergangsstück einer Dachrinne ihn auf seine Dampfturbinendüsen gebracht habe, und manchem Ingenieur wird mit anderen Vorbildern, an denen zahllose Fachgenossen achtlos vorbeigingen, ähnlich es passiert sein.

Für einen wachsamem Ingenieur kann zum Segen werden, was ein anderer für ein großes Unglück hält. SMITH erkannte die zweckmäßige Bemessung von Schiffsschrauben, als seine erste Schraube bei einer Grundberührung schwer beschädigt worden war. Das Vorurteil des Publikums gegen eiserne Schiffskörper wurde überwunden, als ein gestrandetes eisernes Schiff trotz schwerer Brandung wiederhergestellt werden konnte. Zwei zuckende Froschschenkel und eine auf bestimmte Weise bewegte Drahtspule wurden der Ausgangspunkt der Elektroindustrie, weil zwei geniale Menschen sich über etwas „wunderten“, das viele hochgelahrte Herren keines Blickes gewürdigt hätten. Die einzige Reaktion auf ein „Wundern“ besteht aber bei vielen Menschen darin, daß sie das Neue und Ungewohnte verspotten, ohne sich die Mühe zu geben, zu überlegen, ob es vielleicht nicht doch besser ist als ihr alter Trott. Ein Ingenieur darf auch nicht, was der Schulmedizin so geschadet hat, Dinge von vornherein ablehnen, weil sie von einem Laien stammen oder der herrschenden Theorie widersprechen. Prof. SLABY suchte uns dies aus Anlaß des um die Jahrhundertwende über die Wünschelrute entbrannten Streites mit folgenden Worten klarzumachen: „Ob die Wünschelrute die ihr zugeschriebene Wirkung hat, entzieht sich meiner Kenntnis. Wenn sie aber Wissenschaftler lediglich deshalb als Humbug bezeichnen, weil sie sich ihre Wirkung nicht erklären können, so begehen sie meines Erachtens einen grundsätzlichen Fehler, denn der Umstand, daß der Mensch sich eine Erscheinung nicht erklären kann, beweist noch lange nicht, daß sie nicht existiert.“ Wie sehr sich aber der Begriff des Selbstverständlichen in einer Generation verändern kann, zeigt, daß wir als Primärer nicht glaubten, in dem Zylinder eines Kraftwagenmotors könne eine Flamme auftreten¹, und daß 8 Jahre später das Fliegen der Gebrüder WRIGHT in liegender Stellung allgemein für ein ungeheuerliches Wagnis gehalten wurde. Der heutigen Jugend sind beide Dinge etwas ganz Natürliches, weil sie sie von Kindheit an kennt. Das Wort HERAKLITS, „alles fließt“, gilt für Ingenieure in besonders vielfältiger Beziehung.

Immer ist es das Neue, Unbekannte, das intelligente Menschen fesselt. Für den jungen Ingenieur sind die einzelnen Tatsachen neu, für den älteren das Ganze, und daher interessiert sich der junge Ingenieur vorwiegend für die Einzelheiten, aus denen sich im Laufe der Zeit seine Erfahrung formt, der ältere für das Ganze, das sich erst auf Grund der in vielen Jahren gesammelten Erfahrungen überblicken und beurteilen läßt. Hierin ist es auch begründet, daß die, die ein neues Gebiet erschlossen haben, von denen, die es routinemäßig weiterbeackern, oft verdunkelt werden, sobald eine gewisse Entwicklungsstufe erreicht

¹ Prof. RIEDLER weist auf denselben Vorgang in einer allerdings früheren Periode in seinem Buche „Großgasmaschinen“ hin.

worden ist, weil für die Pioniere die zahllosen Einzelheiten, die sich später als zweckmäßig erweisen und häufig fast von selber ergeben, oft nicht mehr besonders interessant sind.

Ein Jungingenieur muß zu fremden Erfahrungen, auf denen sein Studium im wesentlichen beruhte, eigene Erfahrungen sammeln und immer wieder feststellen, ob sie sich mit dem decken, was ihn gelehrt wurde, bzw. wovon eine Nichtübereinstimmung herrührt. Durch das ihm zu Gebote stehende Zahlen- und Beobachtungsmaterial bekommt der erfahrene Ingenieur ein dem Anfänger unvorstellbares „Gefühl“ für das Richtige, indem er fast intuitiv Einflüsse berücksichtigt, die sich rechnerisch nicht oder nur mit viel Zeitaufwand erfassen lassen. Ein erfahrener Ingenieur denkt gewissermaßen in „technischen Integralen“, wo sich der junge Ingenieur mühsam mit einzelnen Überlegungen oder umständlichen Rechnungen abquälen muß, und kann etwa mit einem in Mathematik fortgeschrittenen Studenten verglichen werden, der die Lösung vieler (mathematischer) Integrale fast sofort „sieht“, während sie ihm früher schweres Kopfzerbrechen verursachte.

Da auch eine Firma von Ruf eine Unsumme von Erfahrungen verkörpert und ein in vielen Jahren aufeinander eingespielter Ingenieurstab mehr bedeutet als die Summe seiner einzelnen Intelligenzen, kann ihr Erlöschen ein Verlust für die Technik eines ganzen Landes sein.

In der Technik wie in Kunst und Politik hat fast jede Epoche ihre eigenen spezifischen Irrtümer und Schlagworte, die in der Technik freilich meist eine kürzere Lebensdauer als auf anderen Gebieten haben, an denen aber die Menschen um so stärker hängen, je gelehrter das Gewand ist, in dem die Irrtümer auftreten; auch in der Technik gibt es eine Mode, die neben Auswüchsen Gesundes mit sich bringt. Der Ingenieur muß frühzeitig erkennen, ob es zweckmäßig ist, sie mitzumachen oder gegen den Strom zu schwimmen. Ob es sich nun um einen Kraftwagen oder eine sonstige Maschine, eine Fabrik oder ein Kraftwerk, ein Fertigungsverfahren oder eine Tätigkeit im Laboratorium handelt, immer muß er seine Sinne gebrauchen und „aufpassen“. Deshalb ist „sehen lernen“ so wichtig für Ingenieure. Aber auch in persönlichen Angelegenheiten nützt gute Beobachtungsgabe viel. Zum Beispiel ermöglichen Handschrift, Formulierung eines Briefes, Minenspiel und Hände wertvolle Rückschlüsse und machen manche delikate Fragen überflüssig.

Menschlich und technisch muß man durch viele Irrtümer, Enttäuschungen und Sorgen wandeln, um zu ein paar wertvollen „Wahrheiten“ und Erkenntnissen zu gelangen. Aber so wie den Menschen nichts, was Wert hat, ohne Anstrengung in den Schoß fällt, so müssen sie auch für ihre technischen Erfahrungen oft schweres Lehrgeld zahlen, das aber keine Fehl Ausgabe zu sein braucht, wenn sie aus ihnen nur den rechten Nutzen ziehen. Das Entwickeln aller bedeutenden Erfindungen besteht

größtenteils in einem Sammeln von Erfahrungen. Man kann daher sagen, daß jede Erfahrung einen bestimmten Geldwert hat und der, der sie nicht besitzt, entsprechend ärmer ist.

Bei ihrem Streben nach vorwärts sollten schließlich Ingenieure niemals vergessen, daß ein Mensch das auf Grund seiner Individualität und Kenntnisse an sich erreichbare Höchstmaß an Erfolg und Zufriedenheit aus seinem Leben häufig nicht herausholt, weil er in den seltenen Augenblicken, in denen ihm das Schicksal seine Hand hierzu sichtbar bietet, die erforderliche Entschlußkraft nicht aufbringt oder nicht „aufpaßt“. Es ist erstaunlich, wie manche sonst klugen Menschen derartige entscheidende Gelegenheiten oft vor lauter Sturheit oder Eingesponnensein in Theorie und Fachwissen ungenutzt vorbeiziehen lassen. Freilich ist der Wink des Schicksals oft kaum wahrnehmbarer als das Säuseln des Windes oder das leichte Spiel der Wellen. Auch hier wie überall im Leben muß daher Losung der Ingenieure sein: „Allezeit wach“!

VII. Erfinden und Konstruieren.

Erfinde stets, doch werde kein Erfinder,
in Arbeit such Dein Glück, sonst darben Deine Kinder.

EUGEN LANGEN.



GOTTLIEB DAIMLER (1834—1900)¹.

Bahnbrechender Erfinder und Ingenieur auf dem Gebiete des schnelllaufenden Verbrennungsmotors und des Kraftwagens.

a) **Über Erfinder und Erfindungen.** Vor allem technische Laien überschätzen die Bedeutung des Erfindens, das sie oft für Hauptbeschäftigung und -aufgabe von Ingenieuren halten. In Wirklichkeit ist es auch, von Ausnahmen abgesehen, kein so romantischer Vorgang, wie sie glauben, und alles in allem nur der kleinere und vielleicht nicht einmal der wichtigere Teil der Ingenieurstätigkeit. Es kann jemand ein vorzüglicher Ingenieur sein, ohne jemals etwas Wesentliches erfunden zu haben, und es gibt viele „Erfinder“, die als Ingenieure keine Qualitäten besitzen. Mindestens ebenso wichtig wie Er-

finden ist Konstruieren, denn ohne es wird auch aus der besten erfinderischen Idee keine marktfähige Maschine. Eine Konstruktion verhält sich zu der ihr zugrunde liegenden erfinderischen Idee etwa wie der Körper zur Seele. Während aber eine große Seele auch in einem gebrechlichen Körper Großes leisten kann, ist eine falsch konstruierte Maschine wertlos, so klug die ihr zugrunde liegende Idee sein mag.

Eine Erfindung hat nur Wert, wenn sie einem Bedürfnis entspricht; das Erkennen, manchmal aber auch das Erwecken, eines solchen ist häufig schon die halbe Erfindung. Zu den nutzlosen Erfindungen gehören auch jene, die fast nach jeder bedeutenden Erfindung herauskommen und die abwegigsten Nebensächlichkeiten betreffen (z. B. hohle

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

als Wasserkühler dienende Schwungräder oder Kolben von Verbrennungsmotoren, die bei jedem Hub etwas um ihre Achse gedreht werden). Andererseits haben auch kluge Erfindungen manchmal keinen Wert, weil das, was sie bezwecken, nicht so wichtig ist, wie ihr Erfinder glaubte, oder weil sie zu früh kommen. Eine vorzeitig in die Welt gesetzte Erfindung ist ein totgeborenes Kind, und der Wert zweier, dasselbe Ziel anstrebender Erfindungen kann sich unterscheiden wie ein Kieselstein von einem Diamanten. Eine bahnbrechende Erfindung braucht nicht immer die größten Lizenzeinnahmen zu erzielen, und unscheinbare Erfindungen, wie z. B. das Impfmesser oder der Reißverschluß, können durch ihre geniale Einfachheit auch hervorragende Ingenieure entzücken und oft einträglicher als große sein.

Der Umstand, daß Erfindungen in einem Lande Erfolg in einem anderen keinen haben, zeigt, daß man von einem absoluten Wert mancher Erfindungen nicht sprechen kann, daß bei ihrem Schicksal vielmehr Imponderabilien, wie z. B. nationale Eigentümlichkeiten, mitspielen.

Auch bei großen wertvollen Erfindungen schält sich das Wesentliche und Brauchbare nur allmählich heraus, die später Geborenen können sich oft kaum vorstellen, welches Kopfzerbrechen ihren Vätern etwas verursachte, was ihnen selbstverständlich vorkommt. DOLIVO-DOBROWOLSKY erzählt z. B., daß noch wenige Jahre vor der geglückten Hochspannungs-Fernübertragung Lauffen—Frankfurt (S. 38) elektrische Generatoren fast ausschließlich nach dem Gefühl hätten bemessen werden müssen. Einige Firmen hätten für Dynamo mit wenig Eisen geschwärmt, andere aber gemeint, man könne nicht genug Eisen in sie stecken. Entscheidend für den Erfolg einer Erfindung ist immer der Mann, der ihr die praktisch brauchbare Gestalt gibt. Über ihn sagt Prof. RIEDLER: „Mit Recht werden nicht die Vorgänger, sondern die erfolgreichen Ausgestalter als die Pioniere gepriesen. Die bloßen Konstruktionsgedanken und Meinungen sind oft billig wie Brombeeren, ihre brauchbare Verwirklichung ist meist eine mühevollle Lebensarbeit¹.“ Für alle bedeutenden Erfindungen gilt das Wort von RUDOLF DIESEL: „Jeder Erfinder arbeitet mit einem unerhörten Abfall von Ideen, Projekten und Versuchen. Man muß viel wollen, um wenig zu erreichen. Das wenigste davon bleibt am Ende bestehen.“

Manche Erfindung fördert trotz ihres Versagens die Entwicklung mächtig, weil, wie RIEDLER unter Bezugnahme auf die LENOIR-Maschine ausführte, „die betreffende Maschine mit ihr aus ihrem problematischen Dasein herausgetreten, die Frage ausgelöst worden ist und nun die Entwicklung begonnen hat.“

Man kann zwischen großen genialen Erfindungen, die meist eine technische Entwicklung einleiten, zwischen planmäßigen, beim Kon-

¹ RIEDLER, A.: Großgasmaschinen. München-Berlin 1905.

struieren oder Ausprobieren einer Maschine sich ergebenden Erfindungen und zwischen den zahllosen Alltagserfindungen unterscheiden, die ein einigermaßen phantasiebegabter Ingenieur verhältnismäßig leicht machen kann. Daneben gibt es einen riesigen Wust, dessen Existenz für die Allgemeinheit ohne jeden Wert ist.

Es ist ebenso aufschlußreich wie reizvoll, das Schicksal zeitgenössischer Erfindungen zu verfolgen. Von 9 Erfindungen, deren Werdegang ich zu beobachten Gelegenheit hatte und die anfänglich als bedeutend angesehen worden sind, hat die erste etwa 1 Million RM. Entwicklungskosten verschluckt, ohne daß der Bau einer lauffähigen Maschine geglückt wäre, obgleich die Idee sehr klug und der Erfinder ein ausgezeichnete Ingenieur war, weil an ganz unerwarteter Stelle unüberwindbare Schwierigkeiten auftraten.

Die zweite hatte an sich nicht die Bedeutung, wie ihr Urheber glaubte, und seine Forderungen waren so hoch, daß die Lizenzgebühr die Konkurrenzfähigkeit gefährdet hätte. Außerdem wurde mit den Verhandlungen so viel Zeit vertrödelte, daß inzwischen brauchbare Konkurrenzkonstruktionen auf den Markt gekommen waren, weshalb die Erfindung auch nicht annähernd den erwarteten Gewinn gebracht hat.

Die dritte besonders verlockend erscheinende Erfindung verschlang Millionen, weil wichtige wirtschaftliche Voraussetzungen nicht berücksichtigt worden waren und der Erfinder zu wenig Wirklichkeitsinn besaß. Außerdem hatten die Lizenznehmer den Trugschluß begangen, zu glauben, sie könnten die ihnen auf diesem Gebiete fehlenden Erfahrungen durch Hinzuziehen werksfremder Sachverständiger ersetzen.

Auch aus der vierten, deren Urheber über eine geradezu hypnotische Überredungskunst verfügte, kam infolge ähnlicher Gründe nichts heraus.

Die restlichen Erfindungen, die von Männern von Format und einfallreichen Konstrukteuren stammten, führten zum Erfolg und brachten mit Ausnahme von Erfindung 5, deren gewaltige Entwicklungskosten bisher nicht annähernd wieder hereingekommen sind, angemessene Einnahmen. Bei Erfindung 6 hatte die betreffende Firma eine ganz andere Maschine bauen wollen, kam damit aber nicht weiter und gelangte erst durch kluge Verwertung der bei den Entwicklungsarbeiten gemachten Beobachtungen zur eigentlichen Erfindung. Erfindung 7 ist die einzige, mir bekannt gewordene, welche die mit ihrer Durchbildung beauftragten Ingenieure durch Eigenbrötelei und Spezialistentum beinahe sabotiert hätten. Die zunächst guten Einnahmen der achten Erfindung wurden nach einer gewissen Zeit immer kleiner und zuletzt fast Null, weil sie infolge von Verbesserungen anderer Maschinen keine Vorteile mehr bot. Im neunten Fall blieb schließlich vom eigentlichen Erfindungsgedanken

fast nichts mehr übrig und es ist fraglich, ob ohne das geschickte Ausnutzen einer zufälligen Konjunktur den Entwicklungskosten angemessene Gewinne erzielt worden wären.

Wenngleich diese 9 Fälle nur Beobachtungen eines einzigen Ingenieurs sind, so zeigen sie doch, daß auch bedeutende Erfindungen oft nicht die Gewinne erzielen wie viele glauben, und daß der Versuch, den Preis einer Maschine lediglich nach ihrem Gewicht zu bemessen, häufig ungerecht ist, weil er die unter Umständen sehr teuren Entwicklungskosten außer acht läßt.

Selbst Erfindungen, die sich schließlich als nicht lebensfähig oder als weit weniger wichtig erweisen, als ursprünglich angenommen worden war, können große Beunruhigung erregen, wenn es ihre Besitzer verstehen, eine Bedeutung vorzutäuschen, die sie nicht haben. Als beispielsweise der bereits erwähnte LENOIR-Motor die Vorurteile gegen Verbrennungsmaschinen überwunden hatte, schlug die Stimmung derart um, daß viele Ingenieure das baldige Ende der Dampfmaschine voraussagten. Andere zogen, als bekannt wurde, um wieviel höher sein Gasverbrauch als der von Flugkolben-Motoren war, den Fehlschluß, bei Verbrennungsmaschinen dürfe die Kraft nicht unmittelbar vom Kolben auf das Triebwerk übertragen werden. Dritte schließlich hielten die Viertelwirkung des OTTO-Motors, eine der bedeutendsten Erfindungen, für einen großen Rückschritt¹. In anderen Fällen werden noch Erfolge gemeldet, wenn z. B. jemand eine unerprobte Maschine vorschnell aufgestellt hat und bereits schwere Rückschläge auftreten, weil er seine Voreiligkeit nicht zugeben will und der Lieferer den wahren Sachverhalt um so stärker zu vertuschen sucht, je bedenkenloser seine Propaganda war. Für die Konkurrenz ist es aber, da sie nicht sicher weiß, wie die Dinge wirklich liegen, oft außerordentlich schwer, zu beurteilen, ob es sich nur um Scheinerfolge handelt, und daher Abwarten richtig ist, oder ob sie nun auch ihrerseits eine Neukonstruktion herausbringen soll. Auch ihrer Verantwortung nicht bewußte, kritiklose Artikelschreiber richten in dieser Beziehung manches Unheil an.

Die Urheber großer Erfindungen müssen von ihrer Idee besessen sein, um die zu ihrer Durchführung erforderliche Ausdauer und Tatkraft aufbringen zu können. Ähnlich besessen sind aber auch Menschen, deren Erfindungen fragwürdigen Wert haben. Sie halten deren kritische Beurteilung für persönliche Ranküne, scheuen selbst vor gehässigen Verdächtigungen des Kritikers nicht zurück und greifen zuweilen zu betrügerischen Manipulationen, nur um Mittel für die Ausführung der Erfindung zu erhalten, von deren Wert sie fest überzeugt und für die sie die größten persönlichen Opfer zu bringen willens sind. In der jüngeren Vergangenheit hat die Bestrafung zweier solcher Erfinder Aufsehen

¹ RIEDLER, A.: Großgasmaschinen. München-Berlin 1905.

erregt. Der eine hatte jahrelang wie ein Einsiedler gelebt, um seine Erfindung vollenden zu können, aber niemals eine brauchbare Konstruktion zustande gebracht, der andere scheiterte, als er seine an sich brauchbare und gelungene Erfindung in großem Maßstabe auswerten wollte. Beide versuchten sich die erforderlichen Geldmittel auf unzulässige Weise zu verschaffen. Zu bedauern sind auch die oft dem Handwerkerstand angehörenden Erfinder, die einer Wahnidee, wie z. B. dem Perpetuum mobile, Wohlstand, Ansehen und Familie opfern. Für sie gilt der auf S. 44 erwähnte Ausspruch des Grafen ZEPPELIN. Schließlich gibt es Patent-Charlatane, die auch unter erfahrenen Fachleuten Opfer finden. Vor etwas über 10 Jahren behauptete z. B. ein unter feudalem Namen auftretender angeblicher Ingenieur, er habe ein auf elektromechanischen Vorgängen beruhendes Mittel erfunden, das den Brennstoffverbrauch jeder Dampfkesselanlage bedeutend verkleinere. Es war ihm gelungen, vor einem internationalen Ingenieurkongreß zu sprechen und auch in Deutschland angesehene Persönlichkeiten für seine Sache zu interessieren. Erst als er viele Monate später zu schwerer Zuchthausstrafe verurteilt worden war, begriff ich, weshalb er mich niemals aufgesucht und jede Berührung mit mir peinlich vermieden hatte. Nicht lange vorher waren einem anderen „Erfinder“ ähnlich erstaunliche Schwindeleien geglückt.

Es ist daher verständlich, daß Ingenieure, die viel mit Erfindern zu tun haben, sich ihnen gegenüber manchmal zu Unrecht skeptisch und ablehnend verhalten. Manchem Ingenieur werden so viele Erfindungen angeboten, daß es für ihn schon aus Mangel an Zeit kaum möglich ist, Spreu vom Weizen zu scheiden, zumal die Beschreibungen oft sehr verschwommen oder mit verwickelten Theorien und Rechnungen durchsetzt sind, deren Durcharbeitung Wochen erfordern würde. Da aber ein Urteil über den Wert einer Erfindung große Erfahrung verlangt, muß es meist ein ohnehin mit Arbeit überbürdeter Ingenieur fällen. Die Zahl der infolgedessen gelegentlich unterlaufenden Fehlbeurteilungen ist aber sehr wahrscheinlich nicht größer, als es die Natur der Sache und menschliche Unvollkommenheit mit sich bringen. Infolge der großen Zahl der herauskommenden Patente entzieht sich zuweilen auch ein wertvolles der Aufmerksamkeit des sorgfältigsten Ingenieurs, was für eine Firma schwere Nachteile zur Folge haben kann.

b) Über das Konstruieren. KESSELRING¹ bezeichnet das Konstruieren zutreffend als die Verwirklichung einer Idee in technisch höchster, wirtschaftlich billigster und ästhetisch einwandfreier Form. Dieser sich schrittweise vollziehende Vorgang ist ein dauerndes Anpassen des Erstrebt an das mit den jeweils verfügbaren Mitteln Erreichbare und eine Auslese des Brauchbaren. Er kann durch gewandte Konstrukteure

¹ KESSELRING, P.: Konstruieren und Konstrukteur. Z. VDI 1937 S. 365—371.

sehr verkürzt und verbilligt werden. Die Entwicklung geht meist vom Komplizierten zum Einfachen und nicht, wie man meinen könnte, den umgekehrten Weg, weil der Mensch erst im Laufe der Zeit durch Beschäftigung mit einem Problem auf das „Natürliche“ kommt. WERNER VON SIEMENS sagt hierzu: „Die nächstliegenden Erfindungen von prinzipieller Bedeutung werden in der Regel am spätesten und auf dem größten Umwege gemacht“, eine Erfahrung, die auch außerhalb der Technik häufig zutrifft. Aber gerade konstruktiv unbegabte „Mathematik-Ingenieure“ eifern sich, wenn schließlich eine schöne Lösung gefunden wurde, darüber, daß man sie nicht schon bei der ersten Ausführung zur Hand hatte und erinnern an die Toren, deren Fragen 10 Weise nicht beantworten können. Überbetonen einer Eigenschaft hat nicht selten eine Schwäche einer Konstruktion zur Folge, die größer ist als der angestrebte Vorteil (Kraftmaschinen mit besonders niederem Wärmeverbrauch sind oft außerordentlich teuer oder empfindlich, besonders schnelle Kraftwagen eignen sich nur für besonders gute Straßen oder sehr gewandte Fahrer usw.). Der Konstrukteur muß daher immer wieder das angestrebte Ziel und die zu seinem Erreichen verfügbaren Mittel in Übereinstimmung bringen und feststellen, bis zu welchem Maße er die an ihn herangetragenen Wünsche berücksichtigen kann.

Man hat oft nicht die Wahl zwischen einer schlechten und einer guten, sondern zwischen einer etwas besseren und einer etwas schlechteren Lösung, und manche Maschinen können wegen der unzureichenden zu ihrer Herstellung verfügbaren Mittel oder aus anderen Gründen oft nur ein Kompromiß sein. In der Anfangszeit der Entwicklung vieler Maschinen eilen die an sie gestellten Anforderungen ihren Leistungen weit voraus, allmählich findet ein Ausgleich statt und eines Tages leistet die Maschine oft mehr als man anfänglich zu hoffen wagte. Der Kraftwagen, der noch um die Jahrhundertwende ein höchst unzuverlässiges Vehikel war, wird heute für die schwierigsten Klima- und Geländeverhältnisse gebaut, das Flugzeug hat in knapp 30 Jahren eine nie für möglich gehaltene Vollkommenheit erreicht und doch werden künftige Geschlechter nicht verstehen, wie wir uns solchen „fliegenden Pulverfässern“ anvertrauen konnten.

Das Maß wissenschaftlicher Erkenntnis, von dem die Zuverlässigkeit der Vorausberechnung der gewünschten Wirkung und die Güte der Baustoffe und Herstellungsvorrichtungen, von denen die zulässigen Abmessungen und Beanspruchungen abhängen, bestimmen die einer Konstruktion gezogenen Grenzen. Öfters vollzieht sich die Entwicklung so, daß bei konstant bleibender Güte der Baustoffe und Fabrikationsmittel Wirkungsgrad und Leistung einer Maschine dank wachsender Erfahrung und wissenschaftlicher Erkenntnis immer größer werden. Nähert sich

die Konstruktion der Grenze des mit den vorhandenen Mitteln Erreichbaren, so erfolgt oft eine Vervollkommnung der Baustoffe und Fertigung, wodurch unter Beibehaltung der Konstruktion die Maschine sich nochmals verbessern läßt. Im dauernden Wechsel beider Einflüsse kommt allmählich der Punkt, wo weitere Fortschritte ohne grundlegende Änderungen nicht mehr möglich sind und neue Ideen und Erfindungen eine neue Entwicklungsperiode einleiten und dem Konstrukteur neue Aufgaben stellen müssen.

Eine Maschine muß nicht nur betriebssicher sein und, soweit es sich z. B. um eine Kraftmaschine handelt, nicht nur wenig Brennstoff brauchen, sondern auch zu einem konkurrenzfähigen Preis mit den einer Fabrik zur Verfügung stehenden Vorrichtungen und Baustoffen innerhalb einer bestimmten Frist hergestellt, und mit den verfügbaren

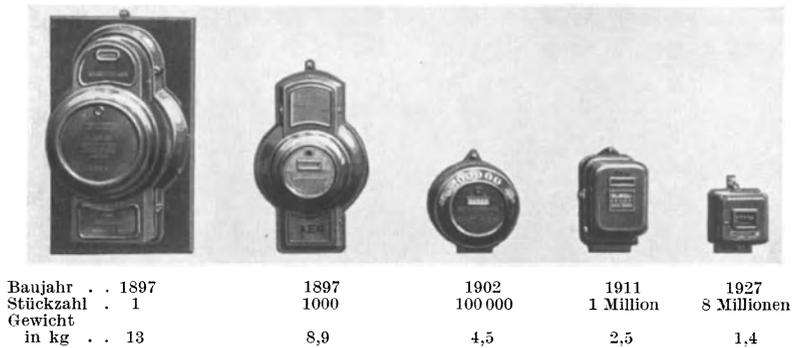


Abb. 27. Entwicklung eines AEG-Wechselstromzählers.

Transportmitteln an ihren Aufstellungsort geschafft werden können. Sache des Konstrukteurs ist es, zu sehen, wie er mit allen diesen Forderungen fertig wird.

Der Umstand, daß infolge unzureichender Ausbildung eines nur wenige Pfennige kostenden Schraubchens oder einer kleinen Schmierleitung ein ausgezeichneter, viele Tausende kostender Flugmotor eine Katastrophe verursachen kann, lehrt, daß ein Konstrukteur, wie jeder tüchtige Ingenieur, auch auf Kleinigkeiten und alles achten muß, was den Erfolg gefährden könnte.

Abb. 27, 28 und 32 zeigen, welche Gewichts- und Kostenersparnis sich durch bessere Konstruktion, Werkstoffe, Fertigung und, soweit es sich z. B. um Kraftmaschinen handelt, durch vollkommenere Arbeitsverfahren (bei Verbrennungsmotoren bessere Zündung, günstiger gestalteten Verbrennungsraum, höhere Drehzahl), d. h. durch Forschung, herausholen läßt, und wie sich das Aussehen der betreffenden Maschinen allmählich ändert. Ein weiteres Beispiel ist ein bestimmter Dampferzeuger,

bei dem von 1925—1940 durch vervollkommnete Konstruktion die erforderliche Heizfläche von 600 auf 400 m², die Zahl der Siederohre von 1600 auf 120 und die Länge der Sammelkästen von 105 auf 3 m verkleinert werden konnte. Der unermüdlichen Arbeit der Konstrukteure

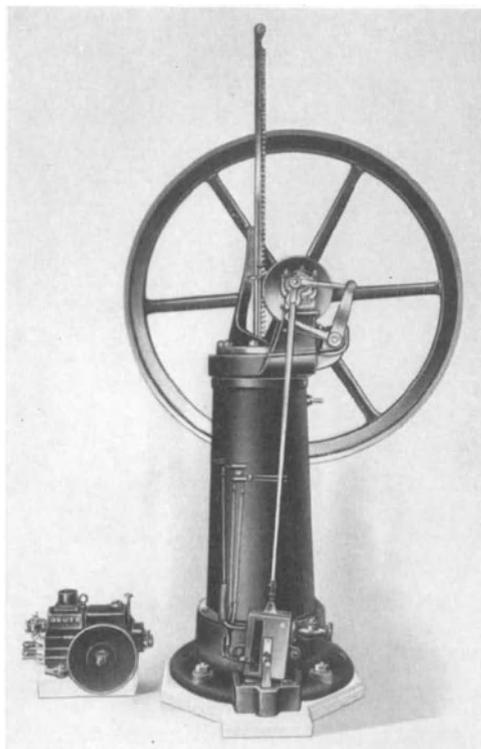


Abb. 28. Atmosphärischer Motor und neuzeitlicher Deutz-Viertaktmotor.

	Viertaktmotor	Atmosph. Motor
Baujahr	1940	1872
Leistung	4 PS	2 PS
Wärmeverbrauch	2500 WE/PSh	4000 bis 4500 WE/PSh
Gewicht je PS . .	20 kg	1000 kg
Preis je PS . . .	150 RM	1800 RM

Abb. 27 u. 28 zeigen, wie außerordentlich Gewicht und Preis von Maschinen allmählich verringert werden können und wie völlig sich das Gesicht einer Maschine ändern kann.

ist die dauernde, der modernen Industrie eigentümliche Verbilligung in erster Linie zu verdanken, infolge der das, was gestern Luxusartikel war, morgen auch für den kleinen Mann erreichbar ist (Nähmaschine, Fahrrad, Radio, Kraftwagen). Leider ist aber das Verständnis vieler (auch leitender) Ingenieure für eine gute Konstruktion nicht größer als das vieler „Gebildeter“ für gute Literatur oder Kunst.

Auch für den Konstrukteur liegen die Probleme meist nicht so klar und lassen sich nicht so scharf umreißen, wie in der reinen Wissenschaft. Bevor er sich an seine Arbeit macht, muß er sich schlüssig werden, welche Lösungsmöglichkeit er verfolgen will, welche Herstellungsvorrichtungen, Baustoffe und Vorbilder ihm zur Verfügung stehen und ob ihm nicht fremde Schutzrechte den Weg versperren. Soweit seine Firma bereits

über Konstruktionen verfügt, die sich auch für die neue Maschine zu eignen scheinen, sollte er sie zu verwenden versuchen. Es ist oft unklug und unwirtschaftlich, eine neue Maschine von Grund auf neu machen zu wollen, weil es das Risiko unnütz erhöht und Geld kostet. Ebenso unklug ist es meist, an einer Maschine gleichzeitig mehrere grundlegende Neuerungen zu versuchen. KLINGENBERG führte als Beispiel hierfür

an, daß ein von ihm gebauter aussichtsreicher Motor dadurch gar nicht in den Wettbewerb gelangt sei, daß er, anstatt den Motor in einen bewährten Bootskörper einzubauen, auch diesen selber konstruiert habe, mit dem Ergebnis, daß das Boot auf der Fahrt zum Rennen leck sprang.

KESSELRING¹ hat gezeigt, wie im Verlaufe einer planvollen Entwicklung der Herstellungspreis fällt und die technische Wertigkeit zunimmt. Am Anfang, Abb. 29, ist die Konstruktion teuer und von kleiner technischer Wertigkeit. Allmählich erreicht sie Punkt *A*, wo sie nur noch einen Teil ihres früheren Preises kostet, obgleich sie erheblich hochwertiger ist. Es mögen nun für die Weiterentwicklung die Wege *AB* und *AC* zur Verfügung stehen, die eine verschiedene Erhöhung der technischen Wertigkeit in Aussicht stellen, von denen aber *AB* mit einer Vergrößerung, *AC* mit einer Erniedrigung des Herstellungspreises verbunden ist. Wenn der an sich verlockender erscheinende Weg *AC* unsicherer und vielleicht auch erheblich langwieriger ist, kann man darüber im Zweifel sein, ob man nicht lieber *AB* wählen soll. Auf keinen Fall darf die Weiterentwicklung in das schraffierte Gebiet führen, da sonst die Wertigkeit nicht besser, der Herstellungspreis aber teurer, also ein Rückschritt erzielt werden würde. Oft kann nur der Spürsinn einem Konstrukteur die richtige Fährte weisen. Häufig lassen sich aber durch technische und wirtschaftliche Überlegungen die Grenzen so eng abstecken, daß die gewählte Richtung nicht allzu viel von der günstigsten abweichen kann.

Zuweilen zeigen Ermittlungen auf dem Versuchsfeld oder Erfahrungen an ausgeführten Maschinen, Herstellungsschwierigkeiten oder neue Erkenntnisse, daß in einer anderen Richtung marschiert werden muß. In Abb. 30 ist die Entwicklung des Bestandteiles eines elektrischen Schalters dargestellt. Als technische Wertigkeit wurde die zulässige Lichtbogenleistung gewählt. Lösung *b* erwies sich nach Ausführung von 30 Schaltern auf dem Prüffeld, Lösung *e* bereits bei Vorversuchen

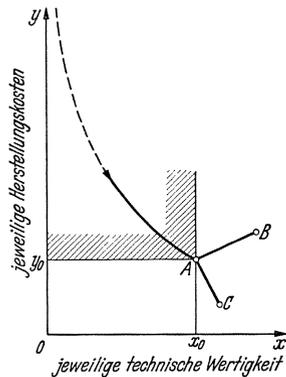


Abb. 29. Entwicklungsline einer Maschine. (Nach KESSELRING.)

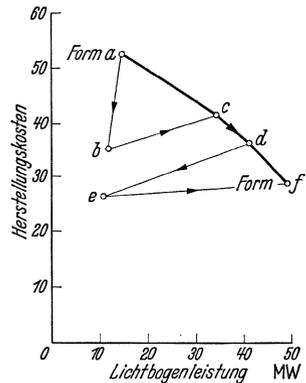


Abb. 30. Tatsächliche Entwicklungslinie eines elektrischen Schalters. (Nach KESSELRING.)

¹ KESSELRING, F.: a. a. O.

als ungeeignet. Die von Fehlschlägen freie Entwicklungslinie wäre also von a über c , d nach f verlaufen.

PLATZ¹ hat untersucht, wie in einem bestimmten Zeitpunkt technische Wertigkeit und Herstellungspreis voneinander abhängen. Nach Abb. 31 wird der Herstellungspreis ungebührlich hoch, wenn man eine Maschine zu luxuriös ausführen, oder es entsteht Schundware, wenn man zu billig bauen will. Die Tendenz der modernen Technik ist daher darauf gerichtet, diese beiden Gebiete zu vermeiden und sich der Idealkonstruktion zu nähern, bei der das Verhältnis $\frac{\text{Herstellungspreis}}{\text{technische Wertigkeit}}$ einen Mindestwert erreicht, Punkt X in Abb. 31. Auch ein guter Konstrukteur wird aber froh sein müssen, wenn es ihm gelingt, in die Nähe dieses Punktes zu kommen, indem er seine Konstruktion so vereinfacht, daß zu ihrer Herstellung nur wenig Zeit gebraucht wird, und indem er die Baustoffe besser ausnutzt oder durch wohlfeilere ersetzt.

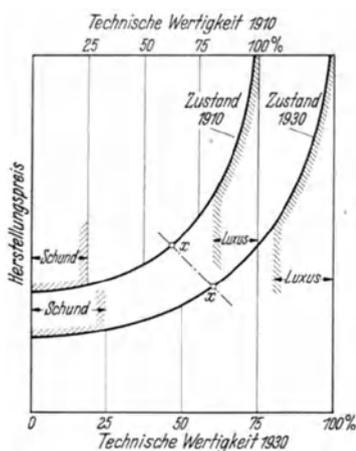


Abb. 31. Beziehung zwischen Herstellungspreis (Aufwand) und technischer Wertigkeit eines Erzeugnisses (Erfolg) in 2 verschiedenen Perioden technischer Entwicklung (1910 und 1930). (Nach E. PLATZ.)

Der zunächst oft lästige Zwang, sog. „Ersatzstoffe“ zu verwenden, hat nicht selten den technischen Fortschritt erheblich gefördert und Baustoffe gezeitigt, die trotz kleinerem Preis den früheren „hochwertigen“ überlegen sind. Mit zunehmender Verbesserung der Arbeitsverfahren, geeigneteren Werkstoffen, vorteilhafterer Fertigung und geschickterer Konstruktion wird der Herstellungspreis bei gleicher Wertigkeit im Laufe der Zeit immer geringer, und nicht selten gelingt es, eine Maschine so zu verbessern, daß man einer Wertigkeit, die man ein paar Jahre vorher noch mit 100% beziffert haben würde, die also damals praktisch nicht erreichbar gewesen wäre, vielleicht nur noch den Betrag von 75% zuerkennt, Abb. 31. Obgleich sich in Wirklichkeit häufig kein so eindeutiger Maßstab für die technische Wertigkeit wie in Abb. 30 oder 31 angeben läßt, so zeigen Abb. 30 bis 32 doch deutlich die nicht zuletzt durch gutes Konstruieren erreichbare fortschreitende Verbilligung und Verbesserung technischer Erzeugnisse.

Da sich auf fast allen Gebieten zahlreiche Firmen gegenseitig zu übertreffen versuchen, kommt die Entwicklung der meisten Maschinen nie zur Ruhe und Atempausen sind selten und kurz. Ein Konstrukteur

¹ PLATZ, E.: Werkstoffsparen im Maschinenbau. Z. VDI 1930 S. 1481—1485.

muß deshalb ein wendiger, unverzagter, für seine Tätigkeit begeisterter Kämpfer sein.

So notwendig dauerndes Anpassen an wechselnde Verhältnisse ist, so nachteilig kann für eine ganze Industrie das Herausbringen überflüssiger Konstruktionen infolge übertriebener Anforderungen der Kunden, Überbewerten theoretischer Spitzfindigkeiten oder aus purer Freude am Neuen sein. Insbesondere Ingenieure, die nie selbst konstruiert haben und nicht wissen, wie schwer es ist, etwas Neues zu schaffen und mit Nutzen zu verkaufen, stellen übertriebene Forderungen. Die für den Fortschritt aufgewendeten Mittel müssen aber in einem vernünftigen Verhältnis zu den Einnahmen einer Fabrik stehen, wenn sie gedeihen soll; außerdem hat dauerndes Ändern mit technischem Fortschritt meist nichts zu tun. Eine tüchtige Firma lehnt daher auf Grund umstrittener Theorien verlangte Änderungen mit Recht ab. Viele neuerungssüchtige Ingenieure und manche „Sachverständige“ vergessen schließlich, daß eine gewisse Zahl von Schwächen und Fehlern unvermeidbar ist, und jedes Übermaß von Kontrollen und Sicherheitsmaßnahmen an sich selber zugrunde geht. Dadurch, daß sie durchaus bewährten Konstruktionen alle möglichen Gefahren und Mängel andichten, erinnern sie an Ärzte, die ihren mit harmlosen Gebrechen behafteten Patienten so lange Angst machen, bis sie schließlich an die Gefährlichkeit ihrer Beschwerden und die Unentbehrlichkeit des Arztes glauben.

Aus der Schar tüchtiger Konstrukteure ragen von Zeit zu Zeit wahre Künstler wie CORLISS, HANS RICHTER, OSCAR LASCHE, JOHANNES STUMPF und HUGO LENTZ empor, die einer bereits zu hoher Vollkommenheit entwickelten Maschine ein ganz neues Gesicht geben oder einer neuen Idee einen ungeahnt raschen Siegeslauf erschließen. Wie grundlegend ein Konstrukteur eine Maschine verbessern kann, möge an einem aus dem Anfang dieses Jahrhunderts stammenden Beispiel erläutert werden. Abb. 33 zeigt die damals übliche Ausführungsform einer Viertaktgasmaschine. Die Auslaßventile *A* und *B* sind wegen des unzweckmäßig ausgeführten Fundamentes schlecht zugänglich, an das vordere kann man, weil Zylinderdeckel *C* mit Zylinder *D* in einem Stück gegossen ist, überhaupt nur von unten heran. Infolge des kleinen Abstandes *x* zwischen Innen- und Außenmantel ergeben sich ungünstige Kerne, mangelhafte Kühlung und in den niederen Verbindungsstegen *F* infolge ungleicher Wärmeausdehnung

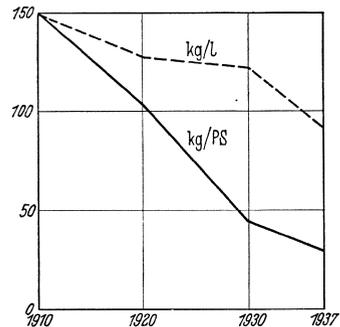


Abb. 32. Abnahme des Baustoffaufwandes für 1 PS Leistung (kg/PS) und 1 Liter Hubraum (kg/l) von Dieselmotoren infolge der technischen Entwicklung. (Nach E. PLATZ.)

beider Mäntel große Spannungen. Um den Kolben ausbauen zu können, muß der ganze Ventiltrieb entfernt werden u. a. m. Diese Mängel vermeidet die Konstruktion in Abb. 34, die seinerzeit den Großgasmaschinenbau außerordentlich gefördert hat¹.

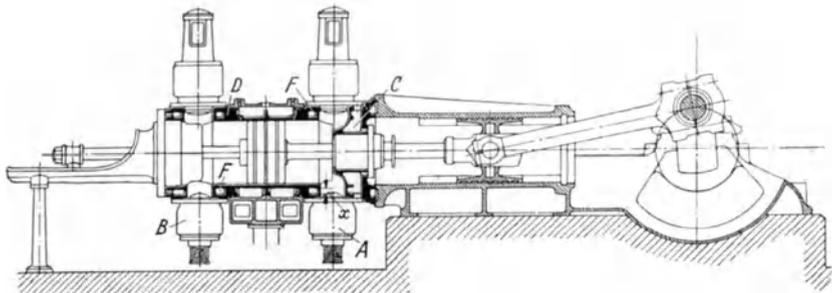


Abb. 33. Längsschnitt durch eine Gasmaschine aus dem Jahre 1904.

Die Behauptung, die Natur sei Vorbild und unerreichte Meisterin aller Technik, trifft nur beschränkt zu, weil die meisten Erfindungen ohne Anlehnung an sie gemacht wurden. Zweifelsohne gleichen z. B. Bewegungs- oder Beißorgane belebter Wesen oder Traggerüste von Pflanzen technischen Vorrichtungen sehr, was aber größtenteils erst

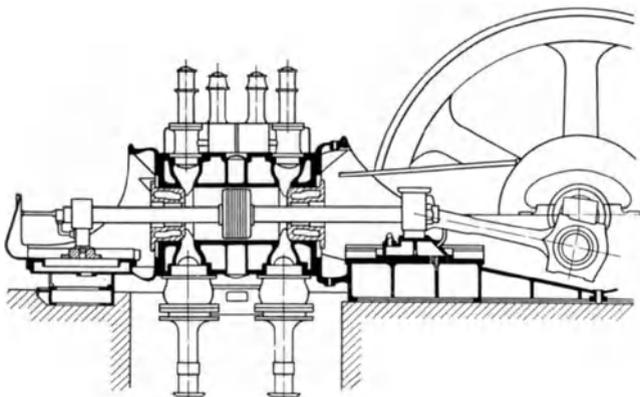


Abb. 34. Längsschnitt durch eine MAN-Gasmaschine aus dem Jahre 1904.

festgestellt worden ist, als die Technik die Parallelfälle selbstschöpferisch entwickelt hatte.

Drei Erfindungen sind in diesem Zusammenhang lehrreich: die elektromagnetischen Wellen, von denen der berühmte Arzt, Professor BIER, sagt, der Mensch habe für sie nicht einmal ein Sinnesorgan geschweige denn ein Vorbild gehabt; die volle Drehbewegung, die in der

¹ RIEDLER, A.: Großgasmaschinen. München-Berlin 1905.

Natur nicht vorkommt und vielleicht das kennzeichnendste Beispiel für den Unterschied zwischen ihren Schöpfungen und denen von Menschenhand ist und das Feuer, das in der Natur nur zerstört, während es der Mensch zu seinem gewaltigsten Helfer machte. Wo aber der Mensch die Natur übertroffen hat, wie z. B. bei seinen Transportmitteln, gelang ihm dies oft nur durch Spezialisieren der betreffenden Organe für einen einzigen Zweck und durch zusätzliche, der Natur fremde Maßnahmen, wie den Bau von Straßen usw. Die unerhörte Großartigkeit und Mannigfaltigkeit der Natur wird die Technik zweifellos nie erreichen.

e) **Über den Mangel an guten Konstrukteuren.** Gutes Konstruieren ist also überragend wichtig und der Ruf „mehr konstruieren, weniger erfinden“ vollkommen berechtigt. An 50—90% vieler Mängel einer Maschine sind unzulängliche Konstrukteure schuld. Die übrigen Büros mancher Fabrik könnten wesentlich verkleinert und viele unangenehme Auseinandersetzungen mit der Kundschaft vermieden werden, wenn man das Konstruktionsbüro besser dotieren und seine Leitung einem fähigeren, wenn auch teureren Konstrukteur unterstellen würde.

Nur der kann die Schöpferfreuden des Ingenieurberufes voll auskosten, der wenigstens eine Zeitlang konstruiert hat. Viele ungerechte Beschwerden und überflüssige Forderungen von Betreibern von Maschinen würden nicht erhoben und der Verkehr zwischen ihnen und den Herstellern erleichtert werden, wenn erstere ein paar Jahre am Zeichenbrett gearbeitet hätten.

Man sollte nun annehmen, daß sich Studenten zu einem so interessanten Fache drängen, aber gerade das Gegenteil ist der Fall. Der Mangel an brauchbaren Konstrukteuren wird immer größer, und man hat manchmal den Eindruck, als ob die Industrie die dadurch drohenden Gefahren nicht voll erkenne. Daß Studenten ohne räumliche Vorstellung und Phantasie keine Vorliebe für Konstruieren haben, ist verständlich. Neben einem gewissen Mangel an Selbstvertrauen, Bequemlichkeit und den eigenartigen Gründen, die eine verstandesmäßig nicht fundierte Vorliebe oder Abneigung gegen gewisse Dinge manchmal verursachen, ist wohl auch die Einstellung der Hochschulen an den derzeitigen Verhältnissen nicht ohne Schuld.

Während meiner Studentenzeit an der Charlottenburger Hochschule hielten die Studierenden einen Kommilitonen, der nicht konstruieren konnte, für nicht ganz voll, und einen besonders guten Konstrukteur kannten die ganzen oberen Semester. Die Professoren brachten aber auch unmißverständlich zum Ausdruck, welche Bedeutung sie dem Konstruieren beimessen. Nun kam seiner Wertschätzung zustatten, daß sich der Maschinenbau durch die in ihrer Jugendblüte stehenden Dieselmotoren, Großgasmaschinen und Dampfturbinen in einer heroischen Periode befand und einige Professoren, die regelmäßig an die Zeichen-

tische der begabteren Studenten kamen, vorzügliche Konstrukteure waren. Wenn auch die theoretischen Fächer über den Konstruktionsarbeiten damals wohl etwas zu kurz gekommen sind, so war das Verhältnis zwischen konstruktiver und theoretischer Ausbildung offenbar gesünder als heute. Industrie und Hochschule sollten alles daran setzen, damit der akademische Nachwuchs dem Konstruieren wieder die erforderliche Beachtung schenkt. Würde sich eine Hochschule mit geeigneten Kräften der besonderen Pflege des Konstruierens widmen und die Konstruktionsarbeiten streng beurteilen, so würde sie ihre Arbeit sicherlich belohnt sehen. Die oft größeren konstruktiven Leistungen von Maschinenbauschülern können, wenn kein Wandel geschaffen wird, auf die Dauer nicht ohne Einfluß auf das akademische Ingenieurstudium bleiben. Wenn aber Diplomingenieure meinen, Konstruieren sei eine ihrer unwürdigen Tätigkeiten, so verraten sie damit nur, daß sie das Wesen des Ingenieurberufes überhaupt nicht begriffen haben und besser etwas anderes geworden wären.

Auch die Industrie hat an den heutigen Zuständen schuld, denn ein junger Diplomingenieur, der länger als es nötig ist, mit dem Konstruieren untergeordneter Teile befaßt wird oder der immer wieder nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Werdegang einer Maschine kennenlernt, aber nie erfährt, wie die ganze Maschine sich bewährt, wird nicht nur versuchen, eine andere Tätigkeit zu erhalten, sondern auch „Neugierige warnen“ und dadurch den Konstrukteurberuf beim Nachwuchs in Mißkredit bringen.

Wertvolles konstruktives Können geht ferner dadurch verloren, daß tüchtige Ingenieure auf mehr kaufmännischen oder verwaltungstechnischen Posten von einem bestimmten Alter an oft besser bezahlt werden und größeren Einfluß haben. Deshalb wandern manche gewandte Konstrukteure in eine Tätigkeit ab, die andere ohne konstruktive Begabung ebensogut ausfüllen können wie sie, zumal dort auch das Risiko oft kleiner ist. Infolge ihrer ganzen Einstellung eignen sich manche sehr gute Konstrukteure für die Leitung ganzer Fabriken oder ähnliche Posten nicht. Es ist aber nicht einzusehen, weshalb sie bei entsprechenden konstruktiven Leistungen finanziell nicht sollten ähnlich gestellt werden können wie leitende Persönlichkeiten. Sie blieben dann einer Tätigkeit erhalten, in der sie Hervorragendes zu vollbringen vermögen und sich wohlfühlen. Die unbefriedigende Stellung des Konstrukteurs ist z. T. ein Überbleibsel aus einer Zeit, als Ingenieure noch gleichzeitig konstruktiv, kaufmännisch und verwaltungstechnisch tätig sein konnten. Da die moderne Technik dies nicht mehr gestattet, muß man die Folgerung ziehen, d. h. dem Konstrukteur den gebührenden Platz einräumen, dann wird der Mangel an tüchtigen Konstrukteuren wohl bald von allein aufhören.

VIII. Standesbewußtsein und Ansehen der Ingenieure.



R. Dührkoop phot.

OSKAR VON MILLER (1855—1934)¹.

Hervorragender Energiewirtschaftler. Schöpfer des Deutschen Museums. Bahnbrechender Erwecker des Verständnisses des breiten Publikums für Naturwissenschaften und Technik.

a) Das Ansehen der Ingenieure.

Man könnte nun glauben, es müsse für den einzelnen Ingenieur um so gleichgültiger sein, was die Allgemeinheit über seinen Stand denkt, je bedeutender er als Ingenieur und als Charakter ist, da eine gewisse Unbekümmertheit um fremde Meinungen dem Werk und der Zufriedenheit eines Mannes nur förderlich sein kann. Diese Ansicht trifft aber schon für einen hervorragenden Ingenieur und erst recht für den gesamten Ingenieurstand nicht zu, denn der Ingenieur steht mitten in der Öffentlichkeit und ist auf ihr Verständnis und ihre Mitwirkung in hohem Maße angewiesen. Deshalb ist ein hohes Ansehen seines Standes ein überaus wichtiges Aktivum, wenn sich ein Ingenieur seine Arbeit

nicht unnütz erschweren oder schwächlich auf eine angemessene Stellung im öffentlichen Leben verzichten will. Je angesehener nämlich der ganze Stand ist, je breiter und tiefer ist der Erfolg der Tätigkeit des einzelnen Ingenieurs und je besser kann er seine eigenen Angelegenheiten und die seines Standes fördern.

Darüber, daß das Ansehen des Ingenieurstandes seinen Leistungen für die Allgemeinheit nicht entspricht, herrscht auch in weiten nicht-technischen Kreisen Übereinstimmung, über die Gründe gehen die Ansichten auseinander. Es ist aber m. E. sicher, daß an ihrem unbefriedigenden Ansehen die Ingenieure ein gut Teil eigene Schuld haben und daß sie eine Änderung nur dann erzielen können, wenn sie sich zu entsprechenden Maßnahmen aufraffen.

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin. Münzinger, Ingenieure.

b) Weshalb ist das Ansehen des Ingenieurstandes unbefriedigend? Die zahlreichen Antworten¹ auf diese Frage geben etwa folgende Gründe an:

1. Die Überlastung mit beruflichen Tagesaufgaben, die dem Ingenieur die Beschäftigung mit den geistigen und sozialen Grundlagen der Technik unmöglich mache;

2. das Spezialistentum, zu dem der Ingenieur gezwungen sei und das ihm nicht genügend Zeit zur Beschäftigung mit den großen öffentlichen Problemen lasse;

3. den Umstand, daß der durchschnittliche Ingenieur gewissermaßen auf ein enges Gebiet dressiert sei, auf dem er Gutes zu leisten vermöge, daß er aber von anderen Dingen nicht viel wisse und sich auch nur wenig für sie interessiere;

4. das Verkennen der Tatsache, daß Konstruieren und Berechnen nur Hilfsmittel für die technische Verwirklichung politischer oder wirtschaftlicher Ziele sind;

5. die Eigenart seiner technisch-wissenschaftlichen Ausbildung, die darauf hinziele, mit stark vereinfachten, auf seine Zwecke zugeschnittenen wissenschaftlichen Verfahren gewissermaßen mechanisch und häufig ohne Kenntnis ihrer Grundlagen seine Arbeit zu verrichten;

6. seine mangelhafte Allgemeinbildung und sein Unvermögen, so wie es ein Geistlicher, Arzt oder höherer Lehrer könne, einem Laien auseinanderzusetzen, in welcher Weise sein Fach mit dem allgemeinen Leben verknüpft ist und es beeinflußt;

7. den Mangel der Hochschulprofessoren an Wissen um die geistigen Grundlagen der Technik;

8. die subalterne Stellung des einzelnen Ingenieurs und der gesamten Technik, die davon herrühre, daß die meisten Ingenieure Nur-Techniker seien;

9. den Umstand, daß das technische Werk als Erzeugnis eines klügelnden Verstandes zwar Staunen erwecke, aber die Seele des Volkes unberührt lasse, das nicht verstehe, daß überragende technische Pionierarbeiten dieselben schöpferischen Kräfte erfordern wie Werke der bildenden Kunst, usw. usw.

So verschieden diese Stimmen lauten, den Vorwurf erhebt keine, daß der Ingenieur sachlich seinen Aufgaben nicht gewachsen sei und seine Leistungen nicht dem entsprechen, was die Öffentlichkeit von ihm erwartet. Vielmehr liegt der einzigartige Fall vor, daß man die Verdienste eines Standes um die Allgemeinheit uneingeschränkt anerkennt, aber meint, es fehle ihm auf geistigem Gebiete im Vergleich zu anderen gebildeten Ständen etwas. Unter diesen Äußerungen

¹ Siehe hierzu zahlreiche Veröffentlichungen in der Dtsch. Techn., darunter G. HIMMLER und K. MAYER 1938; L. PISTOR, H. WÖGERBAUER, W. NÖLDCHEN und O. STRECK 1939.

sind neben unwichtigen manche, die zu denken geben sollten. Nach dem, was über die Gründe der verschiedenen Arbeitsmethoden von Ingenieuren und reinen Wissenschaftlern gesagt worden ist, kann man über die geringschätzigte Bewertung des wissenschaftlichen Wertes der Ingenieurarbeit durch manche Wissenschaftler leicht hinweggehen, weil sie offenbar über etwas reden, was sie nicht kennen. Es trifft zu, daß zahlreiche Ingenieure nicht bis zu den Wurzeln der von ihnen benutzten Wissenschaft vordringen. Sie können es aber schon deshalb nicht, weil sie auf so vielen Gebieten der Wissenschaft und in so vielen sonstigen Dingen beschlagen sein müssen, daß ihnen dazu keine Zeit bleibt. Auch mit dem Durchschnitt in anderen gelehrten Berufen dürfte es ähnlich bestellt und sein Interesse an außerberuflichen Dingen auch nicht viel größer sein. Für den durchschnittlichen Ingenieur kommt es ebenso wie für den durchschnittlichen Arzt oder Offizier auch weniger auf die Kenntnis der wissenschaftlichen Quellen seines Berufes oder überhaupt auf besonders tiefes theoretisches Wissen als darauf an, sich in kritischen Lagen helfen zu können oder, wie EMIL VON BEHRING mit Bezug auf Ärzte sagte: „Weniger feine Köpfe, dem Leben nur zusehende Denker, als vielmehr Personen mit kräftigem Handeln“. Deshalb wurde auf S. 82 die Arbeitsmethode des durchschnittlichen Ingenieurs mit derjenigen eines Landarztes verglichen. So, wie ein Landarzt häufig gezwungen ist, mit einfacheren Verfahren zu arbeiten als eine mit allen Mitteln ausgestattete großstädtische Klinik und trotzdem Vorzügliches leistet, so kann es dem Ansehen von Ingenieuren unmöglich Abbruch tun, daß sie sich aus denselben Gründen vereinfachter Arbeitsmethoden bedienen müssen. Sehr viele und selbst hervorragende Ingenieure machen übrigens keinen Anspruch darauf, Wissenschaftler zu sein, dürfen aber mit Recht daran erinnern, daß zahlreiche ihrer Fachgenossen auch als Wissenschaftler allen Ansprüchen genügen. Im übrigen betreffen diese Einwendungen mehr die Frage, ob die Ingenieure weniger schöpferische Leistungen aufzuweisen haben oder ihre Tätigkeit geringere intellektuelle Anforderungen stellt als andere Berufe. Jedenfalls ist diese Kritik, über die die Entwicklung hinweggehen wird, für das Ansehen des Ingenieurstandes unwichtig.

Daß Vergleiche zwischen den zum Hervorbringen eines Werkes der bildenden Künste und einer technischen Pionierleistung erforderlichen schöpferischen Kräfte einen nennenswerten Einfluß auf das Ansehen des Ingenieurstandes ausüben oder auch nur von einer nennenswerten Zahl von Menschen angestellt werden, erscheint unwahrscheinlich. Dieses Argument ließe sich auch auf Berufe anwenden, deren Ansehen nichts zu wünschen übrig läßt. Das Publikum schätzt und braucht die Maschine und hält es für selbstverständlich, daß sie funktioniert. Darüber, welche Unsumme von Intelligenz und Arbeit nötig ist, damit zu

jeder Zeit Wasser, Gas und Strom zur Verfügung stehen, zerbricht sich aber unter 100 gebildeten Nichttechnikern kaum einer den Kopf. Da Störungen in der Energieversorgung oder im Verkehrswesen so selten sind, wird angenommen, daß die Technik recht einfach sein müsse. Man könnte fast versucht sein, zu sagen, daß die Hingabe der Ingenieure an ihr Werk in dieser Beziehung ihrem Ansehen mehr schadet als nützt. Würde nämlich die Energieversorgung öfters versagen und die Ingenieure sie mit dem nötigen Tamtam wieder in Ordnung bringen, dann würde wohl in manchen Köpfen eine zutreffendere Vorstellung von ihrer Bedeutung dämmern.

Dagegen sind, worauf bereits wiederholt hingewiesen wurde, die mangelhafte Kenntnis der großen Zusammenhänge der Technik sowie das schwache Interesse an Fragen allgemeiner Natur am unbefriedigenden Ansehen der Ingenieure ebenso schuld wie es sicher ist, daß Ingenieure, wenn sie Nur-Techniker bleiben, auch weiterhin eine subalterne Rolle spielen werden. Der Jurist ist mit Bezug auf allgemeine Achtung schon dadurch im Vorteil, daß er seit Jahrhunderten den verschiedensten Ständen fast täglich in mehr oder weniger autoritativer Form persönlich gegenübertritt, und daß er einen erheblichen Teil der öffentlichen Diskussion über soziale, politische oder wirtschaftliche Dinge bestreitet. Die gesamte Gesetzgebung, ohne die das Leben eines Volkes undenkbar ist, ist sein Werk und mit berühmten Staatsverträgen ist der Name von Juristen verbunden. Es ist daher verständlich, daß sie sich bei Hoch und Nieder großen Ansehens erfreuen. Auch der Arzt ist für weite Kreise des Volkes Respektsperson. Namen wie KOCH, VIRCHOW, BEHRING oder SAUERBRUCH kennt jeder Gebildete, und Ärzte und Juristen spielen auch in der schöngeistigen Literatur eine ungleich bedeutendere Rolle als Ingenieure.

Ein unmittelbarer Kontakt zwischen Ingenieur und Publikum, das ihn nur durch die anonyme Maschine kennt, besteht kaum. Es interessiert sich wohl für Werke der Technik, ihre Schöpfer aber sind ihm, wenn man von den großen Erfindern absieht, unbekannt und vorwiegend deshalb gleichgültig, weil sie als Menschen seine Phantasie aus Mangel an geistiger Berührungsfäche nicht beschäftigen. Selbst auf ganz abseitigen Gebieten tätige Physiker interessieren, weil gemeinsame geistige Interessen bestehen, das Publikum mehr, obgleich es ihre Arbeiten sicher weniger versteht als Kraftwagen, Schiffe oder Flugzeuge. Aber diese Gründe allein erklären noch nicht, weshalb trotz Radio, Fernsehen und Flugzeugen, die die meisten Menschen noch vor 50 Jahren für glatte Zauberei gehalten hätten, das Ansehen des Ingenieurstandes nicht größer ist.

Keine der mir bekannt gewordenen Abhandlungen beschäftigt sich nun mit 3 Punkten, von denen das Ansehen eines Standes wesentlich

abhängt, nämlich der historischen Entwicklung und dem geistigen Niveau, sowie der Breite seiner führenden Schicht. Wenn vom Ansehen eines „gebildeten“ Standes gesprochen wird, denkt man offenbar daran, wie er von anderen „gebildeten“ als ebenbürtig oder überlegen betrachteten Ständen angesehen wird. Nun hat die herrschende Schicht eines Staates stets gewisse Vorrechte und ein besonderes Ansehen genossen und gegenüber den übrigen Schichten eine gewisse Exklusivität beobachtet. In früheren Jahrhunderten waren es Adel und hohe kirchliche Würdenträger, später kamen der Berufssoldat und die sich fast nur aus Juristen rekrutierende hohe Beamtenschaft hinzu. Ein Angehöriger anderer Stände mußte schon eine besondere Persönlichkeit sein, um in diese Kreise Eingang zu finden und als voll angesehen zu werden. Wie zeitbedingt der Begriff des gesellschaftlichen Ansehens ist, zeigt die Rolle des *tiers état* vor und nach der französischen Revolution oder der Umstand, daß ein Genius wie LEONARDO DA VINCI in einem Bewerbungsbrief empfehlend erwähnen mußte, er könne auch Laute spielen. Noch vor 100 Jahren schrieb ein englischer Adliger, er habe RICHARD TREVITHICK auf Grund seines guten Aussehens für einen vornehmen Mann gehalten und noch vor 30 Jahren erzählte man sich in anderen Ländern über prominente Persönlichkeiten aus Handel und Industrie ähnliche Anekdoten, wobei einige Charaktervolle unter ihnen eine Anmaßung allerdings sehr sarkastisch beantwortet haben.

Das Frankreich König FRANZ des I. zeigt besonders deutlich, wie Adel und hohe Geistlichkeit unter dem Einfluß der italienischen Renaissance bestrebt waren, ihre Kultur zu verfeinern. Mit zunehmender Bedeutung des Bürgertums taten dessen führende Schichten etwas Ähnliches, und für ihre Angehörigen war ein gewisses Bildungsniveau eine Selbstverständlichkeit. Infolgedessen existieren viele Familien von Soldaten, Wissenschaftlern, Ärzten und Juristen, die zum Teil mit sehr knappen finanziellen Mitteln Generationen hindurch einen hohen kulturellen Standard aufrechtzuerhalten verstanden. Dadurch bildete sich zwischen Angehörigen dieser Stände ein gemeinsames geistiges Band und eine Art Maßstab, mit dem jemand, der in sie Einlaß zu bekommen ersuchte, zuverlässiger bewertet werden konnte, als nach seinem materiellen Besitz, durch dessen erfreulich geringe Einschätzung die wirklich guten Kreise sich vor ungeeigneten Elementen reinzuhalten mußten. Der Ingenieurberuf ist aber noch sehr jung. Daher kommt die kleine Zahl von Ingenieurfamilien mit einer ähnlichen Kultur und Tradition wie der von vielen Juristen- oder Wissenschaftlerfamilien. Das hohe Ansehen der Ärzte und Soldaten ist schließlich die Frucht einer sehr langen Erziehungsarbeit, die auch den bescheidensten Offizieren und Landdoktoren mit einer hohen Auffassung von ihren Pflichten der Allgemeinheit gegenüber erfüllte. Die Ingenieure befinden sich noch in

einer ähnlichen Entwicklung. Ihr Beruf hat zwar vielen seiner Angehörigen Wohlstand gebracht, doch sind oft schon die Söhne der Betreffenden wieder in der Masse untergetaucht.

Das Niveau der führenden Schicht bestimmt das Ansehen eines Standes und nicht sein Durchschnitt. Je angesehener sie ist, einer um so höheren Achtung erfreut sich auch der Durchschnitt. So wie nicht der Schotter, so entscheidend er für die Herstellung einer Straße ist, ihr Gestalt und Charakter verleiht, sondern kühn geschwungene Brücken und andere markante Bauwerke, so geben die führenden Köpfe einem Stande sein Gepräge. Damit aber die führende Schicht für den gesamten Stand tragfähig ist, muß sie genügend viele und bedeutende Köpfe haben. Übertagen nur wenige erheblich den Durchschnitt, so bleiben sie Einzelercheinungen, die als solche aber nicht als Repräsentanten ihres Standes gewertet werden und daher seinem Ansehen nicht viel nützen. Sind die Führenden genügend zahlreich und ihrer Aufgabe gewachsen, so wird ihr Glanz auch auf die Durchschnittlichen zurückstrahlen, sind sie es nicht, so wird der ganze Stand kein hohes Ansehen haben, so tüchtig sein Durchschnitt ist.

Sachliche Höhe seiner Leistungen für die Allgemeinheit ist also nur eine der für hohes Ansehen eines Standes erforderlichen Voraussetzungen, die übrigen sind ideeller Natur und liegen zum Teil außerhalb der beruflichen Tätigkeit. Sie bestimmen zusammen mit den beruflichen Leistungen die Rolle, die ein Mensch in der „Gesellschaft“, d. h. dem Treffpunkt der „angesehenen“ und „maßgebenden“ Kreise spielt. Der Verkehr in ihr setzt gewisse gemeinsame geistige Interessen und die Fähigkeit voraus, sich mit Angehörigen anderer Stände über sie zu unterhalten. Auch technische Fragen sind ein durchaus geeignetes Gesprächsthema. Ein Ingenieur wird ohne weiteres das Ohr eines Militärs, Juristen oder Wissenschaftlers finden, wenn er über technische Dinge spricht, mit ihnen allein kann er aber die Unterhaltung nicht bestreiten und technische Spezialfragen interessieren die Gesellschaft nicht mehr, als wenn sich ein Jurist über eine verwickelte Angelegenheit des kanonischen Rechtes oder ein Arzt über komplizierte, die Struktur von Hormonen und Vitaminen betreffenden Sonderfragen verbreiten würde. An dem Verständnis dafür, was die Gesellschaft von technischen Dingen interessiert und an der Beschlagenheit auf nichttechnischen Gebieten hapert es aber auch bei manchen hochgestellten Ingenieuren. Sie spielen dann in der Gesellschaft eine Aschenbrödelrolle und sind oft eher geduldet als geachtet oder gar beliebt. Diese Verhältnisse werden sich nicht wesentlich ändern, solange keine genügend breite Schicht von Ingenieuren mit gediegener allgemeiner Bildung besteht, die sich nur schaffen läßt, wenn bereits auf den Technischen Hochschulen das Interesse an Fragen von allgemeinem Interesse

geweckt wird und auch später etwas geschieht, um es wachzuhalten und zu fördern.

Im übrigen spielt auch beim Streit um die Ebenbürtigkeit von Ständen die leidige Angewohnheit der Menschen eine Rolle, daß sie sich auch da, wo es der Allgemeinheit nichts und ihnen selber nicht viel nützt, aber leicht Verbitterung erregt, nicht damit begnügen, festzustellen, daß und weshalb etwas anders ist als das, was sie selber sind, tun oder haben, sondern mit allen Mitteln sich selbst und anderen zu beweisen versuchen, daß es weniger gut und richtig ist.

e) **Wie läßt sich das Ansehen des Ingenieurstandes heben?** Der seit der Jahrhundertwende riesenhaft angewachsene Wissensstoff, dessen unvermeidliche Folge das Spezialistentum ist, macht es auch anderen Ständen immer schwerer, sich mit Fragen von allgemeinem Interesse, mit Kunst, Literatur und Wissenschaft zu beschäftigen. Der Ingenieurberuf ist also nicht der einzige, der unter seinen Folgen leidet, wenngleich sie sich bei ihm besonders kraß zeigen. FECHTER¹ sagt nicht ohne Recht, fast alle Berufe seien Sonderwelten geworden, von denen oft kaum mehr eine Brücke in die Welt gemeinsamer geistiger Interessen führe. Kein Beruf könne sich dieser Entwicklung entziehen, und man könne das Spezialistentum ebensogut die Last oder das Schicksal der Gegenwart wie ihr Laster nennen.

Am ungünstigsten daran sind die Ingenieure, weil sie schon seit jeher zu sehr Nur-Techniker gewesen sind und ihre Gedankenwelt an sich abseitiger von den großen allgemeinen Interessen liegt als bei anderen Ständen. Sie müssen sich daher besonders bemühen, die Kluft, die sie von anderen Berufen trennt, nicht noch breiter werden zu lassen, sondern nach Möglichkeit zu verkleinern. Diese Dinge sind natürlich nicht nur für das Ansehen eines Standes, sondern auch insofern wichtig, als von ihnen die innere Ausgeglichenheit seiner Angehörigen und der Anteil abhängt, den sie sich an den edlen Freuden des Lebens erschließen können. Ein Ingenieur kann zwar auch ohne ein vernünftiges Gleichgewicht zwischen beruflichen und allgemeinen geistigen Interessen ein tüchtiger Arbeiter und Geldverdiener sein, mehr aber häufig nicht, schon weil ihm dazu der seelische Schwung fehlt. Das Herbeiführen eines gesunden Ausgleiches zwischen den Anforderungen des Berufes und denen des übrigen Lebens ist bei vielen Ständen, am meisten vielleicht beim Ingenieurstand, eines der größten geistigen Probleme unserer unruhigen Zeit.

Viele sonst hochintelligente Diplomingenieure sind erstaunlich gleichgültig gegen alles, was über reine Technik hinausgeht, und sehen eine Beschäftigung mit Dingen von allgemeinem Interesse als Marotte und Zeitverschwendung an. Ich kann mich noch gut entsinnen, welche

¹ FECHTER, P.: Brücken. Deutsche Allgem. Zeitg. vom 30. 3. 1940.

Verwunderung es erregte, als vor etwa 30 Jahren ein nachmals sehr bekanntgewordener Ingenieur sich das Studium der Geschichte der Technik zur Lebensaufgabe wählte und wie die Bedeutung dieses Faches erst ganz allmählich begriffen wurde. Hieran ist zweifellos die akademische Ausbildung mit schuld, weil auch sie zu stark unter dem Einfluß einseitiger Spezialisten steht und rein technische Angelegenheiten modern, manches andere aber so lehrt, als ob die Beziehungen zwischen Technik und öffentlichem Leben und der Umfang des technischen Wissens noch wie vor 30 oder 40 Jahren seien. Wenn aber immer wieder Diplomingenieure mit ausschließlich technischen Interessen die Hochschule verlassen, ist nicht einzusehen, wie sich eine Führerschicht mit weiten allgemeinen Interessen bilden soll. Mit aus diesem Grunde wurde weiter vorn empfohlen, die Hochschulen sollen sich mit dem Beibringen eines soliden Wissens der Grundlagen der Technik begnügen und in der eingesparten Zeit die großen Zusammenhänge in der Technik und die Beziehungen der Technik zum öffentlichen Leben behandeln. Zum glücklichen Lösen dieser Aufgabe braucht ein Lehrkörper wenigstens einige Professoren, die mehr sind und mehr zu sagen haben als tüchtige Oberingenieure. Männer wie RIEDLER, STUMPF oder SLABY haben weniger durch ihre Ingenieurkunst, die wir noch gar nicht richtig beurteilen konnten, als durch ihre überragende Persönlichkeit und durch das, was sie uns außer technischen Dingen lehrten, einen so starken Eindruck auf uns gemacht.

Das Heranziehen einer geistigen Ingenieur-Elite muß bereits mit der Gestaltung des Lehrplanes auf den höheren Schulen beginnen, die technischen Hochschulen müssen die Arbeit fortsetzen und die Industrie muß sie vollenden, indem sie junge Leute mit Interesse an Fragen von allgemeinem Interesse mit allen Kräften fördert. Sonst werden ihnen banausische Kollegen das Leben noch saurer machen, als es „Spezialisten“ und Routiniers noch vor gar nicht langer Zeit einem jungen Ingenieur taten, der über technische Fragen schreiben oder sonst etwas treiben wollte, was über ihren Horizont hinausging.

Die Arbeit wird also langwierig sein und es wird geraume Zeit vergehen, bis ihre Früchte reifen. Wird sie aber nicht geleistet, so wird der Ingenieurstand weder eine Stellung erreichen, die seinen Leistungen entspricht, noch kann er seine Leistungen zu der Höhe emporschrauben, die infolge der in ihm vereinigten Intelligenz und Hingabe an sich erreichbar wäre, weil ihm zu wenig Anregungen und Menschen aus anderen Kreisen zuströmen und sein Denken und Handeln zu sehr durch die unmittelbar vor ihm liegenden Aufgaben beherrscht werden.

Auch der Mangel an Korpsgeist von Ingenieuren schadet ihrem Ansehen. Er zeigt sich u. a. in der geringen Solidarität beim Vertreten von Standesinteressen, in dem unerfreulichen Verkehrston mancher In-

genieure untereinander, oder wenn sie sich als Lieferer und Besteller gegenüberstehen. Die Besteller von Maschinen vergessen zuweilen, daß an manchen Anständen nicht Nachlässigkeit, sondern die schwierige Materie und die geringe Erfahrung schuld sind, und daß sie die Maschine auch nicht besser hätten bauen können. In dieser Beziehung verhalten sich Kaufleute und Juristen oft verständnisvoller und spielen sich nicht so sehr als „seine Majestät der Kunde“ auf, wie manche Ingenieure, die wegen der nebensächlichsten Anstände ihr „peinlichstes Erstaunen“ aussprechen oder ihre Briefe auf das Motto abstellen, „ich kenne Ihre Gründe nicht, aber mißbillige sie“. Man könnte manchmal versucht sein, den berühmten Ausspruch der Duse abzuändern in „plus je connais les hommes, plus j'aime les machines“. Ingenieure, die als Vertreter von Interessentenvereinigungen auftreten, beanspruchen für sich zuweilen die Autorität von Beamten, ohne die Formen zu beachten, in denen sich der Verkehr zwischen Beamten und Publikum abspielt, und kritisieren fremde Konstruktionen so, als ob ihre Auffassung die allein selig machende sei. Wenn auch die Angegriffenen aus geschäftlichen Rücksichten oft gute Miene zum bösen Spiel machen, so bleibt der Stachel natürlich zurück, weil Bevormundung niemand gern hat und das Gängelband technischer Gouvernanten für Ingenieure, deren ganze Tätigkeit auf Initiative und Freude an der Verantwortung beruhen muß, ein untaugliches Requisit ist. Eine Einmischung sollte sich daher auf das Notwendige beschränken, und man sollte die letzte Entscheidung denen überlassen, die später die Verantwortung tragen müssen. Dann wird die Entwicklung auch nicht dem natürlichen Ausscheidungsprozeß entzogen, der noch immer am zuverlässigsten arbeitet. Stets aber sollte ein Ingenieur, gleichgültig in welchem Lager er steht, bei Fachgenossen das Gemeinsame und nicht das Trennende suchen, er nützt dadurch auch dem Ansehen seines Standes.

Manche Ingenieure scheinen zu glauben, sie vergeben sich etwas, wenn sie die Formen beachten, die in kultivierten Kreisen üblich und für den Umgang von Menschen miteinander so förderlich sind. Wer aber nicht auch auf dem Parkett eine gute Rolle zu spielen vermag, soll sich nicht wundern, wenn er auf Dinge, die sich dort entscheiden und für die Technik von großer Wichtigkeit sein können, ohne Einfluß bleibt.

d) Über die Ehrung von Ingenieuren. Das Verleihen des deutschen Nationalpreises an 4 Ingenieure im Jahre 1938, die Worte des Reichsministers Dr. GOEBBELS aus diesem Anlaß „den Leistungen seiner Techniker und Ingenieure verdankt das deutsche Volk mit den großen Aufschwung, den die Machtergreifung im Reiche eingeleitet hat“; die Äußerung ROSENBERGS, die nationalsozialistische Revolution habe der Technik einen neuen sozialen Rang zugewiesen, indem sie die Gesetze

der Technik, der Politik und der Idee miteinander in Übereinstimmung brachte; die wiederholten Anerkennungen der Leistungen der Ingenieure durch den Führer und ein Ereignis wie die Gewährung eines Staatsbegräbnisses für den Erfinder des Fernsehens, PAUL NIPKOW, haben dem Ansehen des Ingenieurstandes mehr genützt als viele Abhandlungen über dieses Thema.

Immer wieder werden Männer auftauchen, die dank ihrer genialen Begabung, ihrer Schaffensfreude oder Willensstärke auch ohne akademische Ausbildung überragende Leistungen vollbringen. Es wäre daher verkehrt und nützte dem Ansehen des Ingenieurstandes gar nichts, wenn man für den studierten Teil der Technikerschaft eine besondere Stellung und Standeshhre schaffen und nicht studierte Ingenieure von Posten, auf die sie dank ihrer Leistungen Anspruch haben, auszuschließen versuchen würde. Es sind auch nicht die zu angesehenen Posten gelangten nicht studierten Ingenieure oder diejenigen, die sich als Ingenieure ausgeben, ohne es wirklich zu sein, die das unbefriedigende Ansehen des Ingenieurstandes verschulden, sondern das Fehlen einer genügend breiten Schicht mit über das Fachliche hinausgehenden Interessen und die übrigen vorstehend erwähnten Gründe.

Immer sollte die Leistung und nicht die Art der Vorbildung für Stellung und Bezahlung maßgebend sein. Jemand der die technische Hochschule besuchte und später aus Mangel an Begabung oder Fleiß keine befriedigende Stellung finden kann, tat es auf eigene Verantwortung und kann nicht eine Prämie beanspruchen, die er erhielt, wenn er mehr verdienen würde als ein ihm überlegener nicht studierter Ingenieur¹.

Der Ingenieur-Geschäftsmann ist für den Erfolg der Technik ebenso nötig wie der Ingenieur-Techniker. Jedem von beiden gebührt daher sein Verdienst und seine Ehrung. Zuweilen steht man aber unter dem Eindruck, als ob die dazu Berufenen den Ingenieur-Geschäftsmann mit der Ehrung auszeichneten, die dem Ingenieur-Techniker zusteht.

Die Auffassung, die Gründer großer industrieller Unternehmungen hätten verglichen mit bekannten Erfindern doch wenig Neues und Individuelles für die Technik hinterlassen, übersieht, daß das Hervorbringen von etwas Neuem die Zusammenarbeit der verschiedensten Stellen erfordert, von denen der Erfinder nur eine ist. Ein Erfinder findet natürlich leichter das öffentliche Interesse, aber schon die Frage, ob er oder der Gründer eines Industrieunternehmens oder z. B. ein hervorragender Konstrukteur am wichtigsten sei, ist müßig, weil ihre Beantwortung ganz davon abhängt, unter welchem Gesichtspunkt man die Frage betrachtet. Jedenfalls haben die Schöpfer großer Unternehmen

¹ Für die Anfangsjahre von Diplomingenieuren in der Praxis liegen die Dinge etwas anders.

oft erst die Voraussetzungen geschaffen, auf Grund derer Erfinder erfolgreich arbeiten konnten und durch das Zusammenschweißen eines hochwertigen Arbeiter- und Ingenieurstabes etwas geleistet, was mit dem Wirken eines großen Hochschullehrers verglichen werden kann, auch wenn sie alles andere als Theoretiker waren. Ähnliches gilt für Männer, die, wie z. B. GEORG KLINGENBERG, durch ihre außerordentliche Vielseitigkeit, ihren Mangel an Autoritätsglauben und ihren genialen Weitblick auf einem sehr großen Gebiet der Technik durch zahlreiche Einzelmaßnahmen neue Wege weisen und dadurch die Entwicklung ebenso fördern, wie wenn sie ihre ganze Energie auf eine einzige Erfindung konzentriert hätten, die dem breiten Publikum natürlich mehr in die Augen fällt. Wenn aber darüber geklagt wird, daß große Ingenieure nie die Ehrung finden wie große Dichter und Musiker, so ist darauf zu erwidern, daß es großen Ärzten auch nicht anders ergeht und Wissenschaftlern nur dann, wenn sie das ganze Weltbild geändert haben. Technische Werke haben eben nicht den bleibenden Wert und können nicht in dem Maße Allgemeingut der verschiedensten Stände, Klassen und Völker sein wie Werke der schönen Künste.

Zu wünschen wäre, daß in Deutschland etwas Ähnliches geschaffen würde wie die National Portrait Gallery in London, in der Bilder und Büsten von allen denen vereinigt sind, die das Geschick ihres Landes wesentlich beeinflußt haben, gleichgültig ob es sich um Herrscher, Staatsleute und Feldherren oder Wissenschaftler, Künstler und Ingenieure handelt. Eine derartige Galerie ist ein starker Anreiz für die Angehörigen aller Stände und zeigt auch, wie unentbehrlich jeder Stand für das Gedeihen eines Volkes ist.

e) **Der unzureichende Ingenieurnachwuchs.** Wie unzureichend der dem Ingenieurberuf zuströmende Nachwuchs seit Jahren ist, beweisen folgende einer vom Verein Deutscher Ingenieure im Jahre 1938 durchgeführten Untersuchung entnommene Feststellungen¹:

Das Interesse an technischen Berufen ist seit etwa 1928 insgesamt geringer geworden als an Berufen mit Universitätsbildung. Eine grundsätzliche Abneigung gegen das akademische Studium besteht offenbar nicht, die Abiturienten bevorzugen aber Berufe, die eine gesicherte Lebensgrundlage bieten. Während aber im Jahre 1928 noch insgesamt 4900 Menschen an Technischen Hochschulen zu studieren begannen, waren es im Jahre 1936 nur noch 1570. In den Jahren 1929 bis 1932 wurden jährlich im Durchschnitt 11000 Ingenieure an Technischen Hochschulen, Bergakademien und Ingenieurschulen ausgebildet, für 1938 wurden nur noch 5200, für den Abschluß des Wintersemesters 1939—1940 nur noch 3600 Ingenieurprüfungen erwartet. Der Bedarf von jährlich mindestens 10000 Ingenieuren wurde bis zum Jahre

¹ WELKNER, C.: Der Ingenieurnachwuchs. Z. VDI. 1938 S. 689—693.

1934 gedeckt, für den Schluß des Jahres 1939 veranschlagte man den Fehlbedarf auf mindestens 18000. Der Ingenieurmangel in Deutschland wird daher nach menschlicher Voraussicht noch lange andauern, wenn es nicht bald gelingt, wesentlich mehr junge Leute für das technische Studium zu gewinnen.

Am Ingenieurmangel sind heute zum Teil überholte Ursachen schuld, wie der eine Zeitlang eingeführte Numerus clausus, die beschränkte Freizügigkeit und die geringe Krisenfestigkeit des Ingenieurberufes, die seinerzeit auf das Studium der Technik sehr abschreckend gewirkt hat. Dazu kommt der große Bedarf an Offizieren für die Wehrmacht, meldeten sich doch im Jahre 1937 von 18000 Primanern rund 10000 als Offiziersanwärter. Dieser Ausfall ist auch deshalb so nachteilig, weil das Militär die tatkräftigsten, gesündesten und gesellschaftlich gewandtesten Leute, d. h. gerade diejenigen wählen kann, die für den Ingenieurberuf besonders wichtige Eigenschaften haben. Schließlich hat das Aufblühen des Großdeutschen Reiches nach der Machtergreifung viele junge Leute, die sonst vielleicht Ingenieure geworden wären, einer anderen Tätigkeit zugeführt.

Hiervon abgesehen, ist der unzureichende Ingenieurwachstum vor allem auf 5 Ursachen zurückzuführen:

1. Die mangelhafte Kenntnis der Jugend und weiter Kreise des Volkes vom Wesen und der Vielseitigkeit des Ingenieurberufes und seiner großen Bedeutung für die Allgemeinheit;
2. die Abneigung gegen die Einspannung in die Organisation einer Fabrik;
3. das unbefriedigende Ansehen des Ingenieurstandes;
4. die außerordentlich starke Beanspruchung des Ingenieurs durch seinen Beruf, die ihm für die Beschäftigung mit nichtberuflichen Dingen oft kaum mehr Zeit läßt;
5. die Bezahlung, die viele Ingenieure als dem langen Studium und dem anstrengenden Beruf nicht immer angemessen erachten.

Leider existieren darüber, weshalb und wieviel Ingenieure ihre Söhne einem anderen Beruf zuführen, keine statistischen Unterlagen, die besonders aufschlußreich sein müßten. Es ist aber außer Zweifel, daß vor allem Söhne von Offizieren, Juristen und Wissenschaftlern, d. h. vorwiegend Absolventen humanistischer Lehranstalten, infolge des sie nicht befriedigenden Ansehens des Ingenieurstandes, ihrer mangelhaften Kenntnis seiner Bedeutung und der zu seinem Ausüben erforderlichen Eigenschaften, sowie aus Sorge vor den Anforderungen, die er stellt, keine Ingenieure werden wollen. Sie halten die Technik für eine zwar wichtige, aber nüchterne, abseits vom übrigen Leben sich abspielende Tätigkeit und stellen sich des öfteren einen Ingenieur als eine Art „besseren Klempner mit dem Zollstock in der Hosentasche“ vor. Diese

abwegigen Auffassungen erklären sich mit aus der geringen gesellschaftlichen Berührung dieser Kreise mit Ingenieuren und dem Dünkel, mit dem seit jeher viele Arrivierte auf die nach oben Strebenden hinabgesehen haben. Dazu kommt, daß viele junge Leute gegen die Eingliederung in die Organisation einer Fabrik schon gefühlsmäßig eine Abneigung haben, während ihnen diejenige in das Offizierskorps oder die Beamtschaft etwas Selbstverständliches ist, da sie mit den dort herrschenden Gebräuchen und Anschauungen von Kindheit an vertraut sind. Viele Abiturienten sind schließlich der Ansicht, daß, wenn sie schon studieren, ihnen andere Berufe alles in allem mehr bieten als der des Ingenieurs. Der Versuch, junge Leute durch industrielle Stipendien und ähnliche Mittel für das Studium der Technik zu gewinnen, kann daher nur ein Palliativmittel sein. Würden Firmen solche Stipendien vor allem Söhnen ihrer Beamten gewähren, so würde nicht nur das Leben ihrer älteren Angestellten sorgenfreier sein, sondern das Entstehen von Familien mit einer Ingenieurtradition gefördert und das Band zwischen Unternehmen und Angestellten gestärkt werden. Zur befriedigenden Lösung dieser Frage sind aber zweifellos grundsätzlichere Anstrengungen erforderlich. Verkehrt wäre der selbstgefällige Standpunkt, daß es um die, die zur Technik nicht aus innerem Drange von allein kommen, nicht schade sei, weil doch offenbar nicht genügend viele diesen Drang haben, und jemand ein ausgezeichneter Ingenieur werden kann, den ganz nüchterne Überlegungen zur Wahl seines Berufes veranlaßt haben.

Wenn man mit vollem Recht technischen Intelligenzen aus unbemittelten Kreisen das Ergreifen des Ingenieurberufes erleichtert und ihm dadurch immer wieder unverbrauchtes Blut zuführt, so sollte man auf junge Leute nicht weniger Wert legen, die bereits im Elternhaus zahllose Anregungen bekommen und Dinge sehen und lernen, die ein aus einfachen Kreisen stammender sich erst später mühsam aneignen muß. Auf Grund neuerer Forschungen übt die geistige Atmosphäre des Elternhauses auf die Entwicklung der Intelligenz eines Menschen eine stärkere Wirkung aus, als vielfach angenommen worden ist. REINÖHL sagt hierzu¹: „Das Erbgut entscheidet darüber, welche Intelligenzhöhe erreicht werden kann, die Umwelt, welche tatsächlich erreicht wird“. Ein stärkerer Zustrom junger Leute aus Familien mit alter Kultur würde aber dem Ingenieurstand sicher viel nützen, selbst wenn die betreffenden in technischen Dingen vielleicht nicht so begabt wären wie Sprößlinge aus einfachen Kreisen. Damit er die überaus vielfältigen ihm gestellten Aufgaben erfüllen und die Ebenbürtigkeit mit anderen gebildeten Ständen erringen kann, muß er von vielen Quellen gespeist

¹ NIEDEN, ZUR M.: Erbanlagen und Umwelt. Deutsche Allgem. Zeitg. vom 28. 12. 1940.

werden und braucht Menschen von Kultur und weiten Interessen ebenso wie rein technische Begabungen.

Schließlich wird die Industrie wohl mehr als bisher versuchen müssen, die Lehrer mittlerer und höherer Lehranstalten für die Technik zu interessieren, was besonders in Industriestädten nicht schwer fallen kann und für beide Teile ersprießlich sein müßte. Während durch Aufklärung von Lehrern und Schülern solcher Anstalten viele abwegige Ansichten über den Ingenieurberuf berichtigt werden können, fragt es sich, ob die einseitige Einstellung und starke berufliche Beanspruchung von Ingenieuren etwas Unvermeidliches ist oder nicht. Von höherer Warte gesehen liegen die Dinge doch so, daß die Technik nicht um ihrer selbst willen da ist, sondern wie andere Berufe bestimmte Aufgaben im Dienste der Allgemeinheit zu erfüllen hat. Auch bei ihr muß zwischen der durch den Beruf in Anspruch genommenen und der für die Beschäftigung mit anderen Dingen verfügbaren Zeit ein vernünftiges Gleichgewicht herrschen, wenn das Leben von Ingenieuren ähnlich gesund und gehaltvoll wie das anderer gebildeter Stände sein soll. Nimmt ein Beruf die Kräfte seiner Angehörigen dauernd restlos in Anspruch, so werden sie einseitig und wirklichkeitsfremd, und es werden ihn nicht die schlechtesten Köpfe meiden, weil sie ihn für eine Fron halten. Die Folge davon kann nur sein, daß der Gesamtertrag seiner Arbeit trotz tüchtiger Einzelleistungen nicht das bestmögliche Ergebnis hat.

Nun können nationale Not, übermäßiger internationaler Wettbewerb und ähnliche ungewöhnliche Umstände einen Beruf eine Zeitlang zu anormalen und einseitigen Anstrengungen zwingen, ein Dauerzustand sollte dies aber nicht werden und braucht es bei einem Staate, dessen Technik und Wirtschaft in Ordnung sind, auch nicht zu werden. Es gibt zweifellos einen gesunden und einen krampfhaft übertriebenen, mehr durch konstruierte als durch tatsächlich vorhandene Bedürfnisse bestimmten Fortschritt, der Uneingeweihte durch seine Aktivität bestechen mag, letzten Endes aber niemand nützt. So schwierig und in seinem Erfolge fraglich jeder Versuch ist, das Tempo des Fortschrittes durch Zwang zu regeln, so verfehlt ist es, wenn es ein Stand ohne einen zwingenden Grund selber überstürzt, was in der Technik leichter als bei anderen Berufen passieren kann, weil auch die Käufer von Maschinen oft Ingenieure sind. Finden sich nämlich unter den Herstellern und Käufern kongeniale Naturen von übergroßem Tatendrang, spezialistischer Einseitigkeit und Neuerungssucht zusammen, so werden manchmal fortwährend weitere Neuerungen schon in Angriff genommen, bevor die ihnen vorausgehenden fertig, geschweige denn einigermaßen ausprobiert sind. Dadurch kommt aber Unruhe in ein weites Gebiet der Technik und es werden über den Kreis der unmittelbar Beteiligten

hinaus viele Ingenieure übermäßig beansprucht, weil die Folgen der unvermeidlichen Rückschläge schnellstens beseitigt werden müssen, um die unerprobten Maschinen in Gang halten zu können. Wenn man aber der Ansicht zustimmt, daß Fortschritte auf einem Teilgebiet menschlicher Betätigung auf die Dauer nur dann gesund sind, wenn sie sich Fortschritten auf anderen Gebieten einigermaßen harmonisch anpassen, so sollte man die Selbstdisziplin zum Unterdrücken von Auswüchsen aufbringen, die auch deshalb nur schaden können, weil sie die Ingenieurarbeit für ganz einseitige Zwecke in Anspruch nehmen. Infolge des deutschen Hanges zur Gründlichkeit und zum Grenzenlosen und der Überschätzung theoretischer Tüfteleien wird schließlich manchmal über dem lobenswerten Bestreben, Energie und Materie zu sparen, die pflegliche Behandlung unserer eigenen und anderer Menschen Gesundheit und Lebensfreude vielleicht doch etwas vergessen.

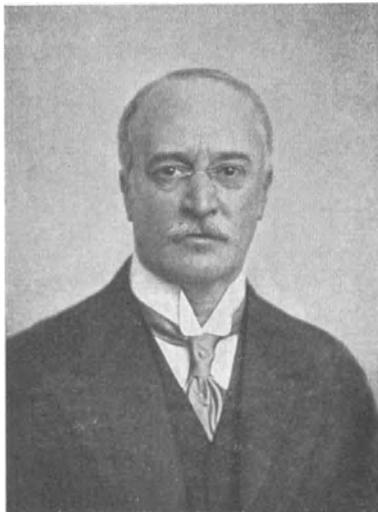
Die im vorstehenden entwickelten Gründe für den unzureichenden Nachwuchs und das unbefriedigende Ansehen des Ingenieurstandes, die eng miteinander zusammenhängen, weisen den Weg zur Abhilfe, zeigen aber auch, wie doktrinär manche für denselben Zweck gemachte Vorschläge sind, weil sie die Eigenart des Ingenieurberufes, wenigstens soweit es sich um den Teil von ihm handelt, der schöpferische Leistungen und Entschlußkraft verlangt und mit Risiko verbunden ist, verkennen, S. 26, und den Wert angelesenen Wissens überschätzen. Zu dem Vorschlag, nach einigen Jahren Praxis die Eignung von Diplomingenieuren für das Bekleiden führender Posten feststellen zu lassen, ist zu sagen, daß solche Diplomingenieure, die wirklich etwas sind und können, sich führende Stellungen, die sie reizen, durch ihre Leistung und Persönlichkeit, d. h. mit eigener Kraft, erkämpfen und hierbei auf eine posthume Approbation ihrer Eignung durch Prüfungskommissionen schwerlich Wert legen werden.

Über den einer ausreichenden Quantität des Nachwuchses dienenden Maßnahmen, die dringender, aber mehr vorübergehender Natur sind, sollten die Maßnahmen nicht vergessen werden, die eine hohen Ansprüchen genügende Qualität zum Ziel haben. Ihre Früchte werden zwar langsamer reifen, trotzdem sind sie, auf lange Sicht betrachtet, wichtiger.

IX. Ingenieur und Firma.

Die Leistungen der Technik sind begründet durch die geniale Schöpferkraft einzelner Persönlichkeiten und durch die Gemeinschaftsleistung großer Arbeitsgruppen.

DR. TODT.



Elvira München phot.

RUDOLF DIESEL (1858—1913)¹.

Erfinder des Dieselmotors.

a) Ingenieure untereinander.

Beim Eintritt in den Beruf kommen viele Ingenieure zum ersten Male mit Menschen anderer Herkunft, Wesensart, Bildung und Lebensauffassung in enge Berührung, auf deren Mitarbeit und guten Willen sie angewiesen sind; lernen Fachgenossen, die wie sie im Leben vorwärtskommen wollen, erstmals als Rivalen kennen und werden von Handlungen und Willensäußerungen anderer abhängig, von deren Motiven bzw. menschlichen Eigenschaften sie oft nichts wissen. Für die richtige Einstellung zu diesen Dingen, die für den Erfolg ihrer Arbeit und ihre Zufriedenheit wichtig ist, fehlen ihnen Maß und Vorbild um so mehr, je abstrakter sie denken, je einseitiger ihre Erzie-

hung auf rein technische Dinge gerichtet war und je verschiedener die Kreise, in denen sie aufwuchsen, von denen sind, innerhalb derer sich ihre zukünftige Tätigkeit abspielt. Manche Ingenieure nehmen daher oft aus Ressentiment von Anfang an eine voreingenommene Stellung ein und machen sich und anderen dadurch unnützlich das Leben sauer.

Das Verhältnis eines industriellen Unternehmens zu seinen Ingenieuren gleicht in mancher Beziehung dem eines Staates zu seinen Bürgern. Auch bei einem Unternehmen muß das Interesse des Ganzen oft vor dem seiner Teile den Vorrang haben und ähnlich, wie es den Bürgern nur gut geht, wenn der Staat gesund ist, kann nur ein blühendes Unternehmen seinen Angestellten eine gesicherte Existenz bieten. Daher

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

dürfen weder eine Firma noch ihre Angestellten nur einseitig fordern, sondern jeder Teil muß bereit sein, dem anderen auch etwas Gleichwertiges zu bieten. Eine Firma, die dauernd mehr verlangt, als sie billigerweise erwarten darf, hat keine ergebenen Angestellten und auf Angestellte, die die ihnen von ihrer Firma zufließenden Vorteile zwar genießen, aber möglichst wenig Verpflichtungen übernehmen wollen, ist kein Verlaß. Ein einziger Angestellter, der sich mit dem Schicksal seines Unternehmens verbunden fühlt, nützt ihm mehr als eine ganze Schar schwankender Gestalten, die wegen geringfügiger Vorteile dauernd die Stellung wechseln. Idealzustand wäre, wenn jeder Angestellte sich so verhielte, als ob das Unternehmen ihm gehörte, und wenn jeder Vorgesetzte seine Untergebenen so behandelte, als ob die Verantwortung für ihr Wohlergehen auf ihm persönlich lastete.

Jeder junge Mann sollte sich darüber im klaren sein, daß mittelmäßige Menschen im Leben auf weniger Widerstand stoßen und — wenigstens bei ihresgleichen — beliebter sind als überdurchschnittliche Kömner von ausgeprägter Individualität. Je nachdem, ob er mehr Wert darauf legt, bei vielen lieb Kind zu sein oder vorwärts zu kommen und etwas zu leisten, muß er sein Verhalten einrichten. Respektiert zu werden und Allerwelt Freund zu heißen, vertragen sich nicht miteinander, und wer zwischen beiden Extremen schwankt, wird es mit allen verderben. Ein Mensch, der etwas kann, darf sich daher nicht daran stoßen, wenn andere über ihn schimpfen und ihn schlecht zu machen versuchen. Ihre Schmähungen sind meist nur natürliches Echo und Reflex seiner Tüchtigkeit und werden von einem vernünftigen Vorgesetzten auch entsprechend gewertet werden. Hat er sich aber dank seiner Leistungen einmal durchgesetzt, so werden viele schmähende Stimmen von allein verstummen und die gleichen Leute, die früher kein gutes Haar an ihm ließen, seine Freundschaft suchen. Jeder Tüchtige wird es mit ähnlichen Erscheinungen sein ganzes Leben lang zu tun haben und je größer seine Tüchtigkeit und seine Menschenkenntnis sind, um so einsamer werden. Er kann daher nur gewinnen, wenn er seine Belohnung und Befriedigung in seinem eigenen Werke sucht und sichtbaren Auszeichnungen und fremdem Lobe nicht mehr Wert beimißt, als sie verdienen.

Da bei der Herstellung von Maschinen Menschen der verschiedenartigsten Temperamente zusammenarbeiten müssen und häufig nicht vorausgesagt werden kann, welche Lösungsmöglichkeit die vorteilhafteste ist, es daher viel auf die individuelle Auffassung ankommt, ist es nicht verwunderlich, wenn in einer Firma auch Kömner nicht immer im besten Einvernehmen miteinander leben, weil sie meist eigenwillige Naturen sind und fremde Einmischung nicht schätzen. Meinungsverschiedenheiten zwischen ihnen sind daher, solange sie von persönlicher

Gehässigkeit freibleiben und beide Teile sich stets wieder zum Erreichen eines gemeinsamen Zieles zusammenfinden und Respekt voreinander haben, etwas durchaus Natürliches; manche Akteure auf der Weltbühne haben aus denselben Gründen auch kein Bild brüderlicher Eintracht geboten und doch zusammen etwas geleistet¹.

Die Beziehungen der Angestellten eines Unternehmens sollten durch loyale Zusammenarbeit und gegenseitige Achtung gekennzeichnet sein². Da sich unter ihnen aber stark verschiedene Veranlagungen befinden, muß jeder Angestellte im Geschäft persönliche Antipathien unterdrücken und auch über weniger angenehme Eigenschaften anderer hinwegsehen können. Für Kollegen und Vorgesetzte gleich unerfreulich sind Angestellte, die glauben, alles müsse sich nach ihnen richten, die dauernd beleidigt oder mit anderen in fortwährender Fehde begriffen sind.

In einem Unternehmen können sich, wenn sie auf dem richtigen Platze sitzen, die verschiedenartigsten Begabungen bewähren und wohlfühlen. Etwas penibel veranlagte Menschen, die für schwierige Verhandlungen oder Entschlußkraft erfordernde Entwicklungsarbeiten ungeeignet sind, können bei der Prüfung von Lieferungen auf vertragsgemäße Ausführung, beim Verfolgen von Terminen und bei vielen Gründlichkeit und Geduld verlangenden Arbeiten, bei denen großzügig Veranlagte oft versagen, Ausgezeichnetes leisten. Ein Vorgesetzter sollte daher darauf achten, daß tunlichst jeder eine Arbeit erhält, die ihm liegt. Im übrigen sollte man versuchen, sich in die Vorstellungswelt seiner Mitarbeiter hineinzuversetzen und statt lauter Schwächen auch die positive Seite ihres Wesens zu erkennen.

Letzten Endes entscheidet immer die Leistung und nicht die Stellung oder akademische Bildung über den Wert eines Ingenieurs als Mensch und Fachgenosse, und tüchtige Zeichner, Registratoren oder Stenotypisten wird auch ein hervorragender Ingenieur hochschätzen.

In größeren Unternehmen sind gewisse Kontrollmaßnahmen zum Aufrechterhalten der Ordnung unerlässlich, die überflüssig wären, wenn jeder seine Pflicht von allein täte. Durch sie fühlen sich manche an akademische Freiheit gewöhnte Ingenieure verletzt, statt in ihnen eine zwar vielleicht unerwünschte, im übrigen aber belanglose Formalität zu erblicken. Ferner kann, je größer ein Unternehmen ist, der einzelne Ingenieur nicht so individuell behandelt werden wie in einer kleinen Firma. Da gerade hochbegabte Ingenieure manchmal Perioden haben, während derer sie ein Problem bis zur völligen Gleichgültigkeit gegen alles andere in Anspruch nimmt, empfinden sie eine Normierung oft wie

¹ Aufschlußreich in dieser Beziehung ist das Tagebuch *Victoire et Armistice* 1918 von RAYMOND POINCARÉ.

² Ein amerikanisches Sprichwort lautet: „An ounce of loyalty is worth a pound of brains.“ (Eine Unze Loyalität ist soviel Wert wie ein Pfund Verstand.)

eine Zwangsjacke. Auf sie wird ein klug geleitetes Unternehmen nach Möglichkeit ebenso Rücksicht nehmen wie auf sog. „Originale“, die sich durch ungewöhnliche fachliche Leistungen auszeichnen, mancher Firma eine spezifische Note geben und beim Kunden manches erreichen, was einem anderen nicht gelingt. Größeren Unternehmen, die keine Originale haben, fehlt es oft an geistiger Beweglichkeit und Frische.

Der große Umfang und die Verschiedenartigkeit der Geschäfte zwingen zu weitgehender Arbeitsteilung. Der Arbeitsbereich des einzelnen Ingenieurs ist daher in größeren Firmen bis zu hohen Posten oft verhältnismäßig eng und nur wenige haben einen Gesamtüberblick und kennen die für die Leitung des Unternehmens maßgebenden Gesichtspunkte. Da jüngere Ingenieure aber oft nicht glauben, daß es ihren älteren Kollegen und vielen ihrer Vorgesetzten in dieser Beziehung nicht wesentlich anders geht als ihnen, und sie immer nur den gleichen engen Ausschnitt sehen und nicht erkennen können, wie sich ihre Tätigkeit in die Gesamtarbeit aller einfügt, halten sie ihre Arbeit oft für untergeordnet und nebensächlich. Diese falsche Auffassung ließe sich beseitigen und das Gefühl der Werksverbundenheit stärken, wenn z. B. die Leiter größerer Abteilungen ihren Ingenieuren am Schlusse eines Geschäftsjahres eine kurze Übersicht über die wichtigsten Ereignisse in der Firma geben würden, weil dann jeder Ingenieur sieht, daß auch seine Arbeit für den gemeinsamen Erfolg wertvoll und unentbehrlich ist.

Mindestens in einigen Zweigen der Technik sind leitende Ingenieure mit der routinemäßigen Erledigung laufender Geschäfte stärker belastet, als es zweckmäßig und z. B. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Fall ist. Sie haben daher den Kopf nicht so frei, wie es gut wäre, und können sich mit manchen interessanten Dingen, die für die unmittelbare geschäftliche Auswertung noch nicht reif sind, oder allgemeinen Fragen, wie Erziehung des Nachwuchses, Standesangelegenheiten und dem Grenzgebiet zwischen Technik und Wirtschaft nicht beschäftigen. Da sich diese Dinge für eine ressortmäßige Erledigung oft nicht eignen und ihre Beurteilung viel Lebenserfahrung verlangt, könnte es mindestens für größere Unternehmungen zweckmäßig sein, mit ihrer Erledigung erfahrene und vielseitige Ingenieure zu betrauen, indem sie von einem bestimmten Alter an von der routinemäßigen Arbeit weitgehend entlastet werden, aber die Autorität behalten, die es ihnen erlaubt, in das laufende Geschäft einzugreifen, wenn es ihnen erforderlich scheint. Dadurch würde auch die Kontinuität der Erledigung der normalen Büroarbeit gewahrt werden, ihr Nachfolger könnte sich allmählich in seine Tätigkeit einleben und die betreffenden Herren wären eine Art beratende Ingenieure, an die sich in schwierigen Dingen jeder Angestellte der Firma um Rat wenden könnte. Solche Posten, „Originale“ usw. gehören übrigens zu den Dingen, die um so größere

Bedeutung haben, je mehr die Entwicklung großer Betriebe zum Reglementieren und Normieren zwingt.

b) Vorgesetzter und Untergebener. So wichtig gründliches Fachwissen ist, so tritt seine Bedeutung hinter Entschlußkraft, Blick für das Wesentliche, Kombinationsgabe und Wagemut um so mehr zurück, je verantwortungsvoller ein Posten ist. Auch für die Industrie gilt oft, was ADOLF HITLER über die Besetzung führender öffentlicher Ämter gesagt hat, daß charakterliche Haltung wichtiger als rein wissenschaftliche Eignung, Entschlossenheit, Mut und Beharrlichkeit wichtiger als abstraktes Wissen sind. Aus diesem Grunde haben sich Kaufleute und Juristen auf leitenden industriellen Posten oft ebenso bewährt wie vorzügliche Ingenieure manchmal versagt haben. Die Ansicht, an die Spitze eines technischen Unternehmens gehöre unter allen Umständen ein Ingenieur, wird für den, der offene Augen hat, durch die Wirklichkeit nicht bestätigt. Nicht darauf, daß sein Leiter Ingenieurwissenschaften studiert hat, kommt es an, sondern darauf, daß er eine überragende Persönlichkeit mit technischem Verständnis ist und alle Stellen der Firma vom rechten Ingenieurgeist (s. S. 26) erfüllt sind. Aber gerade akademisch gebildete, doktrinär veranlagte Ingenieure, denen das Aneignen ihres Wissens etwas sauer fiel, können infolge seiner Überschätzung manchmal nicht begreifen, daß ein technischer Außenseiter imstande sein soll, ein industrielles Unternehmen besser als ein studierter Ingenieur zu leiten. Setzt er sich durch, so sehen sie an ihm nur die Härte, mit der er vorging, oder menschliche Schwächen, aber nicht den erzielten Erfolg. Sie begreifen nicht, daß ein industrieller Kapitän anders veranlagt sein muß als z. B. ein in der Ruhe eines Laboratoriums arbeitender Ingenieur, daß ein Mann, auf dem eine ungewöhnliche Verantwortung lastet und der ständig große Widerstände zu überwinden hat, nicht sehr sanftmütig sein kann, daß überragende charakterliche oder intellektuelle Vorzüge, wie z. B. ein ungewöhnliches Maß von Phantasie, Tatkraft und Wagemut fast bei allen Menschen komplementär bedingte Eigenschaften zur Folge haben, die andere um so stärker bedrücken, je weicher und unentschlossener sie selber sind. Aber nicht das Maß seiner Schwächen, sondern die Größe des Überschusses an Leistungen über sie entscheidet, ob ein Mann seinen Posten ausfüllt. Ein recht zuverlässiges Bild von den Fähigkeiten verschiedener Menschen, auch wenn sie einem nicht sympathisch sind, bekommt man, wenn man sich fragt, welchen von ihnen man bei einer schweren Erkrankung zuziehen würde, falls er Arzt wäre.

Diese schiefe Beurteilung von Industrieführern rührt ebenso wie diejenige zeitgenössischer Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens zum Teil von einem verniedlichenden Geschichtsunterricht her, der vor allem Feldherrn und Staatsleute des eigenen Volkes nicht als mit

Schwächen und Leidenschaften behaftete Menschen aus Fleisch und Blut, sondern als wahre Musterknaben von Selbstlosigkeit, Tugend und Verträglichkeit schilderte. Da Schüler aus Mangel an Erfahrung und weil die Idealisierung ihrer jugendlichen Einstellung entspricht, die innere Unmöglichkeit derartiger Charakterschilderungen nicht erkennen, glauben sie so fest an die Existenz solcher „Idealgestalten“, daß sie sie noch als Erwachsene zum Vorbild und Vergleichsmaßstab für Lebende nehmen. Auch die hervorragendsten Menschen genügen dann ihren Ansprüchen nicht, weil sie von der Wirklichkeit etwas verlangen, was es nur in der Mythologie gibt: Halbgötter! Infolgedessen sind sie schwer enttäuscht, wenn sie sehen, daß bedeutende Zeitgenossen ähnliche Schwächen wie sie selber haben und erkennen nicht, daß ihre Enttäuschung nicht von einem Versagen des betreffenden Mannes, sondern von dem verzerrten Maßstab herrührt, mit dem sie ihn messen. Infolge ihrer kleinbürgerlichen Auffassung erwarten viele solche Menschen von überragenden Zeitgenossen die Gefühlswelt und das Privatleben eines durchschnittlichen Oberlehrers, Pfarrers oder Apothekers. Daher kommen auch unter Gebildeten Ansichten zustande wie die, ein Industriekapitän müsse entweder sehr brutal oder über die Maßen klug oder ein genialer Ingenieur oder ein überaus schlauer Politiker sein, während er doch seine Sache vorzüglich machen kann, wenn er von jeder dieser Eigenschaften etwas hat. Manche Biographien bedeutender Männer, deren Studium nicht warm genug empfohlen werden kann, hätten einen noch größeren Bildungswert, wenn ihre Verfasser auch die schwachen Seiten ihrer Helden ungeschminkt schildern und den Konflikt zwischen ihnen und den positiven Charaktereigenschaften zeigen würden. Ingenieure, die sich bei der Beurteilung überragender Menschen, mit denen sie geschäftlich zu tun und die ein anderes Naturell als sie selber haben, nicht von persönlichen Gefühlen frei machen können, erschöpfen sich, wenn sie ihr Weg in die Nähe eines solchen Mannes führt, leicht in fruchtloser Opposition und erkennen oft erst zu spät, wie schief sie ihn beurteilt haben.

So wie es für einen jungen Menschen ein Glück ist, unter einem überragenden Manne arbeiten zu dürfen, so empfindet es ein überragender Mann als Glück, wenn seine Mitarbeiter ihm von den vorliegenden Tatsachen und Zusammenhängen das plastische Bild geben, das er zum Fällen seiner Entscheidungen braucht, und ihm auch dann willig Gefolgschaft leisten, wenn sie seine Pläne und Absichten noch nicht erkennen. Ein vielbeschäftigter Mensch muß, wenn er mit seiner Zeit auskommen und die Übersicht nicht verlieren will, eine bestimmte Arbeitssystematik einhalten, die andere leicht als Pedanterie auslegen. Deshalb verlangt er auch oft umgehende Erledigung seiner Aufträge, damit sein Kopf von dem betreffenden Gegen-

stand möglichst schnell wieder frei und für andere Dinge aufnahmefähig wird.

Charaktervolle, kenntnisreiche Vorgesetzte ziehen ähnliche Menschen an, Firmen und Abteilungen ohne tüchtigen Nachwuchs haben oft Leiter, die ihrer Aufgabe nicht gewachsen sind und ihre Gefolgschaft nicht für eine Sache begeistern können. Der Grundsatz WELLINGTONS, „Enthusiasmus ist keine Hilfe, um irgendein Ding zu vollbringen, sondern nur eine Entschuldigung für Unordnung, Mangel an Manneszucht und Gehorsam“, ist nämlich für ein modernes industrielles Unternehmen keine geeignete Devise. Wer berechtigten Tadel eines Vorgesetzten übelnimmt, wird nie zur vollen Entwicklung seiner Gaben kommen, ein Vorgesetzter, der eine freimütige Ansicht bewährter Untergebener nicht vertragen kann, wird nur mangelhaft unterrichtet werden und viele wichtigen Dinge überhaupt nicht erfahren. Es ist aber nicht die Strenge eines Vorgesetzten, die Verbitterung erweckt, sondern ihre diskriminierende Anwendung oder das Gefühl, daß die verlangte Hingabe nicht erwidert wird. Gerechtigkeit und Treue müssen dhaer das Verhältnis eines Vorgesetzten zu seinen Untergebenen kennzeichnen; mit diesen beiden Eigenschaften kann auch ein strenger vieles verlangender Mann Verehrung und Ergebenheit der ihm Unterstellten gewinnen.

X. Der Ingenieur als Mensch.



HUGO JUNKERS (1859—1935)¹.
Außerordentlich vielseitiger Forscher, Ingenieur und Erfinder. Bahnbrechender Pionier im Flugzeugbau.

Soldaten schützen das Leben eines Volkes gegen äußere Feinde, Ärzte gegen Krankheiten, und Ingenieure sind in dem Bunde der unentbehrliche Dritte. Sie müssen auch vielen anderen Ständen bei Erfüllung ihrer Aufgaben helfen und das ihre dazu beitragen, daß ein Volk am Handel und Verkehr mit anderen Völkern teilnehmen kann, vor Entbehrungen und Not bewahrt und mit Licht, Wasser, Kraft, Wärme und den vielen Gütern versorgt wird, die es zu seiner Existenz braucht oder die das Leben angenehm machen. Je unentbehrlicher ein Stand und je bedeutender ein Unternehmen ist, je größere Verpflichtungen daher auf ihnen lasten, um so wichtiger ist ihre idea-

listische Einstellung, damit das Allgemeinwohl und nicht rein selbstische Rücksichten die Grundtendenz ihres Wirkens bestimmen. Schon ALFRED KRUPP hat diesem Gedanken mit den klassischen Worten Ausdruck gegeben: „Der Zweck der Arbeit soll das Gemeinwohl sein. Dann bringt Arbeit Segen, dann ist Arbeit Gebet.“

Um ihre Aufgaben erfüllen zu können, müssen Ingenieure die Gesetze der Natur ergründen und nutzbar anwenden können und den Ursachen und Vorgängen an Dingen und Maschinen, mit denen sie zu tun haben, auf den Grund gehen, da ihre falsche Beurteilung die Arbeit von Jahren zunichte machen kann. Ingenieure müssen also in der vielfältigsten Form Diener des Fortschrittes sein. Auch hierzu brauchen sie ebenso wie zum Lösen einzelner technischer Aufgaben viel Idealismus, denn auch in der Technik lassen sich große Taten nur mit großen persönlichen Opfern vollbringen, und die Straße des Fortschrittes führt

¹ Aus dem „Corpus Imaginum“ der Photographischen Gesellschaft, Berlin.

auch in ihr über die Gräber derer, die für eine Idee ihr Leben gelassen haben. Aussicht auf Profit kann den Fortschritt zwar fördern, hätte aber allein kaum eine der großen Erfindungen zustande gebracht, und daran, daß die Maschine den Menschen nicht zu dem Segen wurde, zu dem sie hätte werden können, ist viel weniger Profitgier von Ingenieuren oder Erfindern als ihr falscher Gebrauch und Inkompetenz und Materialismus derer schuld, die die Arbeit dieser Männer „exploitierten“. Übrigens sind auch viele Neuerungen und Verbesserungen des Alltages weniger dem Suchen nach einer Einnahmequelle als der Freude am Forschen und Schaffen zu verdanken.

Ingenieure sind auf die Arbeit und Erfahrungen zahlloser Vorgänger und Zeitgenossen in hohem Maße angewiesen, und es gelten für sie, wie die in Kapitel III geschilderte Geschichte einiger Erfindungen lehrt, die wohl von dem Chemiker FRIEDLIEB FERDINAND RUNGE (1795—1867) stammenden Worte: „Einer allein kommt beim Forschen nicht zu Rande. Jeder bringt seinen Stein herbei, bis endlich einer bauen kann“ und „jeder kann immer nur dem anderen helfen, damit dieser wieder einem Dritten helfe“¹. Wollen sie daher keine krassen Egoisten und nicht nur Nutznießer einer Entwicklung sein, der sie ihre ganze Existenz verdanken, so müssen sie auch anderen helfen und ihnen von dem, was sie von anderen gelernt und aus Eigenem dazusetzen haben, auch wieder geben. Hilfsbereitschaft der verschiedensten Art ist daher für jeden rechten Ingenieur Pflicht und schon deshalb kommt er ohne Idealismus nicht aus. Der Umstand, daß Konstruieren von Maschinen sachliches Denken und nüchterne Berechnung verlangen und eine Fabrik nach kaufmännischen Grundsätzen arbeiten muß, wenn sie sich behaupten will, trug aber mit zu dem Trugschluß bei, der Ingenieurberuf sei etwas Nüchternes, rein Materialistisches.

Einkommen und Stellung allein machen einen tiefer veranlagten Ingenieur nicht glücklich, wenn ihn seine Arbeit nicht innerlich befriedigt. Damit sie dies tun kann, muß er ihr ihren richtigen Sinn geben und, soweit er ausgesprochene Ingenieurbegabung hat, die Tätigkeit, für die ihn die Natur bestimmte, auch dann ausüben, wenn sie vielleicht nicht soviel Geld einbringt wie eine andere. Auch seine Ingenieurseele kann der Mensch nicht ungestraft verkaufen, denn als Bedürfnis und Glück empfindet die Arbeit nur der, der sie aus innerem Drange und nicht nur des Gelderwerbes wegen ausübt. Bei ALFRED KRUPP, WERNER VON SIEMENS oder HUGO JUNKERS war nicht Geldverdienen, sondern Lust am Werke treibende Kraft. MATSCHOSS² sagt über ALFRED KRUPP: „Die Arbeit ist ihm nicht ein Mittel, um reich zu werden, sondern um innere Befriedigung zu erreichen, in dem Bewußtsein, die Begabung,

¹ SCHENZINGER, K. A.: Anilin. Berlin 1940.

² MATSCHOSS, C.: Große Ingenieure. München-Berlin 1937.

die in einem ruht, für das Wohl der Allgemeinheit nutzbringend verwendet zu haben“ und der amerikanische Elektrotechniker KARL STEINMETZ meinte: „Erfolge haben heißt, mit einer Arbeit Geld verdienen, die einen interessiert. Eine solche Arbeit mag vielleicht nicht reich machen, aber was ist dabei? Der weise Mann lernt leben, der gerissene Geld machen, aber der erstere ist der glücklichere von beiden.“ Einen ähnlichen Gedanken äußerte WERNER VON SIEMENS, als er über Erfinder sagte: „... wenn das fehlende Glied einer Gedankenkette sich glücklich einfügt, so gewährt dies das erhebende Gefühl eines errungenen geistigen Sieges, welches allein schon für alle Mühe des Kampfes reich entschädigt und für den Augenblick auf eine höhere Stufe des Daseins erhebt.“ Überspitzt ausgedrückt könnte man also beruflich erfolgreiche Männer unterteilen in solche, die nur treiben, was sie reich macht, und solche, die sich nur mit Dingen beschäftigen, die sie interessieren. Ingenieure, die von ihrer Arbeit tiefe Befriedigung und Augenblicke größten Glückes erwarten, müssen aber auch ähnlich von einer Idee besessen sein können wie JAMES WATT, als er schrieb: „Alle meine Gedanken sind auf die Dampfmaschine gerichtet, ich kann an nichts anderes mehr denken“, selbst wenn sie nur mit Alltagsaufgaben zu tun haben. Da aber nur wenige die beglückende Wirkung, die die Arbeit haben kann, kennen, ist die Zahl derer nicht groß, die sich den Luxus leisten, sich als Ingenieur auszuleben.

In den vorhergehenden Kapiteln wurde gezeigt, wie wichtig die Kenntnis der Naturgesetze für Ingenieure ist. Viele scheinen nun zu glauben, sie seien durch Menschen erfunden worden und die Entschleierung auch des letzten Naturgeheimnisses sei nur eine Frage der Zeit. Ihnen sind die Naturgesetze etwas Absolutes, weil sie übersehen, wie sehr manche wissenschaftlich anscheinend so fest untermauerten Gesetze schon in einem Menschenalter berichtigt werden mußten, und daß viele geistreiche Theorien, auf denen unser physikalisches und chemisches Weltbild beruht, und auf die wir so stolz sind, in 50 oder 100 Jahren vielleicht schon vergessen sein werden. Es ist daher interessant zu wissen, was hervorragende Männer über Naturgesetze gesagt haben. KARL STEINMETZ meinte: „Alle Schlußfolgerungen der Wissenschaft hängen von unserer Beobachtung mittels der Sinne ab. Auch ziehen wir unsere Schlußfolgerungen mit Hilfe der Logik, deren Regeln auf der Erfahrung basiert sind“, SAUERBRUCH: „Unsere mathematisch-physikalischen Gesetze über viele Erscheinungen umschreiben und erklären immer nur den Vorgang der Kraftäußerung und den Ablauf des Geschehens, das Wesen der treibenden Kräfte aber bleibt uns verborgen.“¹ Er kommt also zum selben Schluß wie EMIL DU BOIS-REYMOND vor 70 Jahren mit seinem berühmten Ausspruch: „Ignoramus,

¹ SAUERBRUCH, F.: Dtsch. Techn. 1939 S. 6—12.

ignorabimus“. MAX PLANCK aber meint: „Die Naturgesetze sind nicht von Menschen erfunden worden, sondern ihre Anerkennung wurde ihnen von außen aufgezwungen“ und KESSELRING¹ äußert sich in folgender für Ingenieure besonders einleuchtenden Form: „Auch die Formeln und Gesetze der klassischen Wissenschaft gelten nur unter Annahmen, durch welche bewußt die unendliche Mannigfaltigkeit der Natur ausgeschlossen wird. Infolge unseres unzureichenden Wissens können wir streng genommen nur angeben, daß ein bestimmter Vorgang sich vermutlich so oder so abspielen wird, d. h. wir können nur die Wahrscheinlichkeit davon ermitteln. Bei einfacher Problemstellung ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß unsere Voraussage eintritt, in verwickelten Fällen klein.“

Für die Einstellung eines Ingenieurs zum Leben ist es nicht gleichgültig, wie er über diese Dinge denkt. Er kann sich nämlich, weil er viele ihrer Gesetze anzuwenden versteht, für den Überwinder und Herrn der Natur halten oder aber in ihr eine ungeheure und unfaßbare Macht sehen, die ihm mehr gewährt als anderen, weil er sich um ihr Erkennen mehr abmüht als sie. Ähnlich verschieden empfinden viele Ingenieure die tausend Dinge, die ihnen täglich in der Natur oder bei ihrer Arbeit entgegentreten. Den einen erscheinen sie immer wieder wie Wunder, den anderen sind sie nüchterne Gesetzmäßigkeiten, die man zu seinem Vorteil zu verwerten versuchen sollte, wegen derer es sich aber nicht lohnt, viel Aufhebens zu machen. Die letzteren mögen es zu mehr Geld und Ansehen bringen, die glücklicheren und wahrscheinlich auch die weiseren sind sie schon deshalb nicht, weil ihnen die Technik schwerlich zum inneren Erlebnis wird. Die Ansicht von WERNER VON SIEMENS, daß das Studium der Naturwissenschaften die Menschen idealen Bestrebungen keineswegs abwendig mache, sondern sie im Gegenteil zu demütiger Bewunderung der die ganze Schöpfung durchdringenden, unfaßbaren Weisheit führen müsse, trifft auch für die Ingenieurwissenschaften zu. Auch in diesem Zusammenhange gilt das SCHOPENHAUERSCHE Wort, daß ein geistreicher Kopf dieselbe Sache als hochinteressant empfindet, die dem flachen Alltagskopf nur eine schale Alltagsszene bedeutet. Wenn aber der Theologe BAUMGARTEN² meint, der Techniker möchte Gott im Es, in der Natur, in der Maschine und im Menschen erleben, so trifft das für viele Ingenieure sicher nicht zu, wenngleich er damit, daß der Mensch nicht so schnell einer Verdiesseitigung des Lebens anheimgefallen wäre, wenn der Boden hierzu nicht zuletzt durch die Technik vorbereitet gewesen wäre, recht haben mag.

Das Leben der einzelnen Ingenieure wie das ganzer industrieller Unternehmungen hängt von bestimmten Gesetzen ab. Beispielsweise leidet jede Fähigkeit, wenn sie nicht geübt wird, und die Früchte der

¹ KESSELRING, F.: Z. VDI 1937 S. 365—371.

² Schweiz. Bauztg. 1940 S. 119—120.

Ingenieurarbeit verdorren, wenn sie nicht andauernd erhalten, vermehrt und verbessert werden. Einzelne Ingenieure werden daher ebenso wie ganze Fabriken schnell von anderen überholt, wenn sie sich auf ihren Lorbeeren oder auf Monopolen, die sie geschaffen haben, wohlgefällig ausruhen; das größte Unternehmen verdirbt oder geht verloren, wenn seine Inhaber zwar die erzielten Gewinne einstecken, aber sich nicht unablässig um es sorgen, und Völker kommen um ihre industrielle Vormachtstellung, wenn sie im Gefühl ihrer staatlichen oder finanziellen Stärke geringschätzig auf schwächere Rivalen herabsehen und ihre industrielle Leistungsfähigkeit nicht durch fortwährende Fortschritte frisch und lebendig erhalten. Für kaum einen anderen Stand gilt so sehr das Wort: „Rast ich, so rost ich“, wie für Ingenieure.

Schon deshalb darf sich das Streben eines Ingenieurs nach Erkenntnis nicht auf technische Dinge beschränken. Der Versuch, die „Wahrheit“ zu erkennen, der schon an sich ein schwieriges Unterfangen ist, bleibt nämlich völliges Stückwerk, wenn ihn jemand nicht auf alles, was ihn betrifft, Dinge wie Menschen, und nicht zuletzt auf sich selber ausdehnt. Wer sich selbst nicht einigermaßen kennt, wird auch andere oft nicht richtig beurteilen; weder seine körperlichen noch seine geistigen Fähigkeiten richtig ausnutzen können; ein Objekt seiner Launen und Schwächen bleiben und in menschlichen Dingen ein ähnlicher Empiriker werden wie Ingenieure, die sich aus Unkenntnis der Grundlagen ihres Faches mit tausend zusammenhanglosen Einzelerfahrungen durchzuhelfen versuchen, in technischen. Je schneller ihn die Woge des Erfolges nach oben trägt, um so leichter wird er Opfer seiner Eitelkeiten, die im Gegensatz zu denen des Weibes oft lebenswichtige Dinge betreffen. Nur diejenigen, für die technisches Forschen lediglich ein Teil ihres Strebens nach Wahrheit, Erfinden und Verbessern von Maschinen nur ein Ausschnitt aus ihrem Ringen um Schönheit und Vollkommenheit bedeutet, können eine Brücke zwischen beseelter und nicht beseelter Natur schlagen, nur für sie sind Mensch und Maschine keine Gegensätze, sondern Teile einer harmonischen Einheit.

Ingenieure sollten auch nicht vor lauter Beruf an dem Schönen, das das Leben in Wissenschaft, Natur,[†]Kunst und zahllosen anderen Dingen so verschwenderisch bietet, vorübergehen, sie blieben sonst arm, so reich sie an Geld und Ehren sein mögen. Unter den Heroen der Technik hat es zwar einige gegeben, die ein privates Leben kaum kannten und für die das, was andere beglückt, nicht zu existieren schien. Sie eignen sich aber, was den Menschen betrifft, nicht als Vorbild, weil sie wie viele geniale Naturen, ihre eigenen, nur für sie passenden Gesetze, Maßstäbe und Regeln hatten. So wie das gesunde Empfinden des Volkes sich unter den Großen der Geschichte am stärksten zu den dem Leben zugewandten hingezogen fühlt und daher für den Menschen JULIUS

CAESAR mehr übrig hat als für den Menschen CATO, für den Menschen LUDWIG XIV. mehr als für den Menschen PHILIPP II., so verehrt es auch unter den großen Ingenieuren ausgeglichene, lebenswarme Naturen wie STEPHENSON, KRUPP oder SIEMENS vor allen anderen. Auch der einzelne Ingenieur wird mehr Freunde finden und mehr Glück um sich verbreiten, wenn er neben seinem Berufe sich der angenehmen Dinge des Lebens zu erfreuen versteht.

Ganzer Ingenieur sein heißt zu einem gesunden Ausgleich zwischen seinem Beruf als Existenzquelle und als einer einen innerlich befriedigenden Lebensaufgabe kommen, ganzer Mensch sein heißt, einen gesunden Ausgleich zwischen den Anforderungen des Berufes und denen des übrigen Lebens finden. Ob man es nun mit dem „liebe Deinen Nächsten“ der Bibel oder, was RUDOLF DIESEL für richtiger hielt, mit dem „helft Euch untereinander“ hält, einer von beiden Parolen muß man folgen, wenn man ein ganzer Mensch und ein ganzer Ingenieur werden will, denn das letztere ist ohne das erstere nicht erreichbar.

Nicht allen ist als Ingenieur derselbe Erfolg beschieden. Es wird immer mehr Kärner als Menschen mit selbständigen Leistungen geben, und nur ganz vereinzelt Auserwählten gewährt das Schicksal die Krone des großen Erfolges. Jeder Strebende sollte sich aber, wenn der Erfolg sich nicht zeigen oder er mutlos werden will, an den Worten aufrichten, die RICHARD TREVITHICK am Ende seines enttäuschungsvollen Lebens gesprochen hat und die ihm als Bürger wie als Ingenieur ein gleich schönes Zeugnis ausstellen:

„Fast 30 Jahre lang habe ich völlig allein durch unermüdliche harte Arbeit und unter ungeheuren Kosten um die Größe, ja unberechenbare Wohlfahrt meines Landes gekämpft, ohne je eine Belohnung zu erhalten. Wohl aber bin ich mit dem Brandmal des Narren dafür gestempelt worden, daß ich, wie die Welt sagt, Unmögliches versucht habe. Dies war bisher die Belohnung, die ich beim Publikum fand. Aber auch wenn dies alles sein sollte, so bin ich doch durch das große geheime Vergnügen und den löblichen Stolz zufriedengestellt, den ich in mir fühle, weil ich als das Instrument dafür ausersehen war, neue Prinzipien und Anordnungen zu erfinden und vorwärtszutreiben und Maschinen von unabsehbarer Werte für mein Land zu konstruieren. So dürftig auch meine geldliche Lage ist, die große Ehre, ein nützlicher Bürger gewesen zu sein, kann mir nie geraubt werden. Sie ist mir bei weitem mehr wert als alle Reichtümer.“

Namenverzeichnis.

- Alderson** 35.
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) 16, 38.
Baumgarten 130.
Behring, Emil von 87, 107, 108.
Belloc, Hilaire 40.
Bier, A., Professor 39, 102.
Boulton, Matthew 30, 44.
Buckle, Philosoph 52.
Capitaine 36.
Cato 132.
Coffin, Isaac Sir 35.
Colbert 79.
Corliss 101.
Daimler, Gottlieb 62.
Diesel, Rudolf 32, 36, 40, 43, 62, 84, 92, 132.
Dolivo-Dobrowolsky, M. von 10, 38, 92.
Dschingiskhan 50.
Duse, Eleonore 113.
Edison, Thomas A. 38, 39.
Eyth, Max 7.
Fechter, P. 111.
Fitch, John 37.
Franz I. 109.
Friedrich Wilhelm III. 36.
Friedrich Wilhelm, Kronprinz 36.
Fulton 51.
Galvani, Luigi 39.
Gauss, K. F. 52.
Gobineau, Graf 40.
Göbbels, J., Dr. 113.
Gosner, Pfarrer 36.
Guericke, Otto von 29.
Heraklit 88.
Hitler, A. 66, 79, 124.
Josse, Emil, Professor 41.
Julius Cäsar 132.
Junkers, Hugo 7, 42, 44, 75, 128.
Kesselring, P. 95, 99, 130.
Klingenberg, Georg, Geheimrat 17, 98, 115.
Koch, Robert 108.
Krupp, Alfred 42, 55, 84, 86, 127, 128, 132.
Langley, Professor 37.
Lasche, Oscar 101.
Lentz, Hugo 101.
Lenoir 32.
Leonardo da Vinci 7, 109.
Leuchs, Karl 36.
Lilienthal, Otto 37.
Linde, Carl von 7.
List, Friedrich 36.
Loon, van 63, 64.
Ludwig XIV. 50, 79, 132.
Lützow, Admiral 60.
Machiavelli, N. 39.
Marconi, G. 7.
Matschoss, Conrad 128.
Michelangelo 85.
Moltke, Generalfeldmarschall 79.
Morse 7.
Napoleon I. 50.
Nasmyth, J. 7, 19.
Newcomen, Th. 29.
Nipkow, Paul 113.
Otto, N. A. 32, 62.
Palmerston, Premierminister 38.
Papin, Denis 29, 43.
Philipp II. 132.
Planck, Max 9, 130.
Platz, E. 100.
Radinger, Professor 38.
Raffael 80.
Reinöhl 117.
Reis, Ph. 52.
Rennequin 50.
Reuleaux, Professor 36.
Richter, Hans 101.
Riedler, A., Professor 83, 92, 112.
Rosenberg, A., Dr. 113.
Runge, Friedleb Ferdinand 127.
Sauerbruch, F., Professor 64, 108, 129.
Savery, T. 29.
Schleich, Karl Ludwig, Professor 39.
Schmidt, Wilhelm 7.
Schopenhauer, A. 68, 130.
Seidel, Heinrich 7.
Semmelweis, Ignaz 39.
Sering, Max, Professor 51.
Siemens, Werner von 7, 27, 37, 40, 42, 44, 71, 84, 96, 128, 129, 130, 132.
Slaby, Adolf, Professor 88, 112.
Smith 41, 88.
Steinmetz, Karl 7, 129.
Stephan, Heinrich von 33.
Stephenson, George 7, 31, 40, 42, 50, 132.
Stephenson, Robert 38.
Stumpf, Johannes, Professor 87, 101, 112.
Todt, Fritz, Dr. 120.
Trevelyan, G. M. 59.
Trevithick, Richard 31, 35, 44, 86, 109, 132.
Van Loon 63, 64.
Virchow, Rudolf 108.
Watt, James 28, 29, 35, 40, 43, 44, 129.
Weber, Wilhelm 52.
Wellington, Herzog von 126.
Wellner, Professor 37.
Wells, H. G. 9, 47, 54.
Wright, W. u. O. 50, 88.
Zeppelin, Graf Ferdinand von 33, 37, 41, 44, 95.

Sachverzeichnis.

- Abhärtung, seelische 68.
Akrobatentum, technisches 73.
Allgemeinbildung, Bedeutung der 2, 106, 108, 110.
Angestellte s. a. Firma 120, 121, 122.
— und Firma 120.
—, unerfreuliche 122.
— und Vorgesetzter 124.
Ansehen der Ingenieure 105, 110, 111, 114, 116.
— eines Standes 108, 109.
Arbeit, Bedeutung der 3, 79.
Armada, Untergang der 61.
Arzt, Ärzte 3, 109, 127.
Auge, Bedeutung des 11, 12, 89.
Ausdauer, Bedeutung der 85.
Automaten 47.
- Begabtenförderung 70.
Berufswahl 4.
Bevölkerungszahl 58, 59.
Bildungsideal 69.
Biographien, Nutzen von 125.
- Carnotscher Kreisprozeß 32.
Charakter, Bedeutung des 74, 79, 84, 105.
Compoundmotor von Diesel 32.
- Dampflokomotive, Erfindung der 30.
—, Folgen der 42, 49, 50, 51, 52, 58.
Dampfmaschine 29, 47.
—, Folgen der 7, 63.
Dampfüberhitzung 14.
Dampfwagen 31.
Dieselmotor 32.
Diplomingenieure 68, 70, 72, 76, 104, 111, 112, 119.
Drehbewegung, Bedeutung der 102.
Drehwaage 62.
- Echolot 62.
Ehrung von Ingenieuren 113.
Elternhaus, Einfluß des 79.
- Empire, britisches 53.
Empiriker 10, 11, 131.
Energieerzeugung 46.
Entschlußkraft, Bedeutung der 14, 124.
Erfahrung, Bedeutung der 11, 15, 87, 88, 89.
Erfinder, Eigenart von 19, 43, 45, 91.
Erfindungen, Entstehen von 10, 19, 28, 41, 81, 90, 91, 94, 127.
—, Beurteilung von 39, 41, 43, 93.
—, Entwicklungszeit von 43, 90.
—, Folgen von 39, 46.
Erfolg, Voraussetzungen für den 2, 4, 78, 80.
Erkenntnis, Streben nach 26.
Ersatzstoffe 100.
Ertüchtigung, körperliche 68, 70.
- Fachschulingenieure, Ausbildung zu Diplomingenieuren 76.
Feldwaage, elektrische 62.
Firma, Zusammenarbeit in einer 120, 121, 122.
Flugkolben-Motor von Otto 94.
Flugzeug 51, 52.
Fragen, Kunst des 82.
—, „dumme“ 82.
Fremdsprachen s. Sprachen.
- „Gebrauchsanweisungs-Ingenieure“ 74.
Gesellschaft, Rolle der 110.
Gesundheit, Bedeutung der 68, 84.
Getreidebinder 57.
Glaube, Bedeutung des 27.
Gymnasium 69, 70, 116.
- Härte, Bedeutung der 85, 86, 124.
Heeresdienstvorschrift, deutsche 9.
Heilkunde, Parallelen zum Ingenieurberuf 17, 26, 73, 82, 87, 88, 101, 107, 110.
Hilfsbereitschaft, Unentbehrlichkeit der 127, 132.
Hingabe, Bedeutung der 27.

- Hochschullehrer, Anforderungen an 75, 106.
 Humanistische Ausbildung 69, 70, 116.
 Idealismus, Bedeutung des 127.
 Impfmesser 92.
 Industrieführer 124.
 Ingenieurberuf, Ansehen des 65, 76, 105, 106, 110, 111, 114.
 —, Eigenart des 2, 3.
 Ingenieure, Anforderungen an 6, 9, 25.
 —, Arbeitsweise von 4, 7, 8, 9, 19, 23, 66.
 —, Aufgabe der 4, 6, 20, 62.
 —, Bildungsniveau der 76.
 Ingenieurgeist 26, 27.
 Ingenieurmangel, Abhilfe des 76.
 —, Größe des 70, 76.
 —, Ursache des 116.
 Ingenieurnachwuchs, Förderung des 115, 118, 119.
 Intelligenzhöhe 117.
 Jungingenieure 2, 3, 71, 89.
 Juristen, Ansehen von 108, 109.
 — in der Industrie 1, 3, 17, 113, 124.
 Konstruieren, Bedeutung des 19, 26, 71, 91, 95.
 —, Voraussetzung für das 71, 96, 98, 100, 127.
 Konstrukteure, Bedeutung der 19.
 —, Förderung der 103.
 —, Mangel an 103.
 —, Veranlagung zum 21.
 Konzentrationsfähigkeit 14.
 Kraftwagen, s. a. Panzerwagen 14, 51, 61, 96.
 Kriegspotential 62.
 Kriegswesen, Einfluß der Technik auf das 59.
 Landmaschinen, Zweck der 56.
 Landwirtschaft, Förderung der 56, 57, 58.
 Lebenstüchtigkeit, Bedeutung der 6.
 Lenkbare Luftschiff 32, 37, 41, 44.
 Lenoir-Maschinen 92, 94.
 Lepanto, Seeschlacht von 61.
 Mähdrescher 57, 58.
 Maginotlinie 38, 39.
 Marly, Wasserkraftanlage von 50.
 Maschine, schlechter Ruf der 63.
 Maschinenbauschüler s. Fachschulingenieure.
 „Mathematik-Ingenieure“ 11, 12, 74, 96.
 Mediziner s. Arzt.
 Menschenbehandlung, geschickte 18.
 Menschenkenntnis, Bedeutung der 18, 121.
 Menschenverstand, gesunder 12, 13, 27.
 Mode, in der Technik 89.
 Musterschüler 67.
 National Portrait Gallery 115.
 Natur, Vielgestaltigkeit der 102.
 —, Vorbild für Technik 102.
 Naturgesetze, Wesen der 74, 129.
 Nürnberg-Fürther Bahn 36, 51.
 „Nur-Ingenieure“ 1, 69, 74, 108.
 Oberrealschule 69.
 „Originale“ in einer Firma 123.
 Otto-Motor 62, 94.
 Panzerwagen, Einfluß von 61.
 Patent, Beurteilung von 95.
 —-Charlatane 95.
 —, Wert von 95.
 Pedanterie 125.
 Perpetuum mobile 95.
 Persönlichkeit, Bedeutung der 26, 124.
 Phantasie, Bedeutung der 19, 27, 67, 71.
 Probieren, Bedeutung des 81.
 Realistische Ausbildung 69.
 Reifeprüfung, Nutzen der 69, 70.
 Reisegeschwindigkeit 52.
 Reißverschluß 92.
 Ressentiment gegen die Maschine 64.
 Revolution, französische 6.
 —, industrielle 47.
 —, mechanische 47, 62.
 Risiko, Bedeutung des 15, 76, 86.
 Schicksal, Fingerzeige des 90.
 —, Kampf gegen das 79.
 Schönheit technischer Werke 20, 23.
 Schönheitsempfinden 21.
 Schöpferische Begabung 19, 26.
 Schulmedizin, Schwächen der 88.
 Schulzeugnis, Wert des 67.
 Schwefligsäure-Maschine 41.
 Selbstkritik 131.
 Selbstvertrauen, Bedeutung des 26.

- Spezialingenieure s. Spezialistentum.
 Spezialistentum, Nachteile des 16, 17, 81, 106.
 —, Notwendigkeit des 2, 16.
 Spitzfindigkeiten, Überbewerten von 101.
 Sport, Nutzen des 85.
 Sprachen, Bedeutung von 68, 72, 82, 83.
 Standesbewußtsein 105, 109.
- T**anks, Einfluß der 38, 61.
 Tatkraft, Bedeutung der 26, 84.
 Technische Hochschulen, Aufgabe der 46, 68, 71, 73, 103, 104, 112.
 —, Sonderausbildung auf 71.
 —, Vereinigung mit Universitäten 76.
 Theorie, Bedeutung der 9.
 Totes Gewicht 22.
 Tradition, Bedeutung der 117.
 Training, geistiges 80.
 Traktoren 57.
 Trinkwasserversorgung, Einfluß der 58.
 Tücke des Objektes 15.
- Ultramikroskop 62.
 Umgang mit Menschen 8, 113.
 Universitäten s. Technische Hochschule.
- V**ererbung 79.
 Verkehr, von Ingenieuren miteinander 113.
 Veröffentlichungen, Gestaltung von 83.
 Victory, Flaggschiff 60.
- W**agemut, Bedeutung des 14, 27, 124.
 Willen, Bedeutung des 26, 79, 84, 85.
 Wirkungsgrad 24, 25.
 Wissen, Überschätzung des 119.
 —, Wert des 80, 81.
 Wissenschaft, Bedeutung der 9, 62.
 —, Einstellung zur 10, 13.
 —, Rolle der 10.
 Wissenschaftler, Unterschied gegenüber Ingenieuren 107.
 Wünschelrute 88.
- Z**eit, Bedeutung der 114.
 Zivilcourage, Bedeutung der 86, 87.
 Zufall, Rolle des 78, 79.