

Mein Lebensweg und meine Tätigkeit

Eine Skizze

Von

C. Bach

 Springer



Chsach.

Mein Lebensweg und meine Tätigkeit

Eine Skizze

Von

C. Bach



Berlin
Verlag von Julius Springer
1926

**Der Verfasser behält sich das Recht der Übersetzung
in fremde Sprachen vor.**

ISBN-13: 978-3-642-98873-8

e-ISBN-13: 978-3-642-99688-7

DOI: 10.1007/978-3-642-99688-7

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1926

Vorwort.

Den mannigfachen Aufforderungen zur Aufzeichnung meiner Lebensgeschichte habe ich niemals sympathisch gegenübergestanden. Erst die Entwicklung der Verhältnisse in Deutschland während des letzten Jahrzehnts (Krieg und dessen Nachwirkungen) im Zusammenhang mit dem Gedanken, daß die heutige junge Generation doch vielleicht einigen Nutzen daraus ziehen könnte, wenn sie an dem tatsächlichen Verlaufe eines Lebensganges sieht, in welchem Maße frühere Generationen festen Willen und unermüdliche Arbeit aufzubringen hatten, um den Anforderungen des Lebens gerecht zu werden, erst diese Erwägung hat mich dazu gebracht, einen kurzen Abriß meines Lebens und meiner Arbeit niederzuschreiben.

Die heutige Generation wird gut tun, sich zu vergegenwärtigen, welcher Anstrengungen seitens der Bevölkerung Deutschlands bei überaus sparsamer Lebensführung es bedurfte, um Deutschland vom Agrarstaat zum Industriestaat, ebenbürtig den Ländern wie England usw., herauszuarbeiten, ferner um die recht schwere Periode, die nach dem Wiener Krach 1873 einsetzte und bis weit in das nächste Jahrzehnt hinein sich erstreckte („Billig und schlecht“ lautete das Urteil, das 1876 von der Weltausstellung in Philadelphia aus über die deutschen Industrieprodukte erschallte), so zu überwinden, wie es geschehen ist.

Die heutige Generation, die auf den Schultern der früheren Generationen steht und fortgesetzt bereit gewesen ist, an dem Genuß der Früchte dieser Anstrengungen früherer Generationen sich zu beteiligen, hat das mit Dank zu erkennen und hieraus die Pflicht zu entnehmen, mit allen Kräften an dem Emporkommen unseres Vaterlandes zu arbeiten. Nicht ein Klagegewimmer oder Klagegeschrei kann helfen, sondern nur unermüdliche Pflichterfüllung in allen Schichten unseres Volkes, und Leben gemäß dem Grundsatz des „Streckens nach der Decke“; denn die alte Wahr-

heit: der Mensch muß so viel arbeiten, als erforderlich ist, um leben zu können, wird auch in Zukunft Geltung behalten.

Daß in dieser Hinsicht, sowie in anderen Beziehungen eine außerordentlich große Erziehungsarbeit in allen Schichten unseres Volkes zu leisten ist, habe ich im vergangenen Jahre auf der 4. Tagung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine (s. die Niederschrift hierüber S. 95) ausgeführt.

In bezug auf den Bildungsgang der Maschineningenieure habe ich vor 46 Jahren (s. Vorwort zur 1. Aufl. der Maschinenelemente, S. 47 dieser Schrift) scharf hervorgehoben, daß eine mehrjährige Werkstatttätigkeit, d. h. als Lehrling unter Leistung verantwortlicher Arbeit, vor dem eigentlichen Fachstudium geboten ist. Der Erfolg war nicht durchschlagend. Es stand ihm die deutsche Neigung, das Schulwissen zu überschätzen und die Bedeutung der Handarbeit zu unterschätzen, entgegen. Nachdem in den letzten Jahren über amerikanische Verhältnisse Berichte erstattet worden sind, welche deutlich und übereinstimmend die große Bedeutung ausreichender Werkstatttätigkeit bekunden, sowohl in bezug auf die Fabrikation als auch hinsichtlich des Einflusses auf die Milde- rung der Klassengegensätze, wird wohl auch die von mir seit sechs Jahrzehnten vertretene Auffassung die ihr gebührende Beachtung in unserem Vaterlande finden.

Stuttgart, im Juni 1926.

C. Bach.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Eltern und Großeltern.	1
II. Kindheit, Schulzeit und daran anschließende Tätigkeit als Handwerker	5
III. Wissenschaftliche Ausbildung und Zwischenstellungen. . .	14
IV. Weitere Tätigkeit in der Industrie	24
V. Tätigkeit als Professor von 1878 an	27
VI. Vorworte zu den Maschinenelementen.	43
VII. Ein Aufsatz	74
VIII. Ein Aufsatz und ein Ausspruch	81
Verzeichnis der literarischen Arbeiten	91

I. Eltern und Großeltern (Vorfahren).

Geboren wurde ich am 8. März 1847 (Hungerjahr) zu Stollberg im sächs. Erzgebirge, woselbst mein Vater als Sattler und Wagenbauer tätig war. Die Stadt zählte zu Anfang der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts rund 4000 Einwohner, die an ein einfaches Leben gewöhnt waren, wie zu jener Zeit im Erzgebirge üblich.

Mein Vater, 1819 geboren und 1869 gestorben, hatte, solange die in dieser Zeit allmählich entstandenen Eisenbahnen noch nicht den starken Einfluß äußerten, der sich später durch weitgehende Verminderung des Verkehrs auf den Straßen geltend machte, ein meist gutgehendes Geschäft: 2 bis 4 Gesellen, 1 bis 2 Lehrlinge, die — wie damals gebräuchlich — im Hause des Meisters wohnten und gepflegt wurden; infolgedessen meine Mutter bei 4 Kindern, die wir von 1854 an waren, die Wirtschaft für eine Familie bis zu 14 Personen mit 1 bis 2 Dienstmädchen zu führen hatte. Der Meister und seine Familie aßen am gleichen Tisch und dasselbe wie die Mädchen, Gesellen und Lehrlinge. Dabei bestand eine vom ältesten Gesellen (Altgesellen) geübte Disziplin, die ich als Kind immer bewundert habe. Wenn dieser mit dem Essen fertig war, legte er sein Besteck auf den Teller, sah sich um und wartete einige Minuten. Sobald er aufstand, taten die übrigen Gesellen und die Lehrlinge das gleiche, und der Abmarsch aus dem Eßzimmer erfolgte unter Vorantritt des Altgesellen in der dienstlichen Reihenfolge, genau wie sie gekommen waren.

Die Handwerkermeister, in deren Familien die Gesellen und Lehrlinge wohnten und gepflegt wurden, leisteten mit ihren Frauen für die Allgemeinheit ein gutes Stück Erziehungsarbeit, an die heute nicht mehr gedacht zu werden pflegt. Diese zu jener Zeit in vielen Tausenden vorhandenen Stätten waren für die jungen Männer auf die Berufstätigkeit sich aufbauende Familienpensionate und wirkten als solche außerordentlich viel Gutes, namentlich auch in bezug auf die Fernhaltung, auf Ausgleich der Klassengegensätze, oder mindestens auf starke Zurückhaltung ihres Wachstums, welche Gegensätze — wie die spätere Entwicklung gezeigt hat — in überaus schroffer Weise zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer ent-

standen und nicht nur das Verhältnis zwischen beiden Gruppen der Bevölkerung, sondern das ganze deutsche Volksleben vergiftend beeinflußt haben.

Da die Gesellen infolge des Wanderzwanges, der damals bestand, häufig wechselten und aus den verschiedenen Teilen Deutschlands und Österreichs stammten, so hatten wir Kinder die Möglichkeit, schon frühzeitig manche der Verschiedenheiten der deutschen Stämme kennenzulernen. Mit solchen Männern, die uns sympathisch waren, pflegte sich außerhalb der Arbeitszeit ein enger Verkehr zu entwickeln; wir hörten denen, die gut erzählen konnten, gern zu. Zuweilen waren auch Männer unter ihnen, die es verstanden, bei den Schularbeiten behilflich zu sein. Wurden wir ihnen bei Beobachtung ihrer Berufsarbeiten, die uns zum Teil recht nützlich war, unbequem oder hinderlich, namentlich durch Stellung von Fragen, so erfolgte Wegweisung. Ich habe dieser Verhältnisse in meinem späteren Leben gern gedacht, auch noch einen der ehemaligen Gesellen meines Vaters, als ich Assistent und Dozent an der Technischen Hochschule Stuttgart war, 1869 besucht aus alter Anhänglichkeit und aus Dank für das, was er mir als Kind gewesen war.

Mein Vater galt als ein intelligenter Mann, der, nachdem er 3 Jahre gelernt hatte, über 4 Jahre durch Deutschland gewandert war und dabei u. a. auch in der Wagenbauanstalt Nägele 1841 in Stuttgart gearbeitet hatte¹⁾. Man merkte ihm den weiteren Horizont an, den er sich infolge seiner Berufstätigkeit an verschiedenen Stätten in den durchwanderten Ländern Deutschlands erworben hatte. Während der Jahre 1849, 1850, 1853 und 1854 gehörte er dem Kollegium der Stadtverordneten Stollbergs an. 1850 war er Vorsteher desselben. Auch sonst hatte er Zeit für die Förderung der Interessen der Allgemeinheit. In seinen Mußestunden las er u. a. gern in Büchern über alte und neuere Geschichte, auch war er musikalisch (Klavierspieler und Sänger).

Mit der Zunahme der Eisenbahnen und der damit verbundenen Abnahme des Fuhrwerkverkehrs auf den Straßen ging das Geschäft meines Vaters zurück; sich rechtzeitig umzustellen gelang ihm nicht, war auch damals überaus schwer. Darunter hatte er

¹⁾ Ich führe das als einer, der später ganz Stuttgarter geworden ist, an, um zu zeigen, daß ich schon in früher Jugend veranlaßt worden war, mich mit Stuttgart zu befassen. Mein Vater hatte von seinem Aufenthalt daselbst ein großes Bild der Jubiläumsfeierlichkeiten 1841 (Schloßplatz, Jubiläumssäule usw.), die er miterlebt, nach Hause gebracht, das an hervorragender Stelle in unserer Wohnung hing und das natürlich auch meine Phantasie von Zeit und Zeit immer wieder beschäftigte.

und infolge der einsetzenden Verarmung später die ganze Familie schwer zu leiden.

Der Großvater väterlicherseits, im Alter von 63 Jahren gestorben, stammte aus der Landwirtschaft und hatte, da er nicht Erstgeborener war, das dieser naheliegende Sattlerhandwerk ergriffen. Ich habe ihn nicht gekannt. Die Mutter meines Vaters habe ich noch als Witwe kennengelernt. Sie war eine ruhige still dahinlebende Frau. Mehr erinnere ich mich nicht; sie starb, als ich etwa 8 Jahre alt war. Ich besitze noch ein Jugendbildnis von ihr, das ich immer gern und mit besonderem Interesse betrachtet habe.

Meine Mutter, geboren 1821, gestorben 1901, war die Tochter eines für damalige Zeiten wohlhabenden Mannes, der auf dem Gebiete der Textilindustrie (Strumpfwirkerei), soweit man von solcher zu jener Zeit sprechen konnte, tätig war, und nebenbei Landwirtschaft trieb. Er starb 1852 im 63sten Lebensjahr. Meine Großmutter mütterlicherseits stammte aus dem geistlichen Stande. Da sie — im Gegensatz zu den männlichen Vorfahren — ein hohes Alter erreichte (89 Jahre), so habe ich sie noch gut kennengelernt, ein ganzes Jahr im Alter von rund 12 Jahren mit ihr zusammengewohnt und wurde dabei mit all ihren Eigenheiten vertraut, die übrigens gut zu ertragen waren. So war z. B. im Sommer das zum Frühstück erforderliche Dreierbrot beim Bäcker früh um 5 Uhr zu holen; denn der Kaffee war um diese Zeit, von ihr zubereitet, schon fertig. Da ich mich selbst an frühes Aufstehen gewöhnt hatte, so konnte ich dem leicht entsprechen. Meine Großmutter war eine kluge und intelligente Frau, mit der ich gut auskam; wenn ich, was nur selten sich ereignete, eine andere Meinung hatte, als sie, so nannte sie das meiner Mutter gegenüber „eine fixe Idee“. Daß sie, wenn sich bei ihrem hohen Alter nachts zuweilen längere Perioden der Schlaflosigkeit einstellten, geneigt war, mich zum Zwecke der Unterhaltung zu wecken, habe ich leicht ertragen.

Erwähnt sei noch, daß meine Eltern auch etwas Landwirtschaft betrieben, was wohl zu einem Teile damit zusammenhing, daß meine Mutter von ihrem elterlichen Hause an solche Arbeiten gewöhnt war. Der Besitz an Feld war so groß, daß unter Berücksichtigung des damals üblichen Fruchtwechsels der jährliche Bedarf des Hauses an Kartoffeln — nach meiner Erinnerung etwa 80 Zentner — gedeckt werden konnte. Die im Laufe des Jahres entstehende Menge angefaulter Kartoffeln und die Küchenabfälle fanden Verwendung zum Mästen von 2 bis 3 Schweinen, die für den Hausbedarf geschlachtet wurden. Auch Milchwirtschaft durch Halten von Kühen haben wir kürzere Zeit gehabt. Ich führe das

an, weil ich glaube, daß mir die Kenntnis der landwirtschaftlichen Arbeiten, an denen ich — angefangen vom Aufladen des Mistes und seiner Ausbreitung auf dem Felde, bis zu den Erntearbeiten — noch bis in meine Studienzeit hinein teilgenommen habe und der Einblick, den ich durch eigene Mitarbeit erlangte, recht nützlich für mein späteres Leben gewesen sein dürfte. Als ich später Ingenieur beim Bau einer großen Wasserleitung war, ermöglichten mir die Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiete der Landwirtschaft z. B. die Abschätzung eines Feldschadens usw.

Gegenüber gewissen Anschauungen, die heute zu herrschen pflegen, sei noch folgende Tatsache hervorgehoben. Wenn die Geschäfte meines Vaters aus irgendwelchen Gründen weniger gut gingen, so z. B. infolge politischer Ereignisse, wie Krimkrieg 1852/54, italienischer Krieg 1859 oder infolge wirtschaftlicher Depressionen usw., so nahmen die Einnahmen ab, oft recht erheblich und auf längere Zeit. Das hatte zur Folge, daß sehr bald die ganze Familie, eben entsprechend der Verminderung der Einnahmen, geringer leben mußte. Den Begriff des „Existenzminimums“ kannte man damals noch nicht; es bestand vielmehr Klarheit darüber, daß man seine Ausgaben nach den Einnahmen zu richten hatte: durch Steigerung der Arbeitsleistung und durch Einschränkung in den Lebensbedürfnissen; d. h. man erkannte sofort die Notwendigkeit, „sich nach der Decke zu strecken“, und lebte demgemäß.

In dieser Hinsicht sei noch folgendes angeführt, worauf ich bereits früher hingewiesen habe¹⁾. 1855 betrug der jährliche Fleischverbrauch im Königreich Sachsen, das, weil es eine Fleischsteuer besaß, die Angabe ermöglicht, 14,9 kg auf den Kopf der Bevölkerung, 1911 dagegen 49,5 kg, das ist 3,3mal soviel. Jeden Tag Fleisch — wenn auch nur Mittags — war selbst in gut bürgerlichen Familien in meiner Jugend nicht üblich; etwa viermal in der Woche kam Fleisch auf den Tisch. Bei viel längerer Arbeitszeit gelangten damals Mittagessen als normal auf den Tisch, über die man heute die Nase rümpfen würde. Wie dünn war die Schicht, in welcher wir Kinder die Butter auf das Schwarzbrot gestrichen bekamen, und wie groß die Stärke der Schnitte des Brotes! In meinem elterlichen Hause kam Weißbrot zum Frühstück nur an Sonn- und Feiertagen auf den Tisch und wurde dann selbstverständlich ohne Butter gegessen. Als Regel galt, daß das Schwarzbrot mindestens 48 Stunden alt sein müsse; frisches Schwarzbrot wurde als ungesund angesehen. Das beim Land-

¹⁾ Vgl. C. Bach: Dinglers politechn. Journ. 1884, Bd. 253, S. 177 ff., Z. d. Ver. d. I. 1890, S. 427 ff., Techn. u. Wirtsch. 1916, S. 266 ff.

wirtschaftsbetrieb geerntete Korn wurde jeweils in solcher Menge nach der Mühle geschafft, dann das Mehl zum Bäcker gebracht, daß das hier gebackene Brot wenigstens auf 3 bis 4 Wochen reichte. Es war das die Zeit, in welcher das deutsche Volk sein Vaterland vom Agrarstaat zum Industriestaat emporzuarbeiten hatte¹⁾. Mit welchem Erfolge das geschehen ist, kann als bekannt angesehen werden.

Die Atmosphäre, in der ich aufgewachsen bin, war eine gesunde, gut bürgerliche, was ich auf Grund meiner Lebenserfahrungen als eine Gunst des Schicksals ansehe.

II. Kindheit, Schulzeit und daran anschließend Tätigkeit als Handwerker.

Wie ich aus Äußerungen meiner Mutter entnahm, war es ihr Stolz gewesen, daß ich im Alter von 45 Wochen allein über die Stube habe gehen können; ich bin also wohl von Haus aus ein gesundes Kind gewesen. Später — das Alter weiß ich nicht mehr zuverlässig — packte mich eine schwere Lungenentzündung mit Nachwirkungen, die mich eine lange Reihe von Jahren zu einem Sorgenkind meiner Eltern machten. Ich kann mich noch sehr gut erinnern, daß ich bei scharfer Luft, insbesondere bei Nordwind oder bei staubiger Luft im Zimmer bleiben mußte, nicht mit andern Kindern herumspringen und Fangens spielen durfte. Dazu kamen die Erkrankungen an der Bräune (Kroupanfalle), deren ich nach meiner Erinnerung 6 gehabt habe. Mitten in der Nacht traten die Erstickungsanfalle auf, sofort mußte der Arzt geholt werden, der — wie in jener Zeit üblich — ein Brechmittel verordnete, damit die Häutchen, welche diese Anfalle herbeiführten — so wurde wenigstens damals behauptet — gelöst und herausgeschleudert wurden. Inwieweit das nach heutigem Stande der Heilkunde noch richtig ist, weiß ich nicht. Jedenfalls bin ich durchgekommen.

Ich erinnere mich noch genau, wie mir eines Tages mein Vater sagte, daß er in einem Jahre 224 Doktorbesuche für mich bezahlt habe. Ferner erinnere ich mich, wie — es wird im Alter von 11 Jahren gewesen sein — eine alte Frau meiner Vaterstadt auf der Straße zu mir sagte: „Na, Du hörst den Kuckuck auch nicht

¹⁾ In Spinnereien und Webereien begann die Arbeit früh 5 Uhr und währte bis abends 8 Uhr. Für die Bauarbeiter galt während der Hauptbauzeit dieselbe Dauer. Im Kohlenbergbau war die Schicht von 12 Stunden (unter Tag) üblich.

wieder schreien.“ Ich war eben ein engbrüstiger, langaufgeschosener Bursche, also eine Gestalt, die offenbar die Frau zu einer solchen Äußerung des Wohlwollens einlud; denn wir kannten uns sehr gut, hatte sie doch lange Zeit zur Miete bei einer Tante von mir gewohnt.

Meine Lunge war auch die Ursache, weshalb meine Mutter und meine Großmutter mütterlicherseits übereinstimmend und wiederholt die Meinung aussprachen, ich dürfe nicht tanzen: einmal zur Vermeidung der Anstrengung und zweitens des Staubes wegen, der damals in den Tanzlokalen infolge des Arbeitens der Füße auf dem Tanzboden als unvermeidlich angesehen wurde. Ich habe diese Ansicht der beiden um meine Gesundheit besorgten Frauen für richtig gehalten und in der Tat auch nicht getanzt, abgesehen von Polonaisespaziergängen. Später als ich Fabrikdirektor war, und als solcher der damaligen Gepflogenheit entsprechend auch Arbeiterbälle zu veranstalten hatte, hat mich ein intelligenter Arbeiter über das Nichttanzen zur Rede gestellt mit den Worten: „Herr Direktor, Sie sind Reserveoffizier, Sie turnen und reiten, ich verstehe nicht, daß Sie nicht tanzen?“ Ich habe ihn aufgeklärt, den von ihm hervorgehobenen Mangel anerkannt, sowie zugegeben, daß ich diesen zuweilen auch empfunden hätte, aber sodann hinzugefügt, jetzt als Fabrikdirektor mit dem Tanzenlernen zu beginnen, sei es zu spät, auch hätte ich als Fabrikdirektor viel wichtigere Aufgaben zu erledigen, wie er täglich sehen könne. Er war nach dieser Aufklärung voll befriedigt, wenigstens hatte ich den Eindruck.

Was die Schule, die ich in Stollberg besucht habe, anbetrifft, so ist folgendes zu sagen. Damals bestand in meiner Vaterstadt nur eine Schule, die Bürger- oder Volksschule hieß. Ich besuchte sie bis zum Alter von 9 Jahren. Dann gründeten Väter, die darauf bedacht waren, ihren Kindern eine weiter- und tiefergehende Bildung zu geben, und zu denen auch der meinige gehörte, 1856 eine Privatschule für Knaben und Mädchen, die sogenannte Sammelschule, als deren Lehrer der Predigtamtskandidat Jässing bestellt wurde, der später die Stelle des Direktors der Bürgerschule bekleidet hat. Die Zahl der Schüler und Schülerinnen wurde nach meiner Erinnerung auf 25 begrenzt; sie waren bei der Gründung 9 bis 12 Jahre alt. Ich gehörte also bei Beginn zu den jüngsten. Das Schulgeld war recht bedeutend; es betrug jährlich 25 Taler, das sind 75 Mark für das Kind. Außerdem mußten die Väter der teilnehmenden Kinder weiter zum Unterhalt der Bürgerschule in vollem Maße beitragen. 75 Mark Schulgeld vor rund 70 Jahren, das war etwas viel; aber es ließ sich mit weniger nicht auskommen; der Lehrer,

das Schullokal und das sonstige mußte eben bezahlt werden. Zum Vergleich, wieviel das, im Verhältnis zu den Lebensbedürfnissen jener Zeit, war, sei angeführt, daß ein Ei damals 3 Pfennige kostete, heute wird es in Stollberg wohl 10 bis 12 Pfennige kosten. Legt man diesen Preis zugrunde, so würden 25 Taler damals heute etwa 300 Mark entsprechen.

Über die Schule selbst wäre zu berichten, daß wir zwei fremde Sprachen hatten: Lateinisch und Französisch. Im übrigen brachte der Unterricht, was der Lehrer für gut und angezeigt erachtete. Ich erinnere mich, daß der Geschichtsunterricht uns recht befriedigte, so daß wir den Lehrer wiederholt bestürmten, bei dem Geschichtsunterricht Stunden zuzugeben, was er auch zuweilen tat: das eine Mal, dessen ich mich noch besonders erinnere, statt 1 Stunde deren 3 erteilte. Mein Interesse an diesem Unterricht war verhältnismäßig groß, wahrscheinlich auch deshalb, weil mein Vater in jener Zeit selbst Geschichtsbücher las und das, was er gelesen hatte, nach seinem Ermessen mit mir besprach.

Die Aufgabe des einen Lehrers für alle Fächer war bei der Verschiedenheit des Alters der Schüler, zu denen jedes Jahr so viel neue kamen als abgingen, eine recht schwere. Er hatte allerdings den Rohrstock zur Verfügung, von dem er reichlich Gebrauch machte, auch den Mädchen gegenüber. Nach unserem Gefühl war er gerecht; denn auch diejenigen Schüler und Schülerinnen, deren Eltern ihn zu Hausereignissen, wie Schweineschlachten usw., einluden, wurden nicht geschont. Er verkehrte wohl in den meisten Familien, auch in der meinigen, wobei ich wiederholt die Beobachtung machen konnte, daß der jahrelang durch Deutschland gewanderte Handwerksmeister — mein Vater — dem nicht aus der Heimat hinausgekommenen Kandidaten der Theologie zuweilen recht erheblich überlegen war.

Wir hatten also vor rund 70 Jahren in Stollberg eine Schule, in welcher — wie man das später nannte — Coeducation (Unterricht für Kinder beiderlei Geschlechts) stattfand. Ich kann nur sagen, daß die Einwirkung der Mädchen auf uns Buben keine ungünstige war; weit eher das Gegenteil. Ich kann mich nicht erinnern, daß eine Rohheit oder ähnliches vorgekommen wäre. Wenn man zum Deklamieren vorzutreten hatte und die Augen der Mädchen auf den Vortragenden gerichtet waren, so gab er sich entschieden mehr Mühe, als wenn keine Mädchen dagewesen wären. Eine ähnliche Wirkung fand wohl auch beim Abfragen statt.

Als ich später in Amerika war und dort Schulen besuchte, in denen Unterricht an Knaben von 12 bis 16 Jahren durch Lehrerinnen im Alter von etwa 18 bis 20 Jahren erteilt wurde, da habe

ich mich an meine Schulzeit erinnert und den Eindruck gehabt, daß die weibliche Lehrerin im ganzen recht wohlthätig auf die Schüler einzuwirken pflegt; sie hat eben wohl meist einen in gewisser Hinsicht weitergehenden erzieherischen Einfluß.

Bei Beginn der Privatschule in Stollberg wurde Ludwig Theodor Gebauer, Sohn eines Staatsbeamten, Primus; er war das sowohl seinem Alter (12 Jahre) als auch seiner Befähigung nach. Er besaß die Neigung und die Fähigkeit, auf uns Jüngere erzieherisch zu wirken. Er konnte damals bereits stenographieren (Gabelsberger). Zwei Jahre später habe ich es auch gelernt; wir lernten also damals im Alter von etwa 11 Jahren in Stollberg — außerhalb der Sammelschule — Stenographie, was uns später recht nützlich gewesen ist, weshalb ich es anführe. Zu Ostern 1858 wurde Gebauer konfirmiert und schied damit aus der Schule aus. Er widmete sich später dem Lehrfach, wurde Professor an den Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz und starb daselbst 1921 als Oberbaurat und Professor a. D.

Mit dem Ausscheiden Gebauers aus der Sammelschule rückte ich im Alter von 11 Jahren in seine Stelle als Primus. Andere, die älter waren und wahrscheinlich auch befähigter gewesen wären als ich, schieden aus, um das Gymnasium in Zwickau zu besuchen. Lebhaft erinnere ich mich noch an eine Aufgabe, die ich als Primus zu erfüllen hatte, und deren Erledigung mir das erstemal recht schwer fiel. Ich hatte nämlich unserem Lehrer ein Geburtstagsgeschenk der Eltern, es war eine schöne Meer-schaumpfeife, zu übergeben und sollte das natürlich mit einer Ansprache tun. Diese brachte ich das erstemal nicht fertig. Die schöne Pfeife in der Hand, klopfte ich an, auf das Herein trat ich ein, legte die Pfeife auf den Tisch und verschwand sofort wieder.

Besonders schwer fiel mir das Auswendiglernen für die Schule. Da waren außer den Vokabeln der beiden fremden Sprachen die vielen Gesangbuchlieder und die zahlreichen Bibelverse, die zu jener Zeit auswendig gelernt werden mußten, ferner die Gedichte, wie z. B. Schillers Glocke usw. Ich brachte diese Dinge nur vollständig, dann aber auch befriedigend in den Kopf, wenn ich das Auswendiglernen am frühen Morgen betrieb. Infolgedessen ließ ich mich durch meine Mutter früh wecken, zuweilen recht früh. Sie tat das ohne weiteres, obgleich es ihr wahrscheinlich manchmal recht schwer fallen mochte, eben im Hinblick auf meine Gesundheitsverhältnisse. Sie hatte offenbar volles Verständnis dafür, daß das Kind in dem Bestreben, seine Pflicht zu erfüllen, nach Möglichkeit gefördert werden mußte. Dieser Unterstützung durch

meine Mutter danke ich auch, daß ich ein Frühaufsteher geworden und geblieben bin; ich werde später nochmals darauf zurückkommen. Sie weckte mich im Sommer um 4 Uhr früh, wenn es mir geboten erschien, so zeitig aufzustehen, um den Anforderungen des Auswendiglernens gerecht zu werden.

In die Schulzeit fällt auch eine Handlung meines Vaters, für die ich ihm später — als ich das Leben und die Menschen kennengelernt hatte — recht dankbar gewesen bin. Mein Vater sah jedenfalls, daß ich ein strebsamer, fleißiger Schüler war und fürchtete wohl für meine Gesundheit. Das dürfte ihn veranlaßt haben, mich, obgleich ich Primus war, nach etwa 3¹/₂jährigem Besuch der Sammelschule, vom Latein dispensieren zu lassen. Ich habe mit fortschreitendem Alter immer mehr und mehr die Überzeugung gewonnen, daß hierdurch mein Vater wesentlich dazu beigetragen hat, daß meine Arbeitskraft im späteren Leben eine überaus weitgehende war¹). Ich werde später noch darauf zurückzukommen veranlaßt sein.

Im Alter von 14 Jahren wurde ich konfirmiert und hatte nun — angesichts der ungünstigen Entwicklung der Vermögensverhältnisse meiner Eltern — einen Beruf zu ergreifen. Am liebsten wäre ich Landwirt geworden, aber mein Vater sagte mir, ein Gut zu kaufen habe ich kein Geld, also kannst Du auch nicht Landwirt werden. Das leuchtete mir ein und so mußte ich eben eine andere Wahl treffen. Damals hatte der Maschinenbau seine Entwicklung begonnen und besaß den Reiz, etwas Neues zu sein. Der übliche Weg war zu jener Zeit, als Schlosser zu lernen und später in den Maschinenbau überzutreten. Ich entschloß mich, diesen Weg zu beschreiten und trat Ostern 1861 bei Schlosser Balster, der geborener Westfale, sowie tüchtiger Meister und Mensch war, in die Lehre, zunächst nur auf Probe, weil es zweifelhaft war, ob ich die Arbeit am Schraubstock und Ambos aushalten würde. Die ersten Monate frug mich der wohlwollende Meister jede Woche wenigstens einmal, ob ich die Arbeit aushalten könne. Ich bejahte das, weil ich schon damals erkannt hatte, daß man das einmal Begonnene mit aller Energie betreiben und fortsetzen müsse, wenn man das Recht haben will, auf Erfolg zu rechnen.

Die normale Arbeitszeit war von früh 6 Uhr bis 12 Uhr, von mittags 1 bis 7 Uhr, also täglich 12 Stunden. Im Herbst und im Winter, wenn die Bauten fertig waren, die mit Türen und Schlössern, mit Läden usw. versehen werden sollten, da ging es nicht selten bis Mitternacht bei Wiederaufgang früh 6 Uhr. Die

¹) Vgl. in dieser Hinsicht Vorwort zur 10. Auflage der Maschinenelemente 1909.

heutige Generation kann sich eine solche Arbeitszeit wohl kaum mehr vorstellen. Sie würde fürchten, sich zu ruinieren.

Diese Arbeit bis Mitternacht ist mir aus einem besonderen Grund noch in lebhafter Erinnerung. Ich wohnte, schlief und aß bei meinen Eltern, die damals unmittelbar hinter der sogenannten Todtenkirche (jetzt Marienkirche) wohnten. Der nächste Weg zur elterlichen Wohnung führte über den alten Gottesacker (Kirchhof), der damals noch als solcher erhalten war. Wenn die Arbeit um Mitternacht zu Ende war, so mußte ich zwischen 12 und 1 Uhr nachts über den Kirchhof, dabei an der Ecke vorüber, wo die Selbstmörder beerdigt waren, über die natürlich viele Sagen umliefen. Da war mir, als 15jährigem, doch etwas eigenartig zumute. Ich fürchtete nicht den Geist irgendeines der Selbstmörder, wohl aber den Schabernack durch irgendeine lebende Persönlichkeit. Das veranlaßte mich, beim Verlassen der nächsten Mitternachtsarbeit einen Bankhammer mitzunehmen, ihn unter das Brustteil des Schurzfeldes zu stecken; so schritt ich mit Mut und Selbstvertrauen zwischen 12 und 1 Uhr über den Kirchhof, bereit, sofort den Kampf mit einem Lebenden aufzunehmen. Es ergab sich niemals ein Abenteuer, obgleich ich noch oft um Mitternacht über den Kirchhof ging. Vielleicht deshalb, weil meine Mitarbeiter und durch sie auch andere wußten, daß ich einen ausreichenden Hammer bei mir hatte.

Nach der Arbeitszeit kam die Abendschule, und überdies am Sonntag die Sonntagsschule des Gewerbevereins. Dazu ferner der Aufwand an Zeit für die geistige Fortbildung, auf die ich viele Abend- und Nachtstunden verwendet habe, und noch etwas anderes, worauf ich gleich eingehen werde. Französisch trieb ich, wie damals üblich, nach den Unterrichtsbriefen von Toussaint-Langenscheidt.

Es war mir klar, daß für die Entwicklung meines langaufgeschossenen, aber schwächlichen und engbrüstigen Körpers mit allen Mitteln gesorgt werden müsse. Neben der angestregten Tätigkeit in der Schlosserwerkstatt begann ich das Turnen, durch Eintritt in den Turnverein und durch Errichtung eines eigenen Recks im Hofe der Wohnung der Eltern. An diesem turnte ich früh bevor ich noch Kaffee trank und zur Arbeit ging, mittags und abends, bevor ich mich an den Tisch setzte sowie nach dem Abendessen. Dabei pflegte ich insbesondere die Übungen zur Erweiterung des Brustkastens sowie die Kraftübungen. Je mehr mir mein Körper in der einen oder anderen Richtung Schwierigkeiten machte, um so intensiver trieb ich gerade diese Übungen. Das Ergebnis war ein den Anstrengungen entsprechendes. Die

Brust wurde weiter, die Muskulatur entwickelte sich so, daß ich es nach zwei Jahren fertig brachte, mich am Reck aus dem Langhang gleicharmig in den Stütz zu ziehen.

Das Turnen habe ich fortgesetzt, solange als möglich. Dadurch und im Zusammenhang mit einer einfachen gesundheitsgemäßen Lebensweise (viel Milch, wenig Alkohol) wurde ich der widerstandsfähige Mensch, als der ich bisher durch das Leben gewandert bin. Bei der militärischen Musterung im Frühjahr 1867 erhielt ich die Bescheinigung „Tauglich zu jeder Waffengattung“, was mir natürlich in jeder Hinsicht Befriedigung gewährte.

Das ausdauernde Turnen hat aber nicht nur einen günstigen Einfluß auf den Körper, sondern auch einen solchen auf den Geist des Menschen, insbesondere auf die Entwicklung der Charaktereigenschaften. Mut, sowie Selbstvertrauen werden erweckt und entwickeln sich auf gesunder Grundlage, der junge Mann erkennt den Wert der Ausdauer durch den sichtbaren Erfolg des Turnens, namentlich aber erfährt seine für das spätere Leben so überaus wertvolle Willenskraft Stärkung und Stählung.

Dazu kam, daß in der Zeit meiner Jugend noch keine Zerrissenheit in Turnerkreisen herrschte. Da trafen sich im Turnverein meiner Vaterstadt der Meister mit dem Gesellen und dem Lehrling, der Studierende mit dem Arbeiter, der Höhere mit dem Niederen in gemeinsamer Arbeit. Man lernte sich kennen, verstehen und achten. Ich habe im Sommer 1863 das 3. deutsche Turnfest in Leipzig als Schlosserlehrling mitgemacht, traf dabei erstmals mit Studenten zusammen und erinnere mich noch sehr gut mancher Einzelheiten, durch welche wir gegenseitig voneinander lernten. Dabei hatten alle Schichten der Bevölkerung das gemeinsame Ziel: Erringung der nationalen Selbständigkeit und Schaffung eines großen angesehenen Vaterlandes durch intensive Arbeit.

Die Sonntage meiner Lehrzeit verwandte ich, soweit sie nicht durch die Sonntagsschule des Gewerbevereins in Anspruch genommen wurden, bei ausreichend gutem Wetter zu 3—4stündigen Höhengängen, zu denen ich mich etwa um 4 Uhr früh aufmachte, oder zu Übungen im Zeichnen, und zu Zwecken der geistigen Fortbildung. Die Sonntagsfrühgänge pflegte ich allein zu machen, um das innere Bedürfnis zu befriedigen, in der freien Natur ungestört über menschliche und sonstige Dinge nachdenken zu können, was während der Woche inmitten des Getriebes, in dem man sich befand, kaum möglich war. Meines Erachtens gehören zur Entwicklung der Persönlichkeit genügend häufige Stunden der Einsamkeit, in denen man über sich und über das, was geschieht,

ausreichend und ungestört nachdenkt. Die häufig zu hörenden Klagen, daß es heute an Persönlichkeiten fehle, daß die Menschen zum allergrößten Teile Herdengeschöpfe seien, hängen damit zusammen.

Wenn ich mich während der Woche im Zeichnen üben wollte, so mußte das natürlich früh vor Beginn der Arbeit geschehen, da die Hand, wenn sie am Tage 12 Stunden am Schraubstock oder am Ambos gearbeitet hat, viel zu unruhig ist, um sauber zu zeichnen. Dabei kam mir zustatten, daß ich schon als Kind Früh-aufsteher geworden war.

Im September 1863 machte ich mein Gesellenstück, hatte ausgelernt, war bei den elterlichen Verhältnissen vollständig auf die eigenen Füße gestellt, also Freiherr in des Wortes verwegenster Bedeutung und ging, gestützt auf mein Arbeitsbuch (Wanderbuch) in die Welt hinaus, zunächst nach Chemnitz, woselbst ich im Dampfmaschinenbau bei Richard Hartmann, welche Fabrik bereits damals 2000 Arbeiter beschäftigte, Arbeit fand.

Vorher hatte ich noch ein Erlebnis, daß mich die Härte des Lebens erkennen ließ, ohne mich jedoch dadurch selbst getroffen zu fühlen. In der Zimmermannschen Fabrik hatte ich um Arbeit nachgesucht, meine Papiere vorgezeigt und darauf die harte Antwort erhalten: „Leute, die erst ausgelernt haben, stellen wir nicht ein!“ Es war damals noch vielfach üblich, daß die Fabriken keine Lehrwerkstätten besaßen, sich vielmehr die guten Arbeiter, die sie brauchten, durch die Handwerker heranbilden ließen und dann eben verlangten, daß diese Ausbildung durch die Werkstätten der Handwerker eine möglichst weitgehende war.

Mein Anfangswochenlohn bei R. Hartmann betrug $2\frac{3}{4}$ Taler, also 8,25 Mark. Damit hatte ich Wohnung, Kost, Wäsche, Kleidung usw., d. h. alles zu bezahlen, was ich zum Leben während einer Woche brauchte. Das mußte natürlich gut eingeteilt werden; es hatte zu reichen und es reichte. Ich war erstaunt, zu finden, daß der Fabrikarbeiter, jedenfalls zu einem Teile, besser lebt, als ich es im elterlichen Hause gewöhnt gewesen war. Bei meinen Eltern war wöchentlich etwa viermal Fleisch auf den Tisch gekommen; in Chemnitz erhielten wir in dem Kosthause jeden Mittag Fleisch mit Gemüse. Das Mittagessen kostete 30 Pfennig und war ausreichend.

Die normale tatsächliche Arbeitszeit in der Maschinenfabrik war erheblich kürzer; sie betrug wöchentlich 55 Stunden gegen rund 70 in der Lehrzeit. Infolgedessen blieb mir mehr Zeit für meine Fortbildung, die ich nach Kräften ausgenützt habe. Zu dem, was ich bisher getrieben hatte, fügte ich Englisch (Methode Toussaint-Langenscheidt).

Zur Kennzeichnung, welcher Ökonomie man sich in bezug auf die Zeit zu befleißigen hatte und mit welcher Schnelligkeit man sich gewöhnen mußte, das Erforderliche zu tun, sei angeführt, daß ich eine Zeitlang von der Hartmannschen Fabrik, wo ich arbeitete, bis zur Wohnung 17 Minuten sehr raschen Laufes brauchte. Es pfeift 12 Uhr, man wäscht sich rasch die Hände, zieht den Rock an, läuft die 17 Minuten, nimmt das Mittagessen zu sich, legt den Weg von 17 Minuten wieder zurück und muß, bevor der Pfiff 1 Uhr ertönt, wieder an seinem Platze sein. Es ging, an Verdauungsbeschwerden habe ich nicht gelitten, wohl aber Nutzen in meinem ganzen Leben davon gehabt, daß man daran gewöhnt war, Dinge rasch zu erledigen.

Selbstverständlich habe ich mir bei meiner Tätigkeit in der Fabrik die größte Mühe gegeben und wohl auch bald die Zufriedenheit des vorgesetzten Meisters erlangt; denn dieser kam eines Tages zu mir und sagte: „Sie arbeiten von heute an im Akkord.“ Als er fort war, sprach ich mit einem Nebenarbeiter darüber, daß der Meister keinen Akkordsatz, d. h. keinen Stücklohn ausgemacht hätte. Derselbe lachte und deutete mir an, daß ich noch recht „grün“, d. h. unerfahren sei. Es bestehe in der Fabrik die Bestimmung, daß kein Arbeiter mehr als 6 Taler in der Woche verdienen dürfe. Damit der Meister bei Akkordarbeiten nicht hiergegen verstoße, mache er keinen Stücklohn aus, sondern sage dem Arbeiter, wenn er sieht, daß dieser fleißig arbeitet: Sie arbeiten von jetzt an im Akkord und weise ihm eben einen höheren Lohn an, den er nach seinem Ermessen unter Abschätzung der Leistung des Arbeiters bestimme. In der Tat war es so. Ich bekam dann für die betreffende Arbeit 5 Taler auf die Woche ausbezahlt¹⁾.

¹⁾ Nichts hat wohl in Deutschland mehr zur Vergiftung der Verhältnisse zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer beigetragen, als die Art und Weise, welche lange Zeit hindurch bei uns in bezug auf Handhabung des Akkords üblich gewesen ist und zu einem leider sehr großen Teile wohl auch heute noch ausgeübt wird.

Verdiente der Arbeiter im Stücklohn über einen gewissen Betrag (dies war eben im oben angeführten Fall 1863 der Betrag von 6 Talern = 18 Mark in der Woche, festgesetzt nach dem Ermessen der Geschäftsleitung), so wurde der Stücklohn entsprechend herabgesetzt, falls es der Arbeiter nicht vorzog, weniger zu leisten als er vermochte. Gesah das letztere nicht, so kam der Meister in Konflikt mit der Geschäftsleitung, was er natürlich zu vermeiden suchte.

Ich will nicht näher auf die Gründe eingehen, welche für diese Handhabung geltend gemacht wurden und heute noch geltend gemacht werden, sondern nur anführen, daß sie in der Hauptsache darin bestehen: durch Gewährung eines Verdienstes über einen gewissen Betrag hinaus nähre man nur die Begehrlichkeit und erlange doch keine Ruhe im Betriebe. In Wirklichkeit liegt ihnen in ziem-

Natürlich habe ich auch die Arbeiterversammlungen in Chemnitz besucht und dabei einen recht guten Einblick in die Verhältnisse gewonnen, die später zur Gründung und Entwicklung der deutschen Sozialdemokratie geführt haben. Darüber gedenke ich mich an anderer Stelle auszusprechen.

Unfälle, die zum Tode führten, habe ich auch sehr bald kennengelernt. Lebhaft steht noch vor meinen Augen der Arbeiter, der durch Zerspringen eines großen Schleifsteines an die Wand gedrückt worden war und dem das Blut zum Munde herausquoll.

Wie ich später erfuhr, waren zu gleicher Zeit mit mir Heinrich Ehrhardt¹⁾ und der spätere Gründer der Firma Skoda in Pilsen als Arbeiter in der Fabrik von Richard Hartmann tätig. Ich lernte v. Skoda persönlich kennen, als er mir 1897 seinen Sohn zur Ausbildung nach Stuttgart brachte, der die Firma während des Weltkrieges leitete.

III. Wissenschaftliche Ausbildung und Zwischenstellungen.

Als das Frühjahr 1864 herannahte, faßte ich den Entschluß, weiter in die Welt hinauszugehen, wenn es sich nicht ermöglichen

lichem Maße das leider in Deutschland übliche Vorurteil niedriger Einschätzung der Handarbeit gegenüber Kopfarbeit zugrunde. Ich habe das Verfahren schon damals nicht für richtig anzuerkennen vermocht und vermag das auf Grund meiner Lebenserfahrungen während der folgenden 6 Jahrzehnte erst recht nicht. Tatsächlicher Beweis: Wir haben in Deutschland trotz der geübten Beschränkung des Stücklohnes viel weniger Ruhe im Betriebe als die Amerikaner, die eine solche Beschränkung nicht geübt haben. Wie es mit der Zurückhaltung der Begehrlichkeit steht, will ich nicht erörtern.

Die einfache Überlegung zeigt, daß es ein Fehler ist, gerade den besonders leistungsfähigen Arbeiter durch Stücklohnherabsetzung künstlich zu hindern, das ihm mögliche Maximum zu leisten und dementsprechend zu verdienen. Dadurch muß er zu einem unzufriedenen Menschen gemacht werden mit allen Folgen einer solchen Unzufriedenheit für die Gemeinschaft, in der er lebt.

Als ich 1871 in der Gießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur tätig war — und schon vorher — wurden dort an hervorragend tüchtige Former auf Grund von Akkordsätzen Löhne gezahlt, die in Deutschland als unerhört angesehen worden wären. Dafür waren aber auch in quantitativer und qualitativer Hinsicht Leistungen vorhanden, die man damals in Deutschland vergeblich hätte suchen können. Daß die Firma Sulzer dabei finanziell auf ihre Rechnung kam, kann nicht bezweifelt werden. Ihr Weltruf steht überdies damit im Zusammenhang.

Diese Leistungen in der Sulzerschen Gießerei waren für mich der Grund, weshalb ich bereits 1869, als ich sie das erstmalig gesehen hatte, mir vornahm, einige Zeit in ihr tätig zu sein, um die mir mangelnden Erfahrungen in bezug auf Formerei und Gießerei nach Möglichkeit zu erwerben.

¹⁾ Vgl. dessen Schrift: „Heinrich Ehrhardt, Hammerschläge. 70 Jahre deutscher Arbeiter und Erfinder“.

lassen würde, die wissenschaftliche Ausbildung, der ich mich bisher nur nebenbei hatte widmen können, ganz aufzunehmen. Glücklicherweise wurde das dadurch möglich, daß mir die Großmutter mütterlicherseits eine Summe von 275 Talern, also 825 Mark, zur Verfügung stellte. Ich meldete mich Ostern 1864 zum Eintritt in die Höhere Gewerbeschule in Chemnitz (heute Staatliche Gewerbeakademie) und wurde aufgenommen. Bei der Prüfung im Deutschen Aufsatz waren verschiedene Aufgaben gestellt. Ich wählte „Cäsar und Napoleon, eine geschichtliche Parallele“ und war damit, wie mir später von Professor Lamprecht mitgeteilt worden ist, der einzige, der dieses Thema gewählt hatte.

Der Unterricht an der Schule war recht gut bis auf den in der Physik. Später, als Weinhold kam, wurde der Physikunterricht vortrefflich. Auch die Fächer, welche die allgemeine Bildung zu fördern haben (Deutsch, Französisch, Englisch) waren gut besetzt. Namentlich war der Unterricht, den Prof. Lamprecht in den Stunden, die unter „Deutsch“ im Stundenplan auftraten, erteilte, überaus lehrreich; er bot weit mehr, als der Titel erwarten ließ. Wir hatten in diesen Stunden unter anderem selbst ausgearbeitete Vorträge zu halten, die einer lebhaften Kritik unterworfen wurden, wobei sich Lamprecht als Mensch mit weitem Horizont erwies, wofür ich wohl infolge meines Lebensganges mehr Verständnis hatte, als die meisten meiner Mitschüler. Einmal ist es allerdings geschehen, daß Lamprecht eine Frage stellte, zuletzt auch an mich, und als darauf die Antwort ausblieb, mir zurief: „Auch Du mein Sohn Brutus?“

Leider erlaubten die beschränkten Geldmittel (825 Mark) nicht, die höhere Gewerbeschule ganz zu durchlaufen. Infolgedessen entschloß ich mich im Herbst 1864 zum Übertritt an die Werkmeisterschule, die neben der höheren Gewerbeschule an den technischen Lehranstalten in Chemnitz bestand. Diese absolvierte ich zu Ostern 1866 mit dem Zeugnis Ia und mit der in einem Exemplar an den technischen Staatslehranstalten zur Verteilung gelangenden silbernen Medaille. Ich führe das an, weil ich glaube, daß diese Auszeichnung später dazu beigetragen hat, mich zu fördern, namentlich um die Geldmittel zu erlangen, deren ich auf meinem späteren Lebenswege für Zwecke der Ausbildung bedurfte.

In diesen 4 Semestern, während der ich die Schulbank in Chemnitz drückte, habe ich mit einer Intensität gearbeitet, die außerordentlich war. In der ganzen Zeit wurde nicht eine einzige Stunde Unterricht versäumt, nicht einmal, als meine jüngere Schwester Hochzeit hatte. Diese fand in einem Orte statt, der 20 km von Chemnitz entfernt lag. Nachmittags — nach Schluß

der Schule — bin ich zu Fuß aufgebrochen, kam abends zur Hochzeitsgesellschaft und bin nachts wieder zurückgekehrt. Ich habe eine Zeitlang bis gegen 2 auch 3 Uhr nachts gearbeitet und mich um 5 Uhr früh wieder wecken lassen. Das setzte ich so lange fort, bis ich um 5 Uhr nicht mehr zu erwecken war. Dann ging ich eben 1 Stunde früher zu Bett. Die Natur begnügte sich dann mit 3—4 Stunden Schlaf, bei allerdings sehr einfacher Lebensweise.

Der wertvollste Fachlehrer an der Werkmeisterschule war damals Professor W. Kankelwitz, von dem ich sehr viel gelernt habe und der mich sofort am Tage der Entlassung aus der Schule als Techniker anstellte. Kankelwitz war zu jener Zeit mit den Vorarbeiten zu einer Quellwasserleitung für die Stadt Chemnitz betraut, bei denen ich vorzugsweise beschäftigt wurde und manches lernte, das nicht unmittelbar in die Gebiete des Maschineningenieurwesens gehörte. Dazu kamen noch andere Arbeiten, die Kankelwitz als Zivilingenieur übernommen hatte. Nach 6 Wochen war die Arbeit bei Kankelwitz erledigt — die Bewölkung am politischen Himmel fing an, sich wirtschaftlich zu äußern — und ich trat als Techniker in das Büro für Dampfmaschinenbau der Maschinenfabrik von Richard Hartmann ein, woselbst ich tätig war, bis der Krieg 1866 ausbrach, der uns Angestellten zunächst Urlaub — jedoch ohne Fortbezug von Gehalt — brachte.

Anfang Juli machte mir ein Bürger meiner Vaterstadt den Vorschlag, mit ihm und seinem Bruder nach Böhmen zu gehen, um etwas vom Kriege zu sehen. Ich tat mit und fand, daß der Anreger ein hervorragender Fußgänger war: 16 Stunden am ersten Tage unterwegs. Nach etwa 8 Stunden erklärte der Bruder, daß er verzichte, weiter mitzugehen. Ich blieb, obgleich die Blasen an den Füßen schon im Entstehen waren, und habe ausgehalten. In Karlsbad stenographierte ich eine nach der Schlacht von Königgrätz erlassene angeschlagene Proklamation des Kaisers Franz Joseph und wäre beinahe von der Bevölkerung als Spion behandelt worden, wenn ich mich nicht durch eine unverfälschte sächsische Aussprache hätte von dem Verdacht befreien können. In Wirklichkeit sahen wir nichts vom Kriege, wie zu erwarten stand.

Als wir auf dem Rückwege nahezu wieder zu Hause waren, frug mich mein Begleiter, was ich nun zu machen gedächte. Ich sagte ihm, am liebsten würde ich das Polytechnikum besuchen, um mich zum Maschineningenieur auszubilden, aber mir fehle das Geld dazu. Mein Begleiter, der wohl beobachtet haben dürfte, welcher Willenskraft es meinerseits bedurfte, um mit ihm dem hervorragenden Fußgänger Schritt zu halten, der meinen

ganzen Lebensgang kannte und wohl auch sonst aus unseren Gesprächen mich näher kennengelernt hatte, erklärte darauf: „Soviel Geld, als Sie zu Ihrer Ausbildung brauchen, stelle ich Ihnen zur Verfügung.“ Ich nahm dieses Anerbieten dankend an mit der Erklärung, daß ich das so entstehende Darlehen gegen die landesübliche Verzinsung gewährt betrachte, was durch Handschlag bekräftigt wurde. Ich hebe das nur deshalb hervor, weil nicht wenige junge Männer, die heute Unterstützung für ihre Ausbildung erhalten, schon die Bestimmung, daß der gewährte Betrag später zurückzuzahlen ist, wenn sie dazu in der Lage sind, als besondere Härte empfinden. Der Mann, der sich als einfacher Handwerker, das, was er besaß, erworben hatte, hat Wort gehalten und mich niemals merken lassen, daß die Summe, die ich ihm im Laufe der Jahre mit den Zinsen schuldig wurde, doch eine recht große geworden war, eine so große, daß ich nicht übersah, bis wann sich die Zurückzahlung ermöglichen lassen werde, die er übrigens niemals berührte. Als ich ihm den letzten Rest zurückzahlte — es war inzwischen weit über ein Jahrzehnt vergangen, denn es lag mir auf meinem Lebensweg in erster Linie daran, Tüchtiges zu lernen und durch Tätigkeit in verschiedenen Betrieben und Ländern den Horizont zu erweitern, also zunächst weniger daran, gut bezahlt zu werden — und dabei bemerkte, daß, wenn ich 1870/71 in Frankreich geblieben wäre, er zu meinem Bedauern nichts von seinem Gelde zurückerhalten haben würde, da erwiderte er mir: „Wenn Sie in Frankreich gefallen wären, so hätte mir das leid getan, nicht wegen meines Geldes, sondern Ihretwegen.“

Nachdem mir die Mittel zum Studium zur Verfügung standen, setzte ich mich unter Einsendung meiner Zeugnisse mit dem Direktor des Polytechnikums Dresden, Geheimrat Dr. Hulße in Verbindung, der mich zu einer Besprechung einlud. Bei dieser wurde im Hinblick auf meine Zeugnisse mir vorgeschlagen, sofort in den ersten Fachkurs einzutreten. Ich entschied mich, da es mir auf gründliche Ausbildung ankam, für Eintritt zwei Semester tiefer: in das 3. Semester der Allg. Abteilung und habe heute noch die Überzeugung, daß dieses das Richtige gewesen ist.

Anfang Oktober 1866 bezog ich das Polytechnikum Dresden, arbeitete und lebte daselbst in der bisherigen Weise weiter. In dem beschränkten Maße, in dem es diese Zeit erlaubte, verkehrte ich auch im Polytechniker-Verein, dem ich als Mitglied beigetreten war, sowie gebotenfalls in dem einen oder anderen Kreise der Studierenden. Außer den ordentlichen Fächern, die im Stundenplan des Maschineningenieurs aufgeführt waren, betrieb ich Englisch, Französisch, Chemische Technologie, Feldmessen (mit den

Bauingenieuren), Theorie der Feuerungsanlagen, Baukunde, deutsche Literatur und Turnen, nahm eifrig teil an dem Repetitionen mit dem Ergebnis, daß ich fast nach jeder Repetition um eine Lücke, zuweilen auch um mehrere Lücken, ärmer geworden war, was mir natürlich eine Freude bereitete.

Ich erinnere mich noch lebhaft eines Vorkommnisses aus jener Zeit. Ein Mitstudierender desselben Jahrganges, der bisher bei den Repetitionen in der Mathematik und Mechanik der beste gewesen war, mußte bald nach meinem Eintritt diese Stellung an mich überlassen. Wenn ich mich nicht irre, so wurde er später Professor der Mathematik an einer Hochschule. Wir lernten uns natürlich näher kennen, so daß er mir eines Tages sagte, ich schiene die Bedeutung der Mathematik für den Ingenieur zu überschätzen, worauf ich ihm antwortete, daß ich, da ich noch nicht Ingenieur sei, es erst werden wolle, außerstande sei, diese Bedeutung richtig einzuschätzen, wohl aber hätte ich es mir zur Richtschnur gemacht, das, was ich zu treiben hätte, ordentlich zu treiben, d. h. so gründlich, als ich es vermöchte. Sollte sich später herausstellen, daß ich die Bedeutung des betreffenden Gebietes für das Berufsleben überschätzt hätte, so würde das ein Unglück wohl nicht sein. Inwieweit ich ihn überzeugt hatte, weiß ich nicht. Wohl aber hatte ich den Eindruck, daß er mich zunächst noch immer als „Mathematiksimpel“ einschätzte. Das wurde bald anders, als der Professor, der Deutsch gab, eine deutsche Arbeit von mir vorlesen ließ, weil sie seines Erachtens in gewisser Beziehung als mustergültig bezeichnet werden müsse. Ich selbst hatte davon natürlich keine Ahnung. Als ich dann einige Tage später mit dem gleichen Mitstudierenden beim Turnen zusammentraf und hier ihm Unerwartetes leistete, sagte er: „Turnen können Sie auch?“ Von da an verstanden wir uns sehr gut. Ich führe dieses Erlebnis an, weil es mir schon sehr früh zeigte, wie Gegensätze und Vorurteile in Deutschland ganz grundlos entstehen oder besser gesagt, gepflegt werden, bloß weil der eine einen anderen Lebensgang hinter sich hat als der andere, und er den seinigen höher einzuschätzen gewohnt ist.

Ein zweites Erlebnis sei noch angeführt, das ich 1867 hatte und das zeigt, wie man geneigt ist, dem Menschen mit dem anderen Lebensgange je nach den Umständen sofort eine recht schwierige Aufgabe aufzuladen.

In einer Verfügung des sächsischen Kriegsministeriums, betr. die zum einjährig-freiwilligen Militärdienst Berechtigten, war eine Bestimmung getroffen worden, durch die sich diese benachteiligt fühlten. Um in dieser Angelegenheit im Kriegsministerium

vorstellig zu werden, wurde ich gewählt, obgleich unter den Mitstudierenden es Männer gab, die viel gewandter zu sprechen verstanden. Ich ließ mich schließlich überreden, sprach im Kriegsministerium vor, habe mich nach Kräften bemüht, dem Auftrag gerecht zu werden, wurde höflich behandelt, erreichte jedoch in der Sache nichts. Dagegen war ich durch den Verlauf der Angelegenheit um einige Lebenserfahrungen reicher geworden.

Während der Ferien im Sommer 1867 war ich auf der Königin Marienhütte in Cainsdorf bei Zwickau tätig, einmal um die Arbeiten auf einem Hüttenwerk ordentlich kennenzulernen, und sodann um den Bessemerprozeß, der kurze Zeit vorher dort eingeführt worden war, studieren zu können, soweit das für den Maschineningenieur geboten erschien.

Im September 1868 trug mir mein früherer Lehrer, Professor Kankelwitz in Chemnitz, der im Frühjahr 1868 einen Ruf als Professor des Maschinenbaues an das Polytechnikum Stuttgart erhalten und angenommen hatte, an, als sein Assistent in den Konstruktionsübungen für die jüngeren Semester nach Stuttgart überzusiedeln. Er stellte mir in Aussicht, mir so viel freie Zeit, als nur irgend zulässig sei, zum Studium der Fächer am Polytechnikum Stuttgart zu lassen, die in Dresden noch von mir zu erledigen gewesen wären. Ferner versprach er mir, daß er mich bei den konstruktiven Arbeiten, die er als Zivilingenieur übernehme, heranziehen wolle usw. Als Grund, weshalb er mich als Assistenten haben wolle, gab er offen an: er habe unter seinen früheren Schülern, die noch jung genug seien, keinen, von dem er annehmen dürfe, in den Übungen am Polytechnikum Stuttgart so in seinem Sinne unterstützt zu werden, wie er es von mir überzeugt sei. Da ich Professor Kankelwitz von Chemnitz her als hervorragenden Konstrukteur kannte, sowie als einen Mann schätzen gelernt hatte, der sein Wort hielt, so ließ ich mich schließlich überreden, sagte zu und zog Ende September 1868 nach Stuttgart. Von mir aus würde ich niemals daran gedacht haben, mich in so jugendlichem und unfertigen Alter um eine Assistentenstelle an einer Hochschule zu bewerben. Ich möchte das ausdrücklich hervorheben.

Als ich in den Dienst des Polytechnikums Stuttgart eingetreten war, wurde mir erklärt, daß ich auch einen Vortrag zu übernehmen hätte. Fahnenflüchtig zu werden, lag nicht in meiner Natur; infolgedessen fügte ich mich. Es handelte sich um einen mathematischen Vorkurs, zu dem später noch ein Vorkurs in der Mechanik trat, für solche Studierende, die eine längere Werkstatttätigkeit hinter sich hatten, aber auf den Gebieten der Mathe-

matik und Mechanik nicht die für den Vortrag des Maschinenbaues nötigen Vorkenntnisse besaßen und nun in kurzer Zeit die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten sich aneignen sollten. Glücklicherweise lag der Stoff, den ich zu behandeln hatte, auf mir geläufigen Gebieten. Der Augenblick, in dem ich das erstmal als Dozent (im Alter von $21\frac{1}{2}$ Jahren) vor die Zuhörerschaft trat, steht heute noch deutlich und scharf vor meinen Augen. Ich hatte das Gefühl, als ob alles Blut nach dem Kopf ströme. Nun es ging; meine damaligen Zuhörer — es waren ihrer 17 — werden zuweilen meinen guten Willen für die Tat haben annehmen müssen. Nach einem Semester wurde mir die Anerkennung, daß sogar normal vorgebildete Studierende in meinen Vortrag kamen, die den Gegenstand bei dem ordentlichen Professor der Mathematik (Mechanik) bereits gehört hatten.

Mein Chef, Professor Kankelwitz, hielt mit seinen Zusagen Wort, was ich ausdrücklich hervorheben möchte. Insbesondere zog er mich zu den konstruktiven Arbeiten heran, die er für Industrielle übernahm; allerdings ging das dann oft in die Nacht hinein, bis 2 und 3 Uhr morgens. Auch ließ er mir dienstlich nach Möglichkeit freie Zeit, so daß ich außer maschinentechnischen Vorträgen auch noch andere Vorlesungen, so z. B. den Fehling'schen Vortrag über Chemie, sowie Vorträge von Mohr auf dem Gebiete der Technischen Mechanik usw. hören konnte. Einen besonderen Genuß bot das Hören der Vorlesungen von Friedrich Theodor Vischer, der damals mit dem Kunsthistoriker Lübke die Zierde der Hochschule war, wenn ich von den Namen der Vertreter der Naturwissenschaften und der Technik in diesem Zusammenhange absehen darf.

Zum Halten von Privatunterricht kam ich ungesucht auf folgende Weise. Eines Tages saß ein älterer mir unbekannter Herr in dem Vortrag des Vorkurses. Am anderen Tage suchte er mich auf, stellte sich als Holländer vor und teilte mir mit, daß er für einen jungen Engländer, in dessen Familie in Stuttgart er verkehrte, Privatunterricht in Mathematik sowie Mechanik suche und nachdem er bei mir gehört habe, mich bitte, diesen Unterricht zu übernehmen. Ich mußte ihm sagen, daß ich nur noch die Zeit von 1—2 Uhr mittags zur Verfügung hätte. Diese wurde angenommen, ebenso meine Honorarforderung, und so gab ich dann wöchentlich 6 Privatstunden von 1—2 Uhr mittags. Da mein Jahresgehalt an der Hochschule 700 fl. = 1200 Mark betrug, so war der Zuschuß recht wohl zu gebrauchen. Damit konnte ich mir von Zeit zu Zeit den Luxus eines warmen Abendessens leisten. Mehr ging nicht wohl an, denn ich hatte noch die militärische

Dienstleistung als Einjähriger vor mir, wozu das Geld erspart werden sollte.

Wie es sonst an der Hochschule zugeht, davon ein Beispiel. Die Studierenden sprachen mir eines Tages den Wunsch aus, sie doch mit dem Indikator und seiner Handhabung bekannt zu machen, da in dem Vortrag und in den Übungen auf dem Gebiete der Dampfmaschinen in dieser Hinsicht so gut wie nichts geschah. Ich entsprach dem in freien Stunden. Eines Tages hatte mein Chef, dessen Assistent ich war, Kenntnis von diesem auf dem Gebiete eines seiner Kollegen liegenden Privatunterricht bekommen und hielt mir eine Standrede, deren Hauptsatz ich gut im Gedächtnis behalten habe. Dieser Satz lautet: „Reitet Sie der Teufel, daß Sie einem ordentlichen Professor ins Handwerk pfuschen. Sie werden das sofort aufgeben!“ Natürlich tat ich das.

Am 16. Juli 1870 erfolgte die Mobilmachung gegen Frankreich und damit die Einberufung zum Militärdienst. Das war ein Aufatmen, eine hohe und herrliche Zeit, über die ich mich nicht weiter zu verbreiten brauche, da Schriften, die das zum Ausdruck bringen, Gemeingut sind. Als Einjährig-Freiwilliger beim Feldartillerie-Regiment Nr. 12 wurde ich kurz vor Ende September nachgesandt und traf vor Paris bei der ersten leichten Batterie der 23. Division ein, mit der ich an der Belagerung von Paris teilnahm, dort bis Mitte März verblieb und den Okkupationstruppen im Norden von Frankreich bis Anfang Juni 1871 angehörte. Heldentaten zu verrichten bin ich als Kanonier nicht in die Lage gekommen, wohl aber habe ich mich bei der Batterie eines gewissen Ansehens erfreut, das der Hauptmann, als ich mich nach der Beförderung zum Oberkanonier (Gefreiten) bei ihm meldete, dadurch zum Ausdruck brachte, daß er mich als Muster der Batterie bezeichnete. In der Hauptsache wahrscheinlich infolge der Unermüdlichkeit, mit der ich meinen Pflichten nachgekommen bin. Wenn alarmiert wurde, war ich in der Regel einer der ersten, die auf dem Parkplatze erschienen. Niemals habe ich mich um eine Arbeit gedrückt, mich eher zu unangenehmen und schwierigen Arbeiten gemeldet, sogar 3 Monate lang das Pferd meines Unteroffiziers zur vollen Zufriedenheit desselben geputzt. Das war dem Anschein nach in den Augen der Leute erheblich mehr, als man von dem Assistenten und Dozenten einer Hochschule erwartete. Ein Teil der Achtung, die ich genoß, hing wahrscheinlich damit zusammen, daß ich auch menschlich Kameradschaft pflegte durch Geben, wenn ich etwas hatte und durch entschiedenes Eintreten für das Recht, wenn Veranlassung dazu vorlag.

Vor Verwundung oder sonstigen Schädigungen, wozu in einem Feldzug viel Gelegenheit geboten ist, hat mich das Geschick bewahrt, wie überhaupt in meinem Leben, das namentlich auch in seinem späteren Verlauf verschiedene Male das bot, was der Engländer a very narrow escape (ein knappes Entschlüpfen vom Tode) nennt.

Ich habe manches Unschöne und Abstoßende, aber auch zuweilen menschlich Schönes erlebt. Unter keinen Umständen möchte ich die Teilnahme am Feldzug 1870/71 in meiner Erinnerung missen. „Es ist im Leben herrlich eingerichtet“, daß in der Erinnerung selbst das Schwere und Schlimme verklärt erscheint. Nach der Kapitulation von Paris gelang überdies der Besuch von Versailles auf einige Tage.

Die vielen Stunden, die ich nachts auf Posten stehend während der Belagerung verbrachte, gaben mir reichlich Gelegenheit, über das menschliche Leben, über mich selbst und über die Lücken, die ich empfand, nachzudenken. Sie schufen in mir den Plan, nochmals 2 Semester meiner Ausbildung zu widmen, wenn sich das ermöglichen lassen sollte. Die am Himmel stehenden Sterne führten mich in diesen Stunden in Gedanken zurück nach der Heimat zu meiner Mutter; ich frug mich, ob sie noch von dem Optimismus beseelt sein werde, den sie besaß, als ich beim Abgang nach Frankreich Abschied nahm und den sie dadurch zum Ausdruck brachte, daß sie sagte: „Ich habe das Gefühl, Du kommst wieder.“ Ich dachte darüber nach, ob es mir durch das Schicksal vergönnt sein werde, meiner Mutter, die sich soviel um mich gesorgt hat und Schweres im Leben zu tragen hatte, einen sorgenfreien und schönen Lebensabend zu bereiten. Die Gedanken gingen weiter zu meiner Großmutter, die mir in der Jugendzeit von den französischen und russischen Soldaten erzählt hatte, die sie in der Napoleonischen Zeit kennengelernt hatte, ferner zu meinen Geschwistern und zu sonst mir lieben Menschen.

Im November 1870 erhielt ich vor Paris einen Ministerialerlaß, durch den mir mitgeteilt wurde, daß mir meine Stelle als Assistent und Dozent am Polytechnikum Stuttgart unter Fortbezug des Gehaltes reserviert worden sei. Als ich dann im Herbst 1871 zurückkam, ergab sich, daß das Gehalt unter diejenigen verteilt worden war, die meine Stelle als Assistent versehen hatten. Mir, der ich glücklich und gesund aus dem Kriege zurückgekehrt war, fiel es nicht ein, deshalb Streit zu beginnen.

Nach Entlassung vom Militär am 1. August 1871 ging ich, da ich bisher noch nicht als Former gearbeitet hatte und das als einen großen Mangel empfand, auf 2 Monate in die Gießerei von

Gebrüder Sulzer in Winterthur, die mir gelegentlich einer Besichtigung im Jahre 1869 als die beste erschienen war, die ich in meinem Leben bisher gesehen hatte. Anfang Oktober 1871 nahm ich meine Tätigkeit an der Hochschule in Stuttgart wieder auf.

Ende Februar 1872 schied ich als Assistent des Polytechnikums Stuttgart aus, um ganz in die Dienste von Professor W. Kankelwitz zu treten. Zunächst lag mir hier die Aufgabe ob, eine Wasserkraftanlage zu entwerfen. Bei dieser Tätigkeit ergab sich als Nebenprodukt meine erste literarische Arbeit: „Über die Ausnützung einer durch gesetzliche Bestimmungen beschränkten Wasserkraft“¹⁾.

Im April sandte mich Professor Kankelwitz, der damals mit dem Bau der Wasserleitung für die Stadt Chemnitz betraut war, nach Chemnitz als Ingenieur zur Führung der Kanal- und Stollenarbeiten für die städtische Wasserleitung. Bei diesen Arbeiten habe ich manchen Einblick erlangt, insbesondere auch die Schwierigkeiten kennengelernt und zu überwinden gehabt, die sich mit den Arbeitern nach dem siegreichen Kriege 1870/71 ergaben und die schließlich 1876 zu dem Reuleauxschen Ausspruch über die deutsche Industrie in Philadelphia führten: „Billig und schlecht.“

Ein großer Teil der Menschen war bequem und träge geworden, oder auch etwas verbittert. Nur dadurch ließ sich eine Besserung erzielen, daß man es den Arbeitern vormachte und gebotenenfalls rücksichtslos, d. h. ohne Rücksicht auf die eigene Person, das tat, was notwendig erschien. Die einfachsten Dinge, so z. B. die Wahl der Entfernung, auf welche man Backsteine werfen konnte, hatte der Ingenieur unter Zuhilfenahme des Bauführers vorzumachen — glücklicherweise hatte ich das alles gelernt — sonst gaben sich die Maurer die Steine gegenseitig in die Hand; sich im Kübel in den Schacht hinunterzulassen, wurde abgelehnt, bis der Ingenieur, im Kübel stehend es vorgemacht hatte usw. Pünktlichkeit bei Beginn der Arbeit war nur durch Vorbild und durch Strenge, sowie durch Rücksichtslosigkeit unter Einsetzung der eigenen Person zu erreichen.

Ich wohnte bei einer Sprachlehrerswitwe, die mehrere Kinder hatte, mit denen mich zu beschäftigen, so oft es die Verhältnisse gestatteten, mir eine Freude war. Kinder habe ich immer gern gehabt; sie waren für mich die menschlichen Repräsentanten der ewig sich verjüngenden Natur. Ich verstand mich gut mit ihnen, habe das wiederholt auch in Frankreich erfahren, wenn ich als Soldat in ein Quartier kam, wo Kinder waren.

¹⁾ Z. V. D. I. 1872, S. 289ff.

Zur Vertiefung meines Wissens bezog ich im Oktober 1872 gegen den Willen meines bisherigen Chefs, der mich durch sehr kräftige Vorstellungen davon abzuhalten suchte, die Technische Hochschule Karlsruhe auf 2 Semester, um den von mir hochgeschätzten Grashof zu hören. Natürlich trieb ich dabei noch manches andere und legte dort auch die Diplomprüfung ab.

Ich stelle gegenüber einer abfälligen Äußerung, die in jüngster Zeit über Grashof zur Veröffentlichung gelangt ist, fest, daß ich bei Grashof in vollem Maße das gefunden und gelernt habe, was mich nach Karlsruhe geführt hat. Allerdings war ich kein Anfänger mehr, sondern konnte beurteilen, was Grashof bot. Die Beurteilung Grashofs, wenn sie eine gerechte sein soll, verlangt eine eingehende, von vollem Verständnis aller Verhältnisse getragene Verfolgung seiner gesamten Tätigkeit, insbesondere auch derjenigen, die er für den Verein Deutscher Ingenieure, namentlich in der Zeitschrift desselben, geleistet hat. Das fragliche Urteil bekundet für jeden, der Grashof gekannt hat und der mit seinen Arbeiten vertraut ist, daß der Urteilende nicht die Unterlagen in sich besaß, Grashof zutreffend zu beurteilen und deshalb richtiger gehandelt hätte, die Fällung eines solchen Urteils zu unterlassen.

IV. Weitere Stellungen in der Industrie.

Nach dem Besuch der Wiener Weltausstellung 1873 ging ich im September nach England, war daselbst als Ingenieur tätig und besuchte, in Woolwich wohnend, abends die Vorlesungen in Kings College in London. Im Frühjahr 1874 rief mich der Befehl zu einer dreimonatigen Militärdienstleistung, beginnend am 1. Mai, nach Deutschland. Die englische Firma, die mich gern behalten wollte, schlug mir die Gewährung einesurlaubes auf 4 Monate vor. Ich zog es jedoch vor, nach Ablauf der militärischen Dienstleistung, die Stelle des Oberingenieurs der Firma Wm. Knaust in Wien anzunehmen. Hier wurden mir, abgesehen von den laufenden Geschäften der eigene Werkstätten besitzenden Firma, die sich besonders mit der Herstellung von Pumpen, Feuerspritzen, Wasserleitungsgegenständen und dergleichen beschäftigte, Aufgaben gestellt, mit denen ich mich bisher nicht befaßt hatte, und die mich deshalb reizten.

Der Chef der Firma, welcher schon seit längerer Zeit bestrebt gewesen war, den Bau von DampfFeuerspritzen einzuführen, und dabei die Erfahrung gemacht hatte, daß diese Einführung ziemlichen Schwierigkeiten begegnete, war, um den DampfFeuerspritzen

den Eingang zu erleichtern, auf die Idee gekommen, Dampf-
spritzen konstruieren und bauen zu lassen, die auch als Loko-
mobile verwendet werden konnten, also Kombination von Loko-
mobile und Dampffeuerspritze. Diese Sonderaufgabe wurde mir
neben der Konstruktion von Dampfspritzen gestellt. Eine Lösung
lag bisher nicht vor, wenigstens war mir eine solche nicht bekannt.
Obgleich ich mir von einer befriedigenden, ja selbst guten Lösung
nicht viel Erfolg in geschäftlicher Hinsicht zu versprechen ver-
mochte, weil die Anforderungen an Dampffeuerspritzen zu Konse-
quenzen führen, die für Lokomobile unerwünscht sind, ging
ich, da der Chef, der nicht Konstrukteur war, an seiner Lieblings-
idee festhielt, mit voller Energie an die Aufgabe, konstruierte
und baute die Dampffeuerspritzen-Lokomobile, die im Frühjahr
1875 fertig wurde. Sie findet sich ausführlich beschrieben in der
Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins
1876, S. 56 ff. und kurz behandelt in meinem Buche: „Die Kon-
struktion der Feuerspritzen“, S. 140 ff. Auf der internationalen
landwirtschaftlichen Ausstellung zu Küstrin im Mai 1875 wurde
die erste Ausführung ausgestellt, im Betriebe als Feuerspritze,
sowie als Lokomobile vorgeführt und von dem Preisgericht der
internationalen Ausstellung durch die Verleihung des ersten Preises,
der goldenen Medaille, beurteilt. Diese Anerkennung, welche die
Firma erhielt, war mir lieb, weil, wie ich angedeutet, ein geschäft-
licher Erfolg nicht zu erwarten stand.

Hinsichtlich der Dampffeuerspritze meiner Konstruktion darf
ich auf das erwähnte Buch verweisen, ebenso hinsichtlich anderer
Arbeiten, betr. Spritzen und Pumpen.

Während meines Aufenthaltes in Wien habe ich an den Ver-
handlungen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-
Vereines lebhaft Anteil genommen. Es war damals ein reges
geistiges Vereinsleben zu beobachten, trotz der Nachwirkungen
des bekannten Krachs 1873.

Ich blieb in Wien bis zu meiner Übersiedlung nach Bautzen
Anfang April 1876, wo ich die Stelle als Direktor und Vorstand
der Aktiengesellschaft Lausitzer Maschinenfabrik vorm.
J. F. Petzold übernahm. Diese Fabrik, jetzt Wagenbauanstalt
und Waggonfabrik vorm. W. C. F. Busch, beschäftigte damals
ungefähr 150 Arbeiter, hatte also die Größe, daß ein tatkräftiger,
mit bedeutender Arbeitskraft ausgerüsteter Mann das ganze Unter-
nehmen nach allen Richtungen durchdringen und in allen wesent-
lichen Einzelheiten durchschlagend beeinflussen konnte. Darin
lag für meine Entwicklung ein großer Vorteil. Hinsichtlich der
inneren und äußeren Verhältnisse, wie ich sie bei meinem Ein-

tritt vorfand, bestanden große Schwierigkeiten, auf die ich nicht näher eingehen will, die aber außerordentliche Ansprüche an meine Arbeitskraft und Widerstandsfähigkeit stellten.

Ich führte u. a. den Bau von Dampfheberspritzen meiner Konstruktion in Deutschland (erste Lieferung an die Feuerwehr in Berlin 1878), sowie den Bau von Wasserrädern usw. mit Erfolg ein, pflegte den Bau von Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Transmissionen usw., konstruierte selbst viel und überwachte die Ausführung — Qualitätsarbeiter mußten damals erst herangebildet und erzogen werden — sowie die Montage, um die Mängel meiner eigenen Konstruktionen sicher kennenzulernen.

Dazu gesellten sich bei dem überaus schlechten Geschäftsgang die großen Schwierigkeiten in der Beschaffung von lohnenden Aufträgen seitens zahlungsfähiger Kunden; der hierzu, sowie zu den Kundenbesuchen erforderliche Zeitaufwand, das Eintreiben der Gelder usw. Es war damals noch häufig üblich, daß man, um zum Geschäftsabschluß zu gelangen, reichlich mittrinken mußte, abends kam man dann in der Familie des Bestellers mit der „gnädigen Frau“ zusammen. Von dem Eindruck, den man dann machte, war es nicht selten abhängig, ob man den Auftrag erhielt. Das alles kostete nicht nur viel Tagesarbeit, sondern verlangte auch einen bedeutenden Teil der Nachtzeit. Diese Tätigkeit trug recht wesentlich zur Steigerung der Menschenkenntnis und zur Erweiterung des Horizontes bei.

War es gelungen, einen größeren Auftrag zu erhalten, dann mußten die erforderlichen Arbeiter von auswärts herangeschafft werden; denn Bautzen und die Umgebung bildeten keinen Speicher für Maschinenbauer. Daß man bei dieser Heranschaffung nicht gerade besonders tüchtige Menschen zu erlangen pflegte, liegt auf der Hand. Dazu kam, daß es jene Zeit war, für die das auf der Ausstellung in Philadelphia ausgesprochene Urteil über die Deutsche Industrie: „Billig und schlecht“ galt und auch zu einem sehr großen Teile als zutreffend anerkannt werden mußte.

1877 wurde ich in die Handelskammer Zittau gewählt.

In diesem Jahre verheiratete ich mich, nachdem meine Einkommensverhältnisse sich so gestaltet hatten, daß ich es voll verantworten konnte, einen eigenen Hausstand zu gründen.

Im Frühjahr 1878 erhielt ich einen Ruf als ordentlicher Professor des Maschineningenieurwesens an die Technische Hochschule Stuttgart. Da nicht abzusehen war, wann die finanzielle Lage des Unternehmens in Bautzen sich bei den damaligen Schwierigkeiten in der deutschen Industrie günstiger gestalten werde, so entschloß ich mich, dem Rufe Folge zu leisten und tat das am 1. Oktober 1878.

V. Tätigkeit als Professor von 1878 an.

Die Professur, auf die ich berufen wurde, war diejenige, welche bisher Professor Christian Müller innegehabt hatte. Wir waren damals drei ordentliche Professoren in der Abteilung für Maschineningenieurwesen, heute sind es 12, wozu noch außerordentliche Professoren, beauftragte Dozenten, Privatdozenten, Institutsbeamte und Assistenten in großer Zahl kommen. Ich muß es mir versagen, so verlockend das auch ist, auf die Entwicklung der verschiedenen Gebiete einzugehen, die ich an der Hochschule in der Zeit von 1878 bis zu meiner Entbindung von den Pflichten am 1. Oktober 1922 zu behandeln gehabt habe — sie sind weit verschiedenartiger gewesen als man heute annehmen wird — ebenso muß ich auf einen Rückblick, betr. die Entwicklung der Technischen Hochschule an sich in dieser Zeit, verzichten. Einen solchen, allerdings sehr kurzen Rückblick habe ich für das 1916 erschienene Jubiläumswerk „Württemberg unter der Regierung König Wilhelms II.“ verfaßt.

Meine Tätigkeit seit 1878 umfaßt rund 48 Jahre. Eine ins einzelne gehende Besprechung der Arbeiten während dieses Zeitraumes müßte zu einer ermüdenden Zusammenstellung führen, die ich vermeiden möchte und nach der auch kein Bedürfnis zu bestehen pflegt. Ich neige zu der Ansicht, daß es genügen dürfte, wenn ich das wesentliche aus meinen Bestrebungen während der Zeit, die ich als Professor tätig gewesen bin, herauschäle, und zu diesem Zweck zunächst das wiederhole, was ich am 28. Sept. 1918 früheren Schülern, Freunden und Fachgenossen gegenüber ausgeführt habe, die an diesem Tage sich zusammengefunden hatten, um die Wiederkehr der Zeit, zu welcher ich in Stuttgart vor einem halben Jahrhundert (i. Okt. 1868) meine Tätigkeit als Assistent sowie Dozent und vor 40 Jahren (i. Okt. 1878) als Professor aufgenommen hatte, zum Anlaß der Errichtung einer Stiftung an der Technischen Hochschule zu nehmen¹⁾.

Hieran gedenke ich zu schließen das Wesentliche aus den Vorworten zu den Maschinenelementen, deren erste Auflage 1881 und deren dreizehnte Auflage 1922 erschienen ist und in welchen Vorreden ich zu den jungen Generationen gesprochen habe, weshalb ich auch den Wortlaut beibehalten werde, der gegenüber diesen

¹⁾ Diese „C. Bach-Stiftung zugunsten der Technischen Hochschule Stuttgart“ betrug Ende 1918 349000 Mark, während das Stiftungskapital der 1917 errichteten „C. Bach-Stiftung für technisch-wissenschaftliche Versuche“ beim Vereine Deutscher Ingenieure (vgl. Z. V. d. I. 1917, S. 358) sich Ende 1917 auf 408500 Mark belief. Was aus beiden Stiftungen infolge der Inflation geworden ist, steht noch dahin.

Lesern gewählt wurde. Wiederholungen lassen sich allerdings auf diese Weise nicht vermeiden; hierfür hoffe ich auf Absolution seitens des Lesers. Ferner beabsichtige ich, zwei meiner Aufsätze aufzunehmen, von denen der eine der heutigen Generation zeigen soll, wie stark die Neigung bei uns ist, ins einzelne gehende behördliche technische Vorschriften aufzustellen, ferner wie man mit Beobachtungen aus dem Betriebe, die auch in wissenschaftlicher Hinsicht von bedeutendem Interesse sind, trotzdem sie eine lange Reihe von Jahren zurückliegen, derartigen Neigungen erfolgreich entgegentreten kann, während der andere Aufsatz erkennen läßt, daß Schwimmen gegen den Strom zuweilen zur Notwendigkeit wird. Soweit als geboten, soll sodann in Bemerkungen das gekennzeichnet werden, was kennenzulernen manchem Fachgenossen auf seinem Lebenswege zur Stärkung des Willens, der Ausdauer usw. dienen kann. Die Überwindung von Schwierigkeiten darf niemals abhalten, das für richtig Erkannte ausdauernd zu verfolgen, deshalb will ich solche Schwierigkeiten, Hindernisse usw. nicht ganz unerwähnt lassen.

Das am Schlusse enthaltene Verzeichnis meiner literarischen Arbeiten und die sonstigen Angaben sollen es ermöglichen, den Lebensgang ins einzelne zu verfolgen, falls das der eine oder andere Leser tun wollte.

Wenn ich auf manche der Schwierigkeiten, die sich im Innern der Hochschule und zuweilen auch außerhalb derselben einem kräftig vorwärtsstrebenden Manne boten und deren Überwindung oft einen sehr bedeutenden Teil seiner Arbeitskraft beanspruchten, nicht eingehe, so geschieht dies absichtlich. Diese Schwierigkeiten liegen zu einem mehr oder minder großen Teil in den Verhältnissen, sowie in den Eigenschaften der in Betracht kommenden Persönlichkeiten, wozu natürlich auch die eigene Person gehört, begründet und müssen eben in geeigneter Weise überwunden werden. Das gehört zu den Kämpfen, die der Mann im Leben zu bestehen hat und denen auszuweichen in neuerer Zeit leider recht üblich geworden ist. Darüber hinterher mich ohne besonderen Anlaß zu verbreiten, geht mir gegen das Gefühl. Erledigte Dinge sind zweckmäßig als solche zu behandeln.

Der Versammlung am 28. Sept. 1918 gegenüber habe ich im wesentlichen folgendes ausgeführt.

Bei Übernahme der Professur standen in erster Linie natürlich die unmittelbaren Verpflichtungen des mir übertragenen Amtes: Unterrichtserteilung, Pflege und Förderung der übernommenen Lehrgebiete. Die Unterrichtsverpflichtung allein — nicht die rechtliche, aber die tatsächliche — betrug in den ersten Semestern

vierundzwanzig Wochenstunden! Für keines der Lehrgebiete konnte ein vorhandenes Lehrbuch oder eine vorhandene Handschrift zugrunde gelegt werden; jeder Vortrag war auf neuer Grundlage auszuarbeiten! Dabei hatte ich mir auf Grund der eigenen Erfahrungen auf meinem Lebensgang ganz besonders zur Aufgabe gemacht: Heranbildung selbständig denkender und selbständig schaffender Ingenieure auf Grund dessen, was die Tatsachen und das Leben lehren. Tatsachen und Erfahrung haben so viel als möglich die Grundlage dessen gebildet, was ich in meinen Vorträgen und Übungen gegeben habe. Stets habe ich auf Tatsachen aufzubauen gesucht, und wo das nicht ausführbar war, wo Voraussetzungen gemacht werden mußten, habe ich es mir angelegen sein lassen, diese möglichst scharf zu beleuchten und sie meinen Zuhörern voll zum Bewußtsein zu bringen. Denn der Ingenieur muß bei der großen Verantwortlichkeit, die er nicht bloß in wirtschaftlicher, sondern auch in strafrechtlicher Hinsicht hat, ein ausreichendes Urteil darüber haben, wie sicher oder unsicher die Grundlagen seiner Rechnungen und damit auch diejenigen seiner Arbeiten sind. Es ist für ihn häufig wichtig, ein Urteil darüber zu haben, was man überhaupt nicht sicher weiß und nicht sicher ermitteln kann. Überkommenen Lehr- und Schulmeinungen habe ich nicht gehuldigt, wenigstens bin ich bestrebt gewesen, mich von solchen Meinungen frei zu halten.

Auf diesem Wege kam ich ganz von selbst dazu, der Berechtigung des bekannten Spruches von dem „Gegensatz zwischen Theorie und Praxis“ den Boden zu entziehen. Zwischen den wissenschaftlichen Grundlagen eines Gebietes und der Praxis kann kein Gegensatz bestehen, wenn die wissenschaftlichen Grundlagen tatsächlich das sind, was man von ihnen erwarten muß. Versteht man unter der Wissenschaft die systematische Anordnung aller Erkenntnisse, die wir über einen Gegenstand besitzen, so kann kein Gegensatz mit den tatsächlichen Verhältnissen vorhanden sein; es kann höchstens etwas noch nicht Bekanntes, noch nicht Aufgeklärtes vorliegen, aber kein Gegensatz.

Der Phrase von dem „Gegensatz zwischen Theorie und Praxis“ wurde allerdings, wie ich nicht unerwähnt lassen darf, Vorschub geleistet durch die Einrichtung des Unterrichts an der Mehrzahl der Technischen Hochschulen. Man gliederte den Unterricht in „theoretische Maschinenlehre“ und in „praktischen Maschinenbau“, wenn ich das kurz so bezeichnen darf. In der theoretischen Maschinenlehre wurden die wissenschaftlichen Grundlagen des Maschinenbaus behandelt, und zwar meist nur soweit sie sich der mathematischen Behandlung zugänglich erwiesen und soweit der

Vortragende sie selbst kannte. Das, was der Vortragende nicht wohl behandeln konnte oder wohl auch nicht behandeln mochte, von dem pflegte er in der Vorlesung zu sagen, das werden Ihnen meine Kollegen, die den praktischen Teil behandeln, geben. Die „praktischen Kollegen“, wenn ich kurz so sagen darf, erklärten von demjenigen, was sie nicht behandeln wollten oder nicht behandeln konnten, das wird der Kollege in seinen theoretischen Vorträgen bringen. Auf diese Weise ergab sich eine Kluft zwischen den Vertretern der beiden Richtungen, in welche von beiden Seiten das hineingeworfen wurde, was ihnen nicht paßte oder mit den Mitteln, die ihnen zur Verfügung standen, nicht behandelt werden konnte. Der Grund für dieses eigenartige Verfahren lag zu einem großen Teil darin, daß man damals eben keine Männer hatte, die nicht nur die wissenschaftlichen Grundlagen, sondern auch die konstruktive, fabrikatorische und wirtschaftliche Seite der ihnen obliegenden Aufgaben beherrschten.

Um über diese Schwierigkeiten hinwegzukommen, war zweierlei erforderlich:

1. Eine ausreichend lange eigene Praxis sowie weitergehende Erfahrungen aus derselben, um jeweils beurteilen zu können, ob das, was in dem einzelnen Fall als Lehre der Praxis hingestellt wurde, auch tatsächlich als zuverlässiges Ergebnis der Erfahrungen aus der Praxis angesehen werden durfte, und

2. scharfe Prüfung dessen, was schulmäßig als wissenschaftliche Grundlage überliefert worden war.

In ersterer Hinsicht standen mir die Erfahrungen aus meiner eigenen Tätigkeit während einer nahezu zehnjährigen Praxis zur Verfügung; sie waren reichlicher, als dieser Zeit nach angenommen werden darf. Ich habe meist weit über die Bürozeit hinaus gearbeitet, habe auch als Fabrikdirektor noch namentlich nachts viel konstruiert — bei Tage waren andere Arbeiten zu leisten, Reisen zu machen, Kunden zu besuchen, Bestellungen hereinzuschaffen usw. — die Ausführung meiner eigenen Konstruktionen in den Werkstätten nach Möglichkeit überwacht, auch die Montagestellen besucht, um meine eigenen Konstruktionsfehler, die ich etwa gemacht hatte, kennenzulernen. Selbstverständlich war es, daß ich mich auch um die Kosten meiner eigenen Konstruktionen eingehend bekümmert habe.

In der zweiten Hinsicht mußte eben gearbeitet, mit offenen Augen durch die Welt gegangen und geforscht werden. So kam ich ganz naturgemäß zu der Erkenntnis, daß der Versuch gepflegt werden müsse. Wie ich die Professur übernahm, war in dieser Hinsicht an unserer Hochschule nicht das geringste vorhanden.

Wie ich mir zu helfen gewußt habe, ist den meisten von Ihnen bekannt. Ich will nur daran erinnern, daß ich, um eine Dampfmaschine zu erlangen, an der die Studierenden sich wenigstens im Indizieren üben konnten, 1880 mit dem Ankauf eines Dampfzylinders begann, dessen Kosten in der Höhe von 1440 Mark in den Etatsjahren 1880 und 1881/82 bezahlt wurden. Bis zu dem Etatsjahr 1885/86 war es unter Beschränkung auf den verfügbaren Lehrmittelfonds möglich geworden, die übrigen, zu einer Dampfmaschine gehörigen Teile, d. h. unter Zurückgabe des Dampfzylinders, eine ganze Dampfmaschine zu erwerben, so daß nun an die Beschaffung des Raumes gegangen werden konnte. Das Ergebnis war nach längeren Bemühungen die Bewilligung der Mittel seitens des königlichen Finanzministeriums zur Erweiterung des vorhandenen Kesselhauses der Zentralheizungsanlage der Technischen Hochschule usw. Das war der Anfang des Ingenieurlaboratoriums, das gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in Berg mit einem Aufwand von rund 600000 Mark errichtet werden konnte, und in dem bei Ausbruch des Krieges ein Dutzend Arbeiter, Techniker und Ingenieure tätig waren.

Um den Mangel an Einrichtungen zur Prüfung und Untersuchung des Verhaltens der Konstruktionsmaterialien zu beseitigen, stellte ich im November 1881 bei dem württembergischen Bezirksverein Deutscher Ingenieure den Antrag, derselbe wolle sich dafür verwenden, daß aus dem Überschuß der damaligen Landesgewerbeausstellung in Stuttgart ein Betrag von 15—20000 Mark zur Errichtung einer Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule bewilligt werde. Das Ergebnis war die Bewilligung von 10000 Mark, die vom k. Finanzministerium durch einen Zuschuß von 6000 Mark ergänzt wurden. Mit diesem Betrag von 16000 Mark wurde die Materialprüfungsanstalt errichtet. Als ich einen Arbeiter für diese Anstalt beantragt hatte, kam der Finanzminister v. Renner selbst, um sich zu überzeugen, ob wirklich ein solcher notwendig sei; ein Zeichen der altwürttembergischen Sparsamkeit! Heute befindet sich die Materialprüfungsanstalt, die mit einem Aufwand von 400000 Mark 1903 errichtet worden ist, in Berg hinter dem Ingenieurlaboratorium. Beim Ausbruch des Krieges waren 37 Arbeiter, Techniker und Ingenieure in ihr tätig, die zum weitaus größten Teile aus den Gebühren bezahlt werden mußten, die für Versuche eingingen, die infolge von Aufträgen aus der Industrie usw. auszuführen waren¹⁾.

¹⁾ Vgl. meinen Vortrag in der Z. V. d. I. 1912, S. 299ff., namentlich S. 301.

Die beiden Institute und die Arbeiten, die aus ihnen hervorgegangen sind, werden den meisten von ihnen bekannt sein¹⁾).

Auf dem skizzierten Wege ist es mir vergönnt gewesen, erheblich dazu beizutragen, die Gebiete, auf denen ich gearbeitet habe, auf eine gesunde und sichere Grundlage zu stellen. Allerdings habe ich auch eine Sünde in den Augen mancher begangen, so z. B. daß ich die Elastizitätslehre, die vorher eine fast reine Geisteswissenschaft war, indem sie, von dem Satz der Proportionalität zwischen Dehnung und Spannung ausgehend, alles durch mathematische Entwicklung leisten wollte, zu einer Erfahrungswissenschaft zu machen suchte, was sie naturgemäß ist und woran heute niemand mehr zweifeln wird.

Daß der skizzierte Weg mit Erfolg beschritten werden konnte, danke ich der Unterstützung durch die Industrie, der Unterstützung der Behörden, insbesondere des der Hochschule vorgesetzten Kultusministeriums²⁾ und der Unterstützung einsichtiger Männer, aber auch, wie ich nicht unerwähnt lassen darf, dem Umstand, daß ich Rufe nach auswärts erhielt: nach Zürich, Berlin und Wien. Daß ich zuweilen auch der vorgesetzten Behörde unbequem wurde, habe ich als ganz natürlich empfunden. Als mir in einem solchen — übrigens seltenen Falle — die Bemerkung wurde: „Wann werden wir endlich Ruhe vor Ihnen haben,“ konnte ich nur antworten: „Wenn ich tot oder pensioniert sein werde!“

Wenn ich heute auf den Weg zurückblicke, so muß ich aussprechen, daß die Schwierigkeiten, die überwunden werden mußten, trotz dieser Unterstützung außerordentlich groß waren und daß es mir wohl nicht gelungen wäre, sie zu überwinden, wenn die Arbeitskraft, die ich fortgesetzt aufzuwenden hatte, weniger stark gewesen wäre. Damit diese Worte nicht als Behauptung dastehen, gestatte ich mir, einige Tatsachen anzuführen. 11 Jahre lang habe ich ohne irgendeinen Assistenten — auch in den Konstruktionsübungen — gearbeitet, darunter 5 Jahre die Versuche der Materialprüfungsanstalt durchzuführen gehabt, ohne Assistenten. In diese 5 Jahre fielen noch dazu die 3 Jahre, während welcher ich — infolge 2maliger Wiederwahl — die Rektoratsgeschäfte der Hochschule zu führen hatte mit dem Erschwernis, daß in dieser Zeit der Verwaltungsbeamte erkrankte, lange Zeit dahinsiechte und schließlich starb. Neben all der Verwaltungsarbeit hatte ich infolgedessen

¹⁾ Vgl. C. Bach: Ingenieurlaboratorium und Materialprüfungsanstalt der Techn. Hochschule Stuttgart, Stuttgart 1915, K. Wittwer.

²⁾ Hierzu gehört u. a. auch die auf Anregung aus industriellen Kreisen zurückgehende Entsendung nach Nordamerika 1893.

auch die Disziplinarsachen der Studierenden usw. selbst zu führen¹⁾. Es war nötig, bis zur vollen Entwicklung der Materialprüfungsanstalt und des Ingenieurlaboratoriums meinen normalen Lehrauftrag (Dampfmaschinen, Dampfkessel, Elastizitätslehre, Maschinenkonstruktionen nebst den sonstigen Übungen), der an und für sich schon eine volle Professur ausmachte, zu besorgen, also gewissermaßen 2 Professuren auszufüllen. Inwieweit mir das gelungen ist, muß ich allerdings Ihnen, meine Herren, die Sie in dieser Zeit meine Schüler gewesen sind, zu entscheiden überlassen.

Während meiner Rektoratstätigkeit habe ich mich auch um Dinge bekümmert, die wahrscheinlich meist unbeachtet bleiben. So z. B. fand ich, daß die besseren Abiturienten der Oberrealschulen des Landes, welche Anstalten doch errichtet worden waren, um den produktiv und wirtschaftlich tätigen Kreisen tüchtigen Nachwuchs zu liefern, sich vorzugsweise dem Lehrfach zuwandten. Ich forschte nach dem Beweggrund. Er bestand in der Regel darin, daß der junge Mann, der in der Schule gut gewesen war und infolgedessen beim Ergreifen des Lehrfaches glaubte, hoffen zu dürfen, in absehbarer Zeit zum Professor aufzurücken, einen bequemen Lebensweg vor sich sah. Durch aufklärende Rücksprache mit den Rektoren der Oberrealschulen, insbesondere mit Rektor Böklen in Reutlingen, gelang es, dieser Neigung mit ausreichendem Erfolge entgegenzuwirken und einen größeren Teil der tüchtigen Abiturienten der Oberrealschulen den Tätigkeitsgebieten zuzuführen, für welche diese Schulen in erster Linie gegründet worden sind.

Zu der unmittelbaren Beanspruchung durch das Amt kamen noch die mittelbaren Beanspruchungen durch die Behörden; ich will in dieser Beziehung nur erinnern an die behördlichen Vorschriften auf dem Gebiete der Dampfkessel²⁾, an die Berufung in das

¹⁾ In die Zeit meiner Rektoratstätigkeit fiel u. a. die Feier des 80. Geburtstages von Friedrich Theodor Vischer. Die Frische, mit welcher dieser an der Feier, namentlich an dem Kommers früh bis gegen 3 Uhr teilnahm, zu beobachten, war eine Freude.

Nach unserem heutigen Emeritierungsgesetz hätte Vischer schon 10 Jahre vorher zur Ruhe gesetzt werden müssen, womit der Hochschule außerordentlich viel — geradezu Unersetzliches — verlorengegangen wäre; denn als es sich später darum handelte, Vischer zu ersetzen, da zeigte es sich bald, daß ein voller Ersatz für ihn überhaupt nicht möglich war.

Leider wurde Vischer einige Monate nach der Geburtstagsfeier aus Anlaß eines Diätsfehlers krank und starb infolge fehlerhafter Behandlung. Namens der Hochschule hatte ich an seinem Grabe in Gmunden seiner großen Verdienste und Bedeutung zu gedenken.

²⁾ Teilnahme an den Beratungen im Reichsamt des Innern als Vertreter des Württ. Ministeriums des Innern, an denjenigen der Deutschen Dampfkessel-Normen-Kommission, des Deutschen Dampfkessel-Ausschusses usw.

Kuratorium der physikalisch-technischen Reichsanstalt¹⁾, 1899 als Sachverständiger für technisch-wissenschaftliche Literatur in das Reichs-Justizamt zu den Beratungen über die Grundzüge eines deutschen Verlagsrechtes, wobei ich Männer wie Nieberding, Gutbrod aus diesem Amte und Schriftsteller wie Sudermann usw. kennenlernte und sah, wie schwer es ist, den Interessen der verschiedenen in Betracht kommenden Kreise ausreichend gerecht zu werden²⁾, in sonstige mehr oder minder behördliche Ausschüsse und Kommissionen³⁾ sowie daran, daß ich die Leitung des Württembergischen Revisions-Vereins seit 1884 zu führen hatte, der damals 2 Ingenieure besaß und dessen Geschäfte sich so entwickelten, daß die Anzahl der Ingenieure bei Ausbruch des Krieges 27 betrug. (Heute beträgt die Zahl der Ingenieure 32 und die der sonstigen Beamten 12, wozu noch 2 Lehrheizer kommen.) Ferner hatte ich eine in die Tiefe und in die Breite gehende Tätigkeit zu leisten: beim Verein Deutscher Ingenieure (vgl. Geschichte dieses Vereins von Theodor Peters bis 1910), sowie in seinem

Meine Tätigkeit behufs Gründung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine, dessen Vorsitz ich seit der Errichtung 1922 führe.

Über meine Stellungnahme gegenüber behördlichen Vorschriften im allgemeinen und gegenüber solchen für Dampfkessel im besonderen, gibt mein Vorwort zu der Schrift „Baumann : Die Grundlagen der deutschen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel“, Berlin 1912, Auskunft.

Hinsichtlich der Neigung zur Ausdehnung behördlicher Vorschriften für Dampfkessel, s. meine Darlegungen in der Z. V. I. 1910, S. 1018ff.: „Zur Frage der zulässigen Abweichungen der Flammrohre von der Kreisform.“ Zur Kennzeichnung dieser bei uns in Deutschland überaus stark vorhandenen Neigung halte ich es für geboten, diese Darlegungen am Schlusse der Schrift aufzunehmen. Vielleicht wächst eine Generation heran, welche hinsichtlich der Fernhaltung solcher ins einzelne gehenden Vorschriften mehr Erfolg hat als es mir beschieden gewesen ist.

¹⁾ Bei Gründung der Reichsanstalt trat Grashof an mich heran, die Zustimmung zu geben, daß ich zur Berufung in das Kuratorium vorgeschlagen werde. Mit Brief vom 13. Mai 1887 bat ich — wenigstens zunächst — von meiner Person abzusehen und nannte Herrn Professor Dr. Dietrich (Elektrotechniker), der auch berufen wurde. Meine Berufung erfolgte 1892, so daß ich noch unter Herrn v. Helmholtz dem Kuratorium angehörte. 1895 trat Herr v. Linde ein, mit dem häufig zusammen zu wirken ich in die Lage kam, wie er dieses in seinen Aufzeichnungen S. 129 erwähnt hat.

²⁾ Auf demselben Gebiete (Akademischer Schutzverein) bin ich später in gemeinsamer Mitarbeit zusammengetroffen mit Männern, wie Wach, Binding, Friedberg, Bücher usw., an die ich mich gern erinnere.

³⁾ Erwähnt hiervon sei nur: 1900 in die Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie, in den 1903 von dieser Stiftung errichteten Eisen-Beton-Ausschuß, der 1906 in den deutschen Eisen-Beton-Ausschuß übergang, 1912 in den Ausschuß des Vereines deutscher Brücken- und Eisenbau-Fabriken (später Ausschuß des deutschen Eisenbau-Verbandes), usw.

Württ. Bezirksverein (vgl. dessen Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens), im Internationalen Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine (siehe dessen Hamburger und Würzburger Normen, sowie die Schrift: „Zwiauer: Berichte, und Vorträge des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine 1875—1914“. Berlin 1923), bei Gründung und Entwicklung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik mit seinen Ausschüssen usw. Dazu kommen noch Aufgaben mehr örtlicher Natur, wie z. B. meine 15jährige Tätigkeit im Bürgerschulrat der Stadt Stuttgart, die Gründung und Förderung des Württ. Goethebundes¹⁾, dessen Vorstand ich seit seiner Gründung am 12. Mai 1900 angehört habe usw. In letzterer Hinsicht erinnere ich mich noch gern der gemeinsamen Tätigkeit mit Männern, wie Baron zu Putlitz, General Pfister, Kommerzienrat Engelhorn, Walter Bloem usw.

Gern habe ich mitgewirkt bei den Beratungen zur Schaffung des deutschen Museums, in der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und im Verwaltungsrat der Helmholtz-Gesellschaft.

Leider ist es mir nicht möglich geworden, den Erwartungen gerecht zu werden, mit denen ich wahrscheinlich zum Senator der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft usw. ernannt worden bin. Ich bedaure das, muß mich aber den Einwirkungen des fortschreitenden Alters fügen.

Hervorheben muß ich die Unterstützung, die meine Bestrebungen in gewissen Richtungen dadurch erfuhren, daß Herr Dr.-Ing. Robert Bosch der Technischen Hochschule 1910 eine Million Mark stiftete zu dem Zweck: Pflege und Förderung der physikalischen Grundlagen der ausführenden Technik, insbesondere des Maschineningenieurwesens einschließlich der Elektrotechnik, sowie des Bauwesens, in erster Linie durch Forschung und sodann durch Unterricht. Ziel des letzteren (Vorträge und Übungen): Sicherung der physikalischen Grundlagen im Wissen und Können der Studierenden. Von der Stiftungssumme wurden bestimmt: 400 000 Mark für das Elektrotechnische Institut, 350 000 Mark für das Ingenieur-Laboratorium, 150 000 Mark für das Physikalische Institut, 100 000 Mark für die Materialprüfungsanstalt. Eine weitere Stiftung des Genannten in Höhe von zwei Millionen Mark (wozu noch die kleinen Beträge kommen, die wir anderen

¹⁾ Vgl. u. a. „Zehn Jahre Volksunterrichtskurse in Württemberg, im Auftrag des Württ. Goethebundes herausgegeben von Hofrat Mattes und Dr. Silberstein Stuttgart 1917. Ferner die von mir bei den deutschen Goethebünden 1912 beantragte Preisausschreibung „Milderung der Klassengegensätze“ Stuttgart 1918/19.

leisteten, die zusammen mit Herrn Bosch die Gründer des Vereins waren) für Gründung des Vereins zur Förderung der Begabten im Jahre 1916 lag ganz im Sinne meiner Bestrebungen zur Milderung der Klassengegensätze. Herr Bosch hat mich auch bei dieser Stiftung zur Mitwirkung herangezogen. Leider sind beide Stiftungen durch die Inflation nahezu vernichtet worden. Demselben Schicksal ist die von mir 1902 beantragte und im gleichen Jahre errichtete Stiftung des württ. Ingenieurvereins verfallen. Sie hatte den Zweck, junge und unbemittelte württembergische Maschineningenieure zu unterstützen, welche die industrielle Tätigkeit des in erster Linie für das Maschineningenieurwesen in Betracht kommende Ausland mit der Absicht, zurückzukehren, gründlich kennenlernen wollten (vgl. Z. V. d. I. 1902, S. 1748 u. 1749).

Eine mir liebe Lebenserinnerung ist die Unterstützung, die ich dem Grafen von Zeppelin von Anfang 1892 angewähren konnte. Kostete diese auch viel Zeit und war sie auch mit manchen nicht angenehmen Umständen verknüpft; sie bleibt mir in der Erinnerung lieb und teuer. Zeppelins Dankbarkeit war manchmal geradezu kindlich treu. Im November 1916, also ein Vierteljahr vor seinem Tode, war er nochmals bei mir vorgefahren und hatte meiner Frau, die ihn fragte, ob sie mir etwas ausrichten könne, geantwortet, er sei nur gekommen, um noch einmal für Alles, was ich für ihn und seine Sache getan habe, zu danken.

Eine besondere Erschwernis für den Professor des Maschineningenieurwesens bildete der Umstand, von dem viele auf der Universität Gebildete kaum eine Ahnung haben, nämlich, daß die Literatur auf dem Gebiete des Maschineningenieurwesens zu einem bedeutenden Teile nicht dem Stand des betreffenden Faches entspricht; sie hinkt naturgemäß nicht selten weit hinterher, infolgedessen der Professor des Maschineningenieurwesens aus der Literatur nicht die Unterstützung erfährt, wie die meisten Professoren auf anderen Gebieten. Vor 40 Jahren war dieser Zustand noch in weit höherem Maße vorhanden als heute.

Ich habe in vorstehendem nur das berührt, was die Fachgebiete an unserer Hochschule betrifft. Daß ich mich auch in anderer Hinsicht um die Weiterentwicklung, den weiteren Ausbau und das Ansehen unserer Hochschule bemüht habe¹⁾, ist Ihnen

¹⁾ Aus letzter Zeit sei nur erwähnt die in gewissen Hinsichten wesentliche Mitwirkung bei Gründung der württ. Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften und sodann die Aufgabe, die ich als Vertreter der Technischen Hochschule in der ersten Kammer hatte und die dahin ging, endlich die Schaffung einer ordentlichen Professur für Volks- und Staatswirtschaft an der Techn. Hochschule des Landes zu erreichen. So selbstverständlich diese Forderung auch war, so wurden

ebenso bekannt wie meine Bemühungen um die Hebung der Leistungen und des Ansehens des Ingenieurstandes. Gestatten Sie mir in bezug auf den letzteren Punkt noch kurz zurückzukommen, namentlich mit Rücksicht darauf, daß in neuerer Zeit in manchen Ingenieurkreisen eine lebhaftere Bewegung eingesetzt hat, die meines Erachtens nicht selten über das erreichbare Ziel hinausschießt. Ich glaube, daß es Sie interessieren wird, aus der Anführung einzelner Tatsachen zu ersehen, in welchem Maße das Ansehen des Ingenieurstandes gewachsen ist. Zu diesem Zwecke gestatte ich mir, aus unserem Lande und aus meiner Erinnerung Ihnen eine Anzahl Einzelheiten anzuführen, die sich allerdings nicht für eine Veröffentlichung eignen und deshalb in einer solchen wegzulassen sind.

Die Steigerung des Ansehens der Technik und der Ingenieure ist erreicht worden durch die gründliche und andauernde Arbeit derjenigen, die auf den Gebieten des Ingenieurwesens, dieses und das Gemeinwohl fördernd, tätig gewesen sind.

Um die jüngere Generation der Ingenieure darauf aufmerksam zu machen, daß die gekennzeichneten Bestrebungen über das Ziel hinausschießen, habe ich reichlich ein Jahr vor dem Kriege folgendes drucken lassen.

Die Technik hat einem großen Teil der Menschen das Leben leichter sowie angenehmer gemacht und ermöglicht der Menschheit, auf einer höheren Kulturstufe zu leben. Daß die Leistungen der Technik, namentlich seit Mitte des vorigen Jahrhunderts ganz außerordentliche gewesen sind, wird niemand bestreiten, ebenso wenig, daß die in ihr forschend, schöpferisch oder leitend tätigen Persönlichkeiten unermüdlich und angestrengt in dieser Richtung weiter arbeiten. Die Technik erscheint mit ihren Leistungen als eine Dienerin der Menschheit, ganz ähnlich wie z. B. die Medizin; nicht aber als eine Beherrscherin derselben. Denn, wie hoch auch die Kulturstufe der Menschheit gehoben werden mag, der Mensch wird in menschlicher Hinsicht doch immer Mensch mit den Eigenschaften desselben bleiben, und Herrscher über die Menschheit wird deshalb derjenige sein, der die Triebfedern des menschlichen Handelns zu erkennen und zu leiten imstande ist. Das schließt natürlich nicht aus, daß Ingenieure in herrschende Stellungen

doch wider Erwarten von maßgebenden Stellen in der Kammer Bedenken erhoben, auf die ich nicht eingehen will. Sie können ebenso wie meine Äußerungen zur Sache in den „Verhandlungen der Württ. Ersten Kammer in den Jahren 1915—1918“ Protokollband 29, S. 1321 bis 1329 nachgelesen werden. Die Befriedigung des Bedürfnisses siegte schließlich, die Professur wurde geschaffen. Ihr erster Inhaber ist der frühere Finanzminister Dr. v. Pistorius.

gelangen und hier erfolgreich tätig sein können, jedoch nicht, weil sie Techniker sind, sondern in der Hauptsache, weil sie die Fähigkeit besitzen, die Menschen gemäß den Triebfedern ihres Denkens und Handelns zu leiten.

Wir älteren Ingenieure sind uns dessen bewußt, wir kennen unsere Bedeutung für die Menschheit und für den Kulturzustand derselben, beanspruchen deshalb auch einen Teil des Platzes an der Sonne, lassen uns aber nicht verleiten, Herrscherstellung über die Menschheit in Anspruch zu nehmen, wie das heutzutage nicht selten von der jüngeren Generation geschieht. Was wir verlangen, ist freie Bahn auch für den Ingenieur; der Tüchtigste soll an die Spitze kommen.

Ich vermag überdies nicht — im Gegensatz zu manchen Fachgenossen — in dem Juristen an sich einen Gegner des Ingenieurs zu erblicken. Aufgabe des Rechtes ist es, die menschlichen Lebensverhältnisse zu ordnen. Infolgedessen wird unter sonst gleichen Umständen derjenige, der sich von vorn herein diese Tätigkeit zur Lebensaufgabe gewählt und sich mit ihr — nicht nur in rechtlicher, sondern auch in wirtschaftlicher Hinsicht — erfolgreich befaßt hat, abgesehen von Sonderfällen, die größere Aussicht haben, zur Ordnung und Leitung der Lebensverhältnisse der Menschen im allgemeinen berufen zu werden, vorausgesetzt, daß er die zum Leiter erforderlichen, übrigens auch beim Juristen nicht sehr häufig anzutreffenden Charaktereigenschaften besitzt. Auf diese kommt es überhaupt mehr an, als die jüngere Generation anzunehmen pflegt.

Man hat den Juristen, insbesondere den Richtern den Vorwurf der Weltfremdheit sowie der Verknöcherung gemacht, und, wie zuzugeben ist, zu einem erheblichen Teil mit Recht. Andererseits aber muß schon heute ausgesprochen werden, daß hervorragende Männer mit voller Kraft und mit Erfolg daran arbeiten, dem Vorwurf die Berechtigung nach Möglichkeit zu entziehen. Im Zusammenhang hiermit glaube ich, die Erfahrung nicht verschweigen zu sollen, die ich im Laufe von rund vier Jahrzehnten gemacht habe und die dahin geht, daß mir die meisten Schwierigkeiten bei Gericht und bei Behörden nicht von den Juristen und Verwaltungsbeamten verursacht worden sind, sondern von den Technikern. Wenn man nachforscht, wem wir in Deutschland die zu weit und zu stark in die Einzelheiten gehenden, die Industrie unnötig und zum Teil schädlich beeinflussenden Vorschriften zu verdanken haben¹⁾, so kommt man zu dem Ergebnis: weit weniger

¹⁾ Vgl. z. B. Z. V. d. I. 1912, S. 1040 ff. oder auch mein Vorwort zu der Schrift von R. Baumann, Berlin 1912, sowie die früheren Veröffentlichungen, auf die daselbst verwiesen ist.

den Juristen und den Verwaltungsbeamten als den Technikern bei den Behörden. Im Interesse der Allgemeinheit und auch der einzelnen Stände liegt es nicht, daß man sich bekämpft, sondern daß man zusammenarbeitet und daß jeder in seinem Wirkungskreise das Beste zu leisten sucht.

Das Ihnen Vorgetragene, sowie meine Ihnen bekannten Bestrebungen, betreffend Milderung der Klassegegensätze, ferner meine Äußerungen, die ich gelegentlich der Ehrung, die mir aus Anlaß der Vollendung des siebenzigsten Lebensjahres von verschiedenen Seiten zuteil wurde, getan habe, haben mir allerdings in der letzten Zeit Anfeindungen, die zu kennzeichnen ich unterlasse, zugezogen; nach einer kürzlich erschienenen Schrift bin ich sogar ein „Ingenieurfeind“. Ich habe nicht darauf geantwortet und werde das auch in Zukunft nicht tun. Ich habe das Bewußtsein, so viel für das Ingenieurwesen und für die Hebung des Standes der Ingenieure und ihres Ansehens gearbeitet zu haben, als meine Kräfte es ermöglichten und so wie es meiner Überzeugung entspricht. Damit muß ich mich bescheiden.

Ich stamme aus einer Zeit, in welcher man davon durchdrungen war, daß nur die Leistungen im Leben das Fortkommen zu sichern imstande seien, daß man jeden Tag sich seine Existenz aufs Neue zu erringen habe. Es ergab sich dabei ganz von selbst, daß die Hauptaufgabe darin bestand, in jeder Stellung, in die man gelangte, so viel zu arbeiten und sie so vollständig auszufüllen, als man vermochte. Das weitere überließ man der Zukunft. Man verlangte insbesondere keinen Schutz mit Rücksicht auf abgelegte Schulprüfungen. Man dachte an kein Monopol; man hätte es auch für unzulässig erachtet, andere nach oben strebende Menschen deshalb zurückzuhalten und sie am Vorwärtskommen zu hindern, weil sie weitergehende Schul- und Studiennachweise nicht besaßen. Ich weiß, daß die deutsche Industrie das, was sie geworden ist, zu einem sehr großen Teil diesem Umstand verdankt, d. h., daß ihre Führer so handelten, als ob sie sich jeden Tag ihre Existenz neu zu erringen hätten und dabei nicht verlangten, in dem Wettbewerb der von unten nach oben strebenden Männer, gleichgültig, welche Bildung diese genossen hatten, geschützt zu sein. Weil ich dieses weiß und weil die Fachgenossen in der Industrie der uns heute feindlichen Länder, ebenso in denjenigen der neutralen Länder, mit welchen Industrien wir nach dem Kriege einen schweren Wettbewerb zu führen haben werden, kein solches Monopol anstreben, wie das leider im vorigen Jahre in Österreich mit Erfolg geschehen ist und wie es nun gewisse Ingenieurkreise auch bei uns zu erreichen suchen, so verlangt es meine Überzeugung, daß

ich mit Entschiedenheit Stellung gegen solche Bestrebungen nehme. Wenn ich mir vergegenwärtige, daß viele Tausende von den Männern, gegenüber denen die Schranke, die einen Teil von ihnen am Aufstieg hindern würde, errichtet werden soll, im Felde stehen, so finde ich keinen Ausdruck, den ich gebrauchen möchte und den ich als ausreichend ansehen kann, um das Vorgehen von akademisch gebildeten Männern, die in der Heimat geblieben sind und welche diese Schranke aufrichten wollen gerade in der Zeit, während die anderen draußen für die Heimat bluten, zu kennzeichnen. Warum wartet man nicht, bis die draußen Stehenden zurückgekehrt sein werden? Wird diese Schranke errichtet, so bedeutet das nicht nur eine schwere Schädigung der deutschen Industrie, sondern auch eine solche der Allgemeinheit; denn für diese hat die Errichtung der Schranke eine weitere Vergiftung unseres Volkslebens zur Folge.

In bezug auf die Ausbildung der Ingenieure habe ich in öffentlichen Äußerungen seit drei Jahrzehnten zum Ausdruck gebracht, daß sich der Ingenieur nicht bloß mit seinen Fachaufgaben, sondern auch mit den Menschen und was diese bewegt, beschäftigen muß. Gestatten Sie mir, daß ich in dieser Hinsicht wiederhole, was ich schon anderwärts ausgesprochen habe.

„Der Entwicklungsgang der Technischen Hochschule aus der Technischen Mittelschule und getrennt von der Universität hat sein Gutes gehabt. Man wird sogar der Meinung sein können, daß die Leistungen der Technischen Hochschulen auf den Gebieten der Ingenieurwissenschaften und für die Industrie weniger bedeutend gewesen sein würden, wenn sie je — etwa als technische Fakultät — an eine Universität angegliedert gewesen wären. Der Entwicklungsgang hatte aber auch seine Schattenseite, die nicht verschwiegen werden darf. Die Studierenden der Technischen Hochschule beschäftigen sich intensiv mit den Fachstudien; mit den Menschen und den menschlichen Eigenschaften pflegen sie sich wenig oder gar nicht zu befassen, während die Notwendigkeit hierzu für den Ingenieur fortgesetzt im Wachsen begriffen ist. Man denke nur, in welchem Maße der soziale Körper der heutigen Menschheit zusammengesetzter, verwickelter und anspruchsvoller geworden ist im Vergleich mit früher, sowie daran, daß hiervon in erster Linie die Industrie, überhaupt die Technik und damit der Ingenieur betroffen wird. Die Aufgaben, die an ihn herantreten, fordern von der Technischen Hochschule, daß sie — es sei ein altes Wort gebraucht — ausreichend humanisiert werde, und zwar im Sinne des Bedürfnisses der heutigen Zeit. Die Technische Hochschule darf nicht nur Fachschule, sondern sie muß auch

Hochschule sein. Der Ingenieur hat hohe Aufgaben nicht bloß auf seinen fachlichen Arbeitsgebieten, sondern auch als Mensch und Staatsbürger.“

Die Anfänge dieser meiner Auffassung gehen zurück bis auf die Zeit, da ich als junger Arbeiter vor rund 55 Jahren (1863) Bebel in einer Arbeiterversammlung sprechen hörte, in welcher er noch als Gegner von Liebknecht und als Anhänger von Schultze-Delitzsch auftrat und den Arbeitern zurief: „Ihr könnt Euch nur durch Sparsamkeit helfen.“ Damals gab es noch keine eigentliche Sozialdemokratie, sie war eben erst in der Bildung begriffen¹⁾. Auf Grund meines Lebensganges glaube ich, die Verhältnisse seit jener Zeit zu überblicken und mir klar darüber zu sein, daß wir in unserer deutschen Sozialdemokratie ein naturgemäßes Produkt unserer deutschen Verhältnisse zu erblicken haben. Ich sage das nicht, um irgendeinen Vorwurf zu erheben. Das liegt mir fern, denn ich weiß, daß in allen Schichten unseres Volkes gefehlt worden ist, sondern ich spreche es aus, weil es im Interesse unseres Vaterlandes gelegen ist, daß jeder in seinen Kreisen sich bemüht, daß unsere deutschen Verhältnisse nach dem Kriege sich anders gestalten möchten¹⁾. Ich erachte das für um so notwendiger, als die Verhältnisse nach dem Kriege wegen der Folgen desselben außerordentlich schwierige sein werden.

Ehe ich schließe, muß ich noch einen Punkt hervorheben, den ich Ihnen, meinen früheren Schülern gegenüber, nicht unterdrücken darf. Mein Lebensgang hat es mit sich gebracht, daß ich viel gearbeitet habe, und daß ich dabei meine eigenen Wege gegangen bin, ausgefahrene Geleise vermieden habe, wenn ich deren Wege nicht für richtig zu halten vermochte. Manches, was schulgemäß für richtig angesehen und überliefert worden war, mußte ich als irrtümlich nachweisen und über Bord werfen. Das hat natürlich denjenigen, die davon betroffen wurden und denen es schwer fiel, von dem Gewohnten abzulassen — sei es infolge vorgeschrittenen Alters, sei es infolge starken Beharrungsvermögens oder aus irgendwelchen anderen Gründen — also durch mich eine mehr oder minder starke Nötigung erfahren, nicht immer Freude bereitet. Mancher Kollege, auch manche Behörde hat das unangenehm empfunden, letztere namentlich dann, wenn ich mich

¹⁾ In diesem Zusammenhang sei noch eine Tatsache angeführt. Wenn ich zu jener Zeit oder auch später, in eine Arbeiterversammlung ging und unterwegs einen Bekannten traf, der mich fragte: „Wohin gehen Sie!“ und ich antwortete: „In die Arbeiterversammlung,“ so pflegte die Bemerkung zu folgen: „Da geht man doch nicht hin!“ Man steckte also den Kopf in den Sand, wie der Vogel Strauß, und sah nicht, was sich entwickelte.

gegen zu weit gehende, die Industrie unnötig beschränkende Bestimmungen zu wenden hatte. Infolgedessen habe ich nicht selten mehr oder minder starke Kämpfe durchzuführen gehabt, wie Herr Reusch bereits hervorgehoben hat, auf die näher einzugehen ich mir hier jedoch versagen muß. Ich habe nach den verschiedenen Richtungen zu kämpfen gehabt, nur nach einer Seite habe ich niemals als Kämpfer auftreten müssen. Das ist Ihnen, meinen ehemaligen Schülern, gegenüber. Die Dankbarkeit meiner ehemaligen Schüler tritt mir aus den Jahrzehnten meiner Lehrtätigkeit und meiner sonstigen Arbeit immer als Bleibendes und Feststehendes entgegen, obgleich die Wege, die meine Schüler mit mir gehen mußten, größere Anforderungen an sie stellten, als die älteren Wege mit ausgefahrenen Geleisen.

Verehrte Anwesende! Gestatten Sie mir zum Schlusse zu gelangen, obgleich ich gern noch manches berührt und auch noch verschiedenes auf dem Herzen hätte, aber ich darf ihre Geduld, die ich schon übermäßig in Anspruch genommen habe, nicht noch stärker anspannen. Ich danke Ihnen, meine ehemaligen Schüler, den Männern, an deren Ausbildung teilzunehmen mir vergönnt gewesen ist, nochmals herzlich für die Ehrung und Stiftung, ich verspreche Ihnen, den Rest meines Lebens, den mir das Schicksal noch zumißt, innerhalb des Bereiches der Möglichkeit nutzbringend für die Wissenschaft, den Staat, das Ingenieurwesen, die Industrie und die Allgemeinheit, wie bisher, zu verwenden und zu arbeiten, solange es die Kräfte gestatten. Zur Bekräftigung der Dankesgefühle, die mich beseelen, lade ich Sie ein, Ihr Glas zu erheben, aber nicht, wie es in normalen Zeiten der Fall sein würde, auf das Wachsen, Blühen und Gedeihen unserer Hochschule, sondern um der Männer zu gedenken, welche als Verteidiger des Vaterlandes an der Front stehen, sei es auf der Erde oder unter der Erde, sei es auf dem Wasser oder unter dem Wasser oder sei es in der Luft. Allen diesen Männern, die soviel für uns, die wir in der Heimat weiter ruhig leben können, getan haben, sei ein dreifaches Hurra gebracht!“

VI. Vorworte zu den Maschinenelementen.

Zur ersten Auflage.

Bei Untersuchung des Verhältnisses, in dem die Ergebnisse der Wöhlerschen Versuche, welche seit einigen Jahren in der Literatur über eiserne Brücken einen so hervorragenden Einfluß gewonnen haben, zu den zulässigen Belastungen stehen, von denen der Maschineningenieur bei Festigkeitsberechnungen auszugehen hat, gelangte ich zu dem Resultate, daß diese zulässigen Inanspruchnahmen, welche im Laufe der Zeit in überaus großer Anzahl als Erfahrungsgrößen entstanden sind und nicht selten unter sich des Zusammenhangs entbehren, zu einem ziemlich Teile die Wöhlersche Beziehung der verschiedenen Bruchbelastungen zueinander ($3:2:1$ für Schmiedeeisen) bestätigen. Dieses interessante Ergebnis lieferte einen neuen Gesichtspunkt, von welchem aus einem stark gefühlten Bedürfnisse Rechnung getragen werden konnte: mehr Ordnung in die große Masse der zulässigen Belastungen zu bringen, als bisher vorhanden war. An diese Arbeit bin ich in der vorliegenden Schrift herangetreten, in der Absicht, den Studierenden des Maschineningenieurwesens und den jüngeren Fachgenossen durch Bloßlegung des Bodens, von welchem aus mit mehr Sicherheit als seither die Erfahrungszahlen bei Dimensionsbestimmungen ermittelt werden können, eine Erleichterung auf dem täglich sich erweiternden Gebiete ihrer Tätigkeit zu verschaffen; aber auch gleichzeitig in dem Bewußtsein, daß es niemals möglich sein wird, die unzählige Menge der oft von Ort zu Ort wechselnden Rücksichten technischer, geschäftlicher und allgemein menschlicher Natur, welche der Maschineningenieur immer und immer wieder bei seinen Arbeiten zu nehmen hat und deren Beachtung eben zur Charakteristik des gediegenen Konstrukteurs gehört, in das Prokrustesbett einer oder mehrerer Zahlen zu zwingen.

Der ausgesprochene Zweck brachte es mit sich, daß den Formänderungen eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken war. Denn da, wo eine höchstens zulässige Durchbiegung, Verdrehung usw. die Abmessungen bestimmt, ist im allgemeinen eine Rechnung mit zulässiger Belastung in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht mehr richtig.

Diese ist dann selbst eine Funktion der Form und Größe des in Frage stehenden Körpers.

Dabei wurde festgehalten — und wie ich glaube mit Erfolg —, daß die ausgedehnte Anwendung der Rechnung seitens des Ingenieurs möglichste Einfachheit des rechnerischen Apparates zur Voraussetzung hat. Aus diesem Grunde unterblieb auch die Aufnahme von Gleichungen, welche die zulässige Belastung als Funktion der Grenzspannungen liefern. Für einfache und viel Material fordernde Konstruktionen, wie z. B. Brücken, sind dieselben ganz am Platze. Für die Elemente des Maschinenbaues erscheinen sie mir als das Bessere, welches des Guten Feind ist.

Aus hiermit verwandtem Grunde glaubte ich auch, auf Verwendung der graphischen Statik verzichten zu sollen. Wer mit dieser Methode vertraut ist, dem wird nicht entgehen, in welchen Fällen, deren Anzahl hier übrigens gering ist, ihre Benützung von Vorteil sein kann. Für andere Leser hätten die wichtigsten Sätze der Graphostatik erst gelehrt werden müssen.

Die Pressungen in den Berührungsflächen aufeinander gleitender Teile, sowie die Umsetzung eines Teiles der hiermit verknüpften Reibungsarbeit in Wärme erfuhren die ihnen gebührende Berücksichtigung.

Weiter stellte ich mir die Aufgabe, nach Möglichkeit dazu beizutragen, daß der in der Literatur noch immer ziemlich verbreiteten Methode der Verhältniszahlen der Boden entzogen werde. Dieselbe verleitet den Anfänger im Konstruieren zum mechanischen Arbeiten und ist tatsächlich — wie jeder ausführende Ingenieur weiß — ganz unpraktisch. Immer erfolgt die Bestimmung der Abmessungen unmittelbar aus den wirkenden Kräften, sofern nicht Rücksichten auf Herstellung, Transport, Montage oder Abnützung maßgebend sind.

Die bedeutende Zahl von Beispielen, welche das Buch enthält und die zu einem großen Teile eigenen Ausführungen entnommen sind, dient nicht nur den soeben ausgesprochenen Bestrebungen und dem Zwecke, das Verständnis des allgemein Hingestellten zu fördern oder dieses zu ergänzen, sondern soll auch zeigen, in welcher Weise beim Entwerfen vorzugehen ist. Erfahrungsgemäß wird der einzuschlagende Weg von den Studierenden sehr hart gefunden. Die Durcharbeitung der Beispiele greift hier erleichternd ein.

Hinsichtlich der Herstellung der Maschinenelemente sind meist nur die nötigen Andeutungen gemacht, einmal, weil diese Erörterungen in das Gebiet der Technologie gehören, zweitens, weil hier Vorzügliches (z. B. in den v. Reicheschen Arbeiten) vorhanden ist und Mäßigung bezüglich des Umfanges des Buches angezeigt erschien, drittens — und das ist für mich der Hauptgrund —, weil ein im Interesse der Industrie erfolgreiches Studium des Maschinenbaues von dem jungen Techniker

voraussetzt, daß er womöglich eine zweijährige praktische Tätigkeit in der Werkstatt hinter sich hat¹⁾, für welche die

¹⁾ In dieser Hinsicht ist es von Interesse, den Fortschritt zu verfolgen, welchen die Wertschätzung der Werkstatttätigkeit inzwischen gemacht hat.

Die k. preuß. Prüfungsvorschriften für Maschineningenieure vom 27. Juni 1876 verlangten von denjenigen, welche die nach Abschluß der wissenschaftlichen Ausbildung zu erstehende erste Staatsprüfung ablegen wollten, den Nachweis einer Werkstatttätigkeit nicht; erst von denjenigen, welche zur zweiten Staatsprüfung sich meldeten, wurde „eine zweijährige praktische Beschäftigung gefordert, von welcher mindestens 6 Monate zum Arbeiten in einer Werkstätte verwendet sein müssen.“

Die großherzogl. badische landesherrliche Verordnung vom 21. März 1878, die Staatsprüfung der Maschineningenieure betreffend, verlangt Werkstatttätigkeit als Zulassungsbedingung weder bei der Vorprüfung noch für die Hauptprüfung.

Bei den im Jahre 1879 begonnenen Beratungen, betreffend die Einführung von Staatsprüfungen für Maschineningenieure in Württemberg, stellte Verfasser als Mitglied der hierzu berufenen Kommission den Antrag, eine „mindestens einjährige Werkstatttätigkeit“ als Zulassungsbedingung zur ersten Staatsprüfung zu verlangen. Die durch k. Verordnung vom 23. Mai 1883 erlassenen württ. Prüfungsbestimmungen enthalten diese Bedingung, welche auch in die Vorschriften für die Maschineningenieur-Diplomprüfung an der Techn. Hochschule Stuttgart aufgenommen wurde.

Bei Neuregelung der Staatsprüfungen im Baufach in Preußen 1886 (Ministerialerlaß vom 6. Juni 1886) wurde nach dem Vorgange Württembergs hier ebenfalls die Forderung einer einjährigen Werkstatttätigkeit, und zwar als Bedingung für die Vorprüfung aufgestellt, jedoch zugelassen (§ 13), daß dieses „Elevenjahr“ nach Ablauf von 6 Monaten unterbrochen werden darf, aber spätestens noch vor Ernennung zum Regierungsbauführer (also nach Ablegung der ersten Staatsprüfung) zu vollenden ist.

Die k. sächsischen Vorschriften über die Ausbildung und Prüfung für den höheren technischen Staatsdienst im Baufache vom 1. Juli 1888, sowie die großherzogl. hessische Verordnung, denselben Gegenstand betreffend, vom 10. Juli 1889, haben sich den preußischen Bestimmungen angeschlossen. Die anderen Staaten folgten.

Die Vorschriften der Diplomhauptprüfung für Maschineningenieure sämtlicher Techn. Hochschulen des Reiches, welche Prüfung in allen deutschen Staaten an die Stelle der ersten Staatsprüfung getreten ist, fordern eine einjährige Werkstatttätigkeit als Zulassungsbedingung.

Sonach sind die Abiturienten, welche sich dem Maschineningenieurwesen widmen, veranlaßt, mindestens ein Jahr praktisch zu arbeiten.

Die im Jahre 1885/86 angestellte Untersuchung des V. d. I. ergab, daß von 658 zum größten Teile in leitenden selbständigen Stellungen befindlichen Ingenieuren, welche die Umfrage beantworteten, 95⁰/₁₀₀ praktisch gearbeitet hatten, und zwar jeder durchschnittlich 2¹/₄ Jahre. Für Überflüssigkeit des praktischen Arbeitens sprachen sich nur zwei (nicht im praktischen Leben stehende) Mitglieder jenes großen Vereines aus!

Über die aus neuerer Zeit stammenden, auch die Werkstatttätigkeit berührenden Beschlüsse des V. d. I., betreffend die Ausbildung der Ingenieure und die Ingenieurlaboratorien, welche Beschlüsse aussprechen, daß die Werkstatttätigkeit mindestens ein Jahr dauern, vor Beginn der Fachstudien beendet sein soll und als Zulassungs-

Schule trotz aller Bestrebungen niemals genügenden Ersatz bieten kann. Die Schule macht — meiner Meinung nach — einen großen Fehler, wenn sie das lehren will, was die Werk-

bedingung zu den staatlichen wie akademischen Abschlußprüfungen zu fordern ist, vergleiche dessen Zeitschrift 1895, S. 1212f., insbesondere S. 1215, Ausspruch Ziff. 9, ferner S. 1272, Ziff. 14, S. 1421 und 1422: überdies S. 417f., namentlich S. 418, rechte Spalte unter D. Siehe ferner Jahrgang 1897 genannter Zeitschrift, S. 150 und 151, wonach solche junge Männer, welche das Reifezeugnis einer Vollanstalt nicht erworben haben, als außerordentliche Studierende des Maschineningenieurwesens einschließlich Elektrotechnik und Schiffbau sollen eingeschrieben werden können, wenn sie sich über den Besitz wenigstens der wissenschaftlichen Befähigung zum einjährig-freiwilligen Militärdienst und über eine mindestens dreijährige erfolgreiche praktische Tätigkeit ausweisen können. Vgl. auch S. 140 bis 142 daselbst, insbesondere den Schluß. In der Denkschrift, welche vom Vorstande des V. d. I. unterm 25. Juli 1898 der k. preußischen Regierung übergeben worden ist, wird die mindestens einjährige Werkstatttätigkeit für die Abiturienten der Vollanstalten zur Vorbedingung der Einschreibung als Studierender des Maschineningenieurfachs erhoben. Vgl. die genannte Zeitschrift 1898, S. 1076, Ziff. 2, a.

Einen Beitrag des Verfassers zu der Frage: Bietet die deutsche Industrie den zukünftigen Maschineningenieuren Gelegenheit zur Werkstattausbildung? enthält die Z. V. d. I. 1895, S. 538 und 539. Er liefert gegenüber den in einem großen Teile Deutschlands üblichen Klagen, daß die Industrie keine oder nur unzureichende Gelegenheit zur Werkstatttätigkeit gebe, den Nachweis, daß die württembergischen Maschinenfabriken der Technischen Hochschule Stuttgart, welche die Werkstatttätigkeit schon seit langer Zeit verlangt, entgegenkommend ausreichende Gelegenheit hierzu bieten und gelangt zu dem Schluß, daß dieser Zustand auch in dem übrigen Deutschland, falls er noch nicht vorhanden ist, herbeigeführt werden kann, wenn die Sache von tatkräftigen Persönlichkeiten in die Hand genommen wird.

Daß die Werkstatttätigkeit nicht bloß den Zweck der Aneignung gewisser Handfertigkeiten, des Kennenlernens der Materialien und ihres Verhaltens bei der Bearbeitung, der Handhabung der Werkzeuge und Werkzeugmaschinen, des Kennenlernens der im Maschinenbau üblichen Formen usw. hat, sondern daß sie auch einem auf ganz anderem Gebiete gelegenen Zwecke zu dienen hat, wird häufig übersehen. Das Statut für die Diplomprüfungen der Abteilung für Maschineningenieurwesen der Techn. Hochschule Stuttgart, sowie die württembergischen „Vorschriften über die Werkstatttätigkeit der Kandidaten des Maschineningenieurfaches vor Ablegung der Vorprüfung und über die praktische Ausbildung der Regierungsbauführer dieser Fachrichtung“ besagen in dieser Hinsicht: „Der unmittelbare Verkehr mit den Arbeitern und die eigene Mitarbeit unter den gleichen Verhältnissen, unter denen diese tätig sind, sollen außerdem dazu beitragen, daß der Maschinenbaubeflissene die Arbeiter richtig beurteilen und behandeln lernt.“

Um namentlich in Preußen die nötigen Stellen für eine zweckmäßige praktische Ausbildung zu sichern, sind 1900 von Prof. Riedler beim V. d. I. usw. anregende Schritte getan worden. Das Ergebnis war, daß der von Vertretern technischer Hochschulen und der folgenden zehn Körperschaften: Verein deutscher Ingenieure, Verein deutscher Eisenhüttenleute, Verein deutscher Maschinenbauanstalten, Verband deutscher Elektrotechniker, Verein deutscher Werkzeugmaschinenfabriken, Schiffbautechnische Gesellschaft, Verein deutscher Eisen- und

der Richtung, welche durch meine 1889/90 erschienene Arbeit „Elastizität und Festigkeit. Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage“ gekennzeichnet ist. Naturgemäß waren in diesem Abschnitt, wie auch in den folgenden die Ergebnisse der bis auf die jüngste Zeit reichenden Versuche heranzuziehen, ebenso, wie es sich nicht vermeiden ließ, die Beseitigung und Ersetzung des Alten durch eine mehr oder minder eingehende Kritik desselben ausreichend zu begründen. Gerade hierdurch glaube ich, das Durchdringen des Gegenstandes und die Bildung eines eigenen Urteils wesentlich zu fördern. Abgesehen von erstmals auftretenden Gleichungen usw., haben insbesondere die Erfahrungszahlen, die Koeffizienten der Elastizität und Festigkeit vollständige Durcharbeitung und umfassende Ergänzungen nach verschiedenen Richtungen hin erfahren.

Bei den Nietverbindungen bin ich auf Grund eingehender Beschäftigung mit der Sache dazu gelangt, den Widerstand gegen Gleiten für das der Regel nach in erster Linie Maßgebende zu halten und hieraus den Grundsatz abzuleiten, daß bei Herstellung einer Nietverbindung dahin zu trachten ist, diesen Widerstand möglichst groß zu erzielen. In der seither üblichen Berechnungsweise und in der hieraus fließenden Gleichgültigkeit des Konstrukteurs wie der Werkstatt gegenüber der Höhe des Gleitungswiderstandes erblicke ich einen Hauptgrund für die ungenügende Haltbarkeit mancher Eisenkonstruktionen.

Die seit einem halben Jahrhundert oft erörterte Frage der erforderlichen Wandstärke der Flammrohre von Dampfkesseln dürfte durch das auf S. 147 bis 160 Gegebene eine dem heutigen Stande unserer Erkenntnisse entsprechende Lösung gefunden haben.

Das Kapitel über Nieten und Nietverbindungen enthält außer dem Erwähnten noch manches Neue.

Der Abschnitt über Zahnräder ist namentlich durch Behandlung der Räder mit Winkelzähnen erweitert worden. Die Reibungsräder sind der gestiegenen Bedeutung gemäß besprochen; ihrer Berechnung wurden Erfahrungszahlen aus dem Betriebe zugrunde gelegt.

Der Riemenbetrieb ist auf Grund des S. 232 unter III hervorgehobenen, durch meine Versuche mit Treibriemen festgestellten Satzes behandelt worden. Der Bestimmung der richtigen Scheibenlage bei geschränktem Riemen wurde näher getreten, ebenso einer genauen Ermittlung des Geschwindigkeitsverlustes durch Gleiten und des tatsächlichen Übersetzungsverhältnisses usw. Auch der Seilbetrieb bietet in den Einzelheiten verschiedenes Neue.

Im Abschnitt Zapfen, der eine bedeutende Erweiterung erfahren hat, wurde Wert auf Klarstellung der einzelnen Einflüsse gelegt, soweit

dies eben zur Zeit möglich ist. Die Erfahrungszahlen sind abgeleitet aus bewährten Konstruktionen und erstrecken sich namentlich auch auf solche Maschinen, welche hohe Umdrehungszahlen oder große Zapfengeschwindigkeiten besitzen.

Bei den Achsen und Wellen hat der Umstand, daß die Gesamtformänderung, namentlich die Durchbiegung, ziemlich häufig immer noch nicht diejenige Beachtung findet, welche ihr zukommt, zu ausführlicheren Darlegungen in dieser Richtung veranlaßt.

Die Abschnitte über Kupplungen und Lager wurden erweitert und das letztere Kapitel noch durch Angaben über Rollen- und Schneidnager ergänzt.

Die Maschinenelemente der geradlinigen Bewegung erfuhren nach verschiedenen Richtungen hin Ergänzungen.

Neu ist das Kapitel Kurbelgetriebe, dessen Aufnahme mit der Steigerung der Umdrehungszahl vieler Maschinen bei dem Einflusse, den dieselbe auf die Konstruktion gewisser Maschinenteile äußert, sich nicht mehr vermeiden ließ.

Bei den Kurbeln wurde u. a. Wert auf genaue Beurteilung der Inanspruchnahme des Armes gelegt.

Die Abschnitte über Schubstangen und Geradführungsteile wurden ergänzt; der letztere insbesondere auch durch weitere Ausführung des Einflusses der Durchbiegung gewisser Teile.

Unter Zylinder ist die Berechnung der Zylinder- sowie der Schieberkastendeckel ausführlich besprochen; namentlich aus Anlaß schwerer Unfälle, welche im Laufe der letzten Jahre sich ereignet haben.

Im ganzen wie auch bei Einzelheiten mußte, schon um die Herstellungskosten des Buches innerhalb einer gewissen Grenze zu halten, eine entsprechende Beschränkung geübt werden.

Ob es gelungen ist, die Unvollkommenheiten, mit welchen das gegebene Neue und auch manches Alte der Natur der Dinge nach behaftet zu sein pflegt, innerhalb der zulässigen Grenze zu halten, das zu entscheiden muß ich dem Urteile der Fachgenossen überlassen.

Wenn an einzelnen Stellen Irrtümer sowie mangelhafte Konstruktionen besonders hervorgehoben wurden, so geschah dies auf Grund meiner Erfahrungen, nach welchen die Angabe des für richtig Erkannten an sich nicht ausreicht, um vor üblichen Fehlern zu bewahren. Die Hervorhebung derselben ist es vorzugsweise, welche hier Abhilfe bringt. Weiß doch jeder erfahrene Ingenieur, daß man aus den Fehlern — den eigenen, wie denjenigen anderer — das meiste zu lernen pflegt.

Stuttgart, im Juli 1892.

Zur fünften Auflage.

Die fünfte Auflage, welche in bedeutend größerer Zahl gedruckt werden wird, hat in bezug auf Abbildungen eine Erweiterung durch sieben Tafeln und eine große Anzahl von Textfiguren erfahren. Die Vermehrung des Textes ist eine entsprechende. Sie erstreckt sich namentlich auf die Abschnitte: Elastizität und Festigkeit, Schrauben, Nieten und Verbindungen, Zahnräder, Reibungsräder, Riemen- und Seilbetriebe, Achsen und Wellen, Kupplungen, Trag-, Spur- und Kamm-lager, Seile und Ketten mit Zubehör, Kolben, Stopfbüchsen, Schubstangen, Zylinder, Rohre.

Zu einem Teile sind die erstmals auftretenden Darlegungen dem entnommen, was in meinen Vorträgen über Elastizität, Dampfmaschinen und Dampfkessel schon seit Jahren zur Behandlung gelangt, wie z. B. das auf S. 180, S. 234f., S. 389 und 390, S. 416 bis 420, S. 529 und 530 usw. Gegebene.

Soweit es die Verhältnisse gestatten, sind die Ergebnisse der Versuche bis auf die neueste Zeit, ebenso die vorliegenden Erfahrungen berücksichtigt; in mehr als einem Punkte bin ich bestrebt gewesen, durch Sonderbetrachtungen einen Einblick zu ermöglichen, der tiefer geht als bisher.

Das Buch hat sich einen weit größeren Kreis errungen, als ich jemals auch nur hätte hoffen dürfen. Damit aber wachsen naturgemäß die Ansprüche an dasselbe. Bei der geradezu erstaunlichen Raschheit der Entwicklung des Maschineningenieurwesens einerseits und der menschlichen Unzulänglichkeit andererseits ist es dem einzelnen einfach unmöglich, sich auf allen in Betracht kommenden, zum Teil sehr weit ausgedehnten Gebieten vollständig auf dem Laufenden zu erhalten. Ich bitte deshalb alle diejenigen jüngeren und älteren Fachgenossen, welche ein Interesse daran nehmen, daß die Literatur der Ingenieurwissenschaften dem jeweiligen Stande des betreffenden Gebiets nach Möglichkeit entspricht — bekanntlich eine überaus schwere, wegen der in der Industrie durch geschäftliche Rücksichten veranlaßten Zurückhaltung nur teilweise erfüllbare Aufgabe — mich auf die Unvollkommenheiten des Buches unmittelbar aufmerksam zu machen. Ich werde dies jederzeit dankbar begrüßen.

Das Ziel, welches ich mir vor 17 Jahren beim Übertritt aus der Industrie zur Lehrtätigkeit gesteckt habe: Heranbildung selbstständig denkender und selbstständig schaffender Berufsgenossen auf Grund dessen, was das Leben lehrt, und das für meine Arbeiten bedeutete: Vertiefung und Erweiterung unserer Erkenntnisse auf den in Frage kommenden Gebieten durch Aufbau der Darlegungen — soweit als jeweils möglich — auf dem Boden der

Wirklichkeit, wird auch für die Zukunft im Interesse der Allgemeinheit und zum Zwecke der Förderung der gesamten Technik für mich leitend sein.

Stuttgart, Anfang Oktober 1895.

Zur sechsten Auflage.

Die sechste Auflage wurde durch eine Menge Einzelheiten, welche nahezu alle Abschnitte betreffen und sich auch auf eine große Anzahl von Abbildungen erstrecken, in einem Umfang ergänzt, wie es mir bei der Kürze der Zeit möglich war. Sie wird, nachdem die Verlagsbuchhandlung drei Monate nach Erscheinen der fünften Auflage trotz bedeutender Verstärkung derselben genötigt war, um Fertigstellung der Handschrift für eine neue Auflage zu ersuchen, in einer noch weit höheren Anzahl gedruckt werden.

Einige Forschungsergebnisse aus neuester Zeit mußten, da der Druck schon im Jahr 1896 begonnen hatte, nachträglich (S. 686 bis 702) angefügt werden.

Nachdem das Vorgehen des Vereines deutscher Ingenieure, betreffend die Errichtung und weitere Ausgestaltung von Ingenieurlaboratorien an den technischen Hochschulen Deutschlands (vgl. dessen Z. 1895, S. 1212f., namentlich S. 1215, Ausspruch Ziff. 1, 2f.¹⁾, S. 1272, Ziff. 14,

¹⁾ Diese Aussprüche lauten:

„1. Die technischen Hochschulen haben nicht nur die volle wissenschaftliche Ausbildung zu gewähren, deren der tüchtige Ingenieur im Durchschnitt bedarf, sondern sie müssen, entsprechend ihrer Aufgabe als Hochschulen, auch denjenigen, welche eine weitere Vertiefung ihres Wissens und Könnens anstreben, die Gelegenheit hierzu bieten.

2. Die Einrichtung bzw. weitere Ausgestaltung von Ingenieurlaboratorien an den technischen Hochschulen ist dringend erforderlich; hierzu sind einmalige und laufende Mittel in ausreichendem Maße zu gewähren“ usw.

In neuerer Zeit ist behauptet worden, daß sich die Notwendigkeit herausgestellt habe, bei der Ausbildung der Ingenieure zwei Richtungen zu unterscheiden: eine konstruktive und eine experimentelle, analytische. Zur Stützung dieser Ansicht wird der Ausspruch Ziff. 1 herangezogen (vgl. Z. V. d. I. 1898, S. 1276). Da dieser Ausspruch von dem Verfasser herrührt (vgl. Jahrgang 1895 der genannten Zeitschrift, S. 1215), und seines Erachtens es nicht im Interesse der deutschen Industrie liegen würde, daß Maschineningenieure an den technischen Hochschulen herangebildet werden, welche in den Konstruktionssälen nicht ausreichend geübt haben, so erachtet er sich zur Vermeidung mißverständlicher Auffassung für verpflichtet, folgendes festzustellen. Der Satz Ziff. 1 spricht sich nicht dafür aus, daß zwei Richtungen bei der Ausbildung der Ingenieure unterschieden werden sollen: eine konstruktive und eine experimentelle, analytische, sondern dafür, daß diejenigen, welche ihre normale, durch die Konstruktionssäle und die Labo-

S. 1421 und 1422, überdies S. 417f., sowie 1984, S. 1351f.) eine sehr erfreuliche Wirkung geäußert hat — selbst über die Grenzen des Reiches hinaus —, so steht zu erwarten, daß die Zahl der auf den Gebieten des Maschineningenieurwesens forschend tätigen Mitarbeiter bedeutend wachsen und daß infolgedessen die Vertiefung und Erweiterung unserer Erkenntnisse erheblich raschere Fortschritte machen werde als bisher.

Stuttgart, Anfang April 1897.

Zur achten Auflage.

Die neue Auflage unterscheidet sich von der vorhergehenden durch eine große Zahl von Ergänzungen und Abänderungen, veranlaßt durch die Entwicklung auf den in Betracht kommenden Gebieten. Gern würde ich hierbei noch weiter gegangen sein, wenn es die Inanspruchnahme durch andere Arbeiten gestattet hätte.

Der Umstand, daß die jetzige Ausgabe des vor zwei Jahrzehnten erstmals erschienenen Lehr- und Handbuches mit Beginn eines neuen Jahrhunderts in die Öffentlichkeit tritt, läßt es angezeigt erscheinen, einige Bemerkungen allgemeiner Art an die jungen Fachgenossen zu richten, in deren Hände das Buch gelangt.

Die Fortschritte, welche auf den Gebieten des Maschineningenieurwesens und in der Ausbildung der Ingenieure gegen Ende des letzten Jahrhunderts zu verzeichnen sind, müssen als ganz außerordentliche gewürdigt werden. Im Zusammenhange hiermit ist das Ansehen des Ingenieurstandes bedeutend gestiegen und hat sich die früher häufig beklagte Einseitigkeit bei der Abschätzung der Ingenieurstätigkeit ganz wesentlich vermindert. Die technischen Hochschulen sind durch Verleihung des Promotionsrechtes auch im letzten Punkte den Universitäten gleichgestellt worden. Das alles ist erreicht worden durch die gründliche und ausdauernde Arbeit aller derjenigen, die auf den Gebieten des Ingenieurwesens, dieses und das Gemeinwohl fördernd, tätig gewesen sind.

ratorien führende Ausbildung erhalten haben, und welche dann noch das Bedürfnis empfinden, sich eine darüber hinausgehende Ausbildung, insbesondere auf dem Gebiete der Physik, Chemie und Mathematik, anzueignen, die Gelegenheit hierzu an den technischen Hochschulen gegeben werde. (Vgl. auch Z. V. d. I. 1899, S. 166; S. 355f.)

Im übrigen kann sich der Verfasser damit nur einverstanden erklären, daß den Studierenden des Maschineningenieurfaches namentlich gleich von Anfang des Studiums an ein vorzüglicher Unterricht in der Physik geboten und daß für die Heranbildung tüchtiger, mit den Bedürfnissen des Ingenieurwesens genügend vertrauter Lehrkräfte auf dem Gebiete der Physik Sorge getragen wird.

Die in voller Leistungsfähigkeit schaffenden Ingenieure — das Wort im weitesten Sinne genommen —, insbesondere aber die jüngere Generation der Ingenieure übernehmen dieses Erbe mit der Verpflichtung, in gleicher Weise für weiteren Fortschritt besorgt zu sein. Da ist es namentlich eine Seite in dem Entwicklungsgange der jungen Ingenieure, welche meines Erachtens bisher arg vernachlässigt worden ist und die deshalb besonderer Pflege bedürftig erscheint.

Der Industrielle hat mit zwei grundverschiedenen Materialien zu tun: mit dem toten und mit dem lebenden. Zu den ersteren zählen die Stoffe, welche zu verarbeiten sind, die Werkstätten mit ihren Einrichtungen, insbesondere mit den Maschinen und Werkzeugen nebst Zubehör. Das lebende Material bilden die Arbeiter einschließlich der Beamten. Die heutige Ausbildung des Ingenieurs — ich meine damit nicht bloß die schulmäßige — ist fast ausschließlich darauf gerichtet, ihn hinsichtlich der Erkenntnis und Behandlung des leblosen Materials zu befähigen; sie legt dagegen nur geringen oder doch ungenügenden Wert auf die Entwicklung der Fähigkeit, das lebende Material richtig zu erkennen, demgemäß zu behandeln und zu beurteilen. In dieser Richtung geschieht meist wenig, zum Teil nichts. Damit hängt es dann auch zusammen, daß vielen der jungen Ingenieure die Fähigkeit abgeht, die Arbeiter so zu behandeln wie erforderlich. Der junge Ingenieur lebt in der Regel so, als ob ihn die ganze Arbeiterfrage nichts angehe. Daher die betäubende Erscheinung, daß viele Tausende von Ingenieuren außerhalb der Werkstätten und der Arbeitsplätze fast vollständig ohne Fühlung mit den Arbeitern sind. Und doch ist der Ingenieur der berufene Führer und Leiter der Arbeiter bei den Werken des Friedens¹⁾. Mit ihnen zusammen hat er die Erzeugnisse herzu-

¹⁾ Vgl. des Verfassers Äußerungen in der Z. V. d. I. 1890, S. 91 und 429. Er hat bereits damals auf die Bedeutung der Geisteswissenschaften für die Technische Hochschule hingewiesen, indem er die Tätigkeit und die Leistungen von Robert Mayer (im praktischen Leben stehender Naturforscher) und von Friedrich Theodor Vischer (Vertreter der Geisteswissenschaften) als die zwei Seiten des Feldzeichens, der Fahne der Technischen Hochschule, bestimmend hervorgehoben.

Die Lösung der bedeutendsten Aufgaben, welche unsere Zeit bietet, der Aufgaben zur Verbesserung der sozialen Lage der großen Masse unseres Volkes und zur Herbeiführung des Gefühles einer gewissen, wenn auch beschränkten Befriedigung mit den Verhältnissen, hängt weit mehr von der Intelligenz, der Schaffenskraft und den Charaktereigenschaften der auf wirtschaftlichem Gebiete leitend und schöpferisch tätigen Männer als von der Gesetzgebung ab.

Es wird notwendig werden, daß sich die Ingenieure weit mehr als bisher angelegen sein lassen, Fühlung mit ihren Untergebenen auch auf rein menschlichem Gebiete zu gewinnen und zu bewahren. Es wird gut sein, wenn der Ingenieur sein Augenmerk nicht bloß auf die unmittelbaren Berufsgeschäfte, sondern auch auf die allgemeinen Kulturaufgaben richtet und hier denjenigen Einfluß äußert,

stellen, welche auf dem Weltmarkt im Wettbewerbe mit den Produkten der anderen Nationen siegreich sein sollen.

Hätten wir nicht die mindestens einjährige Werkstatttätigkeit, die allgemeine Wehrpflicht und damit die militärische Ausbildung eines großen Teiles der Ingenieure, so würde es ziemlich schlimm bestellt sein. So lange sich die Ingenieure vorzugweise aus den industriellen Kreisen ergänzten, da ging es noch einigermaßen; seit jedoch auch solche Kreise ihre Jugend dem Ingenieurberufe zuführen, in denen keine Erfahrung bezüglich der Behandlung von Arbeitern vorhanden ist, nach Lage der ganzen Verhältnisse auch kein weitgehendes Verständnis für das, was der Arbeiter fühlt und was ihn bewegt, erwartet werden kann, da wird Abhilfe dringend nötig. Um nicht mißverstanden zu werden, sei ausdrücklich bemerkt, daß ich die Zuführung von jungen Ingenieuren aus allen Kreisen der Nation nicht bloß für außerordentlich erwünscht, sondern sogar für unbedingt notwendig ansehe, auch keinen Vorwurf aussprechen, sondern nur eine Tatsache feststellen will.

Ich betrachte die Beseitigung des bezeichneten Mangels in dem Entwicklungsgang unserer Ingenieure als die wichtigste Aufgabe, nachdem hinsichtlich des leblosen Materials sowie in sonstiger Beziehung Allgemeinbildung, Kenntnis der volkswirtschaftlichen und der rechtlichen Verhältnisse) die Ausbildung in die richtigen Wege geleitet ist¹⁾. Die Lösung der Aufgabe erscheint allerdings sehr schwer; das ändert jedoch nichts an ihrer großen Bedeutung für die deutsche Industrie. Ohne an dieser Stelle weiter auf die Sache einzugehen, möchte ich nur noch hervorheben, daß in einem Reiche der allgemeinen Schul- und Wehrpflicht die Befähigung zur Führung der Arbeiter nicht bloß durch fachliche, sondern auch durch sittliche Tüch-

zu dem ihn seine Erfahrungen mehr als manche n anderen Stand befähigen. Diese nutzbar zu machen, ist, da wir kein Recht haben, von den anderen Ständen zu verlangen, daß sie unsere Bedürfnisse und diejenigen der Kreise, in denen wir wirken, mit demselben Verständnis darzulegen und geltend zu machen imstande sind, wie wir selbst, einfach Pflicht gegenüber der Industrie wie gegenüber der Nation.

Die Zurückhaltung der Ingenieure vom öffentlichen Leben, und insbesondere von der Tätigkeit in den parlamentarischen Körperschaften liegt weder im Interesse der Allgemeinheit, noch in demjenigen des Standes der Ingenieure.

(Vgl. in dieser Hinsicht den im Vorwort zur elften Auflage erwähnten Vortrag.)

¹⁾ Die hier skizzierte Aufgabe hat Verfasser, soweit sie nicht bereits im Jahre 1890 mehr andeutungsweise von ihm berührt worden ist, erstmals am 19. November 1899 öffentlich im Kreise von Fachgenossen und Behörden erörtert (vgl. Z. V. d. I. 1899, S. 1571).

Am 6. Dezember 1899 hob der Kaiser in seiner bekannten Ansprache an die Rektoren der Technischen Hochschulen Preußens die große soziale Aufgabe der Technischen Hochschulen besonders hervor.

tigkeit erworben werden muß. Der Ingenieur muß dem Arbeiter in jeder Hinsicht ein Vorbild sein.

Die jungen Fachgenossen bitte ich festzuhalten, daß die deutsche Industrie auf den Standpunkt, den sie zu Ende des 19. Jahrhunderts einnimmt, nicht durch die Wissenschaft und Schule an sich gelangt ist, sondern in erster Linie durch die Verbindung der wissenschaftlichen Forschung und Schulung mit der praktischen Ausbildung und der Pflege der für das Leben wichtigen Charaktereigenschaften, im Zusammenhange mit der Erhaltung und weiteren Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit. In dieser Hinsicht hat die allgemeine Wehrpflicht auch ohne kriegerische Leistungen ihren Anteil an der industriellen Stellung Deutschlands¹⁾.

Stuttgart, Ende März 1901.

Zur neunten Auflage.

Die neunte Auflage weist in allen Abschnitten Ergänzungen auf, zum Teil sehr bedeutende. Wenn das Buch manche ältere Konstruktionen und darauf bezügliche Bemerkungen bringt, so ist die Beibehaltung geschehen einmal, weil man auch vom Alten lernen kann — zuweilen mehr als vom Neuen — und zweitens, weil die Zeit, welche bis zum Vergriffensein der achten Auflage zur Verfügung stand, für die erforderliche Umarbeitung, insbesondere der Tafeln, nicht ausreichte, und es nicht tunlich erschien, das Buch längere Zeit im Buchhandel fehlen zu lassen.

Die am Schluß des Vorworts zur sechsten Auflage ausgesprochene Hoffnung, daß die Zahl der auf den Gebieten des Maschineningenieurwesens forschend tätigen Mitarbeiter in der folgenden Zeit rasch zunehmen werde, ist in Erfüllung gegangen. Die Z. V. d. I., oder die seit 1901 von demselben herausgegebenen „Mitteil. über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“, von denen bisher sieben Hefte erschienen sind, gewähren ein recht anschauliches Bild

¹⁾ Im Sinne der Aufrechterhaltung dieser Stellung liegt es u. a., daß eine ausreichende Zahl von Ingenieuren, insbesondere von denjenigen, welche berufen sind, später in der Industrie schöpferisch oder leitend tätig zu sein, das Ausland aus eigener Anschauung kennt, und zwar nicht bloß durch Reisen, sondern auch durch Mitarbeit daselbst auf dem einen oder anderen Gebiete der Technik. So gut wie die Ausländer in großer Zahl zu uns kommen, um namentlich in Hinsicht auf wissenschaftliche Ausbildung von uns und unseren Einrichtungen Nutzen zu ziehen, mit demselben Rechte dürfen wir beanspruchen, auch von ihnen zum Beobachten und Lernen zugelassen zu werden. (Vgl. die Bemerkungen zu der vom Verfasser angeregten Stiftung des württ. Bez.-V. d. I. in der Z. V. d. I. 1902, S. 1748 und 1749.)

dieser Tätigkeit. Insbesondere verdient hervorgehoben zu werden, daß es nicht bloß Vertreter der Ingenieurwissenschaften an den technischen Hochschulen oder Vertreter der in Betracht kommenden Wissenschaften an anderen Staatsanstalten sind, welche in dieser Richtung arbeiten, sondern daß auch Ingenieure, welche unmittelbar im Dienste der Technik stehen, mitwirken, und zwar in ganz hervorragendem Maße. Ich erinnere nur an die grundlegenden Arbeiten von Stribeck über Kugellager sowie über die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager, ferner an die Arbeiten von Frahm über die dynamischen Vorgänge in den Wellenleitungen von Schiffsmaschinen, von Schröder über Versuche zur Ermittlung der Bewegungen und Widerstandsunterschiede großer gesteuerter und selbsttätiger Pumpen-Ringventile, von Lasche über elektrischen Antrieb mittels Zahnräder und über die Reibungsverhältnisse in Lagern mit hoher Zapfengeschwindigkeit usw. Infolge dieser gesteigerten Forschungstätigkeit und der unablässigen Arbeit unserer Konstrukteure in schöpferischer Hinsicht sind die Gebiete der Maschinenelemente in einer überaus lebhaften Bewegung begriffen, welche die Aufgabe der Abfassung eines Werkes über Maschinenelemente zu einer noch schwierigeren macht, als sie es früher schon war. Maschinenteile, deren Konstruktion man bereits vor längerer Zeit mit mehr oder minder großem Recht als abgeschlossen ansah, sind erneut in einen Zustand der Entwicklung eingetreten.

Nebenher geht die Vervollkommnung in der Herstellung der Maschinenteile und, was nicht minder wichtig ist, die Schaffung neuer Materialien sowie die Hebung der Eigenschaften der alten Stoffe. Man denke in letzterer Hinsicht nur an die Ausbildung, welche die Firma Fried. Krupp der Herstellung des Stahles hat zuteil werden lassen (S. 54f., insbesondere S. 57 und 58), an die Verbesserung, welche das Gußeisen erfahren hat, von dem eine Zugfestigkeit von 2400 kg/cm^2 und noch darüber zu verlangen heute für zulässig erachtet wird, an die Entwicklung, welche die Legierungen des Kupfers genommen haben usw. Es reicht in dem Zeitalter des überhitzten Dampfes, der rasch weiter schreitenden Entwicklung der Verbrennungsmotoren, der flüssigen Luft usw. nicht mehr aus, das Verhalten der Materialien nur bei gewöhnlicher Temperatur zu kennen, sondern es ist notwendig, auch mit den Festigkeitseigenschaften der in Betracht kommenden Stoffe bei höheren bzw. niederen Temperaturen, sowie mit dem im ersteren Falle hierbei sich häufig stark geltend machenden Einfluß der Belastungsdauer ausreichend vertraut zu sein. Die Materialien der Maschinenelemente, welche früher — leider lange Zeit hindurch — mehr als Nebensache bei deren Behandlung aufgefaßt wurden, sind mit Recht zu einer Hauptsache geworden. Mit dieser sich eingehend zu beschäftigen, ist dem jungen Ingenieur dringend ans Herz zu legen.

Seit Aufnahme der Laboratoriumstätigkeit in die Studienpläne der zukünftigen Maschineningenieure scheint eine gewisse Minderwertschätzung der Konstruktionsübungen sich einstellen zu wollen. Meines Erachtens wäre das sehr zu bedauern. Die normalen Konstruktionsübungen der Schule haben in erster Linie nicht den Zweck, Konstrukteure auszubilden, sondern sie sollen dem Studierenden, indem er Gegenstände des von ihm gewählten Faches unter steter Rücksichtnahme auf Werkstatt (Herstellung), Betrieb (Verwendung) und Wirtschaftlichkeit (Kosten) gründlich durcharbeitet, Gelegenheit geben, die Gesetze der Mechanik sicher und rasch anwenden zu lernen und so sein Wissen zum Können zu erweitern. Die Nötigung zum scharfen Durchdenken der Sache, wie sie richtig geleitete Konstruktionsübungen mit sich bringen, bildet ein außerordentlich wirksames Schulungsmittel für den zukünftigen Ingenieur. Erst durch ausreichende Tätigkeit in dieser Richtung beginnt der Studierende die einzelnen Maschinenteile und ihren Zusammenhang mit der ganzen Maschine, den Einfluß der sie erzeugenden Werkstatt, der Erfahrung aus dem Betriebe und der Rücksichtnahme auf die Wirtschaftlichkeit klar zu sehen und damit auf den Weg des vollen Verständnisses zu gelangen.

Es empfiehlt sich, im Auge zu behalten, daß die Maschineningenieure, welche die deutsche Industrie auf ihre derzeitige Höhe gebracht haben, mit sehr wenigen Ausnahmen nicht durch die Laboratorien, wohl aber durch die Konstruktionssäle gegangen sind. Ich glaube, nachdem ich nahezu ein Vierteljahrhundert als Professor tätig gewesen bin und in dieser Zeit an der Errichtung von Ingenieurlaboratorien mein gut Teil gearbeitet habe, nicht in den Verdacht zu kommen, den Wert des Laboratoriumsunterrichts zu gering einzuschätzen, wenn ich diese Tatsache hervorhebe und ausspreche, daß nach meiner Ansicht auch in Zukunft bei der normalen Ausbildung der Maschineningenieure die Konstruktionsübungen gründlich zu pflegen sind und nicht durch den Laboratoriumsunterricht Beeinträchtigung erfahren dürfen. Der letztere ist bei der normalen Ausbildung der Maschineningenieure, wie sie die Pläne der Hochschulen unter Zugrundelegung einer Mindeststudienzeit vorsehen (vgl. die Fußbemerkung S. 45), meines Erachtens als eine Ergänzung des Konstruktionsunterrichts aufzufassen und zu behandeln.

Stuttgart, Anfang Februar 1903.

Zur zehnten Auflage.

Die neue Ausgabe hat in allen Abschnitten umfangreiche Ergänzungen erfahren, entsprechend einer Zunahme des Textes nebst Text-

abbildungen von 846 auf 950 Seiten, der Lichtdruckblätter von 3 auf 6 und der Atlastafeln von 59 auf 65. Manches Alte ist durch Neues ersetzt worden; insbesondere gilt dies für eine erhebliche Zahl von Darstellungen auf den Atlastafeln. Gern wäre ich noch weiter gegangen, wenn die Verhältnisse, namentlich meine Inanspruchnahme durch die Berufstätigkeit, welche eine mit bedeutendem Zeitaufwand verknüpfte Erweiterung dadurch erfuhr, daß die Entwicklung des Eisenbetonbaues die Aufnahme von umfassenden, systematischen Untersuchungen auf diesem Gebiete¹⁾ verlangte, und zu der sich während des in Betracht kommenden Zeitraumes²⁾ überdies die Vor- und Ausführungs-Arbeiten für ein neues Institut (Materialprüfung, Elastizitäts- und Festigkeitsversuche) gesellten, nicht zur Beschränkung genötigt hätten.

Wie ich bereits im Vorwort zur fünften Auflage (1895) ausgeführt habe, erscheint es bei der Raschheit der Entwicklung des Maschineningenieurwesens einerseits und der menschlichen Unzulänglichkeit andererseits für den einzelnen einfach unmöglich, auf allen in Betracht kommenden Gebieten sich auf dem Laufenden zu halten. Dieser Zustand ist, insbesondere durch die seit jener Zeit stetig gewachsene Forschungstätigkeit und durch die unermüdliche schöpferische Tätigkeit unserer Konstrukteure noch gesteigert worden. Unter diesen Umständen hat sich die Aufgabe der Abfassung eines Werkes über Maschinenelemente zu einer so schwierigen gestaltet, daß sie durch einen einzelnen nicht mehr befriedigend gelöst werden kann. Ich wiederhole deshalb

¹⁾ Über die bisher durchgeführten Untersuchungen berichten die Mitteilungen über Forschungsarbeiten, herausgegeben von dem V. d. I. Heft 22, 29 (1905), Heft 39, 45—47 (1907).

²⁾ In diese Periode fallen auch die ausgedehnten Versuche über die Formänderung und Widerstandsfähigkeit gewölbter Flammrohrböden, welche ohne die Vorarbeiten rund vier Jahre in Anspruch genommen haben. Ein vorläufiger Bericht über die ersten durchgeführten Versuche findet sich im Protokoll der Delegierten- und Ingenieurversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Barmen-Elberfeld 1904. Der Bericht über sämtliche Untersuchungen wird in den „Mitteilungen über Forschungsarbeiten“ voraussichtlich im März 1908 erscheinen.

Ferner fallen in diese Zeit die Arbeiten für die Hamburger und Würzburger Normen 1905 (vgl. die Protokolle des genannten internationalen Verbandes über die Versammlungen in Amsterdam und Kassel 1905), außerdem die Arbeiten, welche durch neue „Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln“ sowie im Zusammenhange damit durch die beabsichtigte Einführung von behördlichen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel veranlaßt wurden, und einen nach Monaten sich belaufenden Zeitaufwand verursachten (vgl. u. a. des Verfassers Darlegungen in der Z. V. d. I. 1905, S. 111f. sowie die daselbst genannten Schriftstücke, ferner die gleiche Zeitschrift 1905, S. 1958f., S. 1967f.; 1906, S. 1f., S. 258f., S. 1940f..; S. 39, 189, 271; 1907, S. 315, 1243, 1442) u. v. a.

Über die zur Zeit der Abfassung des Buches beschlossenen deutschen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel finden sich Angaben S. 197f.

die Bitte an diejenigen jüngeren und älteren Fachgenossen, denen daran liegt, daß die Literatur des Ingenieurwesens dem jeweiligen Stande des betreffenden Gebietes nach Möglichkeit entspricht, mich auf Unvollkommenheiten und Mängel des Buches unmittelbar aufmerksam machen zu wollen. Solche Mitteilungen werde ich jederzeit mit Dank entgegennehmen, wie ich allen denen bestens danke, die mich bei der vorliegenden Auflage unterstützt haben. Die graphischen Berechnungen, betreffend Achsen und Wellen, wurden von meinem früheren Assistenten Dr.-Ing. Pfeleiderer ausgeführt. Das S. 573f. wiedergegebene Verfahren Pfeleiderers ist nach dessen Ausarbeitung aufgenommen worden.

Das Ziel, welches ich mir vor 29 Jahren beim Übertritt aus der Industrie zur Lehrtätigkeit gesteckt und bereits früher bezeichnet habe: Heranbildung selbständig denkender und selbständig schaffender Berufsgenossen auf Grund dessen, was das Leben lehrt, veranlaßt mich, hier eine Ausführung zu wiederholen, die ich an anderer Stelle (im Vereine deutscher Ingenieure gelegentlich der Verhandlungen über die Ingenieurausbildung und über die für diese in Betracht kommenden Vorschulen, Versammlung vom 9. Juni 1906) gemacht habe¹⁾, und der ich im Interesse der Allgemeinheit, der Industrie und der betroffenen Einzelnen eine weitergehende Wirkung wünschen muß.

Bei den bisherigen Beratungen über die Schul- und Ausbildungsfrage ist ein Punkt überhaupt nicht oder doch ganz ungenügend gewürdigt worden, der meines Erachtens bei dem heutigen Stand der Sache der Hauptgesichtspunkt sein sollte. Wir sind auf dem besten Weg, durch das Zuviel, das dem Schüler und später dem Studierenden zur Verarbeitung sowie zur Verdauung geboten wird, ferner durch die lange Zeitdauer des Sitzens auf der Schulbank und am Studiertisch eine erhebliche Zahl der jungen Männer in dem Wertvollsten zu schädigen, was der Mensch überhaupt besitzt. Das Wertvollste des Menschen ist seine Arbeitskraft, seine Leistungsfähigkeit im späteren Leben. Um dieser Leistungsfähigkeit willen bilden wir ihn aus, um dieser Leistungsfähigkeit willen beschäftigen wir uns überhaupt mit der Frage der Ausbildung. Nicht was der Einzelne weiß oder zu wissen glaubt, ist in erster Linie für die Allgemeinheit von Wert, sondern was er leistet.

Wenn ich auf die große Zahl von Studierenden zurückblicke, an deren Ausbildung ich während eines Zeitraumes von nahezu drei Jahrzehnten mitzuwirken hatte, sowie auf die Ingenieure, die ich sonst kennengelernt habe, so drängt sich mir die Beobachtung auf, daß die Anzahl der jungen Männer, welche in mehr oder minder hohem Maße Neurastheniker sind, d. h. mit den Folgen eines geschädigten Nerven-

¹⁾ Vgl. Z. V. d. I. 1906, S. 1335.

systems zu kämpfen haben, im Zunehmen begriffen ist. Ich schließe dabei selbstverständlich nach Möglichkeit diejenigen aus, die sich durch eine im Bereiche des eigenen Willens gelegene, ungeeignete Lebensweise ihr Nervensystem mehr oder minder zerrüttet haben.

Die jungen Männer sind in weitgehendem Maße das Produkt der Verhältnisse, unter denen sie aufwachsen. Insoweit wir Einfluß auf diese Verhältnisse nehmen können, sind wir verpflichtet, diesen Einfluß geltend zu machen. Ich habe deshalb dringend gebeten, die ganze Aufmerksamkeit auf den bezeichneten Punkt zu richten und dafür Sorge zu tragen, daß voll gewürdigt wird: die Arbeitskraft der jungen Generation ist die Hauptsache¹⁾!

Ich füge dem noch die Tatsache hinzu, daß die deutsche Industrie das, was sie heute bedeutet, zum weitaus größten Teile durch Männer geworden ist, welche die Schulbank nicht so lange gedrückt haben, wie es das zur Zeit herrschende Unterrichtssystem verlangt.

Der Vorwurf, den man der heranwachsenden, namentlich der in unseren vollklassigen Vorschulen ausgebildeten Jugend macht, daß sie nicht wirtschaftlich denkt, ist jedenfalls zu einem Teile die Folge davon, daß der Unterrichtsbetrieb, dessen Einwirkungen die Jugend eine lange Reihe von Jahren hindurch vorzugsweise ausgesetzt ist, nicht als ein wirtschaftlicher bezeichnet werden kann, wenn die Kostbarkeit der Jugendzeit entsprechend ihrer großen Bedeutung zutreffend bewertet wird. Man übersieht, daß die Forderung der Wirtschaftlichkeit nicht bloß in Hinsicht auf Geld usw., sondern auch in bezug auf die Zeit besteht, welche die Natur dem Menschen für sein Leben zur Verfügung stellt. Auch die Schule — Hochschule eingeschlossen — muß sich einer gewissen Ökonomie der Kräfte, d. h. eines haushälterischen Umgehens mit diesen befleißigen. Ich kann mich der Erkenntnis nicht verschließen, daß wir in Deutschland nach Maßgabe des Gesagten mit der Jugendzeit und mit der Jugendkraft zu verschwenderisch um-

¹⁾ Die Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte steht auf demselben Standpunkt; denn sie sagt in ihrem der 78. Naturforscherversammlung in Stuttgart im September 1906 überreichten Bericht, erstattet von A. Gutzmer, Professor an der Universität Halle, S. 13:

„Als letztes und höchstes Ziel jeder Jugendbildung habe ich oben die Erziehung zum nationalen Staatsbürger bezeichnet. Dazu gehört auch vor allem, daß bei dem Unterricht nicht die Anhäufung eines möglichst großen Schatzes von totem Wissen als Selbstzweck betrachtet werde, sondern daß auf die Stärkung der Arbeitskraft das Hauptaugenmerk zu richten ist. Jeder Zögling sollte ein Maximum potentieller geistiger Energie für sein Berufsstudium oder seine Berufarbeit mit auf den Weg bekommen, das liegt nicht nur in seinem Interesse, sondern vor allem auch in dem der Allgemeinheit. Ganz in Übereinstimmung hiermit hat Herr v. Bach im V. d. I. bei der Beratung der Unterrichtsfragen kürzlich den Ausspruch getan: „Die Arbeitskraft der jungen Generation ist die Hauptsache!““

gehen¹⁾). Auf diesem Boden keimt, wächst und gedeiht die Neigung eines Teiles der Jugend, in den ersten Semestern auf der Hochschule wenig zu arbeiten.

Mit den vorstehenden Äußerungen will ich nicht Vorwürfe erheben, sondern nur die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf Zustände und Einrichtungen lenken, die dringend der Änderung bedürfen, damit diese endlich, und zwar gründlich stattfindet²⁾. Dazu gehört allerdings

¹⁾ Wenn der Zeitaufwand für die militärischen Dienstleistungen, wie nicht selten geschieht, als Verlust angesehen wird, so vermag Verfasser dem nicht beizustimmen. Zunächst scheint dieser Zeitaufwand allerdings einen Verlust zu bilden; das Endergebnis pflegt aber doch ein anderes zu sein. Die Kräftigung und Stählung des Körpers, die hierin liegende Rückwirkung auf die Arbeitskraft, auf die Ausbildung und weitere Entwicklung gewisser für das Leben wertvoller Charaktereigenschaften, insbesondere auf die Stärkung der Entschlossenheit, des Wagemuts, der Ausdauer usw., kommen dem ausführenden Ingenieur später sehr zustatten. Es wird häufig übersehen, daß dieser der Eigenschaften, welche den Mann zum guten Soldaten machen, in hohem Maße bedarf. Verfasser steht für seine Person nicht an, auszusprechen, daß er den Aufwand an Zeit, den ihm seine militärischen Dienstleistungen (1870/71 eingeschlossen) verursachten, mehr als reichlich aufgewogen betrachtet durch den günstigen Einfluß, den diese Dienstleistungen auf Körper und Geist geübt haben.

Die Wirkung der Werkstattätigkeit kann eine ähnliche sein, wenn sich der junge Mann einer geeigneten Lebensweise befleißigt.

Mit Einführung der Grundschule haben Bestrebungen eingesetzt, die Schuldauer noch mehr zu verlängern. In dieser Hinsicht ist eine sehr bemerkenswerte Schrift erschienen: „Der Kampf um die Schuldauer“, herausgegeben von Peter Petersen, Berlin und Leipzig, 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger.

²⁾ Eine richtige Abhilfe ist es nach Erachten des Verfassers nicht, wenn z. B. der Abiturient eines humanistischen Gymnasiums die gesamte Ausbildungszeit dadurch abkürzt, daß er verzichtet:

a) auf gründliche, bis zur Beherrschung gehende Ausbildung in denjenigen Teilen der Elementarmathematik, die der Ingenieur fortgesetzt braucht, und dabei übersieht, daß diesem die Beschäftigung mit höherer Mathematik Ersatz für ungenügendes Wissen und Können auf den Gebieten der Elementarmathematik nicht bieten kann;

b) infolge ungenügender Würdigung der darstellenden Geometrie auf die Aneignung räumlichen Anschauungsvermögens und ausreichender Fertigkeit im Zeichnen, d. h. auf die nötige Gewandtheit in der Handhabung der Sprache des Ingenieurs;

c) auf die Erwerbung der Fähigkeit, im Englischen schriftlich und mündlich zu verkehren, die selbst für viele nichtleitende Stellen in der Industrie erforderlich ist.

Gerade derjenige, welcher das humanistische Gymnasium durchlaufen hat mit dem Gedanken, sich dadurch eine gute Allgemeinbildung zu sichern, wird diese ihm anhaftenden Mängel später recht unangenehm empfinden, wenn er sein Fortkommen in der Industrie sucht.

Der Umstand, daß die Vorschriften der Diplomprüfung die Beschreitung des angedeuteten Abkürzungsweges ermöglichen, auch die Vernachlässigung der Konstruktionsübungen gegenüber den Laboratoriumsübungen (vgl. S. 57), häufig eine Folge des unter b) angeführten Fehlers, gestatten, und daß vielleicht die von

zunächst, daß diejenige Eigenschaft, welche dem Ingenieur als Trägheitsvermögen wohl bekannt ist, zu dem im vorliegenden Falle auch vorgefaßte Meinungen und Vorurteile gerechnet werden müssen, überwunden wird. Diese Überwindung verlangt die Teilnahme der Kräfte vieler.

Stuttgart, Ende Juni 1907.

Zur elften Auflage.

Da die zehnte Auflage schon seit Mitte 1912 vergriffen war, und die Fertigstellung der Druckvorlage für die neue Ausgabe neben meiner sonstigen Inanspruchnahme Jahre fordert — mein Mitarbeiter an der zehnten Auflage konnte sich als in der Industrie stehender Oberingenieur an ihr nicht beteiligen —, so wird die elfte Auflage in zwei Teilen, je ungefähr in gleicher Ausdehnung des Textes erscheinen. Der vorliegende erste Teil reicht bis zum Riemen- und Seilbetrieb.

Die einzelnen Abschnitte haben diejenigen Ergänzungen und Umarbeitungen erfahren, die geboten erschienen, und die sich durchführen ließen. In dieser Hinsicht darf ich mich namentlich auf das Vorwort zur neunten und zur zehnten Auflage berufen, sowie im Zusammenhang damit die Bitte an die Fachgenossen wiederholen, mich auf die Unvollkommenheiten und Mängel des Buches unmittelbar aufmerksam machen zu wollen. Solche Mitteilungen werde ich jederzeit mit Dank annehmen, wie ich allen denen bestens danke, die mich bei der jetzt vorliegenden Arbeit unterstützt haben. In dieser Beziehung habe ich ganz besonders die Herren Professor R. Baumannn, Professor P. Gerlach und Maschineninspektor R. Stückerle zu nennen.

Über den Riemenbetrieb ist in neuerer und neuester Zeit ziemlich viel geschrieben worden; das Seite 435f. Gegebene dürfte eine wesentliche Klarstellung bieten.

Auf weitere Einzelheiten einzugehen, glaube ich unterlassen zu können; nur noch die Frage der zulässigen Anstrengung möchte ich kurz berühren. Wie im Text ausgesprochen ist, haben darüber, ob eine zugelassene Belastung mit Recht noch als zulässig gelten kann

der Hochschule aufgestellten Studienpläne das Wissen und Können, das der Abiturient mitbringt, unzutreffend einschätzen, oder sonstige Mängel besitzen, ändert nichts daran, daß der junge Mann, der sich als Ingenieur in ungeeigneter Weise ausbildet, den Schaden später selbst zu tragen hat. Die an der Hochschule bestandene Prüfung schützt ihn in der Industrie nicht gegen den scharfen Wettbewerb der von unten nach oben strebenden Techniker. Auch pflegt die Industrie, namentlich in Perioden schlechten Geschäftsganges, Ingenieure, welche den Anforderungen ihrer Stellungen nicht gerecht werden, auszuschneiden.

oder nicht, in der Hauptsache die Betriebserfahrungen zu entscheiden. Diese können selbst bei einem und demselben Maschinenteil aus dem gleichen Material und bei gleicher Sorgfalt der Herstellung verschieden ausfallen, je nach den Verhältnissen und Umständen, unter denen der Maschinenteil oder auch die ganze Maschine tätig zu sein hat, sowie je nach den Einflüssen, die sich geltend machen. Bei Bewertung der Betriebserfahrungen wird überdies häufig die Lebensdauer in Betracht zu ziehen sein, die von der Maschine oder dem betreffenden Teile derselben erwartet wird. Diese erwartete Lebensdauer, die in der Höhe der Abschreibung buchmäßig zum Ausdruck gelangen kann, wurde früher erheblich höher angenommen als heute. Während man früher Maschinen nicht selten so lange benützte, bis sie durch Altersschwäche dem Zugrundegehen nahe waren, findet heute in der Regel Ersatz statt, sobald vollkommenere Maschinen zu haben sind, und es wirtschaftlich erscheint, solche zu beschaffen. Ziemlich allgemein wird ausgesprochen werden dürfen, daß heute die zulässigen Anstrengungen des Materials höher angenommen werden als früher. Die Begründung hierfür liegt, abgesehen von dem Bemerkten, darin, daß durch die Forschungstätigkeit die Grundlagen der Beurteilung sicherer geworden sind, die Bedeutung der einzelnen Einflüsse besser erkannt und zuverlässiger geschätzt oder auch in die Rechnung eingeführt werden kann als früher; ferner darin, daß die Güte des Materials und die Fähigkeit, es richtig zu behandeln, gestiegen, sowie neue Bearbeitungsverfahren aufgekomen sind. Unter diesen Umständen erscheint es selbstverständlich, daß schon der Studierende sich nicht damit begnügen darf, eine zulässige Anstrengung mechanisch in die Rechnung einzuführen, sondern daß er vielmehr nach Möglichkeit all die Faktoren ins Auge fassen muß, durch welche die Wahl der zulässigen Anstrengung beeinflußt wird und beeinflußt werden kann.

In den Kreisen der jüngeren Ingenieure, wie auch in denjenigen der Studierenden des Maschineningenieurwesens hat in neuerer Zeit eine lebhafte Bewegung eingesetzt, die sich mit der Ausbildung der Ingenieure, sowie dem weiteren Ausbau der Technischen Hochschulen und mit Fragen auf hiermit verwandten Gebieten befaßt. Diese Bewegung, deren hohe Bedeutung ich voll würdige^{1,2)}, schießt meines Erachtens nicht selten erheblich über das erreichbare Ziel hinaus,

¹⁾ Vgl. meinen Vortrag über die wissenschaftliche Ausbildung der Ingenieure und die weitere Ausgestaltung der Technischen Hochschule in der Z. V. d. I. 1912, S. 299 f., auch gesondert im Verlage von Konrad Wittwer, Stuttgart, erschienen.

²⁾ S. auch den einleitenden Vortrag des Verfassers, gehalten in der Schiffbautechnischen Gesellschaft am 27. Mai 1914 (Jahrb. dieser Ges. 1915, S. 543f.), sowie die Abhandlung „Technische Hochschule Stuttgart“ in „Württemberg unter der Regierung König Wilhelms II.“, 1916, S. 439f.

weshalb ich mir an dieser Stelle gestatten möchte, einige Bemerkungen zu machen.

Die Technik hat einem großen Teil der Menschen das Leben leichter sowie angenehmer gemacht und ermöglicht der Menschheit, auf einer höheren Kulturstufe zu leben. Daß diese Leistungen der Technik, namentlich seit Mitte des vorigen Jahrhunderts, ganz außerordentliche gewesen sind, wird niemand bestreiten, ebensowenig, daß die in ihr forschend, schöpferisch oder leitend tätigen Persönlichkeiten unermüdetlich und angestrengt in dieser Richtung weiter arbeiten. Die Technik erscheint mit ihren Leistungen als eine Dienerin der Menschheit, ganz ähnlich wie z. B. die Medizin; nicht aber als eine Beherrscherin derselben. Denn, wie hoch auch die Kulturstufe der Menschheit gehoben werden mag, der Mensch wird in menschlicher Hinsicht immer Mensch mit den Eigenschaften desselben bleiben, und Herrscher über die Menschheit wird deshalb derjenige sein, der die Triebfedern des menschlichen Handelns zu erkennen und zu leiten imstande ist. Das schließt natürlich nicht aus, daß Ingenieure in herrschende Stellungen gelangen und hier erfolgreich tätig sein können; sie werden es können, jedoch nicht, weil sie Techniker sind, sondern in der Hauptsache, weil sie die Fähigkeit besitzen, die Menschen gemäß den Triebfedern ihres Denkens und Handelns zu leiten.

Wir älteren Ingenieure sind uns dessen bewußt, wir kennen unsere Bedeutung für die Menschheit und für den Kulturzustand derselben, beanspruchen deshalb auch einen Teil des Platzes an der Sonne, lassen uns aber nicht verleiten, Herrscherstellung über die Menschheit in Anspruch zu nehmen, wie das heutzutage nicht selten von der jüngeren Generation geschieht. Was wir verlangen, ist freie Bahn auch für den Ingenieur; der Tüchtige soll an die Spitze kommen.

Ich vermag überdies nicht — im Gegensatz zu manchen Fachgenossen — in dem Juristen an sich einen Gegner des Ingenieurs zu erblicken. Aufgabe des Rechtes ist es, die menschlichen Lebensverhältnisse zu ordnen. Infolgedessen wird unter sonst gleichen Umständen derjenige, der sich von vornherein diese Tätigkeit zur Lebensaufgabe gewählt und sich mit ihr — nicht nur in rechtlicher sondern auch in wirtschaftlicher Hinsicht — erfolgreich befaßt hat, abgesehen von Sonderfällen, die größere Aussicht haben, zur Ordnung und Leitung der Lebensverhältnisse der Menschen im allgemeinen berufen zu werden, vorausgesetzt, daß er die zum Leiter erforderlichen, übrigens auch bei Juristen nicht sehr häufig anzutreffenden Charaktereigenschaften besitzt. Auf diese kommt es überhaupt mehr an, als die jüngere Generation anzunehmen pflegt.

Man hat den Juristen, insbesondere den Richtern, den Vorwurf der Weltfremdheit sowie der Verknöcherung gemacht, und wie zuzugeben

ist, zu einem erheblichen Teil mit Recht. Andererseits aber muß schon heute ausgesprochen werden, daß hervorragende Männer mit voller Kraft und mit Erfolg daran arbeiten, dem Vorwurf die Berechtigung nach Möglichkeit zu entziehen. Im Zusammenhang hiermit glaube ich, die Erfahrung nicht verschweigen zu sollen, die ich im Laufe von rund vier Jahrzehnten gemacht habe und die dahin geht, daß mir die meisten Schwierigkeiten bei Gericht und bei Behörden nicht von den Juristen und Verwaltungsbeamten verursacht worden sind, sondern von den Technikern. Wenn man nachforscht, wem wir in Deutschland die zu weit und zu stark in die Einzelheiten gehenden, die Industrie unnötig und zum Teil schädlich beeinflussenden Vorschriften zu verdanken haben¹⁾, so kommt man zu dem Ergebnis: weit weniger den Juristen und den Verwaltungsbeamten als den Technikern bei den Behörden²⁾.

¹⁾ Vgl. z. B. Z. V. d. I. 1912, S. 1040 f., oder auch das Vorwort der Schrift „Die Grundlagen der deutschen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel“ von R. Baumann, Berlin 1912, sowie die früheren Veröffentlichungen, auf die da selbst verwiesen ist.

²⁾ Man kann zugeben, daß die Bevorzugung der Juristen gegenüber den Ingenieuren zu einem Teil auf Vorurteil und Überschätzung der juristischen Bildung beruht, darf aber nicht übersehen, daß auch noch andere Gründe vorhanden sind. Der Stand der Ingenieure ist ein junger im Vergleich zu dem der Juristen, denen außerdem die auf staatliche Autorität sich stützende Rechtsprechung eine gehobene Stellung sichert. Der akademisch gebildete Ingenieur pflegt überdies ziemlich häufig wenig Neigung zu haben, sich das für das Geschäftsleben erforderliche Wissen und Können auf kaufmännischem und auf wirtschaftlichem Gebiete anzueignen, sowie außer acht zu lassen, wieviel darauf ankommt, die Menschen richtig beurteilen, behandeln und so mit ihnen umgehen zu lernen, wie es das geschäftliche Leben fordert. Dazu kam, daß die Industrie, welche die für das praktische Leben tüchtigen Ingenieure in steigendem Maße suchte und in einer Weise bezahlte, daß der Staats- und Gemeindedienst, die sich an gewisse Gehaltsnormen zu halten hatten, nicht zu folgen vermochten, und deshalb vielfach auf die Gewinnung der tüchtigsten Kräfte verzichten mußten. Der Bezahlung entsprechend pflegte dann auch die Inanspruchnahme in der Industrie zu sein, so daß solchen Ingenieuren wenig oder gar keine Zeit blieb, für die Allgemeinheit tätig zu sein und dadurch für das Ansehen des Ingenieurstandes in der Öffentlichkeit zu wirken. Ganz anders lag und liegt noch die Sache bei den Juristen.

Daß das Meiste von dem, was nach dem Gesagten für den Ingenieur außer seiner bisherigen Ausbildung als erforderlich bezeichnet werden muß, nicht auf der Schule erlernt werden kann, sondern im Leben erworben werden muß, ist selbstverständlich. Der Ingenieur wird es sich eben nach Verlassen der Hochschule angelegen sein lassen müssen, an seiner weiteren Aus- und Fortbildung auf den Gebieten, die ihm die Lebenserfahrungen zeigen, fortgesetzt zu arbeiten, wie wir Alten es auch tun mußten. Daß man dabei täglich auf weit mehr als 8 Arbeitsstunden kommt, ist natürlich, hat aber nichts zu besagen; denn der Mensch, der befriedigt durch das Leben gehen will, hat zunächst seine Pflicht zu erfüllen. Wer den Beruf des Ingenieurs wählt, muß sich damit abfinden, daß er seine Befriedigung in der Bearbeitung, Lösung der sich ihm bietenden Aufgaben zu suchen hat, und daß er dabei ziemlich häufig sehr stark angestrengt tätig sein muß. Wer das letztere nicht will, darf nicht Ingenieur werden.

Im Interesse der Allgemeinheit und auch der einzelnen Stände liegt es nicht, daß man sich bekämpft, sondern daß man zusammenarbeitet und daß jeder in seinem Wirkungskreis das Beste zu leisten sucht.

Bedauern erfüllt mich, wenn ich sehe, daß Fachgenossen, statt auf Milderung der Klassengegensätze bedacht zu sein, zu einer Verschärfung derselben beitragen. Die Klassengegensätze trennen heute die aufeinander angewiesenen Kreise unseres Volkes weit mehr als in den natürlichen Verhältnissen begründet ist; ihre Milderung ist meines Erachtens eine Kulturaufgabe von überragender Bedeutung für unser Volk und seine Zukunft, weshalb ich mir gestatte, folgende bereits an anderer Stelle gemachten Bemerkungen hier zu wiederholen.

Die Aufgabe der Milderung der Klassengegensätze liegt auf wirtschaftlichem, politischem und rein menschlichem Gebiete. Was bisher zur Lösung angestrebt wurde — sei es durch die Gesetzgebung oder auf dem Wege der Freiwilligkeit — erfolgte vorzugsweise in wirtschaftlicher und politischer Hinsicht; auf rein menschlichem Gebiete geschah wenig, verhältnismäßig fast nichts. Hierin dürfte wohl auch ein Hauptgrund dafür zu suchen sein, daß trotz vieler Bemühungen auf wirtschaftlichem und politischem Gebiet die Unzufriedenheit in breiten Schichten unseres Volkes heute weit größer ist als vor Jahrzehnten. Wir haben uns in Deutschland viel zu sehr daran gewöhnt, die Milderung der Klassengegensätze fast ausschließlich von der Verbesserung der wirtschaftlichen Verhältnisse der Arbeiter und von der Gesetzgebung zu erwarten. Die Anzahl derjenigen, welche sich bewußt sind, daß in unserem Volke, das unter der Einwirkung der allgemeinen Schul- und Wehrpflicht groß geworden ist, die Milderung der Klassengegensätze auf dem rein menschlichen Gebiete mit aller Kraft angestrebt werden muß, erscheint noch recht gering. Die Erkenntnis der außerordentlichen Bedeutung dieser Kulturaufgabe in weite Kreise zu tragen und den Einzelnen zu veranlassen, an der Lösung nach Möglichkeit mitzuarbeiten, ist der Zweck ihrer Hervorhebung auch an dieser Stelle. Daß die Lösung sehr schwer ist, ändert nichts an der Wichtigkeit derselben für die Zukunft unserer Nation. Die Stellung der Frage: wie ist es gekommen, daß die zur Führung berufenen, gebildeten Oberschichten unseres Volkes in so weitgehendem Maße die Fühlung mit den anderen Schichten verloren haben, wie es tatsächlich der Fall ist, muß bei gründlicher Beantwortung auch die Wege erkennen lassen, die einzuschlagen sind.

Stuttgart, im April 1913.

Zur zwölften Auflage.

Starke Inanspruchnahme hinderte, den zweiten Band der elften Auflage bis Mitte des Jahres 1914, wie beabsichtigt war, fertig zu stellen. Infolge Ausbruch des Krieges und seiner langen Dauer wurde es unmöglich, diese Aufgabe vor Anfang 1919 aufzunehmen: die Arbeiten für Zwecke der Landesverteidigung hatten fortgesetzt zugenommen¹⁾, die Zahl der zu den Fahnen und später zum Hilfsdienst Einberufenen war derart gestiegen, daß z. B. von den elf Mitgliedern der Abteilung für Maschineningenieurwesen einschließlich der Elektrotechnik ich schließlich noch das einzige an der Hochschule tätige Mitglied war. Tüchtige Hilfskräfte waren überhaupt nicht zu erlangen.

Bei dieser Sachlage und in Erwägung, daß der 1913, also vor mehr als sechs Jahren erschienene 1. Band nicht mehr ganz dem heutigen Stand entspricht und inzwischen auch im Buchhandel vergriffen war, entschloß ich mich im Einverständnis mit dem Verleger dazu, von der Herausgabe eines 2. Bandes der elften Auflage abzusehen und die Maschinenelemente ganz in neuer Auflage herauszugeben. Infolgedessen erscheint das Buch jetzt in zwölfter Auflage, und zwar in vier Lieferungen, um es bei der starken Nachfrage nicht noch länger im Buchhandel fehlen zu lassen. Die vorliegende erste Lieferung enthält die ersten zwei Abschnitte.

Im ganzen war darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Herstellungskosten der Bücher außerordentlich gestiegen sind, weshalb Beschränkung in verschiedener Hinsicht geübt werden mußte, sollte das Buch für die Kreise, für die es in erster Linie bestimmt ist, nicht übermäßig hoch im Preis ausfallen. Gegenüber dem mir geäußerten Wunsche, die Herstellung der Maschinenelemente und ihre Benützung im Betrieb eingehend zu behandeln, muß ich bemerken, daß dies nicht möglich ist, soll das Buch nicht ein mehrbändiges Werk werden. Meine Stellungnahme in dieser Hinsicht gelangt im Titel des Buches zum Ausdruck und ist überdies im Vorwort der ersten Auflage berührt. Auch hier erachte ich die Beschränkung für das Gebotene unter voller Anerkennung der großen Bedeutung der wirtschaftlichen Rücksichten.

Die Knappheit der Materialien und ihre hohen Preise legen nahe, die zulässigen Anstrengungen höher zu wählen; dahingehende Bestrebungen sind auch an mich herangetreten. In dieser Beziehung ist große Vorsicht geboten. Die Güte des Materials, das heute zur Verwendung gelangt, ist im Durchschnitt nicht mehr diejenige wie vor dem Kriege, die Abweichungen sind zum Teil gering, zuweilen sehr erheblich. Die Werke arbeiten unter großen Schwierigkeiten, sowohl hinsichtlich des

¹⁾ Vgl. Vorwort zur 7. Auflage der „Elastizität und Festigkeit“.

eigentlichen Rohmaterials als auch in bezug auf die erforderlichen Nebenmaterialien, wie z. B. Kohle usw. Die Güte und die Vollkommenheit der Verarbeitung haben im Durchschnitt gleichfalls nachgelassen. Im übrigen darf ich auf das verweisen, was im Vorwort zur ersten und elften Auflage sowie im Text über die zulässige Belastung gesagt ist. Gegenüber den Bestrebungen, die sogenannten „Sicherheitszahlen“ herabzusetzen, muß im Auge behalten werden, daß diese Zahlen in vielen Fällen überhaupt nicht ein Maß der tatsächlichen Sicherheit bilden; sie sind vielfach so gewählt, daß sie der Unsicherheit Rechnung zu tragen haben, die der Berechnung an sich anzuhaften pflegt.

Die Ergebnisse der umfassenden Arbeiten des Normen-Ausschusses der Deutschen Industrie sind nach Tunlichkeit berücksichtigt worden, insoweit zuverlässig zu erwarten steht, daß nach ihnen gearbeitet werden wird.

Ergänzungen und Änderungen sind in dem gebotenen Maße nach Möglichkeit erfolgt. In dieser Hinsicht darf ich auf das in früheren Vorworten Gesagte verweisen, und die Bitte wiederholen, mich auf Unvollkommenheiten und Mängel unmittelbar aufmerksam zu machen. Solche Mitteilungen werden von mir jederzeit gern angenommen werden, wie ich auch allen denen bestens danke, die mir Mitteilungen für die jetzige Auflage gemacht oder sonst Unterstützung bei der Bearbeitung derselben gewährt haben. Ganz besonders muß ich der weitgehenden Unterstützung durch Herrn Professor R. Baumann, Herrn Professor Paul Gerlach und Herrn Maschineninspektor Stückle gedenken.

Den Fachgenossen wird nicht entgehen, daß das eine oder andere Beispiel, die eine oder andere Bemerkung vorzugsweise aus pädagogischen Rücksichten beibehalten oder aufgenommen worden ist.

Daß das Ganze, sowie manche Einzelheiten, nicht den Grad der Vollkommenheit aufweisen, der von mir selbst gewünscht wird, bedaure ich; das zu behandelnde Gebiet ist außerordentlich groß geworden, und kann beim besten Willen durch die Erfahrungen des einzelnen nicht mehr gedeckt werden. Ich muß mich damit bescheiden, durch das Gegebene die Studierenden bei ihren Studien gefördert und manchem Fachgenossen durch das eine oder andere, wenn nicht Unterstützung, so doch Anregung geboten zu haben. Vieles, was ich durch die „Maschinenelemente“ und durch andere damit im Zusammenhang stehende Veröffentlichungen angestrebt habe, ist Allgemeingut geworden, hat damit seinen Zweck erreicht. Junge Kräfte bauen darauf weiter.

In allgemeiner Hinsicht möchte ich die jungen Fachgenossen, angesichts der traurigen Verhältnisse, die über Deutschland hereingebrochen sind, noch auf folgendes aufmerksam machen.

Wir Ingenieure studieren Naturwissenschaften, machen uns mit den Eigenschaften der Dinge in der Natur vertraut und beherrschen alsdann

diese Dinge, indem wir von ihnen nichts anderes erwarten und verlangen, als was uns die Natur gelehrt hat. Nur gegenüber den Menschen, die doch auch Naturprodukte sind und noch immer aus derselben Substanz bestehen wie vor Jahrtausenden, pflegt vielfach anders verfahren zu werden. Man glaubt ihnen gegenüber Führer- oder Herrscherstellung einnehmen zu können, ohne die Fähigkeit zu besitzen, die Menschen gemäß ihrer Natur, insbesondere gemäß den Triebfedern ihres Denkens und Handelns richtig beurteilen und leiten zu können. Eine Säbelklinge aus gutem Stahl kann ich sehr stark biegen, ohne daß sie bricht; sie federt nahezu fast vollständig zurück. Biege ich sie über ein gewisses Maß hinaus, so bricht sie plötzlich. Daß dieser Bruch trotz der großen Elastizität des Materials eintritt, ist nicht Schuld des Stahles, sondern mein Fehler; denn ich habe das Material über das Maß hinaus angestrengt, welches ihm die Natur als Grenze der Widerstandsfähigkeit verliehen hat. Ganz ebenso, wie bei dem Stahl dieses Maß von der thermischen Behandlung abhängt, die ich dem Stahl habe angedeihen lassen und die in unserer Zeit mit Rücksicht auf die Vergütung des Materials besonders große Bedeutung erlangt hat, so hängt bei dem Menschen die Grenze seiner Widerstandsfähigkeit von der Behandlung ab, die ihm zu teil geworden ist; sie kann durch die Behandlung erniedrigt und erhöht werden, das letztere aber nicht über ein gewisses Maß hinaus. Wer dieses Maß, auf das bei den Menschen namentlich im Falle hoher und langandauernder Beanspruchung, verschiedene Umstände starken Einfluß nehmen, mit Sicherheit nach oben verschieben will, muß Denken und Fühlen der Menschen, die ihm folgen sollen, kennen, muß ausreichend Fühlung mit ihnen haben und ihren Forderungen als Menschen gerecht werden. Wieviel Mühe haben sich unsere führenden Schichten gegeben, in die Volksseele einzudringen und sie zu verstehen? Überaus wenig!¹⁾

¹⁾ Vgl. u. a. Vorwort zur achten Auflage, die beiden letzten Absätze des Vorwortes zur elften Auflage, sowie des Verfassers Schrift: „Milderung der Klassengegensätze“. Stuttgart: Konrad Wittwer 1919, ferner „Milderung der Klassengegensätze und die Bestrebungen zum Schutze des Ingenieurtitels“. Stuttgart: Konrad Wittwer 1919, welche Schrift die auf das zweite Preisausschreiben des Württembergischen Goethebundes eingegangenen Arbeiten enthält, denen ein Preis zuerkannt worden ist.

Für den Deutschen, der die Verhältnisse in seinem Vaterland aufmerksam verfolgte, war die fortschreitende Zerklüftung in unserem Volke eine schwere Sorge, und zwar lange vor dem Kriege; die zuerst genannte Schrift gibt darüber Auskunft. Der Verfasser, der die deutschen Arbeiterbewegungen seit Anfang der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts verfolgt hat, also seit der Zeit, da es noch keine Sozialdemokratie in Deutschland gab, ist sich darüber klar, daß wir in unserer deutschen Sozialdemokratie ein naturgemäßes Produkt unserer deutschen Verhältnisse zu erblicken haben. Daß diese Entwicklung — früher oder später — zu einer Umwälzung führen mußte, erkannten die führenden Schichten leider nicht, eben weil ihnen das, was das Volk bewegte, nicht oder doch nicht aus-

Ich sage das nicht, um ein Urteil zu fällen, sondern lediglich um eine Feststellung zu machen. Das Wesentliche ist nicht, daß nach Eintritt von schlimmen Folgen eines Ereignisses die Schuldfrage erörtert wird, sondern daß die gemachten Fehler erkannt werden und für die Zukunft aus ihnen gelernt wird.

Dieses Bestreben, zu lernen, sowie der Glaube, etwas gelernt zu haben, sind zwar in der heutigen Zeit außerordentlich lebhaft. Wenn man die Öffentlichkeit verfolgt, so wird beinahe alles als reformbedürftig betrachtet. Die „Reformbedürftigkeit“ ist zu einem Schlagwort geworden. Übersehen wird dabei allerdings meist gerade die Hauptsache, nämlich, daß jeder so viel als möglich an sich selbst arbeitet, und nicht das Heil von irgendeiner anderen Seite erwartet. Die Gesinnung der Menschen ist das Wesentliche für Besserung; an ihr muß unermüdlich gearbeitet werden.

Den auf Reformen gerichteten Bestrebungen läuft parallel die Neigung zum Organisieren, die nach Ausbruch des Krieges eingesetzt hat und heute noch in weit größerem Maße sich geltend macht als zweckmäßig erscheint. Dabei pflegt der Wert der Organisation an sich überschätzt zu werden. Wie in der Vergangenheit, so wird auch in Zukunft die Hauptsache davon abhängen, daß leistungsfähige, den Aufgaben gewachsene Persönlichkeiten — mehr Tat- als Wortmenschen — die Hauptarbeit leisten und die Führung übernehmen. Im Leben ist eben vieles mehr eine Personen- als eine Organisationsfrage¹⁾.

Die Stellung, die Deutschland in den letzten Jahrzehnten bis zum Kriege und während desselben bis zum Zusammenbruch 1918 eingenommen hat, verdankte es nicht günstigen Umständen, sondern den Anstrengungen seiner geistigen und physischen Arbeiter, der Arbeitsleistung seiner Bewohner. Die Wiederaufrichtung wird nur durch erneute, angestrengte Tätigkeit, durch unermüdliche Arbeit, die der Masse und dem inneren Gehalte nach über das früher Geleistete hinausgeht, herbeigeführt werden

reichend bekannt war. Selbst heute ist — trotz der Umwälzung vor Jahresfrist und trotz des starken und harten Druckes unserer Feinde — in unserem Volk die Zerklüftung noch überaus groß, die auf eine starke Selbstschwächung hinausläuft, und zwar in einer Zeit, die gemeinsame, Höchstwerte leistende Arbeit fordert, wie nie zuvor. Man streitet und verliert sich in Nebenfragen, statt alle Kraft auf das Hauptziel zu konzentrieren.

¹⁾ In welchem hohem Maße die Organisation überschätzt und das Menschentum unterschätzt wurde, darüber gibt die Einleitung zu meinem Aufsatz in der Z. V. d. I. 1920, S. 1008, ein Beispiel.

Erziehungsarbeit muß ausdauernd in allen Schichten unseres Volkes geleistet und dabei im Auge behalten werden, daß ihre Wirksamkeit viel weniger auf dem Wort als auf dem Vorbild beruht.

können. Deutschland, das die Folgen eines dreißigjährigen Krieges überwunden hat, wird auch imstande sein, die Folgen des jetzigen Krieges zu überwinden, wenn es — die Lehren des letzteren beachtend und die in menschlicher Hinsicht begangenen Fehler vermeidend — diesem Ziele entsprechend lebt, arbeitet und handelt.

Klagen, wie es vielfach geschieht, ist nicht nur zwecklos, sondern auch geeignet, uns in den Augen anderer zu erniedrigen. Jeder tue seine Pflicht in vollem Maße und gehe im Bewußtsein der Pflichterfüllung aufrecht seinen Lebensweg. Dann wird uns niemand — auch der gehässigste Feind nicht — auf die Dauer die Achtung versagen können, welche die natürliche Voraussetzung dafür bildet, daß wir im Kreise der Völker die Stellung einnehmen, die uns gebührt. Dazu werden allerdings mehrere Jahrzehnte gehören. Das darf aber die junge Generation nicht abhalten, dieses Ziel fest im Auge zu behalten. Als einer der Alten möchte ich ihr zurufen: Deutschland war in unserer Jugend im Kreise der Völker auch nicht in dem Maße geschätzt, wie es das wohl verdiente, wir haben gearbeitet soviel in unseren Kräften stand, und unsere Pflicht getan. Das Ansehen wuchs; nicht nur deshalb, weil wir uns militärisch leistungsfähig erwiesen hatten, sondern weil auch Leistungen von Bedeutung auf anderen Gebieten vorlagen. Wir huldigten der Auffassung: lieber mehr sein, als scheinen! und waren uns der tiefen Wahrheit bewußt, die wohl die Meisten von uns auf dem eigenen Lebenswege reichlich kennengelernt hatten, und die aus der viel später getanen Äußerung des alten Kaisers Wilhelm I. spricht: „Ich habe aus Demütigungen mehr gelernt, als aus allen Siegen.“

Stuttgart, Ende Oktober 1919.

Zur dreizehnten Auflage.

Der erste Band der zwölften Auflage, gebildet von der ersten und zweiten Lieferung, war infolge ungenügend hoch gewählter Auflage kurze Zeit nach dem Erscheinen vergriffen. Sollte das Buch nicht lange im Buchhandel fehlen, so mußte zu einem Abdruck oder zu einer neuen Auflage geschritten werden. Im Hinblick darauf, daß ein solches Buch selbst dann, wenn man sich tunlichster Vollkommenheit bestrebt, noch reichlich Unvollkommenheiten und Mängel enthält (vgl. das in den Vorworten zu den früheren Auflagen hierüber Bemerkte), entschied ich mich im Einvernehmen mit dem Verleger für eine Neuauflage, von welcher jetzt die erste Lieferung vorliegt. Von der zwölften Auflage wird

die dritte Lieferung voraussichtlich Ende dieses Jahres und die vierte Lieferung bis Mitte nächsten Jahres erscheinen.

Wie schon früher ausgesprochen, begrüße ich jede Mitteilung, durch welche Vervollkommnung ermöglicht wird, namentlich Bekanntgabe von zuverlässigen Erfahrungen — leider sind solche Mitteilungen recht selten — und ergreife erneut die Gelegenheit, allen denen bestens zu danken, die mir Mitteilungen haben zugehen lassen. Mit ganz besonderem Dank hebe ich die außerordentliche Unterstützung durch Herrn Professor R. Baumann, Herrn Professor Gerlach und Herrn Maschineninspektor Stückle hervor.

Den Studierenden und jungen Fachgenossen möchte ich auch jetzt wieder einiges ans Herz legen.

Die zur Zeit im Gang befindliche Aufstellung von Normen und diese selbst dürfen nicht davon abhalten, die Einzelheiten der Normen scharf zu durchdenken. Bei der Benützung der Normenblätter wird der Ingenieurjugend häufig nicht zum Bewußtsein kommen, daß der jeweilige Zustand der Technik und der Wissenschaft das Ergebnis einer durch lange Zeiträume sich fortsetzenden Entwicklung ist. Sie verzichtet zu ihrem Schaden viel zu leicht auf die Verfolgung dieser Entwicklung.

Sodann wiederhole ich kurz das, was ich in der Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure Ende 1920, S. 1008, unter „Bemerkungen zum Werdegang der jungen Ingenieure“ ausgeführt habe. Während der Studienzeit ist es Hauptaufgabe, sich in die wissenschaftlichen Grundlagen des gewählten Berufes zu vertiefen und in erster Linie das zu treiben, was man sich später nicht oder nur mit großen Schwierigkeiten anzueignen vermag. Nur dann steht zu erwarten, daß man bis zum Ausscheiden aus seiner Berufstätigkeit noch ausreichend festen Boden unter den Füßen hat. Dem, was das spätere Leben wirksam zu lehren vermag, braucht man auf der Schule nicht viel Zeit zu widmen, namentlich, wenn man diese nicht übrig hat.

In dieser Hinsicht ist namentlich des Wertes der Werkstatttätigkeit zu gedenken, deren Bedeutung bereits im Vorwort zur ersten Auflage hervorgehoben wurde. Sie ist für die heutigen Ingenieure noch notwendiger als früher; man braucht nur die verhältnismäßige Einfachheit der Arbeiten in den Werkstätten vor einer Reihe von Jahrzehnten zu vergleichen mit den Arbeiten der heutigen Zeit, und an die Erziehungsarbeit zu denken, die ein großer Teil der Ingenieure zu leisten hat. Die Werkstatttätigkeit kann nicht durch die Schule ersetzt werden. Dabei ist festzuhalten, daß der junge Mann an den Hauptstellen der Werkstätten nach Möglichkeit zu selbständiger Arbeit gelangt und das Bewußtsein der Verantwortlichkeit für diese empfindet, also eine wirkliche Lehre durchmacht. Diese Einteilung verdient

weitaus den Vorzug vor der Vielseitigkeit, die mit dem Durchlaufen aller Stellen der Werkstätten angestrebt wird und infolge der zur Verfügung stehenden Zeit bei der großen Mehrheit zur Oberflächlichkeit und deren Nachteilen führt. Was die Dauer der Werkstatttätigkeit anbelangt, so muß für den eigentlichen Maschineningenieur, selbst abgesehen davon, daß die tägliche Arbeitszeit jetzt nur noch 8 Stunden beträgt, 18 Monate als Mindestzeit bezeichnet werden; zu raten ist, darüber hinauszugehen. Ich habe niemals bereit, 3 Jahre als Werkstattarbeiter tätig gewesen zu sein.

In bezug auf die Arbeiterfrage verweise ich auf das in früheren Vorworten Gesagte unter Hervorhebung, daß es Pflicht eines jeden gebildeten Deutschen, insbesondere aber für den Ingenieur ist, daß er auch innerlich die richtige Stellung zu seinen Mitmenschen, namentlich zu den Arbeitern gewinnt; die Gesinnung ist das Maßgebende. Der Untergebene hat dafür ein feines Gefühl.

Stuttgart, im September 1921.

C. Bach.

VII. Zur Frage der zulässigen Abweichungen der Flammrohre von der Kreisform.

Von C. Bach.

Sonderabdruck aus der
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure
Jahrg. 1910, Seite 1018.

Ausgesprochenen Wünschen nachkommend, gestatte ich mir, meine im Vorjahre (am 19. Juli 1909 innerhalb der Deutschen Dampfkessel-Normenkommission) zu dieser Frage gegebenen Darlegungen durch Veröffentlichung an dieser Stelle den Fachgenossen allgemein zugänglich zu machen. Ich glaube, das tun zu sollen, erstens, damit das tatsächliche Material, welches in den Darlegungen enthalten ist und auf das in ihnen verwiesen ist, zusammengestellt vorliegt, wenn die Frage nach einer behördlichen Vorschrift später einmal wieder aufgenommen werden sollte, und zweitens, damit in weiteren Kreisen bekannt wird, daß ein Flammrohr (Rohr mit äußerem Überdruck) örtlich recht bedeutend von der Kreisform abweichen kann, ohne dadurch betriebsgefährlich zu werden, vorausgesetzt, daß die Ursache, welche die Abweichung im Betrieb herbeigeführt hat, beseitigt wird.

Den Anlaß zur Beschäftigung mit dem bezeichneten Gegenstande gab das in der Fußbemerkung¹⁾ enthaltene Schreiben des preußischen

¹⁾ Der Minister für Handel und Gewerbe.
J.-Nr. III 8913.

Berlin, den 26. November 1908.

Die seit einigen Jahren in Preußen geführte Statistik über Schäden an den Dampfkesselkörpern, die zur plötzlichen Außerbetriebsetzung der Kessel nötigen, sowie mehrere in letzter Zeit bei Explosionen von Kesseln gemachte Beobachtungen haben ergeben, daß bei dem Betriebe von Flammrohrkesseln eine auffallend große Zahl von Flammrohren unrunder Beschaffenheit vorkommt. Diese Beobachtungen sind nicht nur bei glatten, sondern auch bei gewellten Rohren gemacht. Obwohl die zur Außerbetriebstellung der Kessel nötigen Abweichungen von der Kreisform in letzter Linie durch Wassermangel, Öl- und Kesselsteinablagerungen herbeigeführt werden, so ist in vielen Fällen bei langsam fortschreitender Deformation doch zu erkennen, daß die Einflüsse auch geringer Wärmestauungen sich deswegen besonders geltend machen konnten, weil das Flammrohr von vornherein kein Körper gleicher Widerstandsfähigkeit, also kreisrund war, sondern infolge seiner Herstellung mehr oder weniger von dieser Form abwich. Bei der üblichen Art der Herstellung der Flammrohre wird es

Herrn Ministers für Handel und Gewerbe vom 26. November 1908 an den Herrn Reichskanzler, in dem die Frage gestellt wurde:

„welche Abweichungen von der Kreisform bei Herstellung von Flammrohren und der Kesselböden nach den zur Zeit vorliegenden Erfahrungen als zulässig gelten und von den Fabrikanten eingehalten werden müssen?“

Diese Frage war vom Reichskanzler der deutschen Dampfkessel-Normenkommission zur Beratung überwiesen worden.

In den hierdurch veranlaßten Verhandlungen habe ich das folgende bemerkt:

„Die in dem Schreiben des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe vom 26. November 1908 zum Ausgangspunkt genommenen Beobachtungen, dahingehend, daß bei dem Betrieb von Flammrohrkesseln eine auffallend große Zahl von Flammrohren unrunder Beschaffenheit vorkommen, enthalten nichts Neues, insbesondere nichts, auf das die Aufmerksamkeit der Sachverständigen erst gelenkt werden müßte. Um das im Interesse der Sache ausreichend klarzustellen, ist ein kurzer Rückblick nötig, wobei ich mich auf die Landdampfkessel beschränken darf.

Wenn Sie mir erlauben, zunächst mit persönlichen Erfahrungen zu beginnen, so muß ich feststellen, daß wir die hier zur Erörterung stehenden Erscheinungen schon 1881, also vor rund 28 Jahren, in der Stuttgarter Zuckerfabrik gehabt haben, in welcher die Kessel mit unreinem Wasser gespeist und zeitweise — während der Kampagne — übermäßig beansprucht wurden. Eines Tages stellte sich bei ihnen heraus, daß sämtliche 12 Feuerrohre der Kessel mehr oder minder stark eingebault waren. Die besonders starken Einbeulungen wurden durch Ersatz der

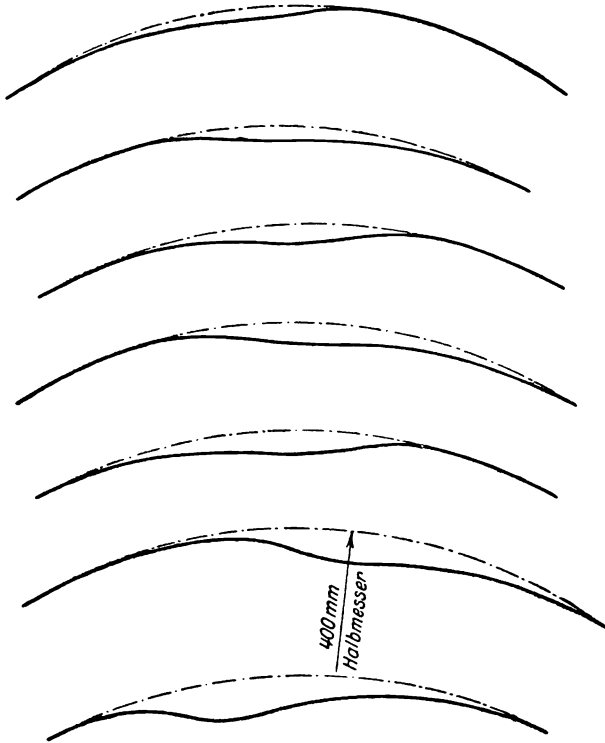
kaum zu erreichen sein, daß sie mathematisch genau der Kreisform entsprechen, es wird jedoch das Bestreben sein müssen, sie dieser für ihre Berechnung maßgebenden Form möglichst nahe zu bringen. Es erscheint daher geboten, die für Flammrohre zulässigen Toleranzen in den Abmessungen festzusetzen und gleiche Festsetzungen für die Ein- und Aushalsungen der Böden der Dampfkessel zu treffen. Derartige Bestimmungen gehören in die Bauvorschriften für Land-(Schiffs-)Dampfkessel (Anl. II des Entwurfs zu allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln).

Ich halte es für erwünscht, wenn der Deutschen Dampfkessel-Normenkommission als einer der Gegenstände für ihre nächste Tagung die Frage vorgelegt wird, welche Abweichungen von der Kreisform bei der Herstellung von Flammrohren und der Kesselböden nach den zur Zeit vorliegenden Erfahrungen als zulässig gelten und von dem Fabrikanten eingehalten werden müssen.

Im Auftrage
gez. Neumann.

An den
Herrn Reichskanzler (Reichsamt des Innern).

Rohre beseitigt. Die weniger starken — bis rund 30 mm Tiefe bei 800 mm Rohrdurchmesser zeigenden — wurden belassen, jedoch Lehren von ihnen angefertigt, die jeweils bei der Revision des Kessels anzulegen waren, um zu ermitteln, ob sich die Einbeulungen vergrößert hatten oder nicht. Die maßgebenden Begrenzungslinien dieser Lehren sind in den Abbildungen dargestellt; sie zeigen die Einbeulungen auf der Feuerseite von 9,5, 11,5, 15,5, 17, 18,5, 24 und 30,5 mm Tiefe.



Mit diesen Einbeulungen sind die Feuerrohre noch über 20 Jahre betrieben worden (bis die ganze Anlage im Jahre 1914 abgebrochen wurde), ohne daß die Einbeulungen sich vergrößert haben. Aber die Hauptsache war, daß der Direktor der Zuckerfabrik sofort für zweierlei Sorge trug:

1. die Kessel wurden nur mit gereinigtem Wasser gespeist,
2. der Rauchschieber jedes Kessels konnte nur noch bis zu einer gewissen Höhe gezogen werden,

wodurch der Zug und damit die Wärmeerzeugung und infolgedessen auch die Inanspruchnahme der Feuerrohre durch die Wärmeüberführung beschränkt wurde.

Ich habe mir damals über die Ursache folgende Ansicht gebildet und diese aus einem Anlaß, auf den ich gleich zu sprechen kommen werde, auch später veröffentlicht:

Örtliche Wärmestauung ohne Wassermangel; ohne Erglühen, also ohne Weichwerden des Bleches und ohne Überschreitung der höchsten zulässigen Betriebsspannung, infolge übertriebener, wenn auch nur kurze Zeit währender Inanspruchnahme der betreffenden Heizflächenteile bei

gleichzeitiger Erschwerung des Wärmeüberganges aus Anlaß der Verwendung von unreinem Speisewasser¹⁾.

Manche von Ihnen werden sich wohl noch der Erörterungen erinnern, welche 1886/87 anläßlich der Einbeulungen stattfanden, die an den Feuerrohren der Dampfkesselanlage des Wiener Rathauses (11 Tenbrink-Kessel) aufgetreten waren, und zwar wiederholt. Der Gegenstand wurde in mehreren Sitzungen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins unter größter Anteilnahme verhandelt²⁾; auch im Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure wurde darüber eingehend berichtet³⁾. Alle diese Verhandlungen führten jedoch zu keinem bestimmten Ergebnis. Das veranlaßte mich, in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1887, S. 458 und 459 (vgl. auch S. 526) die Ansicht mitzutheilen, die ich mir über die Ursache der oben erwähnten, im Jahr 1881 stattgehabten Einbeulungen in Stuttgart gebildet hatte, und dabei der Vermutung Ausdruck zu geben, daß die gleiche Ursache auch die Einbeulungen in Wien herbeigeführt haben werde.

Nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnisse mutet es fast komisch an, wenn man an der betreffenden Stelle (Z. V. d. I. 1887, S. 352 r. Spalte unten) liest, daß die Kessel des Wiener Rathauses jeweils nach der Reinigung einen Teeranstrich — und zwar einen recht kräftigen — im Innern erhielten, und daß die Einbeulungen meist nur in den ersten Tagen eintraten, nachdem die Kessel geputzt und wieder in Betrieb genommen worden waren.

Sie werden sich aus jener Zeit vielleicht auch noch erinnern, daß man unter anderm sogar Verdacht hatte auf die selbsttätige Abschlußklappe, welche in der Dampfleitung eines jeden Kessels eingebaut war, um den Kessel von der Hauptleitung abzuschließen, wenn der Druck in dieser höher stieg als in dem betreffenden Kessel⁴⁾. In einer Zuschrift an die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure⁵⁾ wurden diese Klappen von einer Seite, die sich mit den Kesseln der Wiener Anlage zu beschäftigen gehabt hatte, bestimmt als Ursache bezeichnet. Ich trat sogleich mit dem Hauptvertreter dieser Ansicht in Verbindung und ersuchte um Überlassung einer Klappe, um experimentell den Nachweis zu liefern, daß die Klappe die Einbeulungen nicht verursacht haben könnte. Das Experiment mußte unterbleiben, da mir eine Klappe nicht zur Verfügung gestellt wurde.

Die oben angeführte Ansicht über die Ursache der Einbeulungen

¹⁾ Z. V. d. I. 1887, S. 458 u. 459; vgl. auch S. 526.

²⁾ Wochenschr. d. österr. Ingen.- u. Architekt.-Ver. 1886, S. 351 bis 382, 388 bis 394.

³⁾ Z. V. d. I. 1887, S. 351f.

⁴⁾ Z. V. d. I. 1887, S. 353, linke Spalte.

⁵⁾ Z. V. d. I. 1887, S. 412 u. 413.

fund in gewisser Hinsicht Widerspruch¹⁾). Im allgemeinen glaubte man damals noch, daß die Einbeulungen nicht ohne Weichwerden des Bleches stattgefunden haben könnten.

Seit jener Zeit ist mir eine große Zahl von Einbeulungen (bei äußerem Überdruck), denen ein Unrundwerden vorherzugehen pflegt, und von Ausbauchungen (bei innerem Überdruck) bekannt geworden, für welche sämtlich die bezeichnete Ursache sich als zutreffend nachweisen läßt. Zwei solche Fälle (öhlhaltiges Speisewasser, Kesselstein) habe ich 1894 geglaubt, nochmals ausführlich zu erörtern zu sollen (vgl. Z. V. d. I. 1894, S. 1420 f.). In der Arbeit „Eine lehrreiche Dampfkesselexplosion“ (Z. V. d. I. 1902, S. 73 f., öhlhaltiges Speisewasser) bin ich nochmals auf die Sache zurückgekommen, weil es sich um eine Explosion handelte, bei der 6 Arbeiter getötet wurden, die außer den Frauen 25 Kinder hinterließen.

Die oben hervorgehobene Auffassung ist im Laufe der Zeit Allgemeingut geworden und wird auf Grund der täglichen Erfahrungen seit mehr als einem Jahrzehnt wohl allgemein als zutreffend erkannt. Damit glaube ich von dem geschichtlichen Rückblick zu der gestellten Frage zurückkehren zu können.

Die Abweichungen der Flammrohre von der kreisrunden Form, die nach dem Ministerialschreiben vom 26. November 1908 zu einer Ergänzung der Bauvorschriften für Dampfkessel führen können, pflegen, insofern sie eine bedeutende Größe besitzen, durch den Betrieb des Kessels herbeigeführt zu werden, und zwar dann, wenn das der ersten Hitze ausgesetzte Blech sehr stark beansprucht wird und wenn Ablagerungen aus dem Kesselwasser (Kesselstein, Öl usw.) an den inneren Kesselwandungen oder ein ungeeigneter Anstrich der letzteren den Wärmeübergang aus der Kesselwand in das Wasser in starkem Maße beeinträchtigen, so daß sich die Wärme in den Kesselwandungen staut, diese also örtlich eine höhere Temperatur annehmen. In allen mir bekannten Fällen hat eine weitere Zunahme der eingetretenen Abweichungen von der kreisrunden Form, mit denen der Betrieb fortgeführt wurde, nicht stattgefunden, wenn übermäßige Inanspruchnahme des Kessels vermieden und die Ursache der Wärmestauung (durch Speisung ausreichend reinen Wassers und Vermeidung von ungeeigneten Anstrichen) beseitigt wurde.

Hiernach handelt es sich in der Hauptsache nicht darum, „welche Abweichungen von der Kreisform bei der Herstellung von Flammrohren und der Kesselböden nach den zur Zeit vorliegenden Erfahrungen als zulässig gelten und von den Fabrikanten eingehalten werden müssen“, sondern um Abweichungen, welche im Betriebe

1) Z. V. d. I. 1887, S. 458, rechte Spalte.

eintreten und die durch geänderten Betrieb vermieden werden können und vermieden werden müssen; denn selbst ein genau kreisrundes Rohr wird unrund werden und sich auch einbeulen, wenn der Kessel in ungeeigneter Weise betrieben und behandelt wird.

Wenn im Schreiben des Herrn Handelsministers vom 20. Mai 1908 an den Zentralverband der preußischen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine, betr. die erörterten, im Betriebe auftretenden Formänderungen der Flammrohre¹⁾, die Annahme als berechtigt hingestellt wird, „daß sich der isolierende Einfluß von Rußablagerungen und der deformierende Einfluß steifer Stirnböden geltend machen“, so kann dem nicht beipflichtet werden. Der Ruß, welcher sich auf der Feuerseite ansetzt und hier, wenn er den ihm zugeschriebenen wärmeisolierenden Einfluß äußert, die Wärme mehr oder minder abhalten würde, in die Wandungen einzudringen, kann deshalb unmöglich zur Stauung von Wärme in der Wand Veranlassung geben. Wie die Flammrohrböden auf das beobachtete Einbeulen der Flammrohre (Beulen in der Richtung der Kesselachse) hinwirken sollen, ist nicht einzusehen.

Was sodann die im Ministerialschreiben vom 21. Juni d. Js. an den Vorsitzenden der Deutschen Dampfkessel-Normenkommission angeführten zwei Aufsätze anbetrifft (Z. V. d. I. 1909, S. 383 u. f. sowie S. 779 u. f.), so muß festgestellt werden, daß sie beide die örtliche Wärmestauung, auf die es hier in erster Linie ankommt, ganz außer Betracht lassen. Der erste Aufsatz (Z. V. d. I. 1909, S. 383 u. f.) betrachtet das Rohr als gleichmäßig kaltes Rohr, geht somit auf den Einfluß der Temperatur überhaupt nicht ein. Der zweite Aufsatz (Z. V. d. I. 1909, S. 779 u. f.) behandelt das Flammrohr derart, daß er der oberen Hälfte des Rohres und der unteren Hälfte desselben je die gleiche Temperatur auf seiner ganzen Erstreckung zuweist. Diese Voraussetzung, welche der Verfasser gemacht haben dürfte, um seine Rechnungen überhaupt durchführen zu können, entspricht nicht der Wirklichkeit. Demgemäß müssen die Rechnungsergebnisse beurteilt werden; auch kommt die Arbeit nicht zu Ergebnissen, welche für den mit der Sache Vertrauten etwas Neues bieten.

Damit glaube ich das vom Herrn Handelsminister der Normenkommission vorgelegte Material ausreichend gewürdigt zu haben. Wenn Sie das Gesagte sich nochmals vergegenwärtigen, so erkennen Sie deutlich, daß es sich um Dinge handelt, die nicht den Bau, sondern den Betrieb der Kessel betreffen. Es würden also nicht Bau-, sondern Betriebsvorschriften in Betracht kommen, für die ich übrigens nicht bin

¹⁾ Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb 1908, S. 249.

und die auch nicht in den Wirkungskreis der Normenkommission gehören. Diese hat sich nur mit Material- und Bauvorschriften zu befassen.

Was nun die der Normenkommission gestellte Frage anbelangt, so möchte ich Ihre Aufmerksamkeit noch darauf lenken, daß es sich hierbei um eine Aufgabe handelt, die derjenigen ähnelt, welche in der Elastizitätslehre bei Belastung des geraden Stabes als „Knickungsproblem“ bekannt ist. Der auf Knickung in Anspruch genommene Stab beginnt sich schon bei geringer Belastung auszubiegen, weil der wirkliche Stab eine genau gerade Achse überhaupt nicht hat, ferner weil die Druckkräfte in Wirklichkeit nicht genau zentrisch anzugreifen pflegen, weil das Material nicht an allen Stellen genau die gleiche Beschaffenheit aufweist und sich auch an allen Stellen nicht genau in dem gleichen Zustande zu befinden pflegt. Als ich die Anregung las, daß für Flammrohre bestimmte Abweichungen von der genauen Kreisform als gerade noch zulässig festgesetzt werden sollen, da kam mir angesichts der Natur der Aufgabe der Gedanke, daß man dann auch Vorschriften erlassen müßte, oder schon hätte erlassen sollen, dahingehend, wieviel z. B. bei auf Knickung in Anspruch genommenen Gliedern eiserner Brücken, bei Säulen, bei Kranauslegern usw. die wirkliche Stabachse von der geraden Linie abweichen darf usw.

Die vom Herrn Handelsminister unterm 26. November v. Js. an den Herrn Reichskanzler gebrachte und von dem letzteren der Normenkommission überwiesene Frage wird von dieser nicht beantwortet werden können. Das ist meine Auffassung¹⁾“.

Schlußbemerkung.

Das Ganze bekundet abermals, wie stark und wie tiefgehend die vorhandene Neigung ist, auf dem Gebiet des Dampfkesselwesens mit Vor-

¹⁾ Die beiden Unterkommissionen für Land- und Schiffsdampfkessel gelangten am 19. Juli 1909 (anwesend 24 Sachverständige) nach eingehender Erörterung zu folgendem Ergebnis:

„Die beiden Unterkommissionen der Dampfkessel-Normenkommission beschließen einstimmig die Ablehnung von behördlichen Bestimmungen darüber, welche Abweichungen von der Kreisform bei der Herstellung von Flammrohren und Kesselböden als zulässig gelten und von den Fabrikanten eingehalten werden müssen.“

Dem schloß sich die gesamte Dampfkessel-Normenkommission in ihrer Sitzung vom 30. Oktober 1909 einstimmig an.

Man wird den Wunsch hegen dürfen, daß diejenigen, welche den Herrn Minister für Handel und Gewerbe zu dem Schreiben vom 20. Mai, 21. Juni und 26. November 1909 veranlaßt haben und welche allem Anschein nach auf dem Gebiet des Dampfkesselwesens nicht ausreichend unterrichtet waren, die Sache gründlicher hätten studieren sollen, ehe 24 aus dem ganzen Reiche lediglich zu diesem Zwecke zusammenberufenen Sachverständigen die erwähnte Frage vorgelegt wurde, deren Ablehnung für jeden mit der Sache Vertrauten von vornherein feststand.

schriften, namentlich durch ins einzelne gehende Bestimmungen einzugreifen. Wie wenig hierzu Berechtigung vorliegt, zeigt nicht nur der im vorstehenden besprochene Fall, sondern das habe ich an dieser Stelle wiederholt dargelegt (vgl. z. B. Z. V. d. I. 1894, S. 910; 1900, S. 811; 1903, S. 162 u. f. unter C; 1905, S. 111 u. f.). Die deutsche Industrie wird sich viel mehr, als es bisher geschehen ist, rühren müssen, um unnötige behördliche Vorschriften mit Aussicht auf Erfolg fern zu halten.

VIII. Bemerkungen zum Werdegang der jungen Ingenieure.

Von C. Bach.

Vortrag im Württembergischen Bezirksverein.

Sonderabdruck aus der
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure
Jahrg. 1920, Nr. 48, S. 1008.

M. H., am 14. Januar 1915, also rd. ein halbes Jahr nach Ausbruch des Krieges, habe ich zu Ihnen über „eine Folge des Krieges für die deutsche Industrie“ gesprochen und dabei ausgeführt, daß die deutsche Industrie eine ganze Reihe von Jahren nach dem Kriege nicht das werde leisten können, was sie vorher geleistet hat; namentlich werde das vorzugsweise die Güte und die Vollkommenheit der Arbeit, also der Erzeugnisse betreffen. Ähnlich sei es auch in dem Jahrzehnt, das auf den Krieg 1870/71 folgte, gewesen. Ich dachte dabei natürlich auch an die Minderung der Leistung, die der Durchschnittsarbeiter, selbst wenn er noch nicht ein ganzes Jahr im Felde stand, zu erfahren pflegt. Als Ingenieur sowie als Fabrikdirektor in der Zeit 1872/78 habe ich sie deutlich beobachten und als alter Soldat von 1870/71 mir recht wohl erklären können. Ich habe damals noch ausgeführt, daß sich die Minderleistungen natürlich auf alle Gebiete der menschlichen Tätigkeit erstrecken, daß sie aber vorzugsweise da in die Erscheinung treten werden, wo ein Wettbewerb mit anderen Nationen stattfindet, die durch den Krieg weniger gelitten haben als wir. Der Schluß meiner Bemerkungen lautete: „Ich habe es für meine Pflicht gehalten, in unserem Kreise hierauf aufmerksam zu machen, damit so früh als möglich begonnen wird, geeignete Vorkehrungen zu treffen und insbesondere der heranwachsenden jungen Generation die Erziehungsarbeit zu widmen, die nötig ist, um nach einer nicht zu langen Reihe von Jahren wieder zu den Qualitätsleistungen zu gelangen, die für erfolgreichen Wettbewerb auf dem Weltmarkt nötig sind. Diese Erziehungsarbeit wird sehr bedeutend sein und sie wird unermüdlich geleistet werden müssen.“

M. H., auf diese Ende Januar 1915 in der Vereinszeitschrift erschiene-
ne Mitteilung¹⁾ sind mir eine Masse Schreiben unmittelbar aus in-
dustriellen Kreisen sowie durch die Redaktion der Zeitschrift zugegangen,
in denen mir die schwersten Vorwürfe gemacht wurden. Manche, selbst
Bezirksvereine wandten sich an den Vorstand des Vereins deutscher
Ingenieure und führten Beschwerde darüber, daß so etwas überhaupt
in der Vereinszeitschrift gedruckt worden war. Sätze wie z. B.: „Ich
mache der Veröffentlichung den Vorwurf größten Mangels an politischem
Denken“, waren noch zart. Ich wurde u. a. belehrt, daß es bei der in-
dustriellen Produktion überhaupt nicht mehr auf den Arbeiter an-
komme, sondern auf die Organisation, die von diesem unabhängig sei
usw.²⁾ An einer Stelle des Deutschen Reiches suchte man sogar das
betreffende Generalkommando zu einer Verfügung zu veranlassen, daß
derartige Äußerungen überhaupt nicht gedruckt werden dürften. Der
Grund, der diesen Sturm veranlaßte, war, daß man fürchtete, es werde
durch eine solche Veröffentlichung der deutschen Industrie auf dem
Weltmarkte geschadet. Ich habe Monate hindurch ganze Tage damit
zu tun gehabt, die mir zugehenden Schriftstücke zu beantworten; denn
ihre Beantwortung lag im Interesse der deutschen Industrie. Die Sach-
lage war doch einfach die: Der Verlauf des ausgebrochenen Krieges
zeigte nach 5 Monaten — für jeden, der sehen konnte und dem der Vogel
Strauß kein Vorbild war — deutlich, daß der Krieg ein schwerer, über-
aus schwerer Kampf um die Existenz unseres Vaterlandes werden würde,
und daß es deshalb unsere Pflicht sein mußte, den zu erwartenden
Folgen in die Augen zu sehen, selbst wenn diese im Augenblick noch nicht
schwer drückend geworden sein sollten. Das, was ich damals Ihnen
gegenüber ausgeführt hatte, wußten unsere Konkurrenten auf dem
Weltmarkt ganz von selbst; so hatte z. B. die Times in London mit
innerer Befriedigung ausgesprochen, daß Deutschland bei seiner all-
gemeinen Wehrpflicht einen großen Teil seiner wertvollsten Arbeits-
kräfte verlieren werde usw. Manche der Zuschriften, die ich erhielt,
bekundeten eine weitgehende Unkenntnis dessen, was unsere Feinde
bereits getan hatten, um uns in den Augen derer, die für uns auf dem
Weltmarkt wertvoll waren, herabzusetzen, sowie eine tiefgehende Ver-
ständnislosigkeit gegenüber der menschlichen Natur, insbesondere der
des Arbeiters, und nicht selten einen überaus bedenklichen Hochmut
sowie eine bedauerliche Unterschätzung der Tätigkeit und der Fähig-
keiten unserer Feinde, ganz besonders aber auch ein weitgehendes Ver-

¹⁾ Z. d. V. d. I. 1915, S. 143.

²⁾ Zur Steuer der Wahrheit muß ich anführen, daß, als ich später mit einem
der Hauptgegner zusammentraf, er mir von sich aus sagte: „Sie haben recht
gehabt, aber Sie konnten es nicht wissen.“ Was ich darauf zu sagen hatte, ergibt
sich aus der Sachlage.

kennen der Bedeutung der Erziehungsarbeit für die heranwachsende Arbeitergeneration. Über die schwerwiegenden Folgen der Sünden, welche in dieser Richtung begangen worden sind, brauche ich in diesem Kreise kein Wort weiter zu sagen.

M. H., die Mitteilungen, die ich Ihnen heute zu machen gedenke, haben einen ähnlichen Zweck. Da ich hierbei — jedenfalls zu einem Teile — wieder gegen den Strom schwimmen muß, so habe ich es für geboten erachtet, zunächst — wie es eben geschehen ist — auf Früheres Bezug zu nehmen und dadurch der Sache, um die es sich jetzt handelt, eine ausreichend gründliche Würdigung zu sichern.

Die hervorragenden Leistungen der deutschen Industrie bis zum Kriege und während desselben beruhen zu einem großen Teile darin, daß der deutsche Ingenieur neben seiner praktischen Ausbildung eine gründliche, in die Tiefe reichende wissenschaftliche Ausbildung besaß. Das ist von Jung und Alt, insbesondere auch von unseren Konkurrenten auf dem Weltmarkt anerkannt worden. Der Krieg hat die Anschauungen, namentlich bei der studentischen Jugend, mehr oder minder stark geändert.

Die jungen Männer, welche durch die militärischen Dienstleistungen, die bei einer bedeutenden Anzahl 5 Jahre und mehr erfordert haben, sowie durch die Folgen des Krieges sich in ihrer Berufsausbildung zurückgeworfen sehen, haben das Bestreben, sobald als möglich mit dieser fertig zu werden. So sehr das menschlich zu begreifen ist, so nachteilig kann es auf das spätere Fortkommen sowie auf die deutsche Industrie einwirken. Viele handeln einfach so, als ob die Erlangung des Zeugnisses als Diplomingenieur die Hauptsache sei, während es doch auf die tatsächliche Leistungsfähigkeit im Leben ankommt, namentlich im Hinblick auf die weitgehende Verarmung unseres Vaterlandes und auf die großen Schwierigkeiten, mit denen wir in Zukunft bei der Gütererzeugung und bei dem Güterabsatz zu kämpfen haben werden, und die deshalb noch höhere Anforderungen stellen werden, als vor dem Kriege zu erfüllen waren. Auf den Hochschulen werden jetzt Übersichtsvorlesungen gewünscht, das Eindringen in die wissenschaftlichen Einzelheiten, das Vertiefen in sie, wird vielfach für überflüssig erachtet, nicht selten mit der Begründung: der Zweck der Tätigkeit des Ingenieurs sei doch in Wirklichkeit ein wirtschaftlicher, oder ähnlich. Man glaubt, durch Hören von Übersichtsvorträgen, von volkswirtschaftlichen Vorlesungen u. dgl. rascher vorwärts zu kommen. Es ist eine ausgeprägte Neigung vorhanden, sich mehr auf die Tätigkeit des Verwaltungsvorbereitenden; als lockendes Ziel winkt die Stellung des Generaldirektors oder doch wenigstens die eines Direktors. Dieser Neigung leistet die Tätigkeit des jungen Mannes während des Krieges als Offizier, d. h. als Befehlender, reichlich Vorschub. Ich spreche das aus,

nicht um einen Vorwurf zu erheben, sondern um zu erklären und erneut darauf hinzuweisen, daß der Mensch weit mehr, als man anzunehmen pflegt, das Produkt der Verhältnisse ist, unter denen er gelebt hat.

M. H., was ich eben hier ausgeführt habe, ist nicht bloß die Beobachtung, die ich an unserer Hochschule gemacht habe, sondern das Gesagte deckt sich mit dem, was mir von Kollegen an anderen Technischen Hochschulen des Reiches mitgeteilt worden ist. Es handelt sich also um eine Richtung, die ein sehr großer Teil der jetzigen Studierenden, die Ingenieure werden wollen, einzuschlagen geneigt ist und auch wirklich verfolgt. Nach meiner Lebenserfahrung ist das für die meisten ein Irrweg, und deshalb erachte ich mich für verpflichtet, öffentlich darauf hinzuweisen; ich habe das in engerem Kreise schon früher und im September d. J. auch im Vorstandsrate des Vereines deutscher Ingenieure unter Zustimmung getan. Abgesehen von dem, was ich bereits ausgesprochen habe, möchte ich nur noch folgendes hervorheben.

Wenn wir, die wir vor rund einem halben Jahrhundert studiert haben, bis heute imstande gewesen sind, den außerordentlichen Fortschritten und fortgesetzten Änderungen zu folgen, die in diesem halben Jahrhundert stattgefunden haben, sowie den hieraus sich ergebenden Anforderungen ausreichend gerecht zu werden, so haben wir das dem Umstand zu danken, daß wir uns in die wissenschaftlichen Grundlagen unseres Berufes nach Möglichkeit vertieft haben. Es bleibt immer das Richtige, zunächst auf einem Gebiete, wenn es auch eng begrenzt ist, festen Fuß zu fassen und sodann je nach Befähigung und Arbeitskraft die Grenzen des beherrschten Gebietes zu erweitern so weit, wie es eben die Verhältnisse gestatten. Der mitten in der Produktion stehende Ingenieur muß die Einzelheiten, auf die es ankommt, gründlich kennen, er muß sie beherrschen. Das macht ihn zum Ingenieur. Auch für den Direktor — selbst eines großen Werkes — ist das außerordentlich zweckmäßig, damit er möglichst wenig in Abhängigkeit von seinen Untergebenen gerät. Führende Männer dürfen sich nicht in den Händen ihrer Untergebenen, Referenten und Mitarbeiter befinden¹⁾.

Dazu kommt noch folgendes: Auf den deutschen Universitäten studieren zur Zeit Tausende von jungen Juristen und Volkswirtschaftlern — unter ihnen eine erhebliche Anzahl ehemaliger aktiver Offiziere —, deren Ziel ebenfalls dasjenige des Generaldirektors oder wenigstens des Direktors einer industriellen Unternehmung ist. Selbst auf der Universität in Tübingen sind es Hunderte, wie mir von sachkundiger Seite berichtet worden ist. Gegenüber dieser Sachlage denken Sie an die deutsche Industrie, die fortwährend der Verarmung entgegengeht. Es ist ganz ausgeschlossen, daß auch nur ein erheblicher Bruchteil der be-

¹⁾ Vgl. C. Bach: Bemerkungen zur wissenschaftlichen Ausbildung der Ingenieure usw. Stuttgart 1912 oder auch Z. V. d. I. 1912, S. 299 u. f.

zeichneten Studierenden an den 11 Technischen Hochschulen und an den 23 Universitäten Deutschlands sein Ziel erreicht, während andererseits die Ingenieure fehlen würden, die eine in die Tiefe reichende wissenschaftliche Ausbildung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens besitzen.

Ein zweiter Punkt, den ich im Anschluß an das soeben Behandelte zur Sprache bringen möchte, betrifft die Werkstattausbildung der zukünftigen Maschinen- und Elektroingenieure.

Sie wissen, daß die Forderung einer mindestens einjährigen Werkstatttätigkeit von Württemberg ausgegangen ist. Sie wurde, nachdem ich 1879 an geeigneter Stelle einen dahingehenden Antrag gestellt hatte, durch K. Verordnung im Jahre 1883 eingeführt¹⁾. Die übrigen deutschen Staaten folgten. Die Älteren von Ihnen werden sich auch an den Bericht erinnern, den ich Ihnen am 19. April 1895 in der Frage der Werkstattausbildung erstattet habe²⁾. Ich konnte Ihnen vor einem Vierteljahrhundert u. a. berichten, daß es damals gelungen war, in Württemberg für rd. 70 Praktikanten Unterkunft zu schaffen.

Die Folgen des Krieges und der Umwälzung lassen es im Interesse der deutschen Industrie wie auch in demjenigen der jungen Männer, die Ingenieure werden wollen, dringend geboten erscheinen, daß die Werkstatttätigkeit länger dauert, als in den letzten Jahrzehnten vor dem Kriege üblich war. Das gilt sowohl für die, welche die Technische Hochschule besuchen, als auch für diejenigen, die sich mit dem Besuche der technischen Mittelschule begnügen wollen.

Eine der Hauptaufgaben der Maschineningenieure wird während der nächsten Jahrzehnte in der Heranbildung, in der Erzielung von Qualitätsarbeitern bestehen, deren Leistungen uns helfen müssen, auf dem Weltmarkte wieder die Stellung zu erringen, die wir anzustreben haben, wollen wir nicht ein unterdrücktes Volk bleiben. Dazu gehört, daß der Ingenieur selbst ein weitergehendes Wissen, namentlich ein tieferes Können aus der Werkstatt in sich trägt, als das bisher vielfach der Fall gewesen ist, und das — wie ausgesprochen werden muß — von den meisten auch nur durch eine längere Werkstatttätigkeit erworben werden kann. Dieser Mehraufwand an Zeit kann heute auch recht wohl gemacht werden, da die militärische Dienstpflicht, der wir so außerordentlich viel verdanken (vgl. Vorwort zur 10. Auflage meiner „Maschinenelemente“, auch in den späteren Auflagen enthalten), entfällt, und es für den Nachwuchs der Maschineningenieure das Gegebene ist, diese Dienstpflicht durch Arbeitspflicht zu ersetzen.

Hinsichtlich der Bedeutung der Werkstatttätigkeit für den Ingenieur und für die deutsche Industrie bitte ich Sie, noch scharf im Auge zu behalten, daß es schon Jahrzehnte vor dem Kriege nicht an Inge-

¹⁾ Vorwort zur 1. Aufl. der Maschinenelemente, S. 45 u. f.

²⁾ Z. d. V. d. I. 1895, S. 538.

nieuren für das Bureau, wohl aber an solchen für den Betrieb gefehlt hat, und zwar in steigendem Maße; eben eine Folge davon, daß die jungen Ingenieure zu wenig Werkstattpraxis besaßen. Die Bureautätigkeit war beliebter als die Tätigkeit in der Werkstatt. Daß hierauf gesellschaftliche Rücksichten, wie auch die Anschauungen in weiblichen Kreisen einwirken, brauche ich nicht darzulegen. Dieser Zustand dauerte fort, trotz der stärker zunehmenden Bezahlung der Ingenieure für den Betrieb und trotz der Erkenntnis, daß für den Leiter eines industriellen Unternehmens der Besitz reichlicher Betriebserfahrungen natürliche Voraussetzung ist.

Die wiederholten Besprechungen, welche auf meine Veranlassung in Württemberg zwischen Vertretern der Industrie, der Staatsbahnen und der Technischen Hochschule in diesem Jahre stattgefunden haben, führten einhellig zu folgenden Ergebnissen.

Für diejenigen, welche sich mit der Ausbildung auf einer technischen Mittelschule begnügen wollen, wird dringend eine dreijährige Werkstatttätigkeit und die Ablegung der Gesellenprüfung empfohlen, einmal, damit sie später gebotenenfalls als gelernte Arbeiter Aufnahme in den Werkstätten finden können, namentlich aber auch deshalb, damit sie als Meister oder Betriebsingenieur imstande sind, für die Heranbildung von Qualitätsarbeitern erfolgreich zu wirken.

Für diejenigen, welche die volle wissenschaftliche Ausbildung auf einer Hochschule anstreben, erscheint eine zweijährige Werkstatttätigkeit erwünscht, doch wird sie nicht für alle mit voller Berechtigung verlangt werden können, weshalb die Hochschule sich auf die Forderung einer mindestens einjährigen Werkstatttätigkeit wird beschränken müssen. Sie wird dabei allerdings voraussetzen haben, daß diese Mindestzeit voll und sorgfältig im Sinne des Zweckes der Werkstatttätigkeit ausgenutzt wird.

Starre Vorschriften über die Verwendung der Ausbildungszeit in den einzelnen Werkstätten lassen sich nicht aufstellen; die Verschiedenartigkeit der Betriebe, in denen die Ausbildung erfolgen kann, gestattet das nicht. Doch wurde es allgemein als wünschenswert bezeichnet, ungefähre Anhaltspunkte darüber zu haben. Die folgende Zusammenstellung gibt diesen Anhalt.

Art der Beschäftigung	Dauer der Ausbildung		
	Monate	Monate	Monate
insgesamt	12	18	24
Schlosserei, Schmiede, Montage	5	6	7
Dreherei, Fräserei, Hobelraum u. dgl.	2	5	5
Modellschreinerei, Gießerei	3	3	4
Werkzeugmacherei	—	1	1
Rest	2	3	7

Die 18 monatige Ausbildung war mit Rücksicht darauf vorzusehen, daß die Vorschulen künftig ihre Abiturienten im Frühjahr entlassen sollen, während die Hochschulen ihre Kurse im Herbst beginnen.

Die in den Spalten bei den einzelnen Werkstätten angegebenen Zahlen sind als Mindestwerte gedacht; der Rest wäre entsprechend den Sonderverhältnissen des betreffenden Betriebes zu verwenden, sei es, daß der Praktikant länger als vorgesehen, oder noch in anderen Werkstätten (Kesselschmiede, Kupferschmiede usw.) tätig ist, sei es, daß er im Kessel- und Maschinenhaus oder auch als Anreißer arbeitet oder mit Arbeiten im technischen Bureau beschäftigt wird. Letzteres sollte allerdings nicht innerhalb der „mindestens 12 monatigen Werkstatttätigkeit“ geschehen. Auch die Teilnahme an Montagearbeiten außerhalb der Fabrik wird als sehr zweckmäßig angesehen. Die Benutzung eines Teiles der großen Ferien während der Studienzeit zu praktischer Tätigkeit wird empfohlen.

An den Hauptstellen soll der Praktikant nach Möglichkeit zu selbständiger Arbeit gelangen und das Bewußtsein der Verantwortlichkeit für diese empfinden. Bei zweijähriger Ausbildungszeit wird das natürlich vollkommener zu erreichen sein als bei der einjährigen.

Eingehend wurde hierauf die Förderung der Praktikanten im allgemeinen besprochen und verlangt, daß für die Ausbildung derselben im Zeichnen — Samstag nachmittags und in den Abendstunden — gegebenenfalls unter Verwendung der Lehrkräfte der Gewerbeschulen zu sorgen sei. Auch Unterweisung in Kosten- und Materialfragen, Buchführung usw. wurde als wünschenswert bezeichnet.

Einzelne Firmen verfügen über Ingenieure, die geneigt sind, die Praktikanten über das, was um sie her vorgeht, laufend aufzuklären und ihnen auch sonst Anregungen zum Nachdenken über technische Dinge zu geben, was lebhaft zu begrüßen ist. Sonderkurse, wie z. B. ein solcher in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Stuttgart über die Eigenschaften der Konstruktionsmaterialien im Herbst d. Js. oder in der ersten Hälfte des nächsten Jahres für Praktikanten in und in der Nähe von Stuttgart in Aussicht genommen ist, werden recht nützlich wirken können.

Zu verlangen sei ferner volle Unterordnung unter die Werkstattordnung sowie die Führung eines Arbeitsverzeichnisses mit Skizzen der angefertigten Gegenstände usw.

Diejenigen, welche sich über das Gesagte hinaus für die Ergebnisse der Besprechungen, die in Württemberg hinsichtlich der Werkstattausbildung stattgefunden haben, interessieren, können die betreffende Drucksache vom Vorsitzenden des Württembergischen Bezirksvereines, Herrn Prof. R. Baumann, Stuttgart, Cannstatter Straße 212, erhalten. Die

Besprechungen haben dazu geführt, daß für rd. 270 Praktikanten innerhalb Württembergs Unterkommen zugesagt worden ist.

M. H., nun noch in allgemeiner Hinsicht eine Schlußbemerkung, die allerdings zum großen Teil eine Wiederholung dessen bildet, was ich schon früher ausgesprochen habe.

Wie ich bereits bemerkt habe, handeln viele junge Männer so, als ob die Erlangung des Zeugnisses als Diplomingenieur die Hauptsache sei, während es doch später auf die Leistungsfähigkeit im Leben ankommt. Mir tut es jedesmal innerlich leid, wenn dieses Bestreben unter Verkennung der tatsächlichen Verhältnisse in die Erscheinung tritt. Ich stamme aus einer Zeit, in der man als Ingenieur davon durchdrungen war, daß nur die Leistungen im Leben das Fortkommen zu sichern imstande seien, daß man jeden Tag sich seine Existenz aufs neue zu erringen habe. Es ergab sich dabei ganz von selbst, daß die Hauptaufgabe darin bestand, in jeder Stellung, in die man gelangte, also auch in der des Studierenden, so viel zu arbeiten und sie so vollständig auszufüllen, als man vermochte. Das Weitere überließ man der Zukunft. Man verlangte insbesondere keinen Schutz mit Rücksicht auf abgelegte Schulprüfungen, man dachte an kein Monopol: man hätte es auch für ganz unzulässig erachtet, andere nach oben strebende Menschen deshalb zurückzuhalten und sie am Vorwärtskommen zu hindern, weil sie weitergehende Schul- und Studiennachweise nicht besaßen. Ich weiß, daß die deutsche Industrie das, was sie geworden ist, zu einem sehr großen Teil diesem Umstand verdankt, nämlich, daß ihre Führer so handelten, als ob sie sich jeden Tag ihre Existenz neu zu erringen hätten, und dabei nicht verlangten, im Wettbewerb der von unten nach oben strebenden Männer, gleichgültig, welche Bildung diese genossen hatten, geschützt zu sein.

M. H., das muß wieder der maßgebende Zug in unserer Jugend werden, wenn wir in den nächsten Jahrzehnten aus der unsagbar traurigen Lage herauskommen wollen, in der wir uns befinden.

Ich habe noch einen weiteren Punkt, den ich Ihnen ans Herz legen möchte. Dieser bezieht sich auf die Stellung des Ingenieurs zum Arbeiter. Als wir vor reichlich drei Jahrzehnten das Robert Mayer-Denkmal vor der Technischen Hochschule enthüllt haben, habe ich u. a. ausgeführt, daß der Ingenieur der berufene Führer und Leiter der Arbeiter bei den Werken des Friedens sei¹⁾. Sodann habe ich Ende vorigen Jahrhunderts in Ihrem Kreise folgendes hervorgehoben²⁾: „Der Industrielle hat mit zwei grundverschiedenen Materialien zu tun; mit dem toten und mit dem lebenden. Zu den ersteren zählen die Stoffe, welche zu verarbeiten sind, die Werkstätten mit ihren Einrichtungen, insbe-

¹⁾ Vgl. Z. V. d. I. 1890, S. 91 u. 429, oder auch Vorwort der 12. Auflage der Maschinenelemente (S. XI).

²⁾ Z. V. d. I. 1899, S. 157.

sondere mit den Maschinen und Werkzeugen nebst Zubehör. Das lebende Material bilden die Arbeiter einschließlich der Beamten. Die heutige Ausbildung des Ingenieurs — ich meine damit nicht bloß die schulmäßige — ist fast ausschließlich darauf gerichtet, ihn hinsichtlich der Erkenntnis und Behandlung des leblosen Materials zu befähigen; sie legt dagegen nur geringen oder doch ungenügenden Wert auf die Entwicklung der Fähigkeit, das lebende Material richtig zu erkennen, demgemäß zu handeln und zu beurteilen. In dieser Richtung geschieht meist wenig, zum Teil nichts. Damit hängt es dann auch zusammen, daß vielen der jungen Ingenieure die Fähigkeit abgeht, die Arbeiter so zu behandeln wie erforderlich. Der junge Ingenieur lebt in der Regel so, als ob ihn die ganze Arbeiterfrage nichts angehe. Daher die betäubende Erscheinung, daß viele Tausende von Ingenieuren außerhalb der Werkstätten und der Arbeitsplätze fast vollständig ohne Föhlung mit den Arbeitern sind.“

Bei auswärtigen Verhandlungen im September d. J. mußte ich zu meinem Bedauern wiederholt feststellen, daß die Fremdheit des Föhlers und Denkens zwischen dem Ingenieur und dem Arbeiter auch heute noch häufig übergroß ist, und daß die Klassengegensätze in voller Schroffheit noch vielfach in den Köpfen — und in den Herzen — sitzen. Das muß anders werden. Wir Deutsche müssen ein kompaktes Ganzes bilden; alle Schichten des Volkes müssen zusammenarbeiten und in derselben Richtung ziehen, damit unser Vaterland aus seiner Not herauskommt. Statt uns gegenseitig zu bekämpfen, müssen wir durch gemeinsames Zusammenarbeiten möglichst hohe Leistungen zu erreichen suchen. Jeder gebildete Deutsche, insbesondere aber der Ingenieur, hat die Pflicht, daß er auch innerlich die richtige Stellung zu seinen Mitmenschen, insbesondere zu den Arbeitern, gewinnt; die Gesinnung ist das Maßgebende. Der Untergebene hat dafür ein feines Gefühl. Erst dann dürfen wir erwarten, daß der Wiederaufstieg unseres Vaterlandes gesichert ist. Je später diese Erkenntnis durchbricht, um so schwerer wird die Not werden, durch die Deutschland hindurch muß.

Ausspruch für das goldene Buch des deutschen Volkes an der Jahrhundertwende 1900.

Nicht durch die Wissenschaft und Schule an sich ist die deutsche Industrie auf den Standpunkt gelangt, den sie gegen Ende des 19. Jahrhunderts eingenommen, sondern durch die Verbindung der wissenschaftlichen Schulung mit der praktischen Ausbildung und der Pflege der für das Leben wichtigen Charaktereigenschaften im Zusammenhange mit der Erhaltung und weiteren Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit. In dieser Hinsicht hat die allgemeine Wehrpflicht auch ohne kriegerische Leistungen ihren Anteil an der industriellen Stellung Deutschlands.

C. Bach.

Literarische Arbeiten von C. Bach.

Zusammengestellt von W. G.

I. Selbständige Druckwerke und Druckschriften, die für sich zu haben sind.

1. Die Maschinenelemente, ihre Berechnung und Konstruktion mit Rücksicht auf die neueren Versuche, mit Atlas. Stuttgart. 1. Aufl. 1881 (1500 Exemplare); 2. Aufl. 1891/1892 (in 2 Teilen erschienen); 3. Aufl. 1894 (3000 Exemplare); 4. Aufl. 1895; 5. Aufl. 1896; 6. Aufl. 1897 (4000 Exemplare); 7. Aufl. 1899; 8. Aufl. 1901; 9. Aufl. 1903; 10. Aufl. 1908; 11. Aufl. 1913; 12. Aufl. 1919; 13. Aufl. 1922.

Die Maschinenelemente sind übersetzt worden ins Schwedische, Französische und Russische.

2. Die Konstruktion der Feuerspritzen. Mit einem Anhang: Die allgemeinen Grundlagen für die Konstruktion der Kolbenpumpen. Mit Atlas. Stuttgart 1883.

3. Versuche über Ventilbelastung und Ventilwiderstand. Berlin 1884.

4. Die Wasserräder. Mit Atlas. Stuttgart 1886. (Herstellung einer 2. Aufl. abgelehnt.)

5. Versuche zur Klarstellung der Bewegung selbsttätiger Pumpenventile. Stuttgart 1887.

6. Elastizität und Festigkeit. Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage. Berlin. 1. Aufl. 1889/90; 2. Aufl. 1894; 3. Aufl. 1898; 4. Aufl. 1901; 5. Aufl. 1905; 6. Aufl. 1911; 7. Aufl. 1917 (unter Mitwirkung von R. Baumann); 8. Aufl. 1920 (unter Mitwirkung von R. Baumann); 9. Aufl. 1924 unter C. Bach und R. Baumann.

7. Festigkeitseigenschaften und Gefügebilder. C. Bach und R. Baumann, Berlin. 1. Aufl. 1914; 2. Aufl. 1921.

8. Bemerkungen zur wissenschaftlichen Ausbildung der Ingenieure und zur Frage des weiteren Ausbaues der Technischen Hochschulen. Stuttgart: K. Wittwer 1912.

9. Ingenieurlaboratorium und Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart. Stuttgart 1915.

10. Die Technische Hochschule Stuttgart im Jubiläumswerk „Württemberg unter der Regierung König Wilhelm II.“. Stuttgart 1916.

11. Milderung der Klassengegensätze. Stuttgart: K. Wittwer 1918/19.

12. Versuche über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten. Berlin 1890.

13. Der Württembergische Ingenieurverein — Württembergische Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure — in den ersten fünfzehn Jahren seines Bestehens 1877—1892. Stuttgart 1892.

14. Die Abteilung für Maschineningenieurwesen der K. Technischen Hochschule Stuttgart 1869/70—1894/95.

15. Abhandlungen und Berichte. Aus Anlaß der Feier des 20jährigen Bestehens des Württembergischen Bezirksvereins Deutscher Ingenieure, zusammengestellt und diesem gewidmet. Stuttgart 1897.

16. Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Kesselwandungen. Berlin. Heft 1, 1893: Wasserkammerplatten von Wasserröhrenkesseln. — H. 2, 1894: Die Berechnung flacher, durch Anker oder Stehbolzen unterstützter Kesselwandungen, und die Ergebnisse der neuesten hierauf bezüglichen Versuche. Die auf der Kaiserlichen Werft in Danzig 1887—1892 ausgeführten Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Flammrohren. — H. 3, 1897: Untersuchung über die Formänderungen und die Anstrengung flacher Böden. — H. 4: Versuche mit Flanschenverbindungen zu Rohrleitungen für hohen Dampfdruck und im Zusammenhang hiermit Untersuchungen über das Arbeitsvermögen von Gußeisen, Flußeisen, Bronze und Stahlguß. — H. 5: Untersuchungen über die Formänderungen und die Anstrengung gewölbter Böden. — H. 6, 1902: Die Widerstandsfähigkeit kugelförmiger Wandungen gegenüber äußerem Überdruck. — H. 7, 1904: Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften von Flußeisenblechen bei gewöhnlicher und bei höherer Temperatur. Verschiedenheit der Elastizität von Fox- und Morison-Wellrohren.

Infolge des Erscheinens der Mitteilungen über Forschungsarbeiten seitens des Vereines deutscher Ingenieure, in denen die weiteren Versuchsberichte niedergelegt sind, wurde die Herausgabe der Schriften „Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Kesselwandungen“ nicht fortgesetzt.

17. Mitteilungen über die Herstellung von Betonkörpern mit verschiedenem Wasserzusatz, sowie über die Druckfestigkeit und Druckelastizität derselben. Stuttgart 1903.

18. Mitteilungen über Druckelastizität und Druckfestigkeit von Betonkörpern mit verschiedenem Wasserzusatz. II. Teil. Stuttgart 1906; III. Teil. Stuttgart 1909.

Mitteilungen über Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure.

19. H. 1, 1899: Untersuchung über den Unterschied der Elastizität von Hartguß (abgeschrecktem Gußeisen) und von Gußeisen gewöhnlicher Härte. Z. V. d. I. 1899, S. 857 u. f.

20. H. 1, 1901: Zur Frage der Proportionalität zwischen Dehnungen und Spannungen bei Sandstein. Z. V. d. I. 1900, S. 1169 u. f.

21. H. 1, 1901: Versuche über die Abhängigkeit der Festigkeit und Dehnung der Bronze von der Temperatur. Z. V. d. I. 1900, S. 1745 u. f.

22. H. 1, 1901: Versuche über das Arbeitsvermögen und die Elastizität von Gußeisen mit hoher Zugfestigkeit. Z. V. d. I. 1900, S. 409 u. f.

23. H. 1, 1901: Versuche über die Druckfestigkeit hochwertigen Gußeisens und über die Abhängigkeit der Zugfestigkeit desselben von der Temperatur. Z. V. d. I. 1901, S. 168 u. f.

24. H. 1, 1901: Untersuchung über die Temperaturverhältnisse im Innern eines Lokomobilkessels. Z. V. d. I. 1901, S. 22 u. f.

25. H. 4, 1902: Weitere Versuche über die Abhängigkeit der Zugfestigkeit und Bruchdehnung der Bronze von der Temperatur. Z. V. d. I. 1901, S. 1477 u. f.

26. H. 4, 1902: Eine Stelle an manchen Maschinenteilen, deren Beanspruchung auf Grund der üblichen Rechnungsweise stark unterschätzt wird. Z. V. d. I. 1901, S. 1567; 1902, S. 141.

27. H. 5, 1902: Die Elastizität der an verschiedenen Stellen einer Haut entnommenen Treibriemen. Z. V. d. I. 1902, S. 985 u. f.

28. H. 5, 1902: Zur Frage des Wärmewertes des überhitzten Wasserdampfes. Z. V. d. I. 1902, S. 729 u. f.

29. H. 9, 1903: Die Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften der Eisensorten, für welche die Physikalisch-technische Reichsanstalt die Ausdehnung durch die Wärme ermittelt hat. Z. V. d. I. 1902, S. 1536.

30. H. 9, 1903: Zwei Versuche zur Klarstellung der Verschwächung zylindrischer Gefäße durch den Mannlochausschnitt. Z. V. d. I. 1903, S. 25 u. f.

31. H. 11, 1903: Untersuchung eines dreigängigen Schneckengetriebes. Z. V. d. I. 1903, S. 221 u. f. C. Bach und E. Roser.

32. H. 11, 1903: Abhängigkeit der Wirksamkeit des Ölabscheiders von der Beschaffenheit des den Dampfzylindern zugeführten Öles. Z. V. d. I. 1903, S. 206 u. f.

33. H. 17, 1904: Versuche mit Granitquadern zu Brückengelenken. Z. V. d. I. 1903, S. 1439 u. f.

34. H. 20, 1904: Versuche mit Sandsteinquadern zu Brückengelenken. Z. V. d. I. 1904, S. 1915 u. f.

35. H. 22, 1905: Versuche über den Gleitwiderstand einbetonierten Eisens.

36. H. 24, 1905: Versuche über die Festigkeitseigenschaften von Stahlguß bei gewöhnlicher und höherer Temperatur. Z. V. d. I. 1904, S. 385 u. f.

37. H. 28, 1905: Versuche über die Festigkeitseigenschaften von Flußeisenblechen bei gewöhnlicher und bei höherer Temperatur. Z. V. d. I. 1904, S. 1300 u. f., S. 1342 u. f. Protokoll des Internat. Verb. der Dampfkesselüberwachungsvereine, Barmen-Elberfeld 1904.

38. H. 29, 1905: Druckversuche mit Eisenbetonkörpern (Versuche A: Die Körper enthielten Längseisen und Bügel. Versuche B: Körper mit Spiralbewehrung).

39. H. 29, 1905: Die Änderung der Zähigkeit von Kesselblechen mit Zunahme der Festigkeit. Z. V. d. I. 1905, S. 778 u. f.

40. H. 29, 1905: Zur Kenntnis der Streckgrenze. Z. V. d. I. 1905, S. 615 u. f.

41. H. 29, 1905: Zur Abhängigkeit der Bruchdehnung von der Meßlänge.

42. H. 29, 1905: Versuche über die Verschiedenheit der Elastizität von Fox- und Morison-Wellrohren. Z. V. d. I. 1904, S. 1227 u. f.

43. H. 31, 1906: Versuche zur Ermittlung der Durchbiegung und der Widerstandsfähigkeit von Scheibenkolben.

44. H. 33, 1906: Versuche über die Elastizität von Flammrohren mit einzelnen Wellen. Z. V. d. I. 1905, S. 2062 u. f.

45. H. 33, 1906: Die Bildung von Rissen in Kesselblechen. Z. V. d. I. 1906, S. 1 u. f., S. 258 u. f.

46. H. 33, 1906: Versuche über die Drehungsfestigkeit von Körpern mit trapezförmigem und dreieckigem Querschnitt. Z. V. d. I. 1906, S. 481 u. f.

47. H. 39, 1907: Versuche mit Eisenbetonbalken. I. Teil. (Wasserflecken als Vorläufer der Risse. Ribbildung. Verfolgung des Gleitens des Eisens durch Messung. Gleitwiderstand. Gesamte, bleibende und federnde Verlänge-

rungen auf der gezogenen, gesamte, bleibende und federnde Zusammendrückungen auf der gedrückten Seite des Balkens. Spannungen im Eisen bei entlasteten Balken. Durchbiegung.) 1907.

48. H. 39, 1907: Versuche mit einbetoniertem Thacher-Eisen.

49. H. 45/47, 1907: Versuche mit Eisenbetonbalken. II. Teil. (A. Balken mit rechteckigem Querschnitt: Balken mit geraden Einlagen, mit und ohne Haken, mit und ohne Walzhaut; Balken mit Thachereisen; Balken mit und ohne Bügel; Balken mit aufgebogenen Eisen; Balken an der Luft und unter Wasser aufbewahrt; Balken mit Einlagen, durch Ausfräsen aus Blech hergestellt; Balken ohne Einlagen, Zug- und Druckversuche. B. Balken mit T-förmigem Querschnitt: Balken mit geraden Einlagen, mit und ohne Bügel, mit aufgebogenen Eisen, mit und ohne Haken. Zug- und Druckversuche.)

50. H. 51/52, 1908: Versuche mit gewellten Flammrohrböden (erster Bericht im Protokoll der 33. Ingenieur- und Delegiertenversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkesselüberwachungsvereine 1904, in Barmen-Elberfeld). Z. V. d. I. 1908, S. 792 u. f., S. 1649 u. f.

51. H. 70, 1909: Aufreißen eines Kesseldomes bei der Druckprobe. Z. V. d. I. 1907, S. 465 u. f.

52. H. 70, 1909: Ergebnisse der Untersuchung eines bei der Druckprobe aufgerissenen Kesselbleches. Z. V. d. I. 1907, S. 747 u. f.

53. H. 70, 1909: Untersuchung eines im Betriebe aufgerissenen Kupferrohres. Z. V. d. I. 1907, S. 1667 u. f.

54. H. 70, 1909: Versuche über die Formänderung und die Widerstandsfähigkeit von Hohlzylindern mit und ohne Rippen. Z. V. d. I. 1907, S. 1700 u. f.

55. H. 70, 1909: Untersuchung zweier Räderpaare mit Winkelzähnen. Z. V. d. I. 1908, S. 661 u. f.

56. H. 70, 1909: Versuche mit Gußeisen. Z. V. d. I. 1908, S. 2061 u. f.; 1909, S. 299 u. f.

57. H. 70, 1909: Druckfestigkeit und Druckelastizität des Betons mit zunehmendem Alter. Z. V. d. I. 1909, S. 828. Beton und Eisen 1909, S. 129 u. f. Armierter Beton 1909, S. 199 u. f.

58. H. 72/74, 1909: Bericht über die von dem Deutschen Ausschuß für Eisenbeton der Materialprüfungsanstalt an der K. Technischen Hochschule Stuttgart übertragenen und im Jahre 1908 durchgeführten Versuche mit Eisenbetonbalken, namentlich zur Bestimmung des Gleitwiderstandes. C. Bach und O. Graf.

59. H. 83/84, 1910: Bericht über Versuche mit autogen geschweißten Blechen und Kesselteilen. C. Bach und R. Baumann.

60. H. 90/91, 1910: Versuche mit Eisenbetonbalken. III. Teil. A. Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Betons in der Druckzone von Balken mit rechteckigem Querschnitt und von Plattenbalken; Einfluß der Plattenbreite. B. Versuche mit Balken, welche Eiseneinlagen in der Druckzone besitzen. C. Versuche mit Balken, deren Eiseneinlagen Vorspannung besitzen, und mit Balken derselben Bauart ohne Vorspannung. C. Bach und O. Graf.

61. H. 95, 1910: Bericht über die der Materialprüfungsanstalt an der K. Technischen Hochschule zu Stuttgart übertragenen und im Jahre 1909 durchgeführten Versuche mit Eisenbetonbalken, namentlich zur Bestimmung des Gleitwiderstandes. C. Bach und O. Graf.

62. H. 122/123, 1912: Versuche mit Eisenbetonbalken. IV. Teil. A. Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Balken mit breiter Platte ohne und mit Bewehrung der letzteren. Einfluß verschiedener Bewehrung der Platte. Der Abschragung zwischen Steg und Platte, der Plattenbreite und der Plattenstärke.

B. Versuche mit rechteckigen Balken, welche Einlagen in der Druckzone besitzen. C. Bach und O. Graf.

63. H. 166/169, 1914: Versuche mit bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die durch zentrischen und exzentrischen Druck belastet wurden.

64. H. 177, 1915: Erfahrungsmaterial über das Unbrauchbarwerden der Drahtseile.

65. H. 254, 1922: Versuche mit Eisenbetonbalken (fünfter Teil der Versuche mit Eisenbetonbalken für die Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie). C. Bach und O. Graf.

66. H. 270, 1925: Versuche über die Widerstandsfähigkeit und Formänderungen von Kesselböden. Z. V. d. I. 1925, S. 367 und 368.

Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

H. 1—3: Bericht über die vom Deutschen Ausschuss für Eisenbeton der Materialprüfungsanstalt an der K. Technischen Hochschule Stuttgart übertragenen und im Jahre 1908 durchgeführten Versuche mit Eisenbetonbalken, namentlich zur Bestimmung des Gleitwiderstandes. Von C. Bach und O. Graf s. unter Ziff. 58 der Mitteilungen über Forschungsarbeiten.

H. 4: Bericht über die von dem Deutschen Ausschuss für Eisenbeton der Materialprüfungsanstalt an der K. Technischen Hochschule Stuttgart übertragenen und im Jahre 1909 durchgeführten Versuche mit Eisenbetonbalken, namentlich zur Bestimmung des Gleitwiderstandes. Von C. Bach und O. Graf, s. unter Ziff. 61 der Mitteilungen über Forschungsarbeiten.

67. H. 9, 1911: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Bestimmung des Einflusses der Hakenform der Eiseneinlagen. Von C. Bach und O. Graf. 1911.

68. H. 10, 1911: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Bewehrungen gegen Schubkräfte. Erster Teil. Von C. Bach und O. Graf. 1911.

69. H. 12, 1911: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Bewehrung gegen Schubkräfte. Zweiter Teil. Von C. Bach und O. Graf. 1911.

70. H. 16, 1912: Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Beton und Eisenbeton gegen Verdrehung. Von C. Bach und O. Graf. 1912.

71. H. 19, 1912: Prüfung von Balken zu Kontrollversuchen. Von C. Bach und O. Graf. 1912.

72. H. 20, 1912: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Bewehrung gegen Schubkräfte. Dritter Teil. 1912. Von C. Bach und O. Graf.

73. H. 24, 1913: Spannung σ_{bz} des Betons in der Zugzone von Eisenbetonbalken unmittelbar vor der Ribbildung. Von C. Bach und O. Graf. 1913.

74. H. A, 1913: Widerstand einbetonierten Eisens gegen Gleiten. Einfluß der Haken. Von C. Bach und O. Graf. 1913.

75. H. 27, 1914: Gesamte und bleibende Einsenkungen von Eisenbetonbalken. Verhältnis der bleibenden zu den gesamten Einsenkungen. Von C. Bach und O. Graf. 1914.

76. H. 30, 1915: Versuche mit allseitig aufliegenden quadratischen und rechteckigen Platten. Von C. Bach und O. Graf. 1915.

77. H. 38, 1917: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Beziehungen zwischen Formänderungswinkel und Biegemoment. Von C. Bach und O. Graf. 1917.

78. H. 44, 1920: Versuche mit zweiseitig aufliegenden Eisen-Betonplatten bei konzentrierter Belastung. Von C. Bach und O. Graf. 1920.

79. H. 45, 1920: Versuche mit eingespannten Eisenbetonbalken. Von C. Bach und O. Graf. 1920.

80. H. 48, 1921: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Bewehrung gegen Schubkräfte. Von C. Bach und O. Graf. 1921.

81. H. 52, 1923: Versuche mit zweiseitig aufliegenden Eisenbetonplatten bei konzentrierter Belastung. 2. Teil. Von C. Bach und O. Graf. 1923.

II. Veröffentlichungen in Zeitschriften usw.¹⁾

(ohne diejenigen aus der Tagespresse).

1. Grundwerkskizzen. Jahresbericht des Akademischen Vereins Hütte. Stuttgart 1872.

2. Über die Ausnützung einer durch gesetzliche Bestimmungen beschränkten Wasserkraft. Z. V. d. I. 1872, S. 289 u. f.

3. Das Sagebien-Rad. Z. V. d. I. 1873, S. 201 u. f.

4. Kritik eines englischen Urteils über die Ingenieure des Kontinentes. Engg. 1873, 7. Nov., S. 375.

5. Dr. G. W. Siemens Pyrometer. Mitteilung. Z. V. d. I. 1874, S. 39.

6. Die Hinterdampfspannung im Zylinder einer Dampfmaschine während der Einströmungsperiode als Funktion der in Frage kommenden Dimensionen und Geschwindigkeiten. Jahresbericht des Akademischen Vereins Hütte. Stuttgart 1873/74.

7. Über Spritzenproben. Wiener Feuerwehr-Zg. 1874, 15. Dez., S. 94.

8. Selbsttätig schließendes Auslaufventil. Eigene Konstruktion. Z. V. d. I. 1876, S. 33.

9. Dampfspritzen-Lokomobile. Eigene Konstruktion. Z. öst. Ing. u. Arch.-V. 1876, S. 56 u. f.

10. Dampfspritze. Eigene Konstruktion. Wochenschr. öst. Ing. u. Arch.-V. 1876, S. 89.

11. Regulierventil für Dampffeuerspritzen. Eigene Konstruktion. Z. V. d. I. 1878, S. 425.

12. Zwillingsdampfmaschine für Dampffeuerspritzen. Patentschrift Nr. 3897 vom 25. Juli 1878.

13. Die Kessel der Dampffeuerspritzen. Z. V. d. I. 1879, S. 241 u. f.

14. Zwillingsdampfmaschine. Patentschrift Nr. 8063 vom 22. Juni 1879.

15. Dampffeuerspritze mit Extinkteur. Patentschrift Nr. 8749 vom 29. Juni 1879.

¹⁾ Verschiedene dieser Arbeiten sind in den unter I. aufgeführten Druckschriften enthalten. Auch sind eine Anzahl der hier genannten Veröffentlichungen in selbständige Druckschriften aufgenommen worden, so z. B. in den Heften der Mitteilungen über Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure, beispielsweise bildet die unter Ziffer 255 angeführte Arbeit das Forschungsheft 270. (S. das Verzeichnis des V. d. I. über die von ihm herausgegebenen Forschungshefte.)

* bedeutet, daß Veröffentlichung in den Mitteilungen über Forschungsarbeiten, herausgegeben vom V. d. I., stattgefunden hat.

16. Einige Bemerkungen zur neuen Riemenberechnung. Wochenschr. V. d. I. 1879, S. 151 u. f.
17. Zur Dimensionierung von Maschinenteilen. Jahresbericht des Akademischen Vereins Hütte. Stuttgart 1878/79.
18. Die Berechnung der Stärke zylindrischer Gefäße. Z. V. d. I. 1880, S. 283 u. f., S. 488 u. f.
19. Die Fernhaltung der Schwingungen bei beweglich fundierten Dampfmaschinen mit großer Umdrehungszahl. Z. V. d. I. 1880, S. 113 u. f.
20. Ventile für Kolbenpumpen mit großer Hubzahl. Z. V. d. I. 1881, S. 137 u. f.
21. Holzstoffpapierfabrikation in Albrück. Z. V. d. I. 1882, S. 51.
22. Bericht über die internationale Ausstellung von Apparaten und Einrichtungen zur Vermeidung des Rauches in London 1881. Z. V. d. I. 1882, S. 40 u. f.
23. Über Wasserabscheider. Dingler 1882, Bd. 243, S. 442 u. f.
24. Extinkteur. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1882, S. 473.
25. Warmwasser- und Luftpumpen der Kondensatoren. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1882, S. 405.
26. Riedler: Indikatorversuche an Pumpen. Besprechung in der Z. V. d. I. 1882, S. 294 und Dingler 1881, Bd. 241, S. 409 u. f.
27. Reuleaux: Der Konstrukteur. Besprechung in der Z. V. d. I. 1882, S. 256.
28. Neuere Dampfkesselfeuerungen zur Lösung der Rauchfrage. Z. V. d. I. 1883, S. 177 u. f.
29. Riemen- und Seilbetrieb. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1883, S. 145 u. f.
30. Bericht über den Württembergischen Bezirksverein Deutscher Ingenieure. Wochenschr. V. d. I. 1883, S. 12 u. f.
31. Bericht über die Gleichung $O + \frac{10}{9}k = \text{ca.}$ — 21. Wochenschr. V. d. I. 1883, S. 68 u. 69.
32. Ergebnis der offiziellen Versuche mit den 1881/82 in London ausgestellten Einrichtungen an Dampfkesselfeuerungen. Z. V. d. I. 1883, S. 469 u. f.
33. Scheiben für Hanfseiltransmissionen mit großer Geschwindigkeit. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1883, S. 272 u. f.
34. Hanfseiltransmissionen für große Geschwindigkeiten. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1883, S. 350 u. f.
35. Beringer: Kritische Vergleichung der elektrischen Kraftübertragung mit den gebräuchlichsten Übertragungssystemen. Besprechung in der Z. V. d. I. 1883, S. 805 u. f., 1884, S. 68.
36. Ventilbelastung („Pumpen“). Fachbericht in der Z. V. d. I. 1883, S. 788 u. f., 885.
37. Siemens: Bericht über die Smoke-Abatement-Exhibition, London. Besprechung in der Z. V. d. I. 1883, S. 299 u. f.
38. Pechan: Leitfaden des Maschinenbaues. Besprechung in der Z. V. d. I. 1883, S. 577.
39. Deutsche Industrie während des letzten Jahrzehnts. Bericht hierüber in Dingler 1884, Bd. 253, S. 177 u. f.
40. Versuche über den Einfluß des Rostschutzverfahrens nach Bower und Barff auf die Festigkeitseigenschaften von Guß- und Schmiedeeisen. Z. V. d. I. 1884, S. 507 u. f.
41. Festigkeit und Dehnung von Treibriemenleder. Z. V. d. I. 1884, S. 740 u. f.

42. Westons Friktionskupplung. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1884, S. 97.
43. Les transmissions par courroies, cordes et cables metalliques par George Leloutre. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1884, S. 870 u. f.
44. Hanfseilbetrieb. Z. V. d. I. 1884, S. 873.
45. C. Hermann: Die graphische Theorie der Turbinen und Kreisel-pumpen. Besprechung in der Z. V. d. I. 1885, S. 274.
46. Zulässige Belastung von Blei gegenüber Druckbeanspruchung Z. V. d. I. 1885, S. 629.
47. Unwin-Fritz: Die Elemente der Maschinenkonstruktion. Be-sprechung in der Z. V. d. I. 1886, S. 19.
48. Reibung der Manschettensliderung. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1886, S. 155 u. f.
49. Versuche zur Klarstellung der Bewegung selbsttätiger Pumpenventile. Z. V. d. I. 1886, S. 421 u. f., 475 u. f., 801 u. f., 1033 u. f., 1058 u. f.; 1887, S. 41 u. f., 61 u. f.
50. Brüche von Schwungrädern. Fachbericht in der Z. V. d. I. 1886, S. 542, 773, 819.
51. Elastizität von Treibriemen und Treibseilen. Z. V. d. I. 1887, S. 221 u. f., 241 u. f.
52. Zur Frage der Einbucklungen der Tenbrink-Feuerröhren. Z. V. d. I. 1887, S. 458 u. f., 526 u. f.; vgl. auch S. 351.
53. Elastizität imprägnierter Baumwolltuch-Treibriemen. Z. V. d. I. 1887, S. 891.
54. Die Biegungslehre und das Gußeisen. Z. V. d. I. 1888, S. 193 u. f., 221 u. f.
55. Die Wassermotoren, bearbeitet für das Ingenieurs Taschenbuch „Hütte“, 14. Aufl., 1888.
56. Zur Biegungsfestigkeit des Gußeisens. Z. V. d. I. 1888, S. 1089 u. f.
57. Versuche über die Drehungsfestigkeit des Gußeisens. Z. V. d. I. 1889, S. 137 u. f., 162 u. f.
58. H. Gollner: Über Versuche zur Klarstellung des Wirkungs-grades des Lokomotivkessels. Von Gollner gewünschte Besprechung in der Z. V. d. I. 1888, S. 1082 u. f.
59. Die Maschinenteile. Bearbeitet für das Ingenieurs Taschenbuch „Hütte“, 14. Aufl., 1888.
60. Kommissionsbericht über ein Metrisches Gewinde. Z. V. d. I. 1888, S. 883 u. f.
61. Martens: Bericht über die Ergebnisse von Festigkeitsver-suchen mit gelöteten Drahtseilen und Drähten. Von Martens ge-wünschte Besprechung in der Z. V. d. I. 1889, S. 96 u. f.
62. Tetmajer: Die angewandte Elastizitäts- und Festigkeitslehre. Von Tetmajer gewünschte Besprechung in der Z. V. d. I. 1889, S. 452 u. f.
63. Arbeiten für die Enthüllung des Robert Mayer-Denkmal's in Stuttgart vgl. Z. V. d. I. 1890, S. 87 u. f., sowie Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens des Württembergischen Ingenieurvereins. Stuttgart 1902, S. 77 u. 91.
64. Zur Notwendigkeit der Schulreform. Z. V. d. I. 1890, S. 407.
65. Mitteilungen über das Wachstum des Wohlstandes unserer industriellen Bevölkerung. Z. V. d. I. 1890, S. 427.
66. Versuche über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten. Z. V. d. I. 1890, S. 1041 u. f.

67. Bericht über die Frage der Rauchbelästigung, erstattet im Auftrag des Vorstandes des Vereins Deutscher Ingenieure. Z. V. d. I. 1890, S. 1098 u. f.; s. a. Bericht des Württembergischen Dampfkessel-Revisionsverein über das Vereinsjahr 1890.

68. Versicherung der Studierenden der Technischen Hochschulen gegen Unfälle. (Auf Wunsch vom Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure Herrn Peters mit Genehmigung des Ministeriums des Kirchen- und Schulwesens), Z. V. d. I. 1890, S. 1058 u. f.

69. Vorschriften über die Wandstärke von Flammrohren, enthalten im Protokoll der 20. Delegierten- und Ingenieurversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Danzig 1891, S. 59 u. f.

70. Über einen üblichen Fehler bei gewissen hydraulischen Rechnungen. Z. V. d. I. 1891, S. 474.

71. Versuche über den Widerstand von Nietverbindungen gegen Gleiten. Z. V. d. I. 1892, S. 1141 u. f., 1305 u. f.

72. Berechnung von Schieberkastendeckeln im allgemeinen, sowie der in Mannheim (Dampfer „Main“, November 1891) und in Duisburg (Schleppboot „Heinrich“, März 1892) gesprungenen Deckel im besonderen. Protokoll der 21. Delegierten- und Ingenieurversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Nürnberg, 1892, S. 83 u. f.

73. Versuche über die Widerstandsfähigkeit der Wasserkammerplatten von Wasserrohrkesseln. Z. V. d. I. 1893, S. 489 u. f., 526 u. f.

74. Zur Frage der Rauchbelästigung. Z. V. d. I. 1893, S. 1236 u. f.

75. Preisausschreiben betr. Dampfkesselfeuerungen. Z. V. d. I. 1893, S. 1371 u. f.

76. Versuche über die Formänderung der Rollen (Zylinder, Walzen) und Platten von Rollenlagern. Z. V. d. I. 1894, S. 199.

77. Die Berechnung flacher, durch Anker oder Stehbolzen unterstützter Kesselwandungen, und die Ergebnisse der neuesten hierauf bezüglichen Versuche. Z. V. d. I. 1894, S. 341 u. f., 373 u. f.

78. Die auf der Kaiserlichen Werft in Danzig von 1887 bis 1892 ausgeführten Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Flammrohren. Z. V. d. I. 1894, S. 689 u. f.

79. Eine schwache Stelle an manchen unserer Dampfkessel. Z. V. d. I. 1894, S. 868 u. f.

80. Begriff der Dampfkesslexplosion. Z. V. d. I. 1894, S. 909.

81. Der Gleitwiderstand bei Maschinen und bei Handnietung. Z. V. d. I. 1894, S. 1231 u. f.

82. Einbeulung und Ausbauchung von zylindrischen Kesselwandungen infolge Wärmestauung. Z. V. d. I. 1894, S. 1420 u. f.

83. Versuche über den Einfluß des Verstemmens der Bleche und Nietköpfe auf die Größe des Gleitwiderstandes von Nietverbindungen. Z. V. d. I. 1895, S. 301 u. f.

84. Zwecke der Maschinenlaboratorien, Entstehen dieser Einrichtungen an der Technischen Hochschule Stuttgart. Z. V. d. I. 1895, S. 417.

85. Versuche über die Elastizität von Beton. Z. V. d. I. 1895, S. 489 u. f.

86. Beitrag zur Frage: Bietet die Deutsche Industrie den zukünftigen Maschineningenieuren Gelegenheit zur Werkstattausbildung. Z. V. d. I. 1895, S. 538.

87. Zur Berechnung der Wandstärke von Feuerbüchsen und Feuerrohren stehender Kessel. Z. V. d. I. 1895, S. 845.

88. Versuche mit Schrauben aus Schweiß- und aus Flußeisen gegenüber Zug und gegenüber Drehung. Z. V. d. I. 1895, S. 854 u. f., 889 u. f.

89. Die Ausbildung der Ingenieure und die Gründung eines physikalisch-technischen Universitätsinstitutes in Göttingen. Z. V. d. I. 1896, S. 75.

90. Ansprache an die Studierenden der Technischen Hochschule Stuttgart. Z. V. d. I. 1896, S. 268.

91. Stark deformiertes Feuerrohr. Z. V. d. I. 1896, S. 315.

92. Die Explosion von Kohlensäureflaschen und ihre Ursache. Z. V. d. I. 1896, S. 346 u. f.

93. Die Explosion von Kohlensäureflaschen und ihre Ursache. Z. V. d. I. 1896, S. 672 u. f.

94. Über den Stand der Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkesselfeuerungen. Z. V. d. I. 1896, S. 492 u. f., S. 603 u. f.

95. Zur Frage der Rauchbelästigung. Z. V. d. I. 1896, S. 530 u. f.

96. Versuche über die Elastizität und Druckfestigkeit von Körpern aus Zement, Zementmörtel und Beton. Z. V. d. I. 1896, S. 1381 u. f.

97. Bericht über die Altersfragen bei der Ingenieurausbildung. Z. V. d. I. 1897, S. 140.

98. Untersuchungen von Granit in bezug auf Zug-, Druck-, Biegungs- und Schubfestigkeit, sowie in Hinsicht auf Zug-, Druck- und Biegeelastizität. Allgemeines Gesetz der elastischen Dehnungen. Z. V. d. I. 1897, S. 241.

99. Zusammenstellung der Wege, welche zur Vermeidung des Rauchens der Dampfkesselfeuerungen eingeschlagen worden sind. Z. V. d. I. 1897, S. 516.

100. Untersuchungen über die Formänderungen und die Anstrengung flacher Böden. Z. V. d. I. 1897, S. 1157 u. f., 1191 u. f., 1218 u. f., sowie Protokoll der 26. Delegierten- und Ingenieurversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Dresden 1897, S. 49 u. f.

101. Kommissionsbericht über die Art der Veröffentlichungen des genannten Verbandes. S. 30 des erwähnten Protokolls.

102. Vorschläge für die Hamburger Normen. S. 89 u. f. dieses Protokolls.

103. Ermittlung der Zug- und Druckelastizität an dem gleichen Versuchskörper. Z. V. d. I. 1898, S. 35 u. f., 78.

104. Mitteilungen zur Frage der „scheinbaren“ und der „wahren“ Zugfestigkeit, insbesondere des Zements. Z. V. d. I. 1898, S. 238 u. f.

105. Versuche zur Beantwortung der Frage: Werden komprimierte Wellen durch das Einarbeiten von Nuten krumm? Z. V. d. I. 1898, S. 1279.

106. Zum Stand der Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkesselfeuerungen in der Stadt Paris. Z. V. d. I. 1899, S. 68.

107. Die Bestimmung der Wandstärken der Dampfkessel. Z. V. d. I. 1899, S. 187.

108. Versuche mit Flanschenverbindungen. Z. V. d. I. 1899, S. 321 u. f., 346 u. f.

109. Versuche über Elastizität, Zugfestigkeit, Dehnung und Arbeitsvermögen von Stahlguß. Z. V. d. I. 1899, S. 694 u. f.

*110. Untersuchungen über den Unterschied der Elastizität von Hartguß (abgeschrecktem Gußeisen) und von Gußeisen gewöhnlicher Härte. Z. V. d. I. 1899, S. 857 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 1.

111. Heizerausbildung, Heizerschulen und Heizerprüfungen. Z. V. d. I. 1899, S. 1233.

112. Zur Frage: Besteht bei Sandstein Proportionalität zwischen Dehnungen und Spannungen? Z. V. d. I. 1899, S. 1402 u. f.

113. Ausbildung der Ingenieure. Z. V. d. I. 1899, S. 1570.

114. Untersuchung über die Formänderungen und die Anstrengung gewölbter Böden. Z. V. d. I. 1899, S. 1585 u. f.

*115. Versuche über das Arbeitsvermögen und die Elastizität von Gußeisen mit hoher Zugfestigkeit. Z. V. d. I. 1900, S. 409 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 1.

116. Wachstum des Wohlstandes unserer industriellen Bevölkerung. Z. V. d. I. 1900, S. 547.

117. Unfall an einem Dampfkessel. Z. V. d. I. 1900, S. 548;

118. Über die Wirksamkeit der Dampfkesselüberwachung im Deutschen Reich. Z. d. V. I. 1900, S. 811.

119. Einheitliche Bestimmungen zur Berechnung der Standfestigkeit von Schornsteinen. Kommissionsbericht. Z. V. d. I. 1900, S. 842.

120. Ringspannung und Zugfestigkeit. Z. V. d. I. 1900, S. 1163 u. f.

*121. Zur Frage der Proportionalität zwischen Dehnungen und Spannungen bei Sandstein. Z. V. d. I. 1900, S. 1169 u. f.

*122. Versuche über die Abhängigkeit der Festigkeit und Dehnung der Bronze von der Temperatur. Z. V. d. I. 1900, S. 1745 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 1.

*123. Untersuchung über die Temperaturverhältnisse im Innern eines Lokomobilkessels während der Anheizperiode. Z. V. d. I. 1901, S. 22 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 1.

*124. Versuche über die Druckfestigkeit hochwertigen Gußeisens und über die Abhängigkeit der Zugfestigkeit desselben von der Temperatur. Z. V. d. I. 1901, S. 168 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 1.

125. Die Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule Stuttgart. Z. V. d. I. 1901, S. 1246.

126. Das Ingenieurlaboratorium der K. Technischen Hochschule Stuttgart. Z. V. d. I. 1901, S. 1333 u. f., ferner: Jahresbericht der K. Technischen Hochschule Stuttgart 1900/01.

*127. Weitere Versuche über die Abhängigkeit der Zugfestigkeit und Bruchdehnung der Bronze von der Temperatur. Z. V. d. I. 1901, S. 1477 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 4.

*128. Eine Stelle an manchen Maschinenteilen, deren Beanspruchung auf Grund der üblichen Berechnung stark unterschätzt wird. Z. V. d. I. 1901, S. 1567 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 4.

129. Unfälle an Dampfgefäßen und die Beanspruchung der Zylinderwandungen solcher Gefäße auf Biegung durch die Flanschenverbindung. Z. bayr. Rev.-V. 1901, Nr. 1.

130. Zur Gesetzmäßigkeit der elastischen Dehnungen. Z. V. d. I. 1902, S. 25.

131. Eine lehrreiche Dampfkesselexplosion. Z. V. d. I. 1902, S. 73 u. f.

132. Die Widerstandsfähigkeit kugelförmiger Wandungen gegenüber äußerem Überdruck. Z. V. d. I. 1902, S. 333 u. f., 375 u. f.

*133. Zur Frage des Wärmewertes des überhitzten Wasserdampfes. Z. V. d. I. 1902, S. 729; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 5.

*134. Die Elastizität der an verschiedenen Stellen einer Haut entnommenen Treibriemen. Z. V. d. I. 1902, S. 985 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 5.

*135. Die Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften der Eisensorten, für welche die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die Ausdehnung durch Wärme ermittelt hat. Z. V. d. I. 1902, S. 1536; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 9.

136. Gründung einer Stiftung zur Unterstützung von jungen Maschineningenieuren im Ausland. Z. V. d. I. 1902, S. 1748 u. f.

137. Rede auf die Deutsche Industrie. Z. V. d. I. 1902, S. 1751.

138. Berechnung der Träger der Feuerbüchsendecken. Protokoll der 31. Delegierten- und Ingenieurversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Zürich 1902, S. 26 u. f. Der Versammlung in den Drucksachen a und b vorgelegt.

139. Berechnung der Blechdicken von gewölbten Böden, welche äußerem Überdruck ausgesetzt sind. Dasselbe Protokoll S. 35 u. f.

140. Stärke der Rohrplatten von Heizröhrenkesseln. Dasselbe Protokoll S. 38 u. f. Der Versammlung in den Drucksachen a und b vorgelegt.

141. Widerstandsfähigkeit der Böden von Flammrohrkesseln. Dasselbe Protokoll S. 48 u. f.

142. Vorschriften für Kupfer. Dasselbe Protokoll S. 62 u. f.

143. Berechnung der Blechdicken gewölbter voller Böden ohne Verankerung gegenüber innerem Überdruck. Dasselbe Protokoll S. 64.

144. Äußerung und Anträge, betr. Abänderung der Würzburger und Hamburger Normen, an den Internationalen Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine; vom 5. Juli und 6. September 1904 (2 Drucksachen).

*145. Zwei Versuche zur Klarstellung der Verschwächung zylindrischer Gefäße durch den Mannlochausschnitt. Z. V. d. I. 1908, S. 25 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 9.

146. Die chemische Analyse als Mittel zur Bestimmung der Güte des Materials bei der Abnahme. Z. d. V. I. 1903, S. 134 u. f.

147. Einige Hauptlehren aus Dampfkesselexplosionen der jüngsten Zeit. Z. V. d. I. 1903, S. 160 u. f.

*148. Abhängigkeit der Wirksamkeit des Ölabscheiders von der Beschaffenheit des den Dampfzylindern zugeführten Öles. Z. V. d. I. 1903, S. 206; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 11.

*149. Untersuchung eines dreigängigen Schneckengetriebes. Z. V. d. I. 1903, S. 221 u. f. Von C. Bach und E. Roser. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 11.

150. Nachruf für Max von Duttenhofer. Z. d. V. I. 1903, S. 1437.

*151. Versuche mit Granitquadern zu Brückengelenken. Z. V. d. I. 1903, S. 1439 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 17.

*152. Versuche über die Festigkeitseigenschaften von Stahlguß bei gewöhnlicher und höherer Temperatur. Z. V. d. I. 1903, S. 1762 u. f., 1812 u. f.; 1904 S. 385 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 24.

153. Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln. Z. V. d. I. 1904, Geschäftsbericht über die Hauptversammlung mit Anlagen 1904, S. 718 u. f., 727, 728 u. f., 741 u. f., 776 u. f., 825 u. f. Rundschreiben an die Bezirksvereine. Drucksachen a und b. Äußerung des Württ. Bezirksvereins, Drucksache c.

154. Zum Begriff „Streckgrenze“. Z. V. d. I. 1904, S. 1040 u. f. Äußerung des Württembergischen Bezirksvereins.

*155. Versuche über die Elastizität von Fox- und Morisonwellrohren. Z. V. d. I. 1904, S. 1227 u. f. (vgl. Protokoll der 33. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Barmen-Elberfeld 1904, S. 11 u. f.); Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 29.

*156. Versuche über die Festigkeitseigenschaften von Flußeisenblechen bei gewöhnlicher und bei höherer Temperatur. Drucksachen I und II. Z. V. d. I. 1904, S. 1300 u. f., S. 1342 u. f. (vgl. vorstehend genanntes Protokoll S. 18 u. f., S. 70 u. f.); Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 28.

157. Nachruf für Adolf Groß. Z. V. d. I. 1904, S. 1553.

*158. Versuche mit Sandsteinquadern zu Brückengelenken. Z. V. d. I. 1904, S. 1915; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 20.

159. Mitteilungen über Versuche mit gewölbten Flammrohrböden Protokoll usw.; Barmen-Elberfeld 1904, S. 104 u. f.; s. auch Nr. 19.

160. Das Auftreten von Rissen bei Dampfkesseln im Betriebe. Dasselbe Protokoll S. 150 u. f., 154, 157, 158.

161. Die verhältnismäßige Gefährlichkeit der Dampfkessel, Dampfleitungen und Dampfkochapparate. Z. bayr. Rev.-V. 1904, Nr. 1.

162. Untersuchung einer im Kesselblech eingetretenen Ribbildung. Z. bayr. Rev.-V. 1905, S. 1 u. f.

163. Neue allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln. Z. V. d. I. 1905, S. 111.

*164. Zur Kenntnis der Streckgrenze. Z. V. d. I. 1905, S. 615 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 29.

*165. Die Änderung der Zähigkeit von Kesselblechen mit Zunahme der Festigkeit. Z. V. d. I. 1905, S. 778 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 29.

*166. Versuche über den Gleitwiderstand einbetonierten Eisens. Z. V. d. I. 1905, S. 924; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 22.

167. Mitteilungen zur Gültigkeit der Saint-Venantschen Formel für Verdrehungswinkel. Z. V. d. I. 1905, S. 960 u. f.

168. Die Würzburger und Hamburger Normen 1905. Z. V. d. I. 1905, S. 1950 (Drucksachen a und b).

169. Bericht über die Hamburger und Würzburger Normen. Protokoll der 35. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungs-Vereine zu Cassel 1905, S. 19 u. f.

*170. Versuche über die Elastizität von Flammrohren mit einzelnen Wellen. Z. V. d. I. 1905, S. 2062 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 33.

171. Bericht über die Tätigkeit des Eisenbetonausschusses der Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie. Bericht über die IX. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins Berlin 1906, S. 72 u. f.

*172. Druckversuche mit Eisenbetonkörpern. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 29. Druckversuche A und B.

*173. Zur Abhängigkeit der Bruchdehnung von der Meßlänge. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 29.

*174. Versuche zur Ermittlung der Durchbiegung und der Widerstandsfähigkeit von Scheibenkolben. Z. V. d. I. 1906, S. 366; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 31.

*175. Die Bildung von Rissen in Kesselblechen. Z. V. d. I. 1906, S. 1 u. f., S. 258 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 33.

*176. Versuche über die Drehungsfestigkeit von Körpern mit trapezförmigem und dreieckigem Querschnitt. Z. V. d. I. 1906, S. 481 u. f. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 33.

*177. Versuche mit einbetoniertem Thacher-Eisen. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 39.

*178. Versuche mit Eisenbetonbalken. Erster Teil. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 39.

179. Bestimmungen über die Feststellung der Maßstäbe für Indikatorfedern, im Einvernehmen mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt aufgestellt vom Verein Deutscher Ingenieure. Z. V. d. I. 1906, S. 709 u. f.

180. Zur Widerstandsfähigkeit ebener Wandungen von Dampfkesseln und Dampfgefäßen. Z. V. d. I. 1906, S. 1940 u. f.

181. Zur Größe des Wasserzusatzes bei Beton. Z. V. d. I. 1907, S. 264.

*182. Aufreißen eines Kesseldomes bei der Druckprobe. Z. V. d. I. 1907, S. 465 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 70.

*183. Ergebnisse der Untersuchung eines bei der Druckprobe aufgerissenen Kesselbleches. Z. V. d. I. 1907, S. 747 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 70.

184. Zur Frage der Dehnungsfähigkeit des Betons mit und ohne Eiseneinlagen. Z. V. d. I. 1907, S. 1027 u. f.

185. Nachruf für Adolf von Ernst. Z. V. d. I. 1907, S. 1485.

*186. Untersuchung eines im Betriebe aufgerissenen Kupferrohres. Z. V. d. I. 1907, S. 1667 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 70.

*187. Versuche über die Formänderung und die Widerstandsfähigkeit von Hohlzylindern mit und ohne Rippen. Z. V. d. I. 1907, S. 1700 u. f.; Mitt. über Forschungsarbeiten Heft 70.

188. Denkschrift betr. die württembergischen Prüfungsvorschriften für Maschineningenieure 1907.

189. Die Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule Stuttgart. Z. V. d. I. 1908, S. 241 u. f.; Jahresbericht der K. Technischen Hochschule Stuttgart 1906/07. Vgl. auch Ziff. 125.

*190. Untersuchung zweier Räderpaare mit Winkelzähnen. Z. V. d. I. 1908, S. 661.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 70.

*191. Versuche mit Eisenbetonbalken. Zweiter Teil. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 45—47. Von C. Bach und O. Graf.

*192. Versuche mit gewölbten Flammrohrböden. Z. V. d. I. 1908, S. 792 u. f. mit einer Zuschrift, betr. die Kosten, S. 1649; das unter 197 genannte Protokoll, 1908 S. 65 u. f.; Rundschreiben an die Mitgliedsvereine des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine, betr. Kosten der Versuche; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 51/52.

193. Die Stellungnahme Deutscher Ingenieure zu dem Projekt des Grafen v. Zeppelin, betreffend den Bau lenkbarer Luftschiffe im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts. Z. V. d. I. 1908, S. 1549 u. f.

194. Versuche über die Formänderung und die Widerstandsfähigkeit ebener Wandungen. Z. V. d. I. 1908, S. 1781 u. f., S. 1876 u. f.

*195. Versuche mit Gußeisen. Z. V. d. I. 1909, S. 299 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 70.

*196. Versuche mit Eisenbetonbalken. Dritter Teil. C. Bach und O. Graf. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 90/91.

*197. Versuche mit autogen geschweißten Blechen und Kesselteilen. Z. V. d. I. 1910, S. 831 u. f.; Protokoll der 38., 39., 41. und 42. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine 1908, S. 20 u. f., 1909, S. 122 u. f., 1911, S. 28, 1912, S. 47 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 83/84. Rundschreiben an die Mitglieder des genannten Verbandes 1908.

*198. Druckfestigkeit und Druckelastizität des Betons mit zunehmendem Alter. Z. V. d. I. 1909, S. 828; Beton und Eisen 1909, S. 129 u. f.; Armierter Beton 1909, S. 199 u. f.; Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 70.

199. Versuche über die Längenänderung des Betons bei Wasserlagerung und Lufterlagerung, sowie über die Zugfestigkeit von Mörtelkörpern mit verschiedener Querschnittsgröße bei feuchter und bei trockener Lagerung. Von C. Bach und O. Graf. Armierter Beton 1909, S. 352 u. f.

200. Anforderungen an Gußeisen, das für Dampfrohrleitungen bestimmt ist. Z. bayr. Rev.-V. 1909, S. 31 u. f.

201. Äußerung betr. Gußeisen für Dampfrohrleitungen. Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik 1909, Nr. 43.

202. Versuche über die tatsächliche Widerstandsfähigkeit von Balken mit C-förmigem Querschnitt. Z. V. d. I. 1909, S. 1790 u. f., 1910, S. 382 u. f.

203. Zur Frage der Überlegenheit der Maschinennietung. Z. V. d. I. 1910, S. 362 u. f.; Z. bayr. Rev.-V. 1910, S. 33 u. f.

204. Mitteilungen über einige Nebenuntersuchungen auf dem Gebiete des Betons und Eisenbetons. Armierter Beton 1910, S. 276 u. f. Von C. Bach und O. Graf.

205. Zur Frage der zulässigen Abweichungen der Flammrohre von der Kreisform. Z. V. d. I. 1910, S. 1018 u. f.

206. Versuche mit zentrisch und exzentrisch belasteten Pfeilern aus Backsteinmauerwerk und aus Beton. Z. V. d. I. 1910, S. 1625 u. f.

207. Ergebnisse der Untersuchung von Kesselblechen, bei denen Ribbildungen aufgetreten sind. Z. V. d. I. 1910, S. 1809 u. f.

208. Über den Einfluß der Höhe der Streckgrenze auf die Tragfähigkeit von Eisenbetonbalken, die Veränderlichkeit der Elastizität mit der Größe des Sandzusatzes und die Bedeutung der Geschwindigkeit der Belastungssteigerung bei Druckversuchen mit Zementwürfeln. Bericht über die XIII. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins Berlin 1910, S. 165 u. f.; Armierter Beton 1911, Heft 9.

209. Die für die Deutsche Industrie wertvollste Bestimmung in den neuen behördlichen, die Dampfkessel betreffenden Festsetzungen vom 17. Dezember 1908. Z. V. d. I. 1911, S. 514; Z. bayr. Rev.-V. 1911, S. 70.

210. Der Widerstand einbetonierten Eisens gegen Gleiten in seiner Abhängigkeit von der Länge der Eiseneinlagen. Z. V. d. I. 1911, S. 859 u. f., 1270, s. auch Heft A des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

211. Zur Frage der Bildung von Rissen in Kesselblechen. Z. V. d. I. 1911, S. 1296, sowie S. 1871. Vgl. auch Protokoll der 41. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Konstanz 1911, S. 31. Z. für Dampfkessel und Maschinenbetrieb 1912, S. 221 u. f.

212. Zur Frage der Änderung schweißeiserner Kesselbleche durch den Betrieb. Z. bayr. Rev.-V. 1911, S. 85 u. f.

213. Versuche über die Elastizität des Zementmörtels bei verschiedenem Sandzusatz nach feuchter und nach trockener Lagerung. Von C. Bach und O. Graf. *Armierter Beton* 1911, Heft 9.

214. Berechnung der Träger von Feuerbüchsen für Landdampfkessel. Protokoll der 41. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Konstanz 1911, S. 38.

215. Vereinbarung des Vereins Deutscher Ingenieure mit der Vereinigung der in Deutschland arbeitenden Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften hinsichtlich des Begriffes „Explosion“ 1911. *Z. V. d. I.* 1912, S. 536; s. auch *Gewerbeblatt* aus Württemberg 1912, S. 83 (Drucksachen a und b).

216. Eine bedenkliche Eigentümlichkeit unserer Material- und Bauvorschriften für Landdampfkessel. *Z. V. d. I.* 1912, S. 360.

217. Torsionsbruchversuche mit Körpern von rechteckigem Querschnitt, die anschaulich die Mitte der langen Seite des Querschnitts als Ausgangspunkt des Bruches erkennen lassen. *Z. V. d. I.* 1912, S. 440 u. f.

218. Durch Stempelung geschädigte Kohlensäureflaschen. *Z. V. d. I.* 1912, S. 724 u. f.

219. Bemerkungen zu den Deutschen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel. *Z. V. f. I.* 1912, S. 1040 u. f.

220. Die Grundlagen der Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel. Berlin 1912.

*221. Versuche mit Eisenbetonbalken IV. Teil. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 122/123. Von C. Bach und O. Graf. A. Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Balken mit breiter Platte ohne und mit Bewehrung der letzteren, Einfluß verschiedener Bewehrung der Platte, die Abschrägung zwischen Steg und Platte, der Plattenbreite und der Plattenstärke. B. Versuche mit rechteckigen Balken, welche Einlagen in der Druckzone besitzen.

222. Versuche zur Klarstellung des Einflusses der Spannungen, welche durch das Nieten im Material hervorgerufen werden und die der Entstehung von Nietlochrissen Vorschub leisten können. *Z. V. d. I.* 1912, S. 1890 u. f.; s. auch das unter 225 genannte Protokoll, S. 70 u. f.

223. Beobachtungen über die Undichtheit von Steuerungsventilen einer Kolbendampfmaschine Dasselbe Protokoll S. 79.

224. Ist das Verstemmen der Dampfkessel-Nietnähte innen allgemein vorzuschreiben? *Z. V. d. I.* 1912, S. 2071 u. f.

225. Versuche zur Ermittlung der in den Längsankern (von Kesseln mit ebenen Böden) eintretenden Spannungen. Protokoll der 42. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu München 1912, S. 31 u. f.

226. Über die Entstehung der Risse in der Rohrwand von Lokomobilen und ähnlichen Kesseln. *Z. V. d. I.* 1913, S. 461 u. f.

227. Milderung der Klassengegensätze. Stuttgart 1913. 1913/1919.

228. Anfressungen in Flammrohren an Stellen, die mit Ölfarbe gestrichen waren. *Z. V. d. I.* 1913, S. 1061 u. f.

229. Leitungswiderstand überhitzten Dampfes in glatten und gewellten Ausgleichsrohren. *Z. V. d. I.* 1913, S. 1136 u. f. Von C. Bach und R. Stückle.

230. Zur Beanspruchung von Maschinenteilen mit scharfen oder ausgerundeten Ecken. *Z. V. d. I.* 1913, S. 1594 u. f.

231. Knickungsversuche mit Eisenbetonsäulen. *Z. V. d. I.* 1913, S. 1969 u. f.

232. Bericht über die Untersuchung des Materials eines explodierten Dampfkessels. Geschäftsbericht des Württembergischen Revisionsvereins 1913, S. 40 u. f.

233. Die Ergebnisse von Versuchen zur Ermittlung der Druckfestigkeit von unbewehrten Betonsäulen bei verschiedener Höhe derselben. Vortrag, gehalten in der 17. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins am 6. März 1914. Dt. Bauzg, Mitt. über Zement, Beton und Eisenbeton 1914, S. 33 u. f.

234. Versuche mit bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die mit zentrischem und exzentrischem Druck belastet werden. Vortrag, gehalten in der 17. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins am 6. März 1914. Dt. Bauzg., Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbeton 1914, S. 45 u. f.

235. Versuche zur Ermittlung der in den Längsankern (von Kesseln mit ebenen Böden) eintretenden Spannungen. Protokoll der 44. Delegierten- und Ingenieurversammlung des Internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine zu Chemnitz 1914 (vgl. auch Nr. 225).

236. Über die Widerstandsfähigkeit von Gefäßdeckeln. Protokoll Chemnitz 1914 (vgl. Nr. 225).

*237. Versuche mit bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die durch zentrischen und exzentrischen Druck belastet werden. Mitt. über Forsch.-Arb. Heft 166—169.

*238. Erfahrungsmaterial über das Unbrauchbarwerden von Drahtseilen. Mitt. über Forsch.-Arb. 1915, Heft 177.

239. Eine Folge des Krieges für die Deutsche Industrie. Z. V. d. I. 1915, S. 143.

240. Unbrauchbarwerden der Drahtseile. Z. V. d. I. 1915, S. 163.

241. Versuche zur Klarstellung der Wirkungsweise der Umschnürung bei Eisenbetonsäulen. Z. V. d. I. 1915, S. 808 u. f.

242. Zur Abhängigkeit der Bruchdehnung flußeiserner Kesselbleche von der Meßlänge. Z. V. d. I. 1916, S. 854 u. f. Von C. Bach und R. Baumann.

243. Die auf zwei Mantelflächen gemessenen Zusammendrückungen zentrisch belasteter Säulen vom quadratischen Querschnitt. Beton und Eisen 1916, S. 129.

244. Einige Bemerkungen über Beton- und Eisenbetonversuche sowie über deren Ergebnisse. Armierter Beton 1916, S. 157 u. f., sowie S. 200 u. f.

245. Versuche zur Feststellung des Unterschiedes der Zusammendrückungen an Betonsäulen bei Herstellung derselben in liegenden und stehenden Formen. Beton und Eisen 1916, S. 196.

246. Versuche zur Klarstellung der Wirkungsweise der Umschnürung bei Eisenbetonsäulen. Z. V. d. I. 1916, S. 833 u. f.

247. Nachruf für Graf v. Zeppelin. Z. V. d. I. 1917, S. 485 u. f.

248. Bemerkungen zum Werdegang der jungen Ingenieure. Z. V. d. I. 1920, S. 1008.

249. Einführung von Heizerprüfungen. Z. V. d. I. 1920, S. 1082.

250. Errichtung von Heizerschulen. Z. V. d. I. 1921, S. 1179 u. 1210.

251. Eine Mitteilung über die Beteiligung der Druckplatte von Plattenbalken an der Kraftübertragung. Beton und Eisen 1922, S. 13 u. f.

252. Versuche mit Eisenbetonbalken. Mitt. über Forsch.-Arb. 1922, Heft 254. Von C. Bach und O. Graf.

253. Kurze Mitteilungen über Versuche mit gewölbten Böden aus neuester Zeit. Z. V. d. I. 1923, S. 1113 u. f.

254. Zur Klarstellung der Gefährlichkeit des Dampfkesselbetriebes aus letzter Zeit. Z. bayr. Rev.-V. 1925, Nr. 1; Z. V. d. I. 1925, S. 35 u. f.

*255. Versuche über die Widerstandsfähigkeit und Formänderung von Kesselböden. Mitt. über Forsch.-Arb. 1925, Heft 270; Z. V. d. I. 1925, S. 367 u. f.

256. Eröffnung der 4. Tagung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine am 23. und 24. April 1925. Niederschrift über diese Tagung. Berlin: Verlag V. d. I. 1925.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Elastizität und Festigkeit

Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage

Von

C. Bach und R. Baumann

Neunte, vermehrte Auflage

Mit in den Text gedruckten Abbildungen, 2 Buchdrucktafeln
und 25 Tafeln in Lichtdruck

XXVIII, 687 Seiten. 1924. Gebunden RM 24.—

Festigkeitseigenschaften und Gefügebilder der Konstruktionsmaterialien

Von

Dr.-Ing. C. Bach und R. Baumann

Professoren an der Technischen Hochschule Stuttgart

Zweite, stark vermehrte Auflage

Mit 936 Figuren. VI, 190 Seiten. 1921

Gebunden RM 15.—

Die Grundlagen der deutschen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel

Von

Professor **R. Baumann**, Stuttgart

Mit einem Vorwort von

Professor Dr.-Ing. **C. Bach**, Stuttgart

Mit 38 Textfiguren. III, 131 Seiten. 1912

RM 2.90

Versuche über Ventilbelastung und Ventilwiderstand.

Von Prof. Dr.-Ing. C. Bach, Stuttgart. Mit 5 lithographischen Tafeln. V, 54 Seiten. 1884. Vergriffen.

Versuche über die Widerstandsfähigkeit ebener Platten.

Von Prof. Dr.-Ing. C. Bach, Stuttgart. Mit in den Text gedruckten Abbildungen. IV, 104 Seiten. 1891. Vergriffen.

Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Kesselwandungen. Von Prof. Dr.-Ing. C. Bach, Stuttgart.

Heft 1. Wasserkammerplatten von Wasserröhrenkesseln. Mit 77 in den Text gedruckten Abbildungen. 24 Seiten. 1893.

Vergriffen.

Heft 2. Die Berechnung flacher, durch Anker oder Stehbolzen unterstützter Kesselwandungen und die Ergebnisse der neuesten hierauf bezüglichen Versuche. Die auf der Kaiserlichen Werft in Danzig von 1887 bis 1892 ausgeführten Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Flammrohren. Mit 56 in den Text gedruckten Abbildungen und 2 Tafeln. II, 26 Seiten. 1894.

Vergriffen.

Heft 3. Untersuchungen über die Formänderungen und die Anstrengung flacher Böden. Mit 67 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. 22 Seiten. 1897.

Vergriffen.

Heft 4. Versuche mit Flanschenverbindungen zu Rohrleitungen für hohen Dampfdruck und im Zusammenhange hiermit Untersuchungen über das Arbeitsvermögen von Gußeisen, Flußeisen, Bronze und Stahlguß. Mit 50 Abbildungen im Text. 20 Seiten. 1899.

Vergriffen.

Heft 5. Untersuchung über die Formänderungen und die Anstrengung gewölbter Böden. Mit 81 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln, 24 Seiten. 1900.

Vergriffen.

Heft 6. Die Widerstandsfähigkeit kugelförmiger Wandungen gegenüber äußerem Überdruck. Mit 36 Abbildungen im Text. 18 Seiten. 1902.

Vergriffen.

(Sonderabdrucke aus der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“.)