

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 16/17 (1882)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Betrachtungen über die hauptsächlichsten Constructionsmaterialien Eisen und Stahl  
**Autor:** Maey  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-10284>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

electricisches Licht brennen zu lassen, welches nicht nur den Saal vorzüglich erleuchten, sondern auch nach Aussen hin von dem nächtlichen Fleisse der Volksvertreter Zeugnis geben würde.

Der eigentliche Kuppelaufbau (vom Erdboden bis Oberkante des Tambours 44 m und bis unter die Laterne 54 m hoch, bei einer Hauptgesimshöhe des Gebäudes von 21 m) erscheint also hohl und rein decorativ, wesshalb er zu lebhaften Angriffen Veranlassung gegeben hat, wie auch die einstweilen hohlen Eckaufbauten von 33,50 m Höhe. Diese können jedoch leicht nutzbar gemacht werden, jene dagegen ist eben eine Schutzkuppel, wie sie, wenn auch weniger hoch, in allen kuppelgekrönten Projecten zu finden ist und wie sie uns durchaus gerechtfertigt erscheint, ohne dass erst eine ganz unzugängliche Kapelle oder dergleichen müssige Erfindungen hinein versetzt werden.

Gerade diese durch und durch originelle Kuppel, die mit den Eckpavillons, trotz ihrer im Detail heitern Formen, eine wuchtige und zugleich reizvolle Silhouette für das Gebäude ergibt, ist das Hauptverdienst der ganzen Arbeit, sie ist eine selbstbewusste architectonische That, wie sie auf der ganzen Ausstellung der fast 200 Projecte nirgends auch nur annähernd erreicht, ja nicht einmal versucht worden ist und der gegenüber jedes kleinliche Mäkeln verstummen muss. Hauptsächlich die Ansicht vom Königsplatze zeigt das Gebäude in einer vorzüglichen Gesamtwirkung. Nur der Einschnitt zwischen den Eckpavillons scheint etwas tief, doch soll diesem Umstand durch Aufsetzen einer kräftigen Attika auf die Zwischentracte abgeholfen werden.

Was das Detail anbelangt, so ist dasselbe vielleicht oft etwas zu reich und spielend angebracht, das muss aber wohl erstens der „Skizze“, dann aber auch dem sehr natürlichen Bestreben zugeschrieben werden, auf der Ausstellung möglichst zu „wirken“. Die weitere Ausarbeitung wird auch diese Sachen zu der der ganzen Arbeit entsprechenden Reife bringen.

Gegenüber der kühlen Reserve, die theilweise in der Presse bezüglich dieses Projectes beobachtet worden ist, von Referaten von Kritikastern, deren Urtheil durch Sachverständniss allezeit ungetrübt geblieben ist, gar nicht zu reden, sehe mich veranlasst, hier noch ausdrücklich beizufügen, dass mir diese Arbeit einen unauslöschlichen Eindruck gemacht hat und ich sie mit stets wachsender Bewunderung wiederholt genauer studirte, so dass ich nur den Wunsch aussprechen kann, dieselbe möchte nach den Intentionen des Verfassers zur Ausführung kommen.

## Betrachtungen über die hauptsächlichsten Constructionsmaterialien Eisen und Stahl.

Von Maschineningenieur Maey in Zürich.

Trotz der grossen Fortschritte der Hüttentechnik in der Herstellung von Eisen und Stahl und der technischen Wissenschaft in Beziehung auf die leichtere Ermittlung der Beanspruchungsweise der Materialien überhaupt, herrscht in Betreff der Dimensionirung der Constructionstheile dennoch, namentlich im Maschinenbau, immer noch eine grosse Befangenheit und Unsicherheit.

Schon auf den technischen Hochschulen, wo die Studirenden der Uebung halber nach den wissenschaftlich entwickelten Formeln die Constructionstheile berechnen, sehen sich die Herren Professoren in Specialfällen veranlasst, diesen zu erklären, dass die Dimensionen verstärkt werden müssen, weil erfahrungsmässig für diesen Zweck eine 4—5-, 6—8-, 8—10fache Sicherheit erforderlich sei, damit dieselben halten.

Bei der spätern practischen Ausbildung in den technischen Etablissements verlangt nicht selten der Vorsteher für dieselben Stücke und für denselben Zweck eine 15—20fache Sicherheit, weil diese erfahrungsmässig geboten sei.

Wozu, wird sich mancher junge Ingenieur fragen, ist es erst nöthig zu rechnen und wozu dient in diesen Fällen der ganze wissenschaftliche Apparat, wenn er kaum Anhaltspunkte gewährt. Nicht selten schlägt dann die Begeisterung oder Hochachtung für die Wissenschaft in Gleichgültigkeit oder Missachtung um, was gewiss bedauerlich ist.

Die Dimensionirung ohne Zugrundelegung der Rechnung, resp. nach dem sog. practischen Gefühl, führt aber successive zu einer

Verschwendung von Geld und Material, obschon nicht überall dadurch dem eigentlichen Zwecke, nämlich der absoluten Sicherheit gegen Bruch, Genüge geleistet werden kann, während beispielsweise für Achsen und andere Details bei Eisenbahnen solche gefordert wird.

Der Grund für diese Unsicherheit liegt aber nicht eigentlich in der Mangelhaftigkeit der Wissenschaft, sondern in der Behandlung der Constructionstheile bei deren Herstellung und in der Unkenntnis der Leistungsfähigkeit der Materialien überhaupt.

Ist die technische Hochschule absolvirt, so glauben nicht Wenige schon genug zu wissen, um noch nöthig zu haben, die Praxis zu erlernen, obgleich diese die nämlichen Anforderungen wie die Wissenschaften stellt.

Auf diese Weise ist es erklärlich, dass, trotz der grossen Fortschritte des Maschinenbaues im Allgemeinen, für die entsprechende Herstellung der Constructionstheile in Bezug auf Haltbarkeit im Ganzen wenig geschehen ist, wengleich die Herstellungsart oftmals den grössten Einfluss darauf ausübt. Im Ferneren weiss man im Allgemeinen noch nicht, welche Leistung den Materialien überhaupt zugemuthet werden könne, woraus trotz der Kenntniss der Kraftwirkung jene Unsicherheit in der Dimensionirung Platz greifen musste, da nicht selten wider Erwarten Theile brachen, welche nach den bisherigen Annahmen hätten halten sollen.

Clark, Fairbairn, Knut-Styffe, Kirkaldy, Wöhler, Bauschinger und Andere haben zwar über die Festigkeit speciell von Eisen und Stahl und deren Verhalten sehr werthvolle Versuche angestellt und veröffentlicht, namentlich gebührt Wöhler das grosse Verdienst, in Bezug der Haltbarkeit der Materialien ein allgemein gültiges und wichtiges Gesetz entdeckt zu haben, welches derselbe wie folgt formulirt:

„Der Bruch des Materials lässt sich auch durch vielfach wiederholte Schwingungen, von denen keine die absolute Bruchgrenze erreicht, herbeiführen. Die Differenzen der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, sind dabei für die Zerstörung des Zusammenhanges massgebend. Die absolute Grösse der Grenzspannung ist nur insoweit von Einfluss, als mit wachsender Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern.“

Leider haben alle diese Ermittlungen in der Praxis nicht die nöthige Würdigung gefunden und noch heute wird vielfach die Dimensionirung der Constructionstheile nach Massgabe der sogenannten Erfahrung bestimmt.

In neuester Zeit hat nun Herr Professor Tetmajer in Zürich eine Methode in der Zeitschrift „Eisenbahn“ beschrieben und auch im schweiz. Ingenieur- und Architektenverein in Zürich vorgetragen, welche wegen ihrer Einfachheit und Zweckentsprechenheit geeignet ist, die bisherige Unsicherheit beim Construiren mit der Zeit zu heben, indem diese Methode auf leichte Weise einen klaren Einblick in die Veränderung der Materialien durch die Beanspruchungsweise gestattet.

Herr Prof. Tetmajer hat, mit Bezugnahme auf seine Methode, in der „Eisenbahn“ Nr. 19 vom 13. Mai a. c. unter dem Titel: „Zur Frage der Qualitätsbestimmung zäher Constructionsmetalle“ Versuchsergebnisse veröffentlicht, die für die Praxis ein ungemein grosses Interesse bezüglich der Festigkeitsfrage haben und auf welche ich nun speciell eintreten werde.

Es darf vorausgesetzt werden, dass die Leser dieses Artikels im Besitze der Nr. 19 sind; es ist daher unnöthig, denselben hier zu recapituliren. Ich kann mich desshalb auf die Anführung beschränken, dass die Versuchsstäbe cylindrisch gewesen und einen Durchmesser von 2,19 cm gehabt haben. Die cylindrischen Schäfte der Stäbe begrenzten sphäroidale Köpfe. Sie waren also aus ursprünglich prismatischen Stäben durch Abdrehen hergestellt. Ferner ist zu bemerken, dass bei den Stäben  $A_3$ ,  $A_4$ , beziehungsweise  $B_2$ ,  $B_3$ , das am stärksten durch die Dorne des Uchatius-Verfahren direct comprimirt Material durch das Abdrehen leider in Wegfall gekommen ist, wodurch dieses hier ausser Betracht fällt.

Bei dem Bodenstück signirt A betrug nun:

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
Elasticitätsmodul $\epsilon$	1159 <sub>1</sub>	1064 <sub>2</sub>	1092 <sub>3</sub>	1105 <sub>4</sub>	1121 <sub>5</sub>	1139 <sub>6</sub> t p. cm <sup>2</sup>
Spec. Grenzbelastung $y$	0,297	0,562	0,898	0,898	0,367	0,297 „ „
„ Bruchbelastung $\beta$	2,97	3,11	3,19	3,05	3,08	3,15 „ „
Dehngn. p. 10cm Stab $\lambda_1$	52,0	51,30	15,60	10,80	49,80	64,10 %
„ „ 20 „ „ $\lambda_2$	49,0	48,80	14,50	10,60	46,00	59,50 %

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
Inhalt d. Arbeitsdiagr. $A$	49,40	49,70	17,30	11,10	48,00	62,60 $t\ cm$
Spec. Arbeitscapacität $\alpha$	1,31	1,32	0,47	0,295	1,27	1,58 „ „
„ „ coefficient $\eta$	0,85	0,83	0,94	0,90	0,83	0,83 „ „
Contr. d. Bruchquerschn. $\varphi$	34,0	34,0	12,5	10,9	34,0	43,0 %
Min. Querschnittestr. $\varphi_1$	29,2	29,2	9,3	8,2	25,20	34,0 %

Bei dem Zapfenstück signirt  $B$ :

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
Elasticitätsmodul	$\epsilon = 1151$	1127	1124	1150 $t\ pro\ cm^2$
Spec. Grenzbelastung	$y = 0,43$	0,975	0,89	0,30 „ „ „
„ Bruchbelastung	$\beta = 3,24$	3,19	3,26	3,25 „ „ „
Dehnungen p. 10 cm Stab	$\lambda_1 = 49,4$	46,2	17,2	56,5 %
„ „ „ „ „ 20 „ „ „	$\lambda_2 = 16,2$	14,3	18,0	52,2 %
Inhalt des Arbeitsdiagr. $A$	49,9	18,3	19,0	59,0 $t\ cm$
Spec. Arbeitscapacität	$\alpha = 1,31$	0,49	0,51	1,56 „ „
„ „ coefficient	$\eta = 0,82$	0,95	0,90	0,85 „ „
Contr. d. Bruchquerschn. $\varphi$	34,8	18,2	18,2	41,8 %
Min. Querschnittconstr. $\varphi_1$	30,8	9,9	12,2	34,0 %

Sieht man in dieser Zusammenstellung bei den einzelnen Rubriken von den kleinen Differenzen ab, welche auf der nicht vollkommenen Homogenität des Materials beruhen, so geht ohne Weiteres klar hervor, dass der Elasticitätsmodul  $\epsilon$ , sowie die spezifische Bruchbelastung  $\beta$  trotz der Compression ungeändert geblieben ist, der spezifische Arbeitscoefficient  $\eta$  um Geringes erhöht worden ist, dagegen die Dehnung  $\lambda$ , der Inhalt des Arbeitsdiagramms  $A$ , die spezifische Arbeitscapacität  $\alpha$  und die Contraction  $\varphi$  erheblich abgenommen haben. Der Einfluss der Compression ist im Ganzen bei den Stücken  $A$  und  $B$  gleich geblieben. Die Compression hat sich abnehmend bis auf eine Metalldicke von ca. 50 m erstreckt.

Hieraus ist für die Praxis zunächst die sehr wichtige Schlussfolgerung zu ziehen, dass trotz einer bedeutenden Verringerung der Arbeitscapacität die Bruchfestigkeit unverändert bleibt.

Es gibt mithin die Grösse der Bruchfestigkeit an und für sich durchaus keinen Masstab für das Arbeitsvermögen des Materials, sondern erst mit Berücksichtigung der Dehnung oder (wenn man die frühere Bezeichnung beliebt) der Contraction.

Zu der nämlichen Schlussfolgerung bin ich vor vielen Jahren durch einen eigenthümlichen Zufall gelangt.

Aus der Bodenseite eines alten, defecten Locomotivlangkessels sollte ein Stück ausge-meisselt werden, um an Stelle dessen ein neues einzusetzen.

Beim Abschärfen der Kanten, nach dem Ausmeisseln fiel mir auf, dass sich keine Spähne bildeten, sondern an Stelle deren kleine Stückchen stetig abbrechen, ähnlich wie es beim Meisseln von Guss-eisen geschieht.

Da die Kesselwandungen angeblich seiner Zeit aus besten Low-moore-Eisenblechen hergestellt sein sollten, erregte dies Vorkommnis meine Aufmerksamkeit. Ich liess in Folge dessen aus dem ausge-meisselten Stück Streifen schneiden und diese auf der Zerrei-smaschine probiren.

Meine Erwartung ging nun dahin, dass die Festigkeit des Materials sehr gering sein werde. Zu meinem Erstaunen ergab sich, dass das Blech noch die gewöhnliche Festigkeit von ca. 36  $kg\ pro\ m^2$  besass, dagegen die Dehnung und die Contraction bei dem Bruche sehr gering war.

Damals hatte ich den Einfluss der Dehnung auf das Arbeitsvermögen des Materials noch nicht völlig erkannt und konnte somit dieses Verhalten nicht erklären. In Folge dessen liess ich nun bei demselben Kessel und aus derselben Blechtafel aus der obern, resp. Dampfseite, einen Streifen schneiden, desgleichen einen aus dem frühern Stück, dagegen diesen in ähnlicher Weise, wie es bei dem Geschützrohr geschehen ist, spalten und alle drei Streifen untersuchen. Aus den Versuchen ergab sich nun, dass die Festigkeit aller drei Streifen gleich gross war, der obere, von der Dampfseite entnommene, die grösste Dehnung und Contraction besass, bei dem getheilten Streifen (äussere Kesselfläche) beides geringer war und bei der andern Hälfte (Wasserseite) keine Spur von Dehnung und Contraction sich vorfand. Daraus zog ich vorläufig die Schlussfolgerung, dass die ursprüngliche Festigkeit des Materials durch die Benutzung im Allgemeinen nicht abnimmt und erst abzunehmen beginnen kann, wenn das ganze Arbeitsvermögen erschöpft ist, dass dagegen die Dehnung und Contraction durch die Benutzung abnehmen und als Masstab für das noch jederzeit im Material vor-

handene Arbeitsvermögen dienen können, wenn diese vor der Benutzung festgestellt worden ist.

Da ich fortan mit mehr Aufmerksamkeit das Verhalten der Materialien in der Benutzung verfolgte, fand ich meine Schlussfolgerung vielfach bestätigt und ich hatte nicht nothwendig, nach Hypothesen zu suchen, wenn das Verhalten des Materials bei einem Bruch nach der gewöhnlichen Anschauungsweise unerklärlich schien. So habe ich auch in einer Zusammenkunft des zürcher. Ingenieur- und Architektenvereins, wo die Frage der Haltbarkeit eiserner Brücken zur Erörterung kam, angeführt, dass, meiner Ansicht nach, gerade die richtigst construirten, wo alle Theile nahezu die gleiche Festigkeit und Beanspruchung haben werden, wenn das Arbeitsvermögen des Materials erschöpft ist, ohne alle äussern Anzeichen, dass Gefahr drohe, plötzlich zusammenbrechen werden. Damit ist auch die Streitfrage, ob das Eisen wegen seiner grössern Dehnung oder der Stahl wegen seines grössern Elasticitätscoefficienten für Brücken vorzuziehen sei, von keinem Belang, denn der Bruch wird erst, bei der gewöhnlichen Beanspruchung, dann eintreten, wenn die Dehnung oder Elasticität aufgebraucht ist; dagegen dürfte die Dauer für beide Materialien unter gleichen Umständen nicht gleich sein. So haben beispielsweise Kesselbleche aus Tigelgussstahl, nachdem die Kessel nach langer Betriebszeit ausrangirt wurden, noch immer ein gewisses Maass von Dehnung besessen, das ursprünglich auch nicht gross gewesen sein kann, da die Bruchfestigkeit 60  $kg\ pro\ m^2$  betrug. Weil mir diese Festigkeit zu gross erschien, wurden Bleche im Mittel von 45  $kg\ pro\ m^2$  Festigkeit verwandt, die 22 bis 28 % Dehnung besaßen. Die Contraction dieser Bleche, obgleich sie sehr beträchtlich war, habe ich nicht gemessen, weil ich heute noch nicht weiss, wie bezw. die Contraction bei zackigen oder gewölbten Bruchflächen genau ermittelt und gegen eine ebene in Vergleich gestellt werden kann.

Bei dem Uchatius-Verfahren wird durch die Compression des Materials der Arbeitscoefficient etwas grösser. Es wäre vom grössten Interesse gewesen, dabei zu constatiren, ob hiemit eine proportionale Zunahme des specifischen Gewichts des Materials verbunden war, weil sich daraus manche interessante Schlussfolgerungen ziehen liessen.

Wie schon angeführt, hat die Verdichtung des Materials bei dem Geschütz im kalten Zustande eine sehr bedeutende Abnahme des Arbeitsvermögens zur Folge gehabt und aus der Tabelle ist man zur Annahme berechtigt, dass die äussere Schicht, welche unmittelbar der Einwirkung der Dorne ausgesetzt gewesen ist (leider aber durch Abdrehen verloren gegangen), durch diese Manipulation fast ihr ganzes Arbeitsvermögen eingebüsst hatte. Bei der Annahme gleicher Bruchfestigkeit konnte mithin das Dehnungs- oder Contractionsvermögen dieser äussersten Schicht nur sehr gering gewesen sein.

Bei der Benutzung des Geschützes, wobei trotz der Dicke der Metallwände Dehnungen beim Schiessen nicht zu vermeiden sind, hätten sich nach kurzer Zeit im Geschützlaufe, anfänglich zwar sehr kleine, Risse einstellen müssen, die, an sich nicht gefährlich, doch zur frühzeitigen Ausrangirung Veranlassung gegeben hätten.

Das Uchatius-Verfahren ist deshalb nicht in allen Beziehungen empfehlenswerth und Geschützexplosionen in der Neuzeit, die angeblich unerklärlich geblieben sind, können darin ihren Grund haben, dass durch Comprimirung das Material das nöthige Maass der Dehnung eingebüsst hatte.

Aber auch durch eine zu grosse Compression in warmem Zustande, resp. durch zu starkes Walzen und Hämmern, sowie durch schnelles Abkühlen findet eine Verminderung des Arbeitsvermögens statt, welches sich durch Ausglühen des Materials wieder vergrössert.

In der Praxis ist längst bekannt, dass harte Gegenstände durch Ausglühen weicher werden, weniger bekannt indessen, dass auch damit das Arbeitsvermögen zunimmt.

Kirkaldy führt nun in erster Beziehung an, dass eine Stange Govan-Eisen von 1 1/2" Durchmesser in fünf Stücke zerschnitten wurde, von denen vier Stücke wieder warm gemacht und resp. auf 1 1/4, 1, 3/4 und 1/2" ausgewalzt wurden. Die Bruchgewichte pro Quadratzoll und die Ausdehnungen pro Längeneinheit waren:

56 869	57 379	58 109	59 708
0,283	0,267	0,252	0,238
1 1/4"	1"	3/4"	1/2"

Multiplieirt man die Ausdehnung mit dem Bruchgewicht und setzt

das Product für  $1\frac{1}{4}$  gleich 1, so stellt sich das Verhältniss des Arbeitsvermögens der Stücke wie folgt:

1	0,952	0,911	0,883
---	-------	-------	-------

Kirkaldy schliesst daraus, dass eine Zunahme der Festigkeit und eine Abnahme der Ausdehnung stattgefunden hat, indessen muss erstere wegen der wahrscheinlichen Zunahme des specifischen Arbeitscoefficienten  $\eta$  in Frage gestellt werden. Wäre seine Schlussnahme richtig, so würden die Dimensionen der Versuchsstäbe auf die Ermittlung der Bruchfestigkeit von Einfluss sein, was noch nicht allgemein erwiesen zu sein scheint.

Kirkaldy hat im Weiteren über Versuche mit Blechen folgende Resultate veröffentlicht:

	Längsrichtung		Querrichtung		Bemerkungen
	Belastung bis zum Bruche pro □" tons	Dehnung beim Zerreißen in %	Belastung bis zum Bruche pro □" tons	Dehnung beim Zerreißen in %	
<i>Unausgeglüht</i> Deutsche Bleche im Mittel von 9 Versuchen. Dicke 0,440" bis 0,653" . . . . .	22,7	25,4	21,7	17,4	Die Bleche von 0,400" zerrissen bei 23,4 t und hatten 42,3% Contraction. Die Bleche waren aber wahrscheinl. verschieden. Qualität
<i>Ausgeglüht</i>	21,0	28,2	20,4	17,7	
Englische Bleche im Mittel von 18 Versuchen. Dicke 0,390" bis 0,627" . . . . .	21,3	16,7	20,3	11,2	
<i>Ausgeglüht</i>	20,1	18,4	19,2	12,8	

Berücksichtigt man vorerst den Einfluss, welchen das Walzen in der Längs- oder Querrichtung mit Bezugnahme auf die Festigkeit der Bleche hat, nicht, so geht aus denselben in Uebereinstimmung mit dem früher Angeführten hervor, dass die dünneren Bleche eine etwas grössere Bruchfestigkeit, allerdings auffallender Weise auch dabei grössere Contraction besessen haben, was von den verschiedenen Qualitäten herrühren kann, da nicht angegeben ist, dass sie gleicher Qualität waren, durch das Ausglühen aber, wobei die durch das Walzen zugenommene Härte beseitigt wurde, das Product aus Bruchbelastung, Dehnung, mithin das Arbeitsvermögen zugenommen hat.

Es darf hiemit als allgemein erwiesen angesehen werden, dass durch Comprimirung des Materials, namentlich in kaltem Zustande, das Arbeitsvermögen in rapider Weise abnimmt, was auch aus den Diagrammen des Herrn Professor Tetmajer sich ergibt.

Die Abnahme des Arbeitsvermögens kann, nach den angeführten Versuchen von Kirkaldy, schon bei der Herstellung der Metallstäbe und Metallbleche stattfinden. In ungleich grösserem Masstabe wird sie bei der Bearbeitung von Stäben und Blechen sich kundgeben und auf je rohere Weise diese erfolgt und je besser überhaupt die Qualität des Materials ist, desto grösser wird der Verlust an Arbeitsvermögen sein. Diese Folgerung hätte längst beherzigt werden sollen. Wie oft werden Maschinen und Brückentheile, an welche man grosse Anforderungen an Leistungsfähigkeit stellt, kalt nachgerichtet, gehämmert oder gar gestreckt, Keile und Zapfen mit imensem Druck eingetrieben, Axen ohne Berücksichtigung der Starrheit der Räder (Schalengussräder) mit starkem Drucke aufgepresst, während andererseits bei unwichtigern Details nicht selten bei deren Herstellung die grösste Pedanterie beobachtet wird. Die weitgehendste, wenigstens partielle Abminderung des Arbeitsvermögens findet wohl bei der Herstellung der Dampfkessel statt. Welche Pressungen und Hammerschläge haben die Bleche dort zu erleiden? Wie oft werden die Nietlöcher, wenn sie nicht genau auf einander passen, durch Dorne, die mit grosser Gewalt eingetrieben werden, erweitert? Was bleibt schliesslich für die Benützung von der berechneten 5- bis 10fachen Sicherheit, wenn die Bleche durch die Nietung bei einer solchen Behandlung ihr Arbeitsvermögen fast eingebüsst haben? Das Reissen der Nietlöcher schon während der Herstellung oder nach kurzer Betriebszeit liefert den Beweis dafür, dass das Arbeitsvermögen an diesen Stellen wirklich verbraucht worden ist und trotzdem vergibt man nach wie vor die Herstellung der Kessel in der Regel dem Mindestfordernden. Dass von diesen keine schonende Behandlung zu erwarten ist, liegt auf der Hand. Aus diesem Grunde habe ich die Herstellung der Kessel aus Gussstahl begünstigt, da dort à priori die rohe Behandlung ausgeschlossen ist. Uebrigens

eignet sich guter Tigelgussstahl ebenso gut zu Kesseln, wie gutes Eisenblech; dagegen wie nicht jedes Eisenblech, auch nicht jedes Stahlblech, was bekannt ist.

Leider verschärfen manche Ingenieure, namentlich im Eisenbahnwesen, freilich in guter Absicht, aber immer doch zum Schaden der Verwaltungen, durch schroffe Bedingungen die unangemessene Behandlung des Materials. Tritt dann folgerichtig durch die verkehrten Massnahmen das Entgegengesetzte von dem ein, was erstrebt worden ist, so wird ohne Bedenken auf das Material geschimpft und die Dimensionirung bei Gelegenheit verstärkt, wodurch, ohne die Sache zu verbessern, Kraft- und Materialverlust entsteht.

In der Praxis hat sich leider für die Herstellung der Details ein dem Uchatius analoges Verfahren eingebürgert, wodurch schon vor der Benützung eine Einbusse des Arbeitsvermögens stattfindet, welche zu der jetzigen Unsicherheit in der entsprechenden Dimensionirung der Constructiontheile beiträgt.

Herrn Prof. Tetmajer gebührt das grosse Verdienst, durch Veröffentlichung der besagten Versuche bei dem Geschützrohr diesen Uebelstand schlagend nachgewiesen zu haben, der wegen seiner grossen Consequenzen für die Praxis verdiente ausführlicher behandelt zu werden, was, da es kein Anderer bisher gethan, von mir geschehen ist.

Das Wöhler'sche Gesetz, welches nach dem Ingenieur Herrn H. Lippold in folgende Form gefasst werden kann:

„Zum Zerbrechen eines Stabes ist eine gewisse Arbeit erforderlich und diese Arbeit kann ebensowohl auf einmal, wie „durch wiederholte Anstrengungen in dem Materiale angesammelt werden. Diese Anstrengungen müssen jedoch momentan „oder in so kurzer Zeit eintreten, dass Schwingungen entstehen“,

ist eigentlich ein dynamisches und drückt aus, dass durch Schwingungen, sofern solche bei der Benützung des Materials entstehen, das Arbeitsvermögen zu absorbiren vermögen, wodurch es zum Brechen kommt.

Um nun auf eine einfache und practische Weise diese Abnahme des Arbeitsvermögens bei der Dimensionirung der Constructiontheile berücksichtigen zu können, sollten die wesentlichen Constructionstypen einerseits nach der Qualität des Materials, andererseits nach deren wirklichen Beanspruchung in eine gewisse Anzahl von Classen getheilt werden, wobei vor der Benützung das Arbeitsvermögen festgestellt werden sollte. Bei der Benützung sollte nun in gewissen Zeiträumen oder nach einer gewissen Arbeitsleistung eine Prüfung über den Verlust des Arbeitsvermögens stattfinden.

Durch ein solches Verfahren würde man bei einer entsprechenden Classification bei Axen, Schienen, Transmissionen u. s. w. diesen Verlust kennen lernen, auf ähnliche Theile übertragen können, wodurch es ermöglicht würde, denselben bei der Dimensionirung überhaupt in Betracht zu ziehen.

Da glücklicherweise der Verlust des Arbeitsvermögens bei der Herstellung der Details sich schätzen lässt, oder durch eine entsprechende Controle wesentlich abgemindert werden kann, würde durch die Berücksichtigung dieser beiden Factoren, in Verbindung mit dem Arbeitsvermögen des zu verwendenden Materials, bei der Dimensionirung der Constructiontheile die bisherige Unsicherheit schwinden.

Die technische Wissenschaft käme dann, wenigstens in dieser Beziehung, zu ihrem Rechte, die Qualitäten würden zur Geltung kommen und die bisherige Verschwendung von Material auf ein bescheidenes Maass zurückgeführt werden.

Dabei setze ich voraus, dass die von Herrn Professor Tetmajer angegebene Methode überall Eingang und die Berücksichtigung finde, welche sie verdient.

Ich hoffe später auf diese Methode selbst näher eingehen zu können und beschränke mich hier nur noch auf die Bemerkung, dass der Wöhler'sche Qualitätscoefficient (Zugfestigkeit in kg pro m<sup>2</sup> + Contraction in %) erwiesenermassen keine grosse Sicherheit gewährt, ich wenigstens aus diesen beiden Summanden mir keine Anschauung von dem Arbeitsvermögen des Materials zu bilden im Stande bin, was doch für die Beurtheilung unumgänglich nöthig ist.