

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 14/15 (1881)
Heft: 3

Artikel: Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Eisen und Stahl
Autor: Tetmajer, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-9422>

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: 10.01.2026

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

Die untere Rheinbrücke in Basel.*)

Von Ingenieur H. Bringolf in Basel.
(Mit einer Tafel.)

Die schwierigste Arbeit am Bau: die Fundirung der sechs Pfeiler auf pneumatischem Weg, ist Ende Mai glücklich beendigt worden. Nachdem im vergangenen Jahr vier dieser Objecte in rascher Aufeinanderfolge fundirt worden, zog sich diese Arbeit an den beiden andern Pfeilern, hauptsächlich in Folge der weniger günstigen Jahreszeit und der dahерigen öfteren Unterbrechungen (im Januar d. J. waren beispielsweise die Arbeiten ganz eingestellt) ziemlich in die Länge. Der Verlauf der Versenkung zweier Strompfeiler und der beiden Widerlager ist in der beigelegten Tafel graphisch aufgetragen; der verfügbare Raum gestattete nicht, die Darstellung auch auf die im December v. J. und im April und Mai d. J. versenkten Caissons auszudehnen. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind keine nennenswerthen Störungen und Hindernisse eingetreten. Der Wasserstand war stets ein sehr günstiger, auch das Hochwasser vom October v. J. vermochte den Rüstungen und Installationen keinen Schaden anzuheben, sondern unterbrach nur die Arbeiten für einige Tage. Die Fundamente der Strompfeiler liegen 8—9 m unter der Flusssohle und ca. 2 m in dem festen, zähen Lettelsen. Ueber diesem Letten bildet Kies, mit Nagelfluhschichten und grossen Blöcken gemengt, das Material des Flussbettes. Die bei der oberen Brücke zwischen Kies und Letten noch vorhandene Molasse-schicht von 1—2 m Dicke existirt hier nicht mehr, sie verliert sich in der Gegend der alten Brücke. Der Letten liegt bei beiden Widerlagern in ungefähr gleicher Höhe, 7,0 m unter Null, er senkt sich vom linken gegen das rechte Ufer, liegt beim dritten Strompfeiler am tiefsten, auf —8,80, und steigt von hier wieder gegen das rechte Widerlager; die Mächtigkeit desselben beträgt über 15 m. Da bei hohen Wasserständen bedeutende Auskolkungen um die Strompfeiler herum stattfinden, so ist die tiefe Gründung der Pfeiler in das vom Wasser nicht angreifbare Material sehr gerechtfertigt. Die Versenkungstiefe im Flussbett beläuft sich für alle sechs Pfeiler zusammen auf 55,10 m, welche mit Inbegriff kleinerer Aufenthalte in 168 Tagen bewältigt wurde; der durchschnittliche tägliche Fortschritt beträgt daher 33 cm, und es entspricht dies einem Material-aushub von ca. 40 m³ per Tag. Die Erreichung eines so ansehnlichen Avancements in dem oft schwer zu lösenden Boden ist hauptsächlich den von der Bauunternehmung getroffenen, sehr zweckmässigen Einrichtungen für Versenkung und Förderung, sowie der soliden Bauart des Caissons zu verdanken.

Zur Frage der Qualitätsbestimmungen von Eisen und Stahl.

Von Prof. L. Tetmajer.

Die Nothwendigkeit einer Berichterstattung an die vom Zürcher Ingenieur- und Architecten-Verein eingesetzte Commission zur Classification und Feststellung entsprechender Qualitätsansätze für die wichtigsten unserer Baumaterialien, veranlasste mich zu einer objectiven Prüfung des Werthes der modernen Qualitätsbestimmungen von Eisen und Stahl. Die gewonnenen Resultate sind schon vor Abschluss fraglicher Werthvergleichung derart kennzeichnend, dass ich für diese Tagesfrage auf einiges Interesse meiner Fachgenossen hoffen darf; sie verdienen um so mehr Beachtung, als durch die kürzlich von Seiten des Vereins deutscher Hüttenmänner veröffentlichte Classification und die darin niedergelegten Qualitätsansätze der wichtigsten Eisen- und Stahlsorten in principiellem, aber nicht ganz consequent durchgeführtem Gegensatze zu denjenigen stehen, welche auf Grund der Ergebnisse zahlreicher Versuche der deutschen Eisenbahnverwaltungen sich in Deutschland, Oesterreich und theilweise auch in der Schweiz eingebürgert haben.

Bis auf die neueste Zeit suchte man den Sicherheitsgrad einer Eisen- oder Stahlconstruction durch möglichst hoch geschraubte Forderungen der Bruchfestigkeit des Materials zu erhöhen. Die

meisten Submissionsbedingungen bei Lieferung von Constructionsmaterial zu Maschinen-, Brücken-, Eisenbahn- oder Hochbauzwecken entbehrten bestimmter Vorschriften der mit der gewünschten Festigkeit zu verbindenden Zähigkeit und wo Bestimmungen in dieser Richtung angesetzt erscheinen, sind dieselben meist sehr roher Natur, manchen Zufälligkeiten preisgegeben oder so schwer zu controliren, dass ihr practischer Werth mindestens zweifelhaft ist.

Die meisten älteren Bedingnisshefte zur Lieferung von Eisen und Stahl enthielten, wie erwähnt, Qualitätsvorschriften, welche, abgesehen von den rein mechanischen, oft schlecht organisierten und durchgeföhrten Schlag-, Biege- oder Schweißproben, in der Festsetzung möglichst hoher Bruchbelastungen culminirten; es lag dabei stillschweigend die Ueberzeugung zu Grunde, dass das Maass erforderlicher Zähigkeit als Eigenschaft des Materials in allen Fällen mitgeliefert werde.

Ueber den Werth solcher Vorschriften kann kaum Zweifel bestehen, seit strengere Qualitätsproben an Maschinenbestandtheilen, Eisenbahnmaterialien u. d. m., ausgeführt werden, die während ihrer Dienstleistung gebrochen sind, und wir constatiren, dass man im Bewusstsein der Unzulässigkeit der älteren Qualitätsansätze, in der neuesten Zeit mit förmlicher Hast das Hergeschaffte zu beseitigen und durch die neueren Vorschriften zu ersetzen bestrebt ist. Dass dabei manches Nützliche eingeflochten wurde, andertheils aus Unkenntniß der Sache, theils aus Gründen mehr oder weniger berechtigten Misstrauens aus den Submissionsbedingungen hinausgefallen ist, ist selbstredend und kann nicht befremden. Auch steht außer Frage, dass durch weitere Forschung, Discussion und wechselseitiges Entgegenkommen von Seiten der Producenten und Consumenten die schwedende Frage bald aus ihrer jetzigen Entwicklungsphase treten und zu einer allseitig befriedigenden Lösung gelangen wird.

Abstrahieren wir von der Festsetzung der *Grenz- und Bruchkraft* (resp. Grenz- und Bruchmodus) als für die Materialqualität nicht characteristisch, so bleiben noch die folgenden beiden Bestimmungsweisen übrig, nämlich:

- 1) *Festsetzung von minima Zugfestigkeit und minima Contraction*
2) " " " " " " Dehnung
zu beleuchten.

Der erste Standpunkt wird durch den Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und durch den Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen vertreten. Der letztergenannte Verein acceptierte den Wöhler'schen Qualitätscoefficienten, bestehend aus:

$n = \text{Bruch in Kilo pro mm}^2 + \text{Contraction in \%}$

und fordert, dass bei Submissionen unter Zugrundelegung von bestimmten, für die unterschiedlichen Zwecke verschieden gewählten minimalen Ansätzen von Zugfestigkeit und Contraction, der Ausweis geliefert werde, dass die Summe der aus dem Versuch hervorgegangenen Größen (absolute Festigkeit und Contraction) mindestens eine Zahl n erreicht, die grösser als die Summe der normirten Minima von Festigkeit und Contraction angenommen ist.

Zweck dieser Zusatzbestimmung war die Fixirung gewisser Spielräume für die Ausführung einer Lieferung, wobei namentlich Qualitäten in Nähe der gleichzeitigen Minima beider Größen ausgeschlossen wurden.

Den zweiten Standpunkt nehmen die deutschen Producenten ein, obwohl in ihnen kürzlich bekannt gegebenen Qualitätsansätzen die Berechtigung der Contraction zugestanden wird; die Ansätze lauten meist auf

minima Zugfestigkeit, minima Contraction oder minima Dehnung.

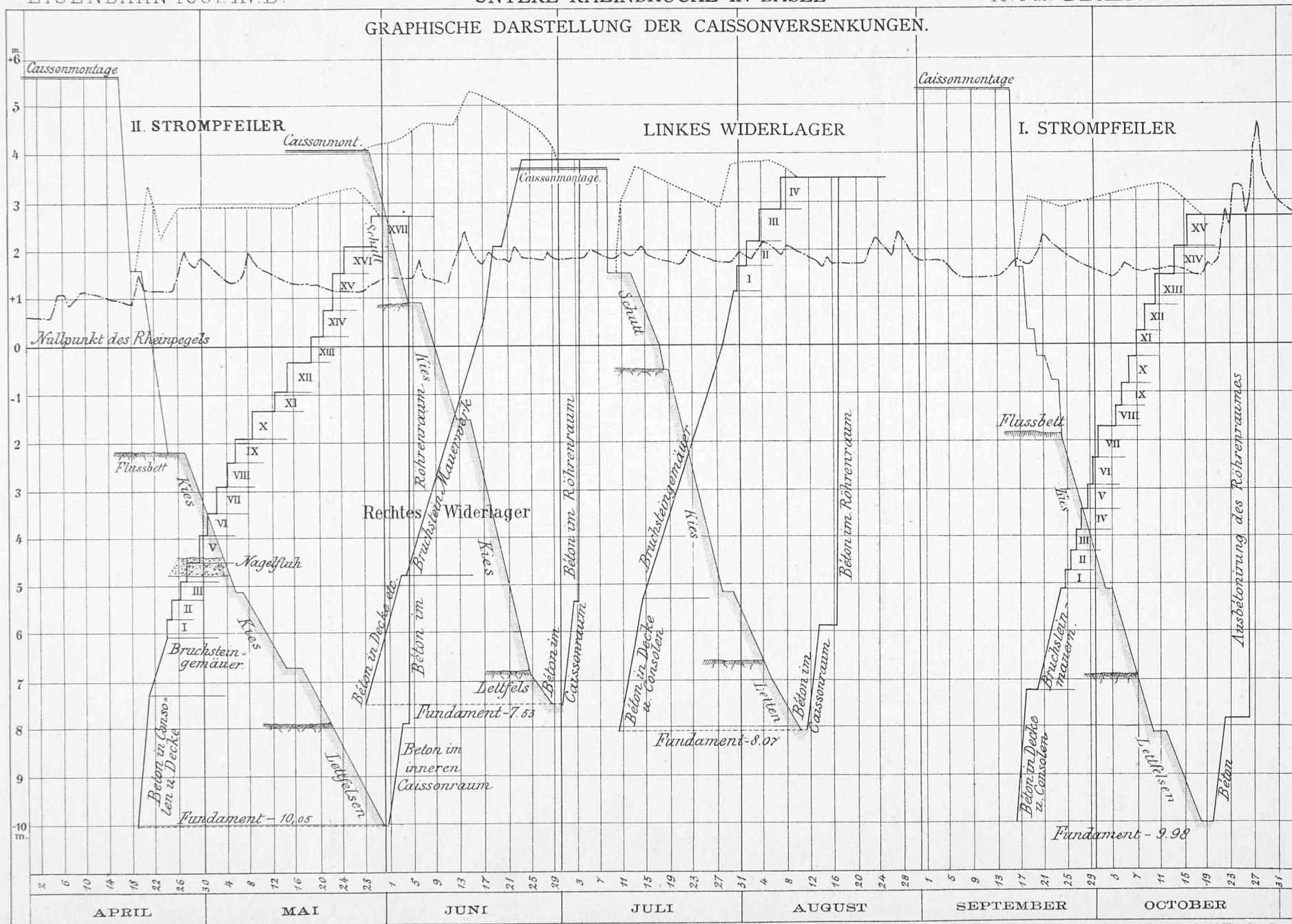
Den Werth dieser Standpunkte einigermassen zu beleuchten, ist Zweck folgender Zeilen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass bei sonst gleicher Festigkeit dasjenige Material die grösste Bruchsicherheit gewähren wird, welches die grösste Zähigkeit besitzt. Zähigkeit als solche lässt sich schwer correct ausdrücken. So viel ist indessen sicher, dass der zum Bruche erforderliche Arbeitsaufwand mit dem Zähigkeitsgrade des Materials sich nahezu proportional verändert. Soll durch Schlag oder allmäßige Belastung Bruch erfolgen, so muss die Arbeitsempfindlichkeit des Materials, also sein Widerstandsvermögen, bedingt durch Festigkeit und Zähigkeit, überwunden werden; dabei ist die fragliche Arbeitsempfindlichkeit durch Ausmaass eines Diagramms erhältlich, welches aus Belastung und Längenänderung für ein orthogonales Koordinaten-system in der Art gebildet wird, dass man zur Längenänderung als Abscisse, die correspondirende Belastung als Ordinate aufträgt und

*) Vergl. „Eisenbahn“ Bd. XIII, Nr. 8.

UNTERE RHEINBRÜCKE IN BASEL

16. Juli BEILAGE zu N° 3.



Seite / page

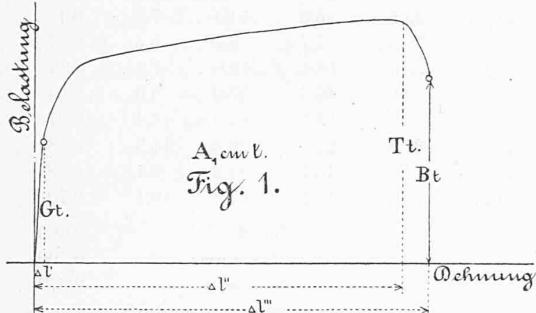
16(3)

leer / vide /
blank

die so gefundenen Punkte durch einen continuirlichen Linienzug verbindet.

Fig. 1 stellt ein solches Arbeitsdiagramm dar; es bezieht sich auf einen Stab

von der Länge $l \text{ cm}$,
vom Querschnitt $F \text{ cm}^2$.



Bezeichnet nun:

$\Delta l'$ die Dehnung an der Elastizitätsgrenze,

G die Grenzkraft,

T die max. Tragkraft des Stabes;

$\Delta l''$ die correspondirende Dehnung;

ferner B die Bruchkraft,

$\Delta l'''$ die Dehnung nach Bruch;

dann wird der Arbeitsaufwand bei Streckung des Stabes bis an seine Elastizitätsgrenze

$$A' = \frac{1}{2} G \Delta l',$$

bei Dehnung bis zur max. Tragkraft

$$\frac{A''}{\zeta} = \eta T \cdot (\Delta l'' - \Delta l') \text{ betragen, wobei:}$$

$$\eta T > \frac{T + G}{2} \text{ also } \eta > \frac{1}{2} + \frac{G}{2T} \text{ ist,}$$

da jenseits der Elastizitätsgrenze die Dehnungen in grösseren Proportionen wachsen, als die Kraftüberschüsse über der Grenzkraft.

Tritt nach Ueberwindung der max. Tragkraft eine locale Contraction des Stabes auf, so wird schliesslich Bruch durch B , durch einen relativ kleinen Theil der Tragkraft T erzeugt. Immerhin wird dabei ein Arbeitsaufwand im Betrage von:

$$A''' = \xi T \cdot (\Delta l''' - \Delta l'')$$

nöthig, wobei aus ähnlichen Gründen, wie vorher:

$$T > \frac{T + B}{2} \text{ oder } \xi > \frac{1}{2} + \frac{B}{2T}.$$

Für zähe Materialien wäre somit der zur Trennung der Theile erforderliche Arbeitsaufwand:

$$A_1 = A' + A'' + A'''$$

oder

$$A_1 = \frac{1}{2} G \Delta l' + T \left[\eta (\Delta l'' - \Delta l') + \xi (\Delta l''' - \Delta l'') \right].$$

In diesem Ausdrucke ist die elastische Längenänderung $\Delta l'$ gegenüber der bleibenden Dehnung verschwindend, kann also = 0 gesetzt werden, und es reducirt sich vorstehende Gleichung auf:

$$A_1 = A'' + A''' = T [\eta \Delta l'' + \xi (\Delta l''' - \Delta l'')].$$

Die Erfahrung lehrt, dass die Dehnungen $\Delta l''$ resp. $\Delta l'''$ von der Form und den gewählten Abmessungen der Versuchsstücke abhängig ist; zur Vergleichung der Qualitäten verschiedener Eisensorten hat man daher den Versuchsstücken unbedingt gleiche Form und Dimensionen zu ertheilen.

Unter Voraussetzung einheitlicher Versuchsstücke können nun auf experimentalem Wege A_1 , T und die Dehnungen bestimmt und auf Grund der Resultate zweier Versuche gleicher Art die unbekannten Coefficienten η und ξ ermittelt werden.

Für gewöhnliche Bedürfnisse der Praxis wird man $\Delta l'' = \Delta l''' = \Delta l$ der Dehnung des Normalstabes nach Bruch, und

$T =$ der Bruchbelastung B annehmen dürfen und den Coefficienten η aus der Gleichung

$$A = \eta B \Delta l$$

zu ermitteln haben.

Der auf diese Weise erhaltene Ausdruck wird Näherungswerte für die Arbeitscapacität des Materials liefern, die der Wirklichkeit desto näher fallen, je geringer der Arbeitsaufwand während der Contractionerscheinung gewesen ist. Hinsichtlich des Coefficienten η ist anzuführen, dass dieser für die verschiedenen Constructions- und Eisenbahnmaterialien voraussichtlich nur wenig schwanken wird; sein Werth hängt lediglich von der chemischen Zusammensetzung und der mechanischen Behandlung des Materials während seiner Fabrication zusammen, ist also unter sonst gleichen Verhältnissen verschieden bei homogenen oder gepackten Materialien, verschieden bei solchen, die bei hoher oder relativ niedriger Temperatur erzeugt, geschmiedet oder gewalzt wurden, etc.

Im Grossen und Ganzen ist jedoch η für die gleiche Materialgattung als constant anzusehen. Damit wäre, den Nachweis dieser Constant vorbehalten, dargethan, dass das Arbeitsvermögen einer Eisen- oder Stahl-Gattung einfach dem Producte aus Bruchkraft in Dehnung nach dem Bruch proportional ist, und dass folglich, abgesehen von gewissen rein mechanischen Qualitätsproben, eine wissenschaftlich wie practisch befriedigende Qualitätsbestimmung für Constructions- und Eisenbahnmaterial in der Normirung minimaler Bruchbelastungen und minimaler Dehnungen bestehen müsse.

Im Gegensatz zu dieser Auffassung stehen diejenigen Techniker, welche nach Kirkaldy's und Wöhler's Vorgang die Contraction, d. h. die Abminderung der ursprünglichen Stabquerschnitte an der Bruchstelle als Maass der Zähigkeit des Materials, neben der Grösse der Bruchbelastung den Qualitätsbestimmungen zu Grunde legen.

Nun aber ist leicht einzusehen und bestätigen Versuche, dass die Contraction etwas ganz Locales und der Ausdruck ist einer zufälligen, durch Unhomogenität bedingten stellenweisen Weichheit des Materials, die als solche nicht mit der nötigen Zuverlässigkeit und Correctheit als Maassstab für die Zähigkeit des Fabricats überhaupt dienen kann. Wäre dem so, so müsste auch zwischen Arbeitscapacität und Contraction ein bestimmtes Verhältniss bestehen, welches zu finden man sich bisher aus genannten Gründen vergebens abmühte.

Anders verhält sich die Sache mit der Dehnung. Sie bringt in erster Linie die Gleichmässigkeit des Fabricats zum Ausdruck und ihre Grösse hängt unter gleichen Verhältnissen vom Zähigkeitsresp. Sprödigkeitsgrade des Materials ab.

Aus den zahlreichen Versuchen Wöhler's, Bauschinger's, Styffe's etc., sowie aus eigenen Erfahrungen geht unzweifelhaft hervor, dass mit wachsender Zähigkeit Dehnung und Contraction wächst, die Bruchfestigkeit abnimmt; während jedoch die Contraction eine völlig locale Erscheinung ist und mit der Arbeitscapacität des Materials keinen innern Zusammenhang besitzt, ist die Dehnung dieser proportional und besitzt bei Prüfung geschweißter Schmiedeisenarten, wie bei Fägonesen, Blechen etc., noch den Vorzug einer leichteren und sicherern Bestimmungsfähigkeit. An Stelle der Wöhler'schen Qualitätszahl

$n = \Sigma [Zugfestigkeit \text{ in Kilo pro mm}^2 + \text{Contraction in \%}]$ hat daher das die Arbeitscapacität characterisirende Product:

$$\frac{A_1}{\eta} = A = \text{minima Zugfestigkeit} \times \text{minima Dehnung}$$

zu treten und Aufgabe einer Commission zur Classification des Eisens und Stahles wäre, unter Zugrundelegung eines Normalstabes, die Minima der Bruchbelastung und der Dehnung mit Rücksicht auf die speciellen Verwendungszwecke und unter gehöriger Würdigung der Schwierigkeiten hüttenmännischer Manipulationen zu normiren. Der hohe Kostenpunkt solcher Arbeiten macht es uns unmöglich, den bezeichneten Zweck mit Nachdruck zu verfolgen und es bleibt daher nichts Anderes übrig, als die bisherigen Versuchsresultate zu benutzen, obschon dieselben leider nicht an einheitlichen Versuchstäben vorgenommen wurden und namentlich die Dehnungen sich auf verschiedene lange Stücke der Versuchstäbe beziehen.

Wir lassen nun auszugsweise die Zusammenstellung einiger Versuche, nämlich:

1. mit ungewalzter, und nach Uchatius-Methode gewalzter 10%iger Kanonenbronze,
2. mit Stahlschienen,
3. mit Winkeleisen (Brückenmaterial),
4. mit Rundreisen (Nietmaterial)

in der Absicht folgen, um daran die Constant von η und die Beziehungen des Arbeitsvermögens des Materials zur Contraction, soweit

es hier der Raum erlaubt, klar zu legen. Die Versuche mit Kanonenbronze und Stahlschienen sind an Rundstäben von $3,7 \text{ cm}^2$, das Rund-eisennietmaterial an Stäben von 2,1 bis $2,4 \text{ cm}^2$, die Winkeleisen an Versuchsstäben von 1,9 bis $2,2 \text{ cm}^2$ Querschnittsfläche ausgeführt worden. Dabei betrug die beobachtete, ursprüngliche Stablänge durchwegs 10 cm; die Abweichung von der sonst üblichen Stablänge von 20 cm war durch die Länge des uns zur Prüfung eingesandten Materials bedingt.

In diesen Zusammenstellungen bezeichnet:

Prot.-Nr. das laufende Protocoll-Numero,

β in t den Bruchmodul, bezogen auf den cm^2 ,

φ die Contraction in %, und

λ die Dehnung nach Bruch in %.

Resultate einiger Zerreissungsproben.

1) Schweiz. 10 % Kanonenbronze.

(Ungewalzt.)

2) Fluss-Stahlschienen.

Prot.-Nr.	β	t	φ %	λ %	A t cm	$\frac{A}{\varphi}$ t cm	η
1316 Gute Hoffn.-Hütte	6,90		6,4	7,4	13,2	2,06	0,81
1317 Bochum	4,61		57,1	32,9	45,2	0,78	0,93
1390 Gute Hoffn.-Hütte	6,80		10,3	13,8	26,7	2,59	0,89
1391 Osnabrück	6,55		42,0	23,6	46,4	1,10	0,92
1392 Phönix	5,70		39,8	26,5	43,5	1,09	0,91
1393 Phönix	5,70		31,9	24,9	41,3	1,29	0,91
1398 Hösch	5,27		41,0	30,0	42,4	1,03	0,91
1399 Hösch	5,10		45,3	26,0	35,6	0,78	0,92
1400 Hösch	5,75		19,4	22,8	38,0	1,96	0,90
1401 Hösch	5,75		30,0	26,3	42,8	1,40	0,90
1402 Gute Hoffn.-Hütte	6,40		38,2	26,2	49,5	1,29	0,93
1724 Gute Hoffn.-Hütte	5,40		31,3	26,7	42,4	1,35	0,91
1725 Gute Hoffn.-Hütte	5,10		33,4	24,4	36,5	1,09	0,90
Im Mittel:						1,45	0,90
Maximum:						2,59	0,93
Minimum:						0,78	0,81
Schwankung in %:						23,2	14,8

3) Winkeleisen (Brückenmaterial).

Die vorstehenden Zahlenwerthe sprechen nun klar das Verhältniss der Arbeitscapacität eines Materials zur Contraction, sowie die Constantz von γ aus. Die Schwankung, welche letzterer Coefficient aufweist, liegt innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler und war theilweise durch die Veränderlichkeit der Form und Querschnittsgrösse der Versuchstäbe bedingt.

B o v u o

Schmalspurbahnen. Eine der schmälsten aller schmalspurigen, in regelmässigem Betrieb stehenden Eisenbahnen ist unzweifelhaft diejenige, welche Bedford mit North-Billerica in Massachusetts (N. A.) verbindet. Diese Secundär- oder besser Tertiär-Bahn hat eine Spurweite von blos 10 Zoll engl. oder 25 cm. Die Länge der Bahn beträgt 14 km; sie hat elf Brücken, wovon eine über 30 m lang ist. Die Schienen haben ein Gewicht von 12,4 kg pro laufenden Meter. Was das Rollmaterial anbetrifft, so ist dasselbe, obschon sehr zwerghaft, doch hübsch proportionirt gebaut. Die Wagen haben in der Mitte einen Gang und je links und rechts einen Sitz; sie sind mit allem in Amerika gewohnten Comfort ausgestattet. Jeder Wagen kann 30 Passagiere fassen. Das Gewicht eines Wagens beträgt 4,5, dasjenige der Locomotive 8 Tonnen. Die mit einer mittlern Geschwindigkeit von 32 km per Stunde fahrenden Züge dieses Liliput-Eisenbähnchens bestehen im Maximum aus zwei Personen- und zwei Güterwagen.

Redaction: A. WALDNER,
Claridenstrasse Nr. 385, Zürich.