

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 19/20 (1892)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Ein Beitrag zur Flusseisenfrage  
**Autor:** Tetmajer, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-17412>

### **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:** 06.07.2025

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

INHALT: Ein Beitrag zur Flusseisenfrage. IV. und V. — Ueber die heutigen Anforderungen und Methoden bei Ausführung von Wasserbauten. I. — XXXIV. Jahresversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins am 21./22. Mai 1892 in Aarau. — Miscellanea: Ueber Versuche mit electrischen Spannungen bis auf 130000 Volts.

Weltausstellung in Berlin. Electricische Kraftübertragung in Albino. — Concurreren: Cantonsschule und Gewerbemuseum in Aarau. Neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Zürich. — Vereinsnachrichten: Protocoll der Delegirtenversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins.

## Ein Beitrag zur Flusseisenfrage.

Von Professor L. Tetmajer in Zürich.

### IV.

In Nr. 8, S. 113' des lauf. Jahrg. der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins veröffentlicht Hr. Prof. F. Steiner einen in der Wochenversammlung dieses Vereins vom 3. Januar 1892 gehaltenen Vortrag „*Ueber Metall-Constructionen der Zukunft*“, welcher durch die Reichhaltigkeit bemerkenswerther Ideen und die Zusammenstellung der Ergebnisse der vergleichenden Versuche über den Werth des *Schweisseisens*, des *Martin-* und *Thomasflusseisens* als Brückenbau-Material, ausgeführt im Auftrage der k. k. Statthalterei zu Prag durch das Executiv-Comite einer grösseren Commission, durch die HH. Prof. K. Gollner, Prof. A. Vávra und Ing. W. Weingärtner, die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf sich lenkte. Die Schweiz. Bauzeitung hat fraglichen Vortrag des Hrn. Prof. Steiner in Nr. 17 und 18 des lauf. Bandes besprochen und die wichtigsten Punkte wiedergegeben. Obschon seit einigen Tagen sich „*Bericht und Gutachten*“ des Executiv-Comites (Prag, 1891) in Original in unsern Händen befindet, müssen wir es uns doch versagen, auf das gewaltige, mit seltenem Fleiss, Sach- und Fachkenntniss bearbeitete Versuchsmaterial einzutreten und wollen nur der Hoffnung Ausdruck verleihen, es möchte das Zahlenmaterial durch Drucklegung des fraglichen Berichts recht bald weiteren Kreisen zugänglich gemacht werden. Für unsere vorliegenden Zwecke genügt es zu constatiren, dass auf Grund und Einsichtnahme der Ergebnisse der Arbeiten des Executiv-Comites die grössere Commission der Statthalterei Prag zur *einstimmigen Erkenntniss gelangt ist, dass sowohl das Schmiedeeisen, als das Thomas- und Martineisen sich für den Brückenbau eigne, dass insbesondere Martin- und Thomaseisen der untersuchten Qualität sich als völlig gleichwerthig erwiesen haben*. Es ist somit experimentell und auf breiter Grundlage der Nachweis für die längst anerkannte Thatsache erbracht, dass Thomaseisen normaler Chargen und sorgfältiger Fabrication vom Martineisen nicht zu unterscheiden sei.

An die bisher besprochenen Kundgebungen, welche sich vorwiegend auf allgemeine Fragen, insbesondere auf die Zulässigkeit des Thomaseisens für den Brückenbau beziehen, reihen sich eine grössere Anzahl von Publicationen an, welche das „*Verhalten des Flusseisens bei abnorm niedrigen Temperaturen*“ betreffen.

Die erste Kundgebung in dieser Hinsicht rührt von Herrn Prof. F. Steiner her, vergl. die Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1891, Bd. XVI, S. 290.\*) Steiner fand:

a) „Weiches Flusseisen, welches in *unverletztem Zustande* Biegungen von 180°, ohne Anrisse zu bekommen, vertrug, gestattete abgekühlt nur einen kleinen Biegungswinkel und sprang unter einem dritten leichten Schläge klirrend wie Glas entzwei; *verletztes* gekühltes, bei normaler Temperatur weiches Flusseisen sprang mit dem dritten leichten Hammer-schläge, ohne eine Biegung anzunehmen, klirrend wie Glas entzwei. Die Bruchflächen der gekühlten Stücke zeigten körnige Structur.“

b) „Der untersuchte Stahl zeigte die vorstehend geschilderten Eigenschaften in womöglich potencieirter Masse.“

Chemische Analysen der geprüften Materialien liegen nicht vor; die benützten Temperaturen von — 40 bis — 50° C. wurden durch feste Kohlensäure erzeugt.

Nach Kenntnissnahme des Steiner'schen Berichtes liess Herr Bauinspector Mebrleus auf dem Hüttenwerke zu Rolbe Erde 60 Biegeversuche mit gekühltem Flusseisen der Fordon-

brücke mit einem Phosphorgehalt von 0,035 bis 0,078 ‰, mit einer Zugfestigkeit von 3,91 bis 4,21 t pro cm<sup>2</sup> ausführen. Obschon die verletzten und unverletzten Probekörper beim letzten Schläge Temperaturen von — 40° und darunter besaßen, konnte eine Brüchigkeit des Eisens nicht constatirt werden; vergl. *Stahl und Eisen*, 1892, Nr. 4 S. 196 und Nr. 5 S. 220.

In Ergänzung seiner oben angeführten Versuchsergebnisse mit gekühltem Flusseisen bringt Herr Prof. Steiner in seiner Abhandlung „*Ueber Metallconstructions der Zukunft*“, vergl. Zeitschrift des österr. Ingen. u. Architect.-Vereins, 1892, S. 150 u. f., eine Reihe von Zerreißresultaten nebst weitem Biegeversuchen mit gekühlten Flusseisenstäben, welche abermals einen schlechten Ausfall der letztern ergaben; die Zerreißversuche Steiner's zeigen, dass bei Temperaturen von — 40° bis — 50° C. die Streckgrenze und Zugfestigkeit, letztere indessen nur unbedeutend, gehoben, die Dehnung nach Bruch bis auf 50% abgemindert wird, während die Einschnürung (Contraction) fast unverändert bleibt. Schweisseisen war unempfindlicher gegen grosse Kälte als Flusseisen; die Dehnung nach Bruch erfuhr indessen gleichfalls eine Abnahme von etwa 20%.

Mit der Frage des Einflusses grosser Kälte auf das Verhalten des *Flusseisens* haben sich auch die Herren Prof. Köpke und Hartig in Dresden befasst und ihre interessanten Versuchsergebnisse im 3. Hefte des Civilingenieurs, Band XXXVIII, veröffentlicht. Die Versuche waren mit Schweisseisen ( $C = 0,119\%$ ), einem basischen Siemens-Martin-Eisen ( $C = 0,152\%$ ) und einem Bessemerstahl ( $C = 0,363$  und  $0,735\%$ ) auf einem kleinen Schlagwerke der techn. Hochschule zu Dresden ausgeführt. Die Temperaturen der Versuchsbarren bewegten sich zwischen — 40° bis — 80° C. Hinsichtlich der Ergebnisse dieser Versuche sagt der Bericht, „*dass das Flusseisen etwas empfindlicher ist, als das Schweisseisen; sicher kann aber von einer gefährlichen Sprödigkeit des Flusseisens nicht gesprochen werden*.“ Ein relativ gutes Verhalten haben auch die hochgeköhlten Bessemerstahlsorten gezeigt; immerhin kam bei diesen eine mit wachsendem Kohlenstoffgehalt wachsende Empfindlichkeit gegen grosse Kälte zum Vorschein.

Hinsichtlich des Verhaltens des Flusseisens bei Temperaturen bis — 25° C hat Hr. Prof. Vávra im Laboratorium der böhmisch-technischen Hochschule zu Prag Biegeproben unter dem Hammer ausgeführt, welche eine nachtheilige Beeinflussung des Flusseisens nicht erkennen liessen.

Alles in Allem bleibt zu constatiren, dass das Flusseisen bei niedriger Temperatur ein verschiedenartiges, noch nicht völlig abgeklärtes Verhalten zeigt, dass indessen bei Temperaturen, wie sie unter unsern climatischen Verhältnissen herrschen, *reines, weiches Flusseisen keine Gefahr in sich birgt*.

### V.

Anschliessend an vorstehende Erörterungen sei nun gestattet, unsern persönlichen Standpunkt in der Flusseisenfrage zu beleuchten, die neuen Erfahrungen zusammenzustellen und gestützt auf diese unsere Anträge zu formuliren.

Bis zur Abwicklung der Untersuchungen bezüglich des Einflusses der Bearbeitung des Flusseisens durch Bohren, Stanzen, Nieten, insbesondere bis zur Ausführung der Biege- und Schlagproben mit Nietträgern in weichem Thomaseisen, haben wir gegen die Verwendung des Flusseisens und namentlich gegen diejenige des Thomaseisens für den Brückenbau, Stellung genommen. Ein Gutachten vom Februar 1888, erstattet dem damaligen Oberingenieur der St. Gotthardbahn, Hrn. Bechtle, bringt unser Verhalten in der Flusseisenfrage aus dieser Zeit zum Ausdrucke. Durch die Erledigung der oben angezogenen Versuche, welche hinsichtlich der Brüchigkeitsverhältnisse genieteter Vollwandträger unerwartet günstige

\*) „Schweiz. Bauzeitung“ Bd. XVIII S. 60.

Resultate an den Tag förderten, war der Boden für die Zulassung des Flusseisens für Hochbau und Brückenconstructions immerhin mit der Einschränkung gewonnen, dass bei Anwendung von Thomaseisen unbedingt chargenweise Abnahme Platz zu greifen habe. Neuere Erfahrungen haben uns darüber belehrt, dass die gefürchteten Unzuverlässigkeiterscheinungen, welche vielfach auf mangelhafte Behandlung des Materials in den Werkstätten zurückzuführen sind, keine spezifische Eigenschaft des Thomaseisens bilden, vielmehr beim Martineisen ebenso häufig vorkommen, dass die Führung und Ueberwachung des Thomasprocesses derartige Fortschritte aufzuweisen hat, dass man diesen mit Rücksicht auf die Sicherheit, mit welcher Constructionseisen bestimmter chemisch-physikalischer Eigenschaften erzeugt werden kann, sowie gestützt auf die Erfahrung, dass gewisse Unzukömmlichkeiten durch ausserhalb dem eigentlichen Process stehende Ursachen entstehen, einen Unterschied zwischen Martin- und Thomaseisen für Constructionszwecke zu machen nicht berechtigt ist. Unsere heutige Stellung in der Flusseisenfrage fusst auf folgenden Erfahrungen:

1. *Thomaseisen tadelloser Chargen ist vom Martineisen gleicher Härte nicht zu unterscheiden*; es gibt keinerlei Hilfsmittel, um die Herstellungsart eines Flusseisens in gegebenem Falle festzustellen.

2. *Das Thomaseisen lässt sich in dem für Hoch- und Brückenbauzwecke erforderlichen Weichheitsgrade mit einer Sicherheit und in einer Gleichmässigkeit bezüglich chemischer Zusammensetzung und mech. Eigenschaften herstellen, die dem Martineisen nicht nachsteht.*

Diese Behauptung ist erwiesen:

a) *Durch die Ergebnisse der Abnahmen der Materialien der Elbe-Brücke bei Melnik in Böhmen (1887).*

Lieferant des Thomas-Materials: Prager Eisenindustrie-Gesellschaft zu Kladno; Materialgewicht: etwa 700 t; Anzahl der Chargen: etwa 100; Phosphorgehalt: unter 0,05%. Die Abnahme erfolgte durch Stichproben und umfasste sämtliche Walzeisenarten. Ausgeführt wurden 43 Zerreißproben nebst zahlreichen Hammerproben (Kalt- und Warmbiegeproben unter dem Dampfhammer). Es betrug:

|                    |                             |                             |                             |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                    | Mittel.                     | Größtwerth.                 | Kleinstwerth.               |
| die Zugfestigkeit  | 4,17 t u. cm <sup>2</sup> ; | 4,83 t u. cm <sup>2</sup> ; | 3,95 t u. cm <sup>2</sup> . |
| „ Dehnung u. Bruch | 23,5 %;                     | 31,9 %;                     | 20,0 %.                     |

Unter dem Dampfhammer wurden sämtliche Proben vollkommen gefaltet ohne Bruch. Unzukömmlichkeit, wie plötzliche Brüche, Materialfehler etc. sind bei der Verarbeitung nicht vorgekommen; Reclamationen der Constructionswerkstätte liegen nicht vor.

b) *Durch die Ergebnisse der chem. Analysen von 48 aufeinanderfolgenden, im Beisein des österr. Flusseisencomites zu Kladno auf weiches Constructionsmaterial erblasenen Thomas-Chargen.*

Die Schwankungen der chem. Zusammensetzung bewegen sich:

beim Kohlenstoff: zwischen 0,046 % und 0,063 %.

„ Phosphor: „ 0,021 „ „ 0,032 „

„ Mangan: „ 0,155 „ „ 0,196 „

c) *Durch die Ergebnisse der Abnahme der Materialien der Oderbrücke im Zuge der Eisenbahn Wriezen-Jaedeckendorf. (2. Hälfte, 1891).*

Lieferant des Thomas-Eisens: Aachener Actien-Hüttenverein Rothe Erde; Materialgewicht: etwa 800 t; Anzahl der Chargen: 83; Phosphorgehalt: zwischen 0,03 und 0,08%. Die Abnahme erfolgte chargenweise und umfasst neben andern mech. Qualitätsproben aller Art: 249 Zerreißproben. Die erhobenen Werthzahlen bewegen sich

|                      |                                              |                |               |
|----------------------|----------------------------------------------|----------------|---------------|
|                      | bei d. Zugfestigkeit. Dehnung Qualit.-Coeff. |                |               |
| im Mittel pro Charge |                                              |                |               |
|                      | zwischen 3,86 u. 4,16 t pr. cm <sup>2</sup>  | 21,5 u. 31,5 % | 0,95 u. 1,25. |
| im Einzelnen         | 3,73 „ 4,31 „ „                              | 20,0 „ 33,5 „  | — —           |

Sämtliche Kalt-, Warmbiege- sowie Hammerproben hat das Material tadellos bestanden; keine der Proben fiel ausserhalb der Bestimmungen des Pflichtenheftes. Unzukömmlichkeit, plötzliche Brüche etc. sind weder am Werke noch in der Constructionswerkstätte vorgekommen.

d) *Durch die Ergebnisse der Untersuchung der Verhältnisse der Thomasproducte durch Organe der kgl. Eisenbahn-Direction Bromberg (Mebtrons-Liesegang, 1891?).* Ausgeführt auf dem Hüttenwerk Rothe Erde bei Aachen. Zur Verfügung standen beliebige Abschnitte der laufenden Fabrication und das ganze, mehrere 1000 t betragende Lager des Werkes. Untersucht wurden 1700 Stücke. 61 Sätze ergaben

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| an Kohlenstoff: | 0,063 bis 0,076 %; |
| „ Phosphor:     | 0,023 „ 0,093 „    |
| „ Mangan:       | 0,230 „ 0,770 „    |
| „ Schwefel:     | 0,027 „ 0,105 „    |

Hierbei schwankte:

die Zugfestigkeit zwischen: 3,83 und 4,18 t pro cm<sup>2</sup>.

„ Dehnung nach Bruch: 20,5 „ 28,5 %.

Sämtliche Kalt- und Warmbiege-, sowie die Hammer- und Ausbreiteproben sind tadellos ausgefallen. Unzukömmlichkeit ist nicht vorgekommen.

e) *Durch Ergebnisse der Untersuchung der Qualitätsverhältnisse einer Jahreslieferung (1891) an Waggonträgern; ausgeführt am Stahlwerke zu Salgo-Tarján der Rima-Murányer-Actien-Gesellschaft.* Geblasen wurden etwa 100 Chargen, zu deren Prüfung 247 Zerreißproben nebst den üblichen Biegeproben ausgeführt wurden. Von diesen Proben übersteigen zwei die Zugfestigkeit von 4,5 t a. d. cm<sup>2</sup>. Die Schwankungen der Festigkeitswerthe bewegen sich zwischen folgenden Grenzen:

Zugfestigkeit: 3,60 und 4,85 t pro cm<sup>2</sup>.

Dehnung n. Bruch: 20,0 „ 29,5 %.

f) *Durch die bisherigen Ergebnisse der Abnahme des Materials der Weichselbrücke bei Fordon. (Gesamtgewicht an Thomaseisen etwa 5500 t.)*

Lieferant: Aachener Actien-Hüttenverein Rothe Erde; gebaut wird das Object bei Hartkort in Duisburg. Ende März d. J. waren etwa 2800 t aus etwa 300 Chargen (einschl. etwa 100 t Nieteisen) abgenommen. Pro Charge werden in der Regel aus drei —, von jeder zehnten Charge aus fünf verschiedenen Gussblöcken entnommenen Stäbe je auf Zugfestigkeit, Kaltbruch, Warmbruch, Warmausbreitfähigkeit geprüft. Von jeder Charge wird der Phosphor- und Mangan-gehalt, — von jeder zehnten überdies der Kohlenstoff-, Silicium- und der Schwefelgehalt bestimmt. Die Ergebnisse der bisherigen Abnahmen sind durchwegs brilliant; keine Charge ist beanstandet; die Festigkeitsverhältnisse bewegen sich innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen von 3,90 und 4,5 t pro cm<sup>2</sup>; die Dehnungen liegen zwischen 20,0 und 32 %, was um so beachtenswerther ist, als weder Bleche noch die Universaleisen ausgeführt werden. Der Phosphorgehalt liegt durchwegs unter 0,1 %.

Die übrigen Qualitätsproben, einschliesslich die Hammerproben, sind tadellos ausgefallen. Brüche oder die gefürchteten Unzuverlässigkeiterscheinungen sind weder auf dem Werke noch im Atelier von Hartkort vorgekommen.

g) *Durch Ergebnisse der Abnahme von Brückenmaterial für das zweite Geleis der St. Gotthardbahn, Nordrampe (1891/2).*

Lieferant: Herren de Wendel et Comp. in Hayange; Unternehmer: Miani, Silvestri et Comp. in Mailand. Gesamterforderniss etwa 2400 t; hievon sind abgeliefert an Constructionseisen: 1571,4 t; an Nieteisen: 61,6 t. Pro Charge wurden zwei bis drei, ausnahmsweise mehr als drei nicht demselben Gussblocke angehörige Walzstücke (meistens Endstücke) den nämlichen Proben, wie bei der Fordonbrücke, unterworfen. Im Ganzen wurden 374 Chargen untersucht; keine derselben musste zurückgewiesen werden. Das beste Resultat lieferte das Nieteisen. Von den Constructionsmaterialien diejenigen der Kerstellenbachbrücke. Für diese wurde das Material von 64 Chargen sowol in Hinsicht auf chemische Zusammensetzung als auch auf Festigkeitsverhältnisse im eidg. Festigkeitsinstitute controlirt und gefunden, es schwankte der

Mangan-gehalt zwischen 0,220 und 0,597 %; der Phosphor zwischen 0,46 und 0,117 % (0,1 % überschreiten drei Chargen). Es liegt:

|                         | für Bleche (ausgeglüht)<br>u. <i>Universaleisen</i> (längs)                                           | für <i>Winkelleisen</i><br>(längs) |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Zugfestigkeit:          | zwischen 3,61 u. 4,31 <i>t u. cm<sup>2</sup></i> ; zwischen 3,78 u. 4,46 <i>t u. cm<sup>2</sup></i> . |                                    |
| Dehnung nach Bruch:     | zwischen 26,0 und 33,6 %                                                                              | 26,4 und 35,9 %.                   |
| Qualitätscoefficient:   | zwischen 1,0 „ 1,34                                                                                   | 1,01 „ 1,43.                       |
| Anzahl d. Controlproben | 47                                                                                                    | 32.                                |

Die Kaltbiege-, Lochungs- und Ausbreite- bzw. Umschlagproben (Hammerproben) hat das Material gut bestanden. Unzuverlässigkeitserscheinungen, plötzliche Brüche sind weder am Werke noch in der Brückenbauanstalt vorgekommen.

3. Bei nachlässiger Ueberwachung können einzelne *Martinwie Thomas-Chargen* ungenügend entphosphort sein, somit unzuverlässiges brüchiges Material ergeben. Die Gefahr, verunreinigte Chargen zu erhalten, ist beim Thomasprocess grösser als beim Martinverfahren. Dass derartige Chargen unterlaufen, haben wir wiederholt angeführt; vergl. z. B. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XVII S. 117 u. f. So ergaben beim Abladen gebrochene Thomas-Schwellen in zwei Fällen folgende chemische Zusammensetzungen

| C     | Mn    | P     | Si    | S                |
|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 0,308 | 0,656 | 0,253 | 0,003 | 0,067 %          |
| 0,227 | 0,550 | 0,190 | 0,006 | 0,066 „ u. s. w. |

Beim directen Convertiren ohne Benützung von Mischapparaten kann die Verwendung roherblasenen Roheisens vorkommen. Solches Roheisen gibt ein oft oxydreiches, in der Regel dickflüssiges, meist ungenügend abgeblasenes, unhomogenes, brüchiges Product. Kalt gehende Chargen liefern an sich meist strengflüssige Metallbäder, in welchem die Gefahr ungleichmässiger Vertheilung der Reductionsmittel, locale Einschlüsse und Anhäufungen dieser auftreten können. Bei mangelhafter Aufsicht und schlecht organisirter Controlen können auch überblasene, oxydreiche Chargen zur weiteren Verarbeitung gelangen. Sauerstoffreiches Flusseisen ist überhaupt brüchig; es wird in der Warmausbreitprobe (beim Plattschmieden) kantrissig. Tadellose Thomas- und Martinflusseisen zeigen einen Sauerstoffgehalt von unter 0,1 %.

4. Die Gussblöcke normaler Thomaschargen zeigen Schwankungen der chemischen Zusammensetzung; indessen liegen die angetroffenen Differenzen zum grössern Theil innerhalb der Fehlergrenzen der Analysen. Dank der Opferwilligkeit der St. Gotthardbahn haben wir das Material sämtlicher Blöcke mehrerer Thomaschargen analysiren lassen können und zwischen den Einzelwerthen des Kohlenstoffs, des Mangans und Phosphors nur unbedeutende Schwankungen gefunden.

5. Der letzte Gussblock ist durch den Umstand unsicher, dass derselbe, im Falle ungelöstes Manganeisen in die Gusspfanne geräth, eine manganreiche Eisenlegirung erhalten kann. Sorgfältig fabricirende Werke schenken mit Recht dem letztern Gussblocke besondere Aufmerksamkeit. Zeigt die beim Verguss des letzten Blockes genommene Vorprobe zweifelhaftes Verhalten, so wird dieser von der Verwalzung ausgeschlossen, der vorletzte Block weiter verfolgt und die Qualität des aus diesem erwählten Stabes durch eine Hammerprobe controlirt. Aus eigener Erfahrung seien hier zwei Vorkommnisse dieser Art angeführt; im ersten Falle zeigte die Charge, erhoben an Spähnen des Probeingots, folgende Zusammensetzung:

$$P = 0,078 \% \quad Mn = 0,330 \%$$

Der abgeschmiedete Probeingot ergab

eine Zugfestigkeit von: 3,64 *t a. d. cm<sup>2</sup>*;  
eine Dehnung nach Bruch von: 30,0 %.

Die zu *Universaleisen* verwalzte Charge ergab, verschiedenen Gussblöcken entnommen, folgende Zerreißproben:

| Probe     | Zugfestigkeit.                     | Dehnung. | Qual.-Coeff.       |
|-----------|------------------------------------|----------|--------------------|
| 1, längs: | 4,47 <i>t pro cm<sup>2</sup></i> ; | 28,4 %;  | 1,27 <i>t cm</i> ; |
| 2, längs: | 4,00 „ „                           | 30,9 „   | 1,29 „ „           |
| 2, quer:  | 4,31 „ „                           | 21,8 „   | 0,94 „ „           |
| 3, längs: | 3,80 „ „                           | 29,8 „   | 1,13 „ „           |
| 4, längs: | 5,65 „ „                           | 16,6 „   | 0,94 „ „           |

Bis auf den Block 4 haben alle übrigen, den Proben zugezogenen Blöcke auch in den Kaltbiege- und Lochungsproben tadelloses Verhalten gezeigt.

Bezeichnender ist folgender Fall:

Ein *I-Träger*, Thomaseisen, brach auf einem grössern Bauplatze beim Abladen. Ein Bruchstück desselben wurde behufs Entnahme von Probekörpern der Werkstätte der Schweiz. Nord-Ost-Bahn überwiesen. Nach einigen Tagen (31. Dec. 1890) lief von der Verwaltung des Werkstätten-dienstes folgendes Schreiben im eidg. Festigkeitsinstitute ein:

„Am 19. lieferten Sie an die Nordostbahnwerkstätte einen *I-Träger* zur Ausarbeitung von Stäben zu Zerreiß- und Biege-Proben. Ihr Auftrag kann nun aber wegen der ausserordentlichen Härte und Sprödigkeit des Materials nicht ausgeführt werden. Nicht nur, dass beim ersten Versuch, das Stück auf einer kräftigen Stanzmaschine quer zu durchstanzen, der Stahl bester Qualität mehrmals unbrauchbar wurde; der Träger selbst erhielt mehrere Risse und sprangen sogar grössere und kleinere Stücke von demselben ab. Als dann der Arbeiter den so ungefähr zur Hälfte durchstanzten Träger von der Maschine abspannte und, das eine Ende auf einen hölzernen Boden auflegend, das andere etwa 30 cm noch vom Boden abstehehend fallen liess, brach derselbe entzwei. Die so entstandenen Stücke stehen zu Ihrer Verfügung.“

Mit Mühe konnten Spähne zu Analysen dieses Trägermaterials gewonnen werden. Diese ergaben:

in der Festigkeitsanstalt: auf einem deutschen Werk:

| an | C  | 0,250 %   | 0,250 % |
|----|----|-----------|---------|
|    | Mn | 2,697 „*) | 2,440 „ |
|    | P  | 0,116 „   | 0,101 „ |
|    | Si | 0,014 „   | —       |
|    | S  | 0,024 „   | —       |

6. Bei gleicher chemischer Zusammensetzung, unter Anwendung gleicher Reductionsmittel und gleicher Gussstemperatur ist ein Unterschied hinsichtlich Grösse und Lage des Porenkranzes der Gussblöcke des Martin- und Thomaseisens nicht wahrzunehmen. Die häufig geäußerte Meinung, weiches Martineisen sei dichter, verwalzte Bläschen treten weniger häufig auf, als beim Thomaseisen, beruht auf Irrthum und ist durch unsere zahlreichen Zerreißresultate mit Kesselblech verschiedener Martinwerke direct widerlegt.

7. Dass die Gussstemperatur, Stärke und Temperatur der Coquillen, Art und Menge der Desoxydations-Mittel auf die Lage, Form und Grösse des Porenkranzes der Gussblöcke weichen, unruhigen Flusseisens von wesentlichem Einflusse sind, ist bekannt. Ueber die Wirkung dieser Factoren sind dagegen die Ansichten getheilt. Die Angaben *Sattmann's* (vergl. Stahl und Eisen, 1884, S. 266), sowie unsere Erfahrungen, vergl. das 3. Heft unserer Mittheilungen. S. 49, sind unwiderlegt geblieben. Inzwischen gemachte Wahrnehmungen sprechen dafür, dass heisser Guss und Ferrosilicium die Bildung von Randblasen fördern. Dass auch ein mit Ferromangan und Spiegeleisen desoxydirtes Flusseisen bienenzellenartige Randblasen ergeben kann, haben wir kürzlich gesehen. Der Betriebsleiter des betreffenden Werkes schreibt, dass das Vorkommen durch zu heissen Verguss der Charge hervorgerufen sei. Der Rahmen vorliegender Arbeit hindert uns, auf die Frage der Bildung der Porenkranze näher einzutreten; für unsern augenblicklichen Zweck genügt darauf aufmerksam zu machen, dass die zufällige Lage der Porenkranze unter der Blockhaut brüchiges Constructionsmaterial ergeben kann.

Liegt der Porenkranz dicht unter der Blockoberfläche, so wird das Walzproduct in der Regel oberflächlich defect. Das Walzeisen, namentlich Bleche und breite Flacheisen erscheinen bedeckt mit langgestreckten, mehr oder weniger schmalen 0,2 bis 1,5 mm tiefen, mit Walzsinter gefüllten Nestern, die ohne Beizung oft schwer zu entdecken sind. Aus solchen Materialien entnommene Proben, Längsrichtung, geben oft ganz normale Festigkeits- und Biegeresultate. In den Querproben dagegen kommen diese Defecte zur Geltung. Gestossen sind wir auf diese Verhältnisse durch folgende Beobachtungen:

Einzelne Stangen Nietrundeisen von 1,85 und 2,15 m Stärke, erwälzt aus Gussblöcken von 34,0 × 34,0 cm Quer-

\*) Mittel aus 4 Bestimmungen.

schnitt, zeigten in Stauchproben bei etwa 65% Höhenabminderung Rissbildungen an der Oberfläche der Versuchskörper, vergl. Fig. 1. Nachdem man die Probecylinder vorangehend um etwa 1 mm befeilt hatte, waren Risse überhaupt nicht zu erreichen und die ursprünglich 3,7 bzw. 4,3 cm hohen Cylinder konnten anstandslos auf 3,5 bis 4,0 mm Höhe gestaucht werden.

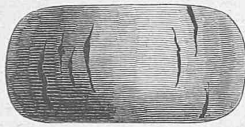


Fig. 1.

Ein Abschnitt eines oberflächlich gesunden Flach eisens von 12,0 cm Breite, 1,5 cm Dicke wurde quer durchgeschnitten und die so gewonnenen Theilstücke zu Längs- und Querbiegeproben benutzt. Die Ausführung der Probe geschah nach Anleitung von Fig. 2 mit thunlichster Sorgfalt unter einem Dampfhammer. Hierbei konnte die Längsprobe rissfrei gänzlich gefaltet werden. Die Querprobe brach, bevor eine nennenswerthe Verbiegung erreicht wurde, plötzlich entzwei. Die Bruchflächen liessen Materialfehler nicht erkennen; unter der Walzhaut der gespannten Seite zeigte die Probe eine Texturverschiedenheit. Fig. 3 stellt die Ansicht der einen Hälfte der Probe dar. Man sieht, dass der Bruch in scharf markirten Absätzen, entsprechend den local vertheilten, langgestreckten Gussporen verlief, welche in Form feiner Anrisse (in der Walzrichtung) auch zu beiden Seiten der Bruchfläche zum Vorschein kamen. Eine Analyse des Materials ergab folgende Zusammensetzung:

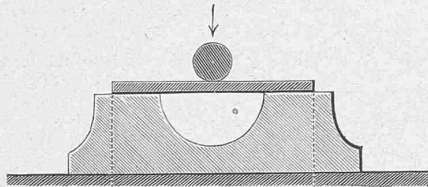


Fig. 2.

werthe Verbiegung erreicht wurde, plötzlich entzwei. Die Bruchflächen liessen Materialfehler nicht erkennen; unter der Walzhaut der gespannten Seite zeigte die Probe eine Texturverschiedenheit. Fig. 3 stellt die Ansicht der einen Hälfte der Probe dar. Man sieht, dass der Bruch in scharf markirten Absätzen, entsprechend den local vertheilten, langgestreckten Gussporen verlief, welche in Form feiner Anrisse (in der Walzrichtung) auch zu beiden Seiten der Bruchfläche zum Vorschein kamen. Eine Analyse des Materials ergab folgende Zusammensetzung:

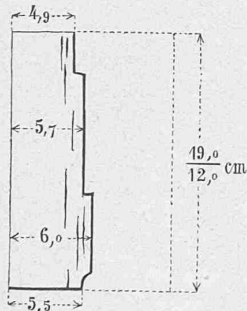


Fig. 3.

Bei angenähert gleicher chemischer Zusammensetzung, tadellosen Zerreißproben ergaben andere Flachstäbe in der Kaltbiegeprobe, vergl. Fig. 4, sowie insbesondere auch einzelne Winkelleisen in der Ausbreite und Umschlagprobe ähnliche Längsrisse mit metallisch scheinenden Bruchflächen, ohne jedoch plötzliche, glasartig durchgreifende Längsrisse zu geben. Dass hier durchgreifende Risse, wie bei dem vorstehend beschriebenen Falle nicht zu Stande kamen, ist lediglich nur durch die Art der Probeausführung und die Länge der Probestäbe bedingt.

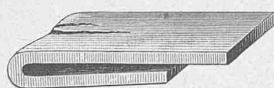


Fig. 4.

Der Umstand, dass es unmöglich ist, von der Oberflächenbeschaffenheit der Gussblöcke auf die zufällige Lage, Form und Grösse des Porenkranzes zu schliessen, anderseits die Erfahrung, dass die schädlichen Wirkungen der Porenkranze in den Querproben zum Ausdruck gelangten, veranlasste diesen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Das Ergebniss der einschlägigen Untersuchungen war folgendes:

#### a. Zerreißproben.

Ausgeglühte, sowie entsprechend warm fertig gewalzte Bleche zeigen bei normaler Materialbeschaffenheit in der Quer- und Längsrichtung nahezu gleiches Verhalten.

Breite Flach- und Universaleisen zeigen in der Quer- und Längsrichtung ungleichartige Festigkeits- und Dehnungsverhältnisse. Sind die Gussblöcke gesund, liegen bzw. deren Porenkranze mehrere Centimeter von der Blockoberfläche entfernt, so erreichen selbst die Querproben anstandslos eine Zugfestigkeit von 3,6 bis 4,5 t pro cm<sup>2</sup>;

einen Qualitätscoefficient von 0,80 nach unserer Bezeichnung; d. h. bei 3,6 t Zugfestig. erreicht d. Dehnung n. Bruch mind. 22,2% „ 4,5 t „ „ „ „ 17,8%

Bleche und breite Flach eisen werden in der Querrichtung qualitativ in dem Masse abgemindert, als die Gussporen den Charakter der langgestreckten Randblasen annehmen. Bleche sind in dieser Hinsicht unempfindlicher als Flach eisen, bei welchen die Gussporen unter der Walzhaut schmal und langgestreckt erscheinen, während sie in den Blechen in die Breite gequetscht sind.

So ergab unter vielen andern ein Zerreißstab, entnommen einem Universaleisen von 43,0 auf 1,2 cm mit gesunder Walzhaut, nach der Probe u. a. auf eine Länge von 14,5 cm auf der einen Breitseite acht, auf der andern neun mehr oder weniger tief greifende Anrisse in scheinbar metallischem Eisen. Die Analyse dieses Eisens ergab:

C = 0,049%; P = 0,061%; Mn = 0,310%.

Einen zweiten Stab, entnommen einem Universaleisen von 60,0 auf 1,5 cm ergab die in Fig. 5 abgebildete Zer-

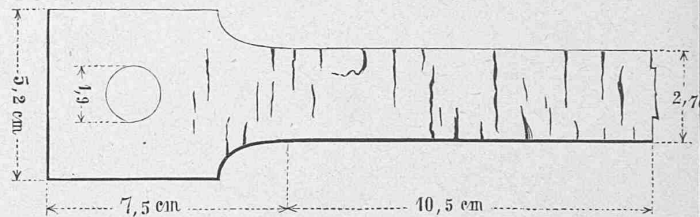


Fig. 5.

reissprobe. Das fragliche Universaleisen war wegen zweifelhafter Oberflächenbeschaffenheit ausgeschossen. Immerhin war dieselbe nicht derart schlecht, dass man das schliesslich gewonnene Resultat hätte erwarten dürfen. Auf eine Länge von 18 cm zeigt der Zerreißstab nach der Probe auf der einen Breitseite 33, auf der andern 19 ziemlich tiefgreifend und ziemlich weit klaffende Querrisse mit theilweise metallisch glänzenden, theilweise oxydirten Flächen. Der Bruch des Stabes erfolgte selbstredend längs vorangehend entstandenen Querrissen. Unter der Walzhaut der einen Breitseite war auf etwa 1,5 mm die Structur linear (parallel dieser Breitseite), schwach metallisch glänzend, stellenweise oxydirt; das übrige Gefüge war krist.-körnig, hellglänzend, in der Stabmitte sehnig. Die Analyse dieses Eisens ergab:

C = 0,037%; P = 0,070%; Mn = 0,367%; S = 0,022%; O = 0,088%.

(Schluss folgt.)

## Ueber die heutigen Anforderungen und Methoden bei Ausführung von Wasserbauten.

Vortrag gehalten an der XXXIV. Generalversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins am 22. Mai in Aarau, von Herrn Ingenieur Conradin Zschokke.

### I.

Die Schweiz liegt weder am Meere, noch an grossen schiffbaren Strömen, dagegen bilden ihre Berge mit ihren Schneemassen und Gletschern das grosse Speisebecken für die Flüsse und Ströme der uns umgebenden Länder, von dem aus zahllose kleinere und grössere Wasseradern in raschem Laufe an uns vorbeiströmen, indem sie uns meist blos Sorgen und Kosten zur Verhütung eines unschädlichen Durchflusses verursachen, ohne dass wir alle die Vortheile aus ihnen ziehen können, welche sie den flacheren Ländern am Fusse unserer Berge zutragen.

Während jene die in der Ebene langsamer fliessenden Gewässer, oft ohne weitere Zuthat, als Wasserstrassen verwenden können, bleibt uns blos übrig, die lebendige Kraft unserer Flüsse zur Industrie zu verwerthen und gelegentlich Bewässerungsanlagen zu erstellen, wogegen ihre Verwerthung zur Schifffahrt nur auf einigen Seen mög-