

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 15/16 (1890)
Heft: 19

Artikel: Das basische Convertereisen als Baumaterial: ein Beitrag zur Frage der Dimensionsberechnung von Eisenconstructionen
Autor: Tetmajer, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-16457>

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: 16.01.2026

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

INHALT: Das basische Convertereisen als Baumaterial. — † Andreas Rudolf Harlacher. — La première Exposition italienne d'Architecture à Turin. — Miscellanea: Ueber die Anlage electr. Starkstromleitungen längs einer Eisenbahn. Schweiz, Eisenbahnen. Die electr. Beleuchtung der Eisenbahnwagen. Unterseeische Röhrenbrücke durch den Sund. Druckvertheilung durch die Längsträger der Brücken. Neue Schnellzugslocomotiven der Gotthardbahn. American. Kohlenverladekahn. Sollen

die Locomotivführer ihren Dienst sitzend verrichten dürfen? Berner Tramway. Die Ausdehnung der electrischen Tramways in America. Ausdehnungslehre Grassmanns. Die erste Million Tonnen Thomasstahl. Ausdehnung der electr. Anlagen in Berlin. — Concurrenzen: Wettbewerb für den Bau „de Rumine“ in Lausanne. — Nekrologie: Alfredo Baccarini. Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung. — Hiezu eine Lichtdruck-Tafel: † Andreas Rudolf Harlacher.

Das basische Convertereisen als Baumaterial.

Ein Beitrag zur Frage der Dimensionsberechnung von Eisenconstructionen von Prof. L. Tetmajer in Zürich.

II. (Schluss.)

b. Resultate der excentrischen Druckproben.

Als Mass der grössten Kantenpressung eines excentrisch beanspruchten, prismatischen Stabes von der Länge l liefert die Festigkeitslehre die Formel:

$$\sigma = \sigma_a \left[1 + \frac{n'}{w} \right], \text{ worin}$$

σ_a in t pro cm^2 die mittlere Inanspruchnahme auf Druck, w in cm die Kernweite in der Biegungsrichtung und n' die Gesamtexcentricität (ursprüngliche + elastische) bedeutet.

Bei der Verwendung vorstehender Gleichungen tritt die Schwierigkeit der Feststellung der noch zulässigen Kantenpressung auf. Nach der Ansicht des Verfassers ist diese von der Knickspannung in ähnlicher Weise abzuleiten, als dies für den reinen, centrischen Druck von der Druckfestigkeit des Materials geschieht. Als Consequenz dieses Verfahrens folgt sodann, dass in Fällen, wo das massgebende Längenverhältniss ($l:k$) des Stabes kleiner ist, als zum Eintritt von Knickerscheinungen nöthig, die zulässige Inanspruchnahme auf einfachen Druck massgebend bleibt, während anderseits in Fällen, wo die ursprüngliche Excentricität $n = 0$ ist, die zulässige Inanspruchnahme gleich der zulässigen Knickspannung wird, wie dies die Natur der Sache verlangt.

Bezeichnet sonach:

σ_k die mittlere, zulässige Inanspruchnahme eines prismatischen Stabes auf Knickung,

σ_a diejenige auf Druck bei excentrischer Belastung, so wird letztere durch

$$\sigma_a = \frac{\sigma_k}{1 + \xi \frac{n'}{w}}$$

ausgedrückt sein, sofern

ξ einen vom Materiale, nicht minder vom massgebenden Längenverhältnisse des Stabes abhängigen Coefficienten bedeutet. Diesen für das schmiedbare Constructionseisen zu bestimmen, bezwecken die excentrischen Druckproben. Sie geben folgende Resultate*):

1. Für excentrisch beanspruchte Stäbe in schmiedbarem Constructionseisen mit Längenverhältnissen $l:k < \text{als etwa } 112$ (Stäbe, die bei centrischer Belastung vorwiegend unelastische Knickerscheinungen liefern) beträgt:

$$\xi = -0,0028 \left(\frac{l}{k} \right) + 0,877.$$

2. Für excentrisch beanspruchte Stäbe in schmiedbarem Constructionseisen mit Längenverhältnissen $l:k > \text{als etwa } 112$ (Stäbe, die bei centrischer Belastung vorwiegend elastische Knickerscheinungen geben) beträgt:

$$\xi = 7,158 \left(\frac{k}{l} \right)^2 + 5,87 \left(\frac{k}{l} \right) - 0,058.$$

Vorstehende Formeln liefern für die mittlern Druckspannungen σ_a Zahlenwerthe, welche sich mit den direct beobachteten für alle Bedürfnisse der Praxis hinreichend

*) Es sind dies die gleichen Resultate, welche Verfasser s. Z. bei Bearbeitung seiner angewandten Elasticitäts- und Festigkeitslehre, Seite 172–173 benützte. Die dort angegebenen Gleichungen für ξ sind unter zu Grundelegung der modificirten Schwarz-Rankine'schen Formeln ermittelt worden. Seither hat der Verfasser die Knickversuche, über welche vorliegende Abhandlung berichtet, ausgeführt, die Knickungsgesetze näher präcisirt, neue Formeln aufgestellt und unter zu Grundelegung dieser die obenstehenden, verallgemeinerten Gleichungen für ξ berechnet.

decken, vergl. Seite 170 bis 177 des 4. Heftes der offic. Mittheilungen.

c. Resultate der Biege- und Schlagproben mit genieteten Vollwandträgern.

Gemäss Einleitung vorliegender Abhandlung bezwecken unsere Biege- und Schlagproben mit Blechbalken die Bestimmung des relativen Werthes und der Zuverlässigkeitsverhältnisse des basischen Convertereisens in genietetem Zustande im Vergleiche zum Schweisseisen gewöhnlicher Constructionenqualität. Sie sollen gleichzeitig zur Controle der Harkort'schen Resultate dienen, obschon Harkort mit einem vorzüglichem Schweisseisen und saurem Converter, d. h. mit Bessemereisen gearbeitet hat*) und seine Versuche auf statische Biegeproben ohne Elasticitätsmessungen beschränkte.

Das Schweisseisen Harkort's besass nach Prof. Bebelubski's Zusammenstellungen im Mittel:

| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| eine Zugfestigkeit | $\beta_z = 3,97 t \text{ pro } cm^2,$ |
| „ Dehnung | $\lambda = 21,3 \text{ } \%$, |
| „ Contraction | $\varphi = 28,4 \text{ } \%$. |

Das Convertereisen, bei einer Zusammensetzung von: $C = 0,120 \text{ } \%$; $Mn = 0,271 \text{ } \%$; $Si = 0,027 \text{ } \%$; $P = 0,103 \text{ } \%$ ergab in der Zerreißprobe

| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| eine Zugfestigkeit | $\beta_z = 4,60 t \text{ pro } cm^2,$ |
| „ Dehnung | $\lambda = 33,3 \text{ } \%$, |
| „ Contraction | $\varphi = 46,7 \text{ } \%$. |

Harkort's Blechbalken hatten 5,80 m theor. Länge, 68,6 cm Höhe, 0,7 cm Stegstärke. Die Stehbleche waren in Abständen von 77,0 cm durch verticale Winkeleisen abgesteift. Zwei Winkeleisen von $7,0 \times 7,0 \times 0,7 \text{ cm}$ in Verbindung mit einer Lamelle von $15,0 \times 0,7 \text{ cm}$ bildeten die Trägergurten. Die Gurtnieten hatten 1,8 cm Stärke und etwa 8,0 cm Theilung. Der Kraftangriff erfolgte in den Harkort'schen Versuchen in der Trägermitte auf eine Breite von etwa 23,0 cm. Folgendes sind die gewonnenen Resultate; im Mittel aus drei Versuchen beträgt

| | für Flusseisen: | Schweisseisen: |
|---|--|-----------------------|
| die Biegezugfestigkeit $\beta_b = 3,57 t \text{ pro } cm^2$ | $\beta_b = 3,74 t \text{ pro } cm^2$, | |
| oder im Vergleiche zur | | |
| Zugfestigkeit | $= 0,78 \beta_z$ | $= 0,94 \beta_z$, |
| d. h. der Verlust an Zug- | | |
| festigkeit erreicht | $n = 22 \text{ } \%$ | $n = 6 \text{ } \%$. |

Im Vergleiche zum Schweisseisen verlor also das Flusseisen in der Biegeprobe nahezu viermal mehr und etwa $\frac{1}{5}$ seiner urspr. Zugfestigkeit, obschon einer der schweisseisernen Blechbalken in der Biegeprobe brach, während die flusseisernen Träger intact blieben, dagegen zu Folge Eintritts vorzeitiger Verbiegungen der Stehbleche in Nähe der Trägermitte ihr Tragvermögen verloren.

Aehnliche Resultate zeigen auch unsere Versuche. Wir haben mit congruenten Blechbalken in Fluss- und Schweisseisen (gewöhnlicher Constructionenqualität) von 40,0, 50,0, 60,0 und 70,0 cm Höhe bezw. 3,90, 4,80, 5,70 und 6,60 m Länge für die statischen Biegeproben und 1,80 m Länge für die Schlagproben experimentirt. Da für jede Balkensorte stets zwei Exemplare angefertigt wurden, standen uns 32 Stück Vollwandträger mit einem Gesamtgewicht von 16,09 t zur Verfügung. Die Gurten dieser Träger waren durchweg aus zwei Winkeleisen von $9,0 \times 9,0 \times 0,9 \text{ cm}$ und einer Lamelle von $22,0 \times 0,9 \text{ cm}$ Stärke gebildet. Die Dicke der Stehbleche war constant und betrug 0,9 cm.

*) Auf Harkort's Versuche mit genieteten Bessemerstahlträgern treten wir hier nicht ein, da uns zu deren Controle kein ähnliches Material zu Gebote stand. Erwähnt sei jedoch, dass mit Ausnahme einiger Exemplare, die sich an der Grenze ihres Tragvermögens verwunden haben, dieselben durch Querbruch, welcher neben den gespannten Gurten in der Regel auch die Stehbleche umfasste, vorzeitig zu Grunde gingen.

Versteift waren die Träger in der Mitte und über den Auflagern durch Füllbleche und darüber genietete Winkel-eisen. Die Nietstärke betrug 1,8 cm; ihre Theilung wechselte zwischen 12,0 und 15,0 cm.

Der Kraftangriff erfolgte bei einer Breite der Zwischen-lagen von 5,0 cm auf einer Fläche von 90 cm² in der Trägermitte. Folgendes sind die gewonnenen Resultate:

Resultate der statischen Biegeprobe.

| | Flusseisen: | Schweisseisen: |
|---|--|----------------|
| Anzahl d. ausgeführten Einzelproben | 8 Stück | 8 Stück |
| " " gebrochenen Träger | — " " | 3 " " |
| " " windsch. ge-word.Träger | 8 " " | 5 " " |
| Es beträgt im Mittel: | | |
| der Elasticitätsmodul d. Biegefestigkeit | $\epsilon = 1980 \text{ t pr. cm}^2$; $= 1827 \text{ t pr. cm}^2$. | |
| " Grenzmodul | $\gamma = 2,01$ " " ; $= 1.37$ " " | |
| die Spannung an der Biegegrenze | $\sigma = 2,36$ " " ; $= 1,95$ " " | |
| " Spannung an der Cohäsionsgrenze | $\beta = 3,84$ " " ; $= 3.56$ " " | |
| Deformationsarbeit bei $\frac{1}{250}$ Durchbiegung | $A = 0,93 \text{ m t.}$ | $= 0,81$ " " |

Aus Vorstehendem geht hervor, dass

1. das basische Convertereisen (Constructionsqualität) in ge-nietetem Zustande die statischen Biegeproben tadellos besteht;
2. der Elasticitätsmodul, die Elasticitätsgrenze, die Biege-grenze sowie die Biegezugfestigkeit der Blechbalken in basischem Convertereisen mit ursprünglich etwa 4,5 t pro cm² Zugfestigkeit im Mittel um bezw. 8,4 %/o, 47,8 %/o, 21,2 %/o und 8,2 %/o höher liegt als bei congruenten Trägern in Schweisseisen gewöhnlicher Constructionsqualität; dass
3. zufolge Eintritts naturgemässer Stauchvorgänge bei Inan-spruchnahmen des Materials jenseits der Elasticitätsgrenze, welche Verbiegungen, Ausbauchungen der Stehbleche und damit eine Ver-windung, das Windschiefwerden der Träger erzeugen, die Biegezug-festigkeit der genieteten Vollwandträger bloss einen Bruchtheil der Zugfestigkeit des verwendeten Materials erreichen kann, deren Grösse mit Rücksicht auf die Ergebnisse der Harkorfschen Ver-suche, von der angenommenen Stehblechstärke abzuhängen scheint.

Für unser Versuchsmaterial und die gewählte Stärke der Stahlbleche beträgt speziell

| | beim Flusseisen: | beim Schweisseisen: |
|--|--------------------------|---------------------|
| die Biegezugfestigkeit rund $\beta_b = 0,85 \beta_z$ | $\beta_b = 0,94 \beta_z$ | |
| es erreicht somit der Ver-lust an Zugfestigkeit | $n = 15 \text{ %/o}$ | $n = 6 \text{ %/o}$ |

Resultate der Schlagproben.

| | Flusseisen. | Schweisseisen. |
|--|-------------|----------------|
| Anzahl der ausgeführten Einzel-proben | 8 Stück; | 8 Stück. |
| Anzahl der Proben mit durchgrei-fendem Querbruch | — " " | 2 " " |
| Anzahl der Proben mit partiellem Querbruch | — " " | 2 " " |
| Anzahl der Proben mit Anrissen der Gurtlamellen | 1 " " | — " " |
| Anzahl der Proben mit Längs-rissen im vollen Stehblech | — " " | 4 " " |
| Anzahl der Proben mit Anrissen in den horiz. Nietnäht. der Steh-bleche | 4 " " | — " " |
| Anzahl der gänzlich intact aus-rangirten Träger | 2 " " | — " " |

Mit Ausnahme der 40 und 70 cm hohen Vollwandträger in Schweisseisen, die beim 4. Schlage querbrüchig bezw. im Stehbleche längsrissig wurden, haben sämtliche Träger 5 Schläge eines Fallbärs von 1000 kg Gewicht erragen. Dabei betrug die Fallhöhe beim 1., 2., 3., 4. und jedem folgenden Schlage bezw. die 2,5-, 5,0-, 7,5-, 10,0fache Trägerhöhe.

Aus vorstehenden Versuchen erheilt, dass das basische Flusseisen in Constructionsqualität tadelloser Chargen durch die Bearbeitung, wie sie die Zurichtung, das Bohren und Nieten von Hand mit sich bringt, keinen Schaden erleidet, dass dasselbe hinsichtlich dynamischer Kraftwirkungen mindestens die-jenige Bruchsicherheit gewährt, die man mit Recht von Schweiss-eisen normaler Constructionsqualität voraussetzen pflegt.

Schlusswort.

Fassen wir die Erfahrungen zusammen, die wir anläss-lich unserer Arbeit über den relativen Werth des basischen Convertereisen in Form gewalzter Träger, die wir an-lässlich der chargenweise durchgeführten Abnahme des Schienen- und Zahnstangenmaterials der Pilatusbahn, die wir endlich an der Erprobung der Oberbaumaterialien anderer schweiz. Bergbahnen, sowie anlässlich unserer Unter-suchungen, welche den Gegenstand vorliegender Abhandlung bildet, zu machen Gelegenheit hatten, so ergibt sich, dass bei sachgemässer Behandlung des Materials tadelloser Chargen nach der Formgebung, die sog. „Unzuverlässigkeitserscheinungen“ gänzlich ausgeschlossen sind; bei reinem, weichem Converter-eisen mit 3,6 bis 4,5 t pro cm² Zugfestigkeit und entsprechenden Dehnungsverhältnissen sind uns dieselben nirgends begegnet. Ob unter diesen Verhältnissen die Einzugs angezogene, österreichische Verordnung mehr als locale Bedeutung hat, kann ich füglich zu beurtheilen Jedermann überlassen. Dass der Martinprocess und damit das Martineisen Vorzüge be-sitzt, bleibt hierbei unbestritten und wer beide Processe und die Ergebnisse der Prüfung der Qualitätsverhältnisse der aus diesen hervorgegangenen Materialien auch nur oberflächlich kennt, wird keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, dass beide tadelloser Constructionsmaterial liefern können, dass jedoch bei dem in wenigen Minuten stürmisch ver-laufenden Converterprocess — ganz abgesehen von den zu-fällig verbummelten Chargen — die Gefahr unvollkommener Reactionen und ungenügender Homogenität ungleich viel grösser ist als beim Martinprocess, welchem der Hütten-ingenieur mit Musse folgen, durch Zuschläge, Durcharbeitung des Metallbades etc. zu reguliren vermag, somit im Stande ist, weitgehenden Anforderungen hinsichtlich Qualität und Homogenität zu genügen. Endlich lehrt die Erfahrung, dass sowohl das Convertereisen als auch das Martineisen bei fehlerhafter Fabrication und fahrlässiger Behandlung nach der Formgebung Eigenschaften annehmen kann, die ihm den Stempel der Unzuverlässigkeit aufdrücken.

Ueber die obwaltenden Verhältnisse giebt die chemische Analyse in Verbindung mit mechanischen Proben vollkommen sichere Aufschlüsse; während jedoch beim Martineisen, be-sondere Fälle ausgenommen, die vorzunehmenden Qualitäts-proben sich füglich auf die vom Schweisseisen herüberge-brachten Stichproben beschränken dürfen, erscheint dies beim Convertereisen für Brückenbauzwecke nicht zulässig und hat dafür die chargenweise Prüfung und Abnahme Platz zu greifen. Sorgfältig fabricirende Werke werden darin keine Erschwerung des Abnahmeverfahrens finden und zwar schon aus dem Grunde nicht, weil solche Werke aus eigenem Antriebe, zu einiger Orientirung die einzelnen Chargen zu verfolgen und zu prüfen gewohnt sind. Sachverständige werden unsern Vorschlag mindestens discutabel finden; ohne Zweifel werden sie mit uns darin übereinstimmen, dass der-selbe weit mehr Berechtigung besitzt als das einfache Ver-bot, basisches Convertereisen für Constructionszwecke, ins-besondere als Brückenmaterial zu verwenden.

† Andreas Rudolf Harlacher.

(Mit einer Lichtdruck-Tafel.)

Dem Nekrolog in letzter Nummer lassen wir heute das Bildniss des Verstorbenen nach einer vor etwa zehn Jahren aufgenommenen Photographie nachfolgen.