

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 9/10 (1887)
Heft: 18

Artikel: Festigkeit und Dehnung des Eisens
Autor: Fritz, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-14371>

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: 16.02.2026

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

INHALT: Festigkeit und Dehnung des Eisens. — Die Weltausstellung in Paris im Jahre 1889. — Ausdehnung des Bundesgesetzes betreffend die Haftpflicht. — Erfindungsschutz. — Miscellanea: Park's electrische Bremse. Der vierte internationale Congress für Hygiene und Demographie. Personenwagen-Heizung. Goliath-Schienen. Nachtzüge zwischen der Ost- und Westschweiz. Simplon-Bahn. Eisenbahn Chur-

Thusis-Filisur. Pilatusbahn. — Concurrenz: Vereinshaus in Brünn. Neubau eines Dienstgebäudes für das Finanzministerium in Dresden. Volksgarten in der Neustadt zu Cöln. Volksschulhaus in Ronneburg. Fassade des Domes von Mailand. Trinkhalle in Wiesbaden. — Necrologie: † Gottfried von Neureuther. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung. Hierzu eine Tafel: Die Weltausstellung in Paris im Jahre 1889.

Festigkeit und Dehnung des Eisens.

Nach einer eingehenderen Prüfung von Bessemerstahlblechen kamen von Burg und Radinger vor mehr als 20 Jahren zu dem Resultat, dass die *Dehnbarkeit der Stahlbleche* (durchschnittlich) *nahe im umgekehrten Verhältnisse zur Festigkeit stehe*, d. h. die eine Eigenschaft gewinnt auf Kosten der andern, so dass man je nach dem Zwecke der Verwendung das Material in einer oder der andern Richtung günstiger oder von mittlerem Werthe wählen könne. Burg schlug den Hüttenwerken vor, entsprechend dem Hervortreten einer der beiden Eigenschaften die Verkaufsmarken der Bleche zu wählen (Niederöster. Gew. Ver. 1865 u. s. w.).

Stellt man die Festigkeitsverhältnisse der Burg'schen Versuche zusammen, bei welchen die absolute Festigkeit in Pfunden (zu 0,56 kg) pro Quadratzoll öster. (zu 6,94 cm²), die Dehnungen in Procenten der Stablängen (nach 7" langen Versuchsstäben) bestimmt sind und ordnet nach der Grösse der Festigkeitswerthe, dann erhält man

Festigkeitswerthe

4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	[mal zehntausend Pfund
(annähernd									
3,2-4,0	4,0-4,8	4,9-5,6	5,6-6,4	6,4-7,2	7,2-8,0	8,0-8,8	8,8-9,6	9,6-10,4	[Tonnen pro cm ²
bei 4	4	14	12	9	4	I	3	I	[Versuchen

Dehnung in %

23,4	18,1	17,1	14,1	9,2	7,8	12	5,5	5
------	------	------	------	-----	-----	----	-----	---

oder nach Ausscheidung der Extreme

Dehnung in %

26,3	18,1	17,1	15,1	10,6	9,3	—	5,5	5 (Ia)
------	------	------	------	------	-----	---	-----	--------

und nach Ausgleichung der Unregelmässigkeiten

Dehnung in %

24,5	20,5	17,0	13,4	10,6	8,5	7	6	5 (Ib)
------	------	------	------	------	-----	---	---	--------

Wählt man aus den zahlreichen, in den „Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidg. Polytechnikum in Zürich von Prof. Tetmajer“ zusammengestellten Prüfungsresultaten die der vorigen Zusammenstellung entsprechenden aus, dann erhält man untenstehende Tabelle:

Zur Bildung der Mittelwerthe wurden nur solche Versuchsresultate ausgestossen, welche als nicht zuverlässig angeführt sind, von unganzen Stücken stammen oder ganz aussergewöhnlich von den Mittelwerthen abweichen (bei Burg etwa 14 %, bei Tetmajer kaum 2,5 %).

Der Vergleich der beiden Reihen Ia (Ib) und IIa (IIb) der Burg'schen und Tetmajer'schen Resultate zeigt

eine gewisse Uebereinstimmung. Bei Belastungen von 3 bis 4 Tonnen fallen die Dehnungswerte, trotz verschiedener Massstäbe, zusammen; dann senken sich die Burg'schen rascher als die Tetmajer'schen und es gehen die ersteren tiefer hinab als die letzteren — die Burg'schen bei 9 t Belastung auf etwa 6, die Tetmajer'schen auf etwa 10. Bei graphischem Auftrage liegen die ersteren auf einer schwach concaven, bei letzteren nahe auf einer geraden Linie. Ein Theil der Unterschiede resultirt aus den verschiedenen Massstäben für die Beurtheilung der Dehnung, auf der geringeren Anzahl von gegebenen Werthen für Material mit hoher Tragfähigkeit, zum grösseren Theile wohl auf den verbesserten Fabricationsmethoden und den vollkommenen Versuchsmaschinen.

Die Tetmajer'schen Resultate gestatten, der grossen Zahl der den Mittelwerthen zu Grunde liegenden Beobachtungsresultate halber, einen noch klareren Einblick in die Beziehung der Dehnung zu der Zugtragfähigkeit des Eisens; sie bestätigen, wenn auch in Folge abweichender chemischer Zusammensetzung und der Bearbeitungsverfahren die einzelnen Stücke oft die auffallendsten Festigkeitsverhältnisse zeigen *), die von Burg gegebenen Beziehungen für *Flusseisen* in den Mitteln grosser Beobachtungsreihen vollständig. Dies bestätigen ebenso die Versuchsresultate des Schienenstahles. Bei letzterem sehen wir die grösste Abweichung bei den Sorten von geringster Tragfähigkeit.

Bezeichnen wir mit *A* die Ausdehnung bis zum Bruche pro 20 cm Länge, mit *P* die Belastung der Querschnittseinheit (cm²) in *t*, dann lässt sich für Tetmajer's Resultate die einfache Beziehung aufstellen

$$A = 37,75 - 3 P \quad (1)$$

und $(P \pm x) A = \text{Const.} \quad (2)$ oder $(P \pm x) A^2 = \text{Const.} \quad (3)$, wobei *x* und die Constanten für den Massstab einzuführende Werthe sind.

Für *Schweisseisen* ergeben die Tetmajer'schen Zusammen-

*) Es schwanken beispielsweise bei einer Festigkeit von

4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5 t
in den Tetmajer'schen Resultaten die						[pro cm ²

Extreme zwischen

15-31,4	10,5-28,1	11,4-25,5	7,4-25,2	3,3-21,8	9-23	15,2-20,7 %
benutzten Werthen						

20,2-28,6 18,5-28,1 16,5-25,5 12-25,2 9,9-21,8 18,2-22,2

in den Burg'schen Resultaten

Extreme zwischen

11,5-22	1 23	5-20	1-21	3,1-19	"
benutzten Werthen					

17-22	14-20	10-17	10-12,5	8-10,6	"

benutzten Werthen

17-22	14-20	10-17	10-12,5	8-10,6	"

benutzten Werthen

Für *Flusseisen* (resp. Flusstahl).

Bruchbelastung in Tonnen	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5	7,5-8	8-8,5	8,5-9	9-9,5	9,5-10	pro cm ²
--------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	---------------------

a) Zahl der Versuche	5	2	3	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dehnung pro 20 cm Länge	28,7	26,2	23,4	21,8	18,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-------------------------	------	------	------	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

b) Zahl der Versuche	2	14	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
----------------------	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dehnung pro 20 cm Länge	25,7	26,4	24,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-------------------------	------	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

c) Zahl der Versuche	2	24	19	14	11	4	3	6	2	2	—	1	3	—
----------------------	---	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dehnung pro 20 cm Länge	23,3	23,6	23,8	21,5	20,0	18,7	20,8	15,6	11,6	11,6	—	10,5	8,4	—
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	-----	---

d)*) Zahl der Versuche	—	5	3	29	26	26	8	7	1	1	—	—	—	—
------------------------	---	---	---	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---

Dehnung pro 20 cm Länge	—	23,3	22,5	22,3	21,1	19,5	18,7	18,1	17,7	16,7	—	—	—	—
-------------------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	---	---	---

Als Mittel aus sämmtlichen Versuchsresultaten ergibt sich für Dehnung

26,8	24,5	23,8	22,0	20,6	19,4	19,1	17,0	13,6	13,3	—	10,5	8,4	(II a)
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	-----	--------

oder nach Ausgleichung der Unregelmässigkeiten

26,5	25,0	23,5	22	20,5	19	17,5	16	14,5	13	11,5	10,0	8,5	(II b)
------	------	------	----	------	----	------	----	------	----	------	------	-----	--------

Für *Schienenstahl* ergab sich:

Zahl der Versuche	—	—	4	31	65	55	5	—	—	2	—	—	—	—
-------------------	---	---	---	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---

Dehnung pro 20 cm Länge	—	—	19,4	21,4	20,5	19,3	19,6	—	—	13,8	—	—	—	—
-------------------------	---	---	------	------	------	------	------	---	---	------	---	---	---	---

*) Es entstammen die in Mitteln angeführten Werthe: a Seite 173, b S. 120, c S. 216, d S. 220 der Mittheilungen. Die Versuche über Schienenstahl sind auf S. 224 zusammengestellt.

stellungen, wobei die eingeklammerten Zahlen die Anzahl der zum Mittelnnehmen benutzten Versuchsresultate angeben:

Bruchbelastung

2,5—3, 3—3,5, 3,5—4, 4—4,5, 4,5—5, 5—5,5 t p. cm^2 .
Dehnung nach Resultaten auf S. 120 u. 177

— 11,8 (6) 20,6 (23) 18,1 (10) — —
Procent pr. 20 cm Länge

Dehnung nach Resultaten auf S. 207

— 20,4 (9) 17,5 (100) 16,8 (11) — —
Procent pr. 20 cm Länge

Schweisseisenbleche

5,4 (10) 14,7 (34) 17,7 (44) 20,6 (6) 20,7 (1) 14,5 (4)
Procent pr. 20 cm Länge

Hiernach wechselt die Dehnung gegenüber der Festigkeit bei den Schweisseisenarten nicht mit der gleichen Regelmässigkeit, wie bei dem Flusseisen. Wenn auch bei den Sorten des ersten mit normaler Festigkeit und darüber (beinahe 4 t pro cm^2) und selbst bei der zweiten Reihe durchweg die Dehnung bei zunehmender Festigkeit abnimmt, so zeigen doch die ersten und letzten Reihen bei den Sorten unter normaler Festigkeit und besonders bei den geringwerthigen Eisensorten, Abnahme der Dehnung mit Abnahme der Festigkeit. Das Maximum der Dehnung fiele nach obiger Zusammenstellung somit mit der normalen Festigkeit des Schweisseins zusammen. Dies ist eine sehr beachtenswerthe Eigenschaft.

Ausser der practischen Bedeutung zeigt das Verhalten des an Gleichförmigkeit das Schweisseisen überbietenden Flusseisens in dem Verhalten der Dehnung gegenüber der Festigkeit noch eine theoretische, da dadurch die vor Jahrzehnten vom Verfasser fest gestellte Beziehung zwischen Festigkeit, Dichtigkeit und Ausdehnung der Metalle eine Bestätigung erfährt.

Bezeichnet man mit K , die Bruchbelastung in kg pro mm^2 , mit s das specifische Gewicht, mit E die Ausdehnung pro 1 kg Belastung pro mm^2 und mit ϵ die Ausdehnung durch Wärme pro $1^{\circ}C$. zwischen 0 und 100° für die verschiedenen Metalle, dann ist

$$K = 100 s \cdot \left(\frac{\epsilon}{\epsilon} \right)^2 \text{ kg pro } mm^2.$$

Beispielsweise wird für

	s	ϵ	E	K
Stahl	7,94	0,0000124	0,000047	54
Schmiedeisen	7,70	0,0000120	0,000050	44
Platin	21,45	0,0000195	0,000062	21
Kupfer	8,81	0,0000175	0,000095	30
Silber	10,55	0,0000195	0,000140	23
Messing	8,30	0,0000187	0,000156	12
Blei	11,35	0,0000280	0,000555	1,4 u. s. w.,

wobei die berechneten Werthe von K sehr gut mit der Erfahrung übereinstimmen.

Da nun für die gleichen Metalle die Werthe der Dichtigkeit und der Wärmeausdehnung wenig schwanken, so muss

$$K \cdot \epsilon^2 = \text{Const. (nahe)}$$

sein, was mit den oben erhaltenen Resultaten für Flusseisen und auch für besseres Schweisseisen übereinstimmt, wie die oben angeführte Formel (3), welche allerdings sich auf einen andern Maßstab bezieht, ebenfalls bestätigt. Der Einfluss der wechselnden Dichtigkeit und der veränderten Ausdehnung durch Wärme bei dem gleichen Metalle in Folge verändert chemischer Zusammensetzung und abweichender Bearbeitungsmethoden auf die Festigkeit und Elasticität geht aus unserer Formel gleichfalls hervor.

Zürich, April 1887.

H. Fritz, Prof.

Die Weltausstellung in Paris im Jahre 1889. (Mit einer Tafel.)

Die Nachrichten, welche von Zeit zu Zeit in der Tagespresse auftauchen, nach welchen eine Verschiebung der Weltausstellung in Aussicht genommen sei, entbehren

bis dahin jedes ernsthaften Hintergrundes. Im Gegentheil ist man zur Zeit in Paris emsig mit den Vorarbeiten zu dem grossartigen Werke beschäftigt und wenn nicht der gefürchtete Krieg dem friedlichen Wettkampf der Völker die eiserne Faust entgegensezt, so werden wir in zwei Jahren die Eröffnung der Ausstellung feiern können.

Der Generalplan der Ausstellung ist fertig, die hauptsächlichen Arbeiten sind vergeben und mit jener das französische Volk auszeichnenden Energie in der Ausführung öffentlicher Werke werden die Bauten in Angriff genommen.

Die französische Wochenschrift „La Semaine des Constructeurs“ hat bereits vor einiger Zeit den Plan der Ausstellung veröffentlicht und die berühmte englische Fachschrift „Engineering“ bringt in ihrer jüngsten Nummer als Doppelbeilage eine Perspective sammt Lageplan des Ausstellungsplatzes, die wir in verkleinerter Wiedergabe diesen Zeilen beifügen wollen.

Wie aus beifolgender Tafel ersichtlich ist, wird auf dem rechten Ufer der Seine die Gartenbau-Ausstellung Platz finden. Hiezu sollen die mit einigen Zubauten für Erfrischungszwecke versehenen Gärten des Trocadero benutzt werden. Die an dem nämlichen Ufer sich hinziehenden Quai's von Passy und Debilly bleiben frei, indem sie nicht in das Ausstellungsareal einbezogen werden, dagegen werden zweibreite Uebergänge links und rechts der Jena-Brücke den Verkehr mit derselben und dem jenseitigen Ufer vermitteln, wo die Ausstellung für Fluss- und Seeschiffahrt und für Ackerbauwesen sich ausbreiten wird. Der Haupteingang zur Ausstellung wird durch den in dieser Zeitschrift schon mehrfach besprochenen und in Bd. IV, No. 22 dargestellten Eiffel'schen Colossal-Thurm in effectvoller Weise markirt. Zwischen die vier Füsse dieses eisernen Ungeheuers soll ein Theater mit Cafés gestellt werden. Wir hoffen indess, dass dieses Vorhaben wieder aufgegeben werde, indem dadurch die Aussicht auf die Ausstellungsgebäude in störender Weise gehindert würde.

Der grosse Garten der Ausstellung mit seinen Allee'n und gedeckten Wandelgängen, seinen Springbrunnen und Wasserkünsten ist auf beiden Seiten durch zwei Bauwerke begrenzt von denen das eine den schönen, das andere den freien Künsten gewidmet ist; in Hufeisenform schliesst sich sodann das eigentliche Ausstellungsgebäude an. Im Hintergrund erhebt sich die gewaltige von einem eisernen Bogenfachwerk von 114 m Spannweite überdeckte Maschinenhalle, deren Bau die Compagnie de Fives-Lille und die Firma Cail & Co. übernommen hat. Es ist dies eine Eisenconstruction, die sich kühn neben Eiffel's Thurm stellen darf, denn eine Halle von solch' bedeutender, von einem einzigen Bogen überspannter Breite gab es unseres Wissens bis dahin noch nicht. St. Pancraz-Station in London mit ihrer Halle von 73 m Spannweite galt bis anhin als die grösste Anlage dieser Art. Die Maschinenhalle wird einen Flächenraum von 63 418 m^2 überdecken.

Von grösster Wichtigkeit wird die Beleuchtung aller dieser Räume während der Abendstunden sein. Zuerst fragte man sich, ob überhaupt die Ausstellung während des Abends geöffnet bleiben solle, indem befürchtet wurde, es werde dies der Frequenz der zahlreichen Theater, Concert- und Vergnügungslocale von Paris Abbruch thun. Dem wurde jedoch entgegengehalten, dass der zu erwartende grosse Fremdenzudrang während der Ausstellungsdauer ausreichen werde, um neben der Ausstellung noch alle diese Locale zu füllen. Es wurde beschlossen, den Trocadero-Palast mit Gas, die übrigen Räume nebst den Gärten mit electrischem Licht zu erleuchten. Ueber die Beleuchtung von Eiffel's Thurm werden noch Studien gemacht. Während der Nacht sind dem Publicum geöffnet: die Kunst-, Maschinen- und Industriehalle, die Restaurations- und Diensträume, sowie die Ackerbauausstellung. Zur Beleuchtung dieser Räume und der Gärten wird nach approximatischer Schätzung eine Lichtmenge von drei Millionen Kerzen erforderlich sein. Dies setzt eine electromotorische Kraft von 3 000 Pferden voraus. Es hat sich zur Ausführung der