

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 3/4 (1884)
Heft: 12

Artikel: Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Flusstahlschienen
Autor: Tetmajer, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-11993>

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: 18.02.2026

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

INHALT: Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Flusstahlschienen. Von Professor L. Tetmajer in Zürich. (Mit einer Tafel.) — Das Bauwesen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. (Fortsetzung.) — Patentliste. — Miscellanea: Internationale Erfindungs-Ausstellung in London 1885. Electricischer Leuchthurm in Rio de Janeiro. Kirchenrestaurationen und -Bauten. Ein sechszigjähriges Eisenbahn-

Jubiläum. Eisenbahn-Eröffnungen. Kabelbahnen. Technische Hochschule zu Darmstadt. Congress italienischer Architekten und Ingenieure. — Concurrency: Cantonalbank in St. Gallen. Reichsgerichtsgebäude in Leipzig.

Hiezu eine Tafel: Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Flusstahlschienen. Von Prof. L. Tetmajer in Zürich. Silicium- und Manganstahlblock-Brüche.

Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Flusstahlschienen.

Von Professor L. Tetmajer in Zürich.
(Mit einer Tafel.)

Neben vielen anderen, interessanten Tractanden der Generalversammlung des schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins vom Jahre 1883 war bekanntlich auch die Frage der einheitlichen Nomenclatur, Classification und Qualitätsbestimmung von Eisen und Stahl auf der Tagesordnung. Der Verfasser hatte den Auftrag, zu dieser Nummer der Tagesordnung einen, die Methode der Qualitätsbestimmung sowie die Vorschriften und Qualitätsansätze begründenden Bericht zu liefern, welchen der Verein unter dem Titel:

„Einheitliche Nomenclatur und Classification von Bau- und Constructionsmaterialien“, I. Theil, „Eisen und Stahl“ für seine Mitglieder in Druck legte.

Von vorneherein waren wir uns klar bewusst, dass das ansehnliche Material, welches im Laufe der Zeit in der eidg. Festigkeitsanstalt aufgespeichert wurde, zur Abfassung selbst vorläufiger Vorschriften und Qualitätsansätze kaum genüge. Auch schien es im Interesse der Klarstellung aller einschlägigen Verhältnisse unerlässlich, die Wünsche und berechtigten Forderungen der Producenten einzuholen und gebührend zu berücksichtigen.

Soweit als möglich haben wir die Erfahrungen und Resultate der Prüfungsstationen der Nachbarstaaten, die Arbeiten des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, insbesondere die Arbeiten Bauschinger's, Ackermann's, Styffe's, die Publicationen Sandberg's, des Vereins deutscher Eisenhüttenleute etc. benützt. Mit einer Reihe vorläufiger Abzüge unseres Elaborats sind wir an uns befreundete Hüttenwerke gelangt und haben diese eingeladen, im Rahmen des vorliegenden Entwurfs allfällige Wünsche geltend zu machen. In der That haben auch einige Werke unserer Einladung Folge geleistet und es konnte der angemessen bereinigte Entwurf der Generalversammlung des schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins vorgelegt werden.

Nach einem Referate des Herrn Oberingenieur Maey genehmigte die Generalversammlung sowol die Classification als die Methode der Qualitätsbestimmung und beschloss, die speciellen Vorschriften und Qualitätsansätze behufs weiterer Behandlung derzeit noch offen zu lassen. Auf Antrag des Herrn Oberingenieur J. Meyer ward ferner das Centralcomité unseres Vereins eingeladen, die speciell auf Eisenbahnmaterialien bezüglichen Vorschriften dem competenten Forum, der Conferenz schweiz. Eisenbahntechniker zur Berathung und Begutachtung vorzulegen. Dies ist auch unmittelbar nach der Generalconferenz geschehen und wie zu erwarten war, ertete die Anregung zur Revision der gegenwärtigen Submissionsbedingungen lebhaften Beifall. Man fühlte sehr wohl, dass der augenblickliche Zustand der Sache für die Dauer nicht haltbar ist und dass der gegebene Impuls zur Abklärung dunkler Punkte in der Beurtheilung der Eisenbahnmaterialien sowol vom Standpunkte der Betriebssicherheit, als auch der Oeconomie der Bahnanlage nur nutzbringend wirken könne.

Die Conferenz der schweiz. Eisenbahntechniker überwies die ganze Angelegenheit der Section „Oberbau“, beschloss der Sache die nöthige Aufmerksamkeit zu schenken und veranlasste, dass einerseits die auf schweiz. Eisenbahnen mit Stahlschienen bisher gemachten Erfahrungen centralisirt werden, anderseits Schienen mit gutem, beziehungsweise schlechtem Verhalten (Brüchigkeit, Neigung zum Spalten, Abplatten etc.) im Betriebe neben mechanischen auch chemisch analytischen Untersuchungen unterworfen wurden.

Diesem energischen, sachgemässen Eingreifen der Conferenz schweiz. Eisenbahn-Techniker, der verdienstvollen Betheiligung an der Klarstellung der schwebenden Verhältnisse seitens der schweiz. Nordostbahn, der Jura-Bern-Luzern-Bahn, der Gotthard- und Centralbahn ist es zu verdanken, wenn es gelingt, die Frage der Qualitätsbestimmung von Flusstahl-Schienen in gesündere Bahnen zu lenken. Nicht minder sind wir den Vorstehern und Betriebschefs jener Werke zu Dank verpflichtet, durch deren Entgegenkommen es allein möglich wurde, in die neuern metallurgischen Processe soweit Einblick zu gewinnen, als zur Behandlung der schwebenden Angelegenheit absolut nöthig schien.

Viele, ja die meisten der in folgenden Erörterungen mitgetheilten Wahrnehmungen sind dem Hüttenmanne längst bekannte Thatsachen. Ihr Zusammenhang mit den unter extremen climatischen Verhältnissen gemachten Erfahrungen, ihr Zusammenhang mit den Ergebnissen der Zerreissungsversuche dürfte indessen auch dem Hüttenmanne einiges Interesse bieten und so hoffen wir, es werde das Unbehagen, welches unsere Darlegungen möglicher Weise in gewissen Kreisen erzeugen dürften, durch die Vortheile der Instruction derjenigen Techniker, welche über Wohl und Wehe der Bedingnisse entscheiden, einigermaßen aufgehoben. Auch können wir nicht umhin zu bemerken, dass gewisse Manipulationen einzelner deutscher Stahlwerke, die wohl die Zerreissungsprobe, nicht aber auch die Qualität des fertigen Fabricats unbedingt vortheilhaft beeinflussen und die angeblich dem Drucke übermässiger Qualitätsvorschriften (Zerreissproben) ihr Dasein verdanken, keineswegs zur Förderung des Vertrauens beitragen, dessen die auf so gewaltiger Stufe der Entwicklung stehende Stahlindustrie Deutschlands immerhin bedarf. In unsern Händen befindliche Kundgebungen aus Staaten, welche als natürliche Absatzgebiete der deutschen Stahlindustrie gelten, welche somit von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind, bestätigen dies und erklären gleichzeitig die Thatsache, dass man neuerdings und zwar ohne Rücksicht auf die Preisfrage auf bewährte Stahlwerke Englands zurückgekommen ist.

Dass selbst gute, ja vorzügliche Flusstahl-Schienen ausnahmsweise, meist in den ersten Betriebsjahren brechen, ist allgemein bekannt. Diese Schienen brechen jedoch aus, d. h. die Häufigkeit der Brüche nimmt in späteren Perioden der Dienstleistungen ab, so dass Schienenbrüche schliesslich seltene Vorkommnisse bilden. Eine andere Sorte von Schienen, mit oft bedenklicher Tendenz zum Spalten, bricht und spaltet von Jahr zu Jahr. Von der Häufigkeit dieser Brüche und Spaltungen scheint derzeit so viel sicher zu sein, dass sie im Allgemeinen im Winter grösser ist als im Sommer, und auf Strecken, die fleissig gesandet werden müssen, häufiger als auf ebener Bahn.

Flusstahl-Schienen mit brüchigem Character werden auf den schweiz. Eisenbahnnetzen seit 1874 beobachtet; sie haben die Aufmerksamkeit des technischen Betriebspersonals auch in Nachbarstaaten, neuerdings wieder in Finnland, auf sich gezogen. Auf die Erfahrungen und die mit so grosser Sorgfalt und seltener Fachkenntniss in Finnland ausgeführten Untersuchungen werden wir in Folgendem schon deshalb näher eintreten, weil sie, die hiesigen Beobachtungen vollinhaltlich bestätigend, für unsere Darlegungen von besonderer Wichtigkeit sind.

Auf Anregung der schweiz. Eisenbahntechniker-Conferenz sind nun im Laufe dieses Jahres in einer grösseren Versuchsserie theils gut bewährte, theils im Betriebe gebrochene oder gespaltene Schienen der schweiz. Eisenbahnen zu Zerreissungsversuchen in die eidg. Festigkeitsanstalt abgeliefert worden. Die Resultate der Proben waren höchst bemerkenswerth und sehr wohl dazu angethan, im Kreise

unserer Eisenbahntechniker allerlei Bedenken zu erwecken, die Zerreißungsprobe zu verurtheilen und den Stab über Wöhler's und unsere Methode der Qualitätsbestimmung zu brechen. Bei fraglichen Versuchen wurde die übrigens schon mehrfach beobachtete Thatsache constatirt, dass anerkannt brüchige Schienen meist tadellose Zerreißungsproben geben, während umgekehrt Schienen mit gutem Verhalten im Geleise oft ganz schlechte Resultate liefern. Die an im Betriebe gebrochenen, oder am Material brüchiger Schienen ausgeführten Versuche sind durchwegs sehr günstig ausgefallen. Die Festigkeitszahlen liegen in der Nähe von 6,0 t. pro cm^2 , die Wöhler'sche Summe meist über 95, der Arbeitscoefficient c in der Nähe von 1,00 t. cm. Dabei sind die Bruchflächen fehlerfrei, fast homogen, grau matt, sammetartig, oft gerändert.

Dass im Betriebe gut bewährte Flusstahlschienen auch bei der Zerreißungsprobe gewöhnlich gute Resultate ergaben ist selbstverständlich. Besondere Aufmerksamkeit verdient daher lediglich die Thatsache, dass solche Schienen bei der Zerreißungsprobe auch zweifelhafte oder ganz schlechte Ergebnisse liefern können, weil darin eine Quelle von Trugschlüssen liegt, die unberechtigter Weise den Producenten schädigen kann. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass gut bewährte Schienen, Schienen von angemessener Festigkeit nicht selten weder die erwartete Contraction noch die erhoffte Dehnung ergeben. Die Bruchflächen zeigen mitunter Blasen; oft waren diese mit freiem Auge kaum wahrnehmbar. In einzelnen Fällen erschien die Bruchfläche scheinbar homogen, mittelkörnig, oft strahlig nach einem Punkte in Nähe der Stabperipherie; stets sah die Bruchfläche hell, weisslich-glänzend aus.

Diese Widersprüche der Zerreißungsproben aufzuklären bildete den Gegenstand unserer nächsten Bestrebungen. Von vorneherein musste daran festgehalten werden, dass ein Material, welches lebendigen, dynamischen Kräften, den so ungünstig wiederholten Anstrengungen tatsächlich Widerstand leistet, auch bei der Zerreißungsprobe ein entsprechendes Maass von Arbeitsvermögen ausweisen müsse und dass die constatirten Widersprüche in Structurverhältnissen des Materials zu suchen seien, die weder die Zerreißprobe noch die chemische Analyse aufzuschliessen vermag. Es blieb somit nichts anderes übrig, als die Fabrication, namentlich die Einflüsse fremder Beimengungen auf die Structurverhältnisse der Stahlblöcke und die Walzarbeit näher zu verfolgen.

Den ersten Anhaltspunkt zu den weitem Studien bot das Ergebniss der parallel mit den Festigkeitsproben durch Herrn Dr. Treadwell im eidg. Polytechnikum ausgeführten Stahlanalysen, die wir nebenstehend im Auszuge folgen lassen.

Aus nebenstehender Zusammenstellung erhellt, dass Schienen mit gutem oder doch befriedigendem Verhalten im Betriebe, mit oft widersprechendem Verhalten bei Zerreißungsproben aus relativ reinem Manganstahl erzeugt sind. Der Siliciumgehalt steigt ausnahmsweise auf 0,2 %, bleibt jedoch in der Regel unter 0,1 %. Der Phosphor- und Schwefelgehalt liegen gebührend unter 0,1 %. Im Gegensatz hiezu stehen die brüchigen, zum Spalten geneigten Flusstahlschienen; sie zeigen bei wechselndem Mangan und meist niedrigem Kohlenstoffgehalt durchwegs grössere Mengen Silicium, wobei der Phosphor nicht selten über 0,1 % steigt. Hier haben wir es offenbar mit dem s. g. Siliciumstahl zu thun.

Die Manganstahl-Schienen 1 bis 6 unserer Zusammenstellung rühren aus deutschen Stahlwerken her; Sorte 1 und 2 liegt seit 1874, 3 und 4 sowie 5 und 6 seit 1882 auf einer Gebirgsbahn mit sehr lebhaftem Verkehr. Bei Auswahl der Prüfungsobjecte waren die Bahningenieure beauftragt, Schienen, die besonders gut erhalten und solche, die besonders abgenützt erschienen, dem Geleise zu entnehmen und es sind die ersten mit ungeraden, die letztern mit geraden Nummern bezeichnet worden.

Völlig übereinstimmende Erfahrungen liegen aus Finnland vor. Anlässlich einer im Jahre 1879 und 1880 erfolgten Uebnahme von Flusstahlschienen der finnländischen Staats-

Nr.	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	Zugfestigkeit in pro cm^2	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts- Coefficient	Bemerkungen
1	0,456	0,449	0,097	0,105	0,056	6,62	7,9	9,0	74,1	0,59	gutes Verhalten.
2	0,414	0,463	0,041	0,099	0,076	6,08	30,5	19,1	91,3	1,16	befrd. Verhalten. *)
3	0,210	0,368	0,032	0,038	0,066	4,46	50,5	24,5	95,1	1,09	gutes Verhalten.
4	0,241	0,465	0,061	0,083	0,089	5,02	43,3	23,2	93,5	1,16	befrd. Verhalten. *)
5	0,271	0,372	0,036	0,059	0,069	5,85	39,3	21,5	98,0	1,26	gutes Verhalten.
6	0,285	0,322	0,184	0,077	0,053	5,76	40,3	21,8	97,9	1,25	befrd. Verhalten. *)
7	0,336	0,615	0,078	0,063	0,052	5,47	43,3	20,5	98,0	1,12	gutes Verhalten.
8	0,112	0,439	0,010	0,160	0,063	6,36	6,5	7,9	70,1	0,50	gleiche Schiene.
9	0,474	0,589	0,033	0,099	0,079	5,00	35,6	22,5	85,6	1,12	gleiche Schiene.
10	—	—	—	—	—	6,01	4,2	3,3	64,3	0,20	gutes Verhalten.
11	0,267	0,501	0,134	0,105	0,045	6,13	4,3	7,1	65,6	0,43	gleiche Schiene.
12	0,284	0,587	0,339	0,013	0,075	5,79	7,7	9,7	65,6	0,56	gleiche Lieferung
13	0,314	0,557	0,033	0,093	0,131	5,91	19,8	18,7	78,9	1,10	gleiche Schiene.
14	0,210	0,675	0,612	0,098	0,082	5,74	40,7	24,0	98,1	1,38	gleiche Schiene.
15	0,113	0,869	0,754	0,162	0,102	5,80	42,0	22,7	100,0	1,32	gleiche Schiene.
16	0,190	0,583	0,234	0,085	0,077	5,52	44,5	22,9	99,7	1,26	wenig Brüche,
17	0,184	0,902	0,973	0,096	0,070	5,56	46,0	23,7	101,6	1,32	häufig gespalten.
18	0,231	0,852	0,533	0,091	0,053	5,84	35,9	21,1	94,3	1,23	gleiche Schiene.
19	0,244	0,554	0,268	0,089	0,052	5,90	32,4	17,7	91,4	1,04	abgelaufen.
20	0,398	0,786	0,393	0,168	0,028	5,91	49,2	24,0	108,3	1,42	gleiche Schiene.
21	0,169	0,359	0,693	0,081	0,088	6,09	46,8	21,0	107,7	1,28	Querbruch.
22	0,123	0,464	0,619	0,088	0,145	6,86	42,3	19,1	110,9	1,31	gleiche Schiene.
						6,73	46,4	18,2	113,7	1,22	Querbruch.
						5,76	45,2	23,6	102,8	1,36	gleiche Schiene.
						6,00	41,3	23,8	101,3	1,43	Querbruch.
						7,07	25,9	16,9	96,6	1,19	gleiche Schiene.
						7,22	32,4	18,8	104,6	1,36	Querbruch.
						6,10	7,5	6,0	68,5	0,37	gutes Verhalten.
						6,32	21,6	16,0	84,8	0,01	gleiche Schiene.
						8,04	27,1	16,7	107,5	1,34	Querbruch.
						7,65	—	—	—	—	gleiche Schiene.
						7,80	36,6	17,7	114,6	1,38	sehr brüchig.
						7,07	18,3	15,2	89,0	1,07	Querbruch.
						7,19	36,6	18,5	108,5	1,33	gleiche Schiene.
						6,33	39,2	19,3	102,5	1,22	abgelaufen.
						6,30	31,2	16,9	94,2	1,06	gleiche Schiene.

bahn, war der Verfasser beauftragt, die Zerreißungsproben auszuführen. Das Material, theils Hämatit-, theils Thomas-Gilchrist-Stahl ist, wie ein Blick auf die folgende Zusammenstellung lehrt, ein hochgekokelter Manganstahl von

Nr.	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	Zugfestigkeit in pro cm^2	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts- Coefficient	Bemerkungen
1	0,270	0,730	0,050	0,050	0,210	6,49	42,9	21,8	107,8	1,42	Thomas-Stahl.
2	0,400	0,750	0,040	0,090	0,220	6,01	32,0	20,1	92,1	1,21	"
3	0,240	0,730	0,060	0,040	0,110	5,26	45,3	25,5	97,9	1,34	"
4	0,330	0,800	0,020	0,060	0,130	6,52	43,2	20,4	108,4	1,33	"
5	0,410	1,400	0,050	0,040	0,100	6,19	35,0	20,7	96,9	1,28	Hämatit-Stahl.
6	0,400	1,010	0,050	0,040	0,110	6,45	43,2	19,8	107,7	1,28	"
7	0,420	0,980	0,050	0,030	0,080	6,45	42,4	20,2	106,9	1,30	"
8	0,370	1,010	0,080	0,050	0,080	6,42	44,0	19,4	108,2	1,25	"

ausgezeichneter Qualität. Die nach unseren Begriffen sehr strengen, im Werke ausgeführten Schlagproben bestätigen die Qualitätsergebnisse unserer Versuche insofern, als unter dem Schlagwerke trotz Wendung der Schienen, Brüche nicht erzielt wurden.

Die ganze Lieferung im Betrag von 38 000 Stück ist verlegt und seit ca. 3 1/2 Jahren im Dienstzustande. Ungeachtet der nordischen Kälte ist bis zur Stunde eine einzige dieser Schienen gebrochen und konnte ein eigent-

*) Befriedigendes Verhalten bezieht sich auf Schienenbrüche; bei den geraden Nummern liegen keine Brüche vor.

Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Flusstahlschienen.

Von Prof. L. TETMAJER in Zürich.

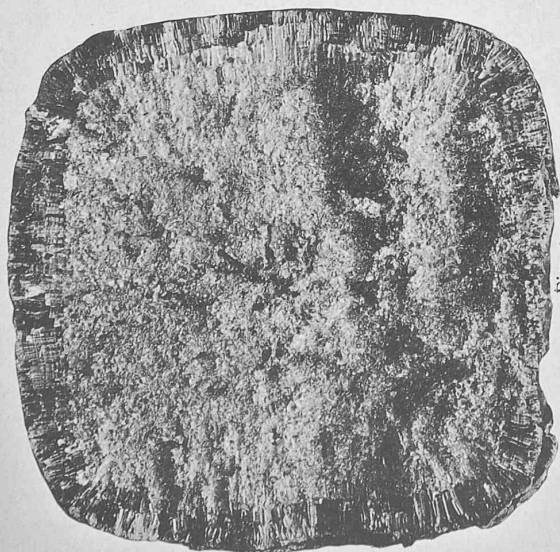


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Silicium und Manganstahlblock-Brüche.

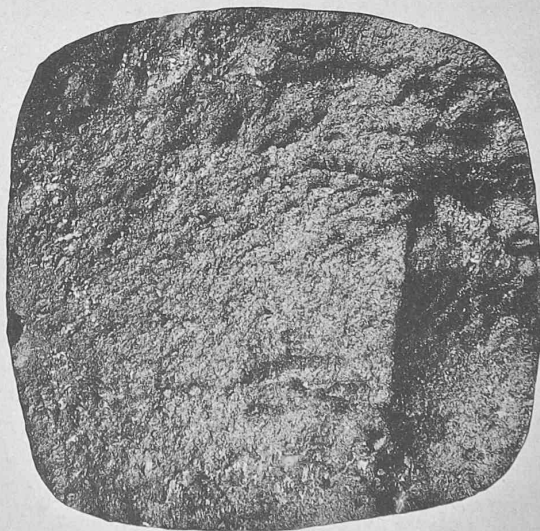


Fig. 4.

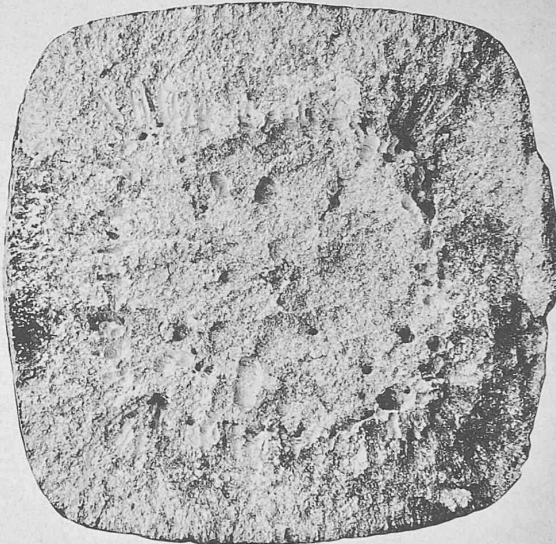


Fig. 5.



Fig. 6.

Maßstab ca. $\frac{1}{6}$ natürlicher Grösse.

Seite / page

76(3)

leer / vide /
blank

licher Verschleiss durch Abnützung, offenbar in Folge des relativ geringen Verkehrs, derzeit noch nicht constatirt werden.

Wie ausserordentlich zähe und fest der reine Manganstahl ist, beweisen die Proben, die anlässlich einer Uebernahme von 8200 t leichter d. h. 22,4 km schwerer Schienen der finnländischen Staatsbahn, kürzlich ausgeführt wurden. Herr Ing. Frosterus schreibt uns hierüber:

„Die vorgeschriebene Schlagprobe war ein Schlag von 1 t aus 3 m Höhe bei 1 m freier Auflagerweite. Ich begnügte mich niemals mit einem Schlage, sondern kehrte die Schiene immer um und gab einen zweiten Schlag auf den dünnen Fuss, wiederholte die Procedur sogar mehrmals. Ich führte im Ganzen 456 solcher Proben aus, d. h. 1 % der Lieferung. Dabei brach keine einzige dieser Schienen.“ Die gleichzeitig vorgenommenen chemischen Analysen und Zerreissungsproben ergaben dabei folgende Resultate (Auszug):

Nr.	Zusammensetzung und Eigenschaften												
	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Schwefel	Zugfestigkeit in <i>in</i> pro <i>cm</i> ²	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 <i>cm</i>	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts- Coefficient	Anzahl der Schläge Durchbiegung b. 1. Schlag <i>cm</i>	Bemerkungen	
1	0,390	0,800	0,028	0,035	0,060	7,30	42,2	20,0	115,2	1,46	2	13,2	Kein Bruch.
2	0,300	0,910	0,040	0,060	0,080	6,06	40,2	23,0	100,8	1,39	4	11,1	"
3	0,320	0,850	0,050	0,050	0,060	5,81	44,2	23,0	102,3	1,34	2	13,5	"
4	0,340	0,890	0,060	0,050	0,070	5,47	44,2	23,0	98,9	1,26	2	15,0	"
5	0,300	—	0,020	0,050	0,070	6,04	46,2	25,0	106,6	1,51	4	11,6	"
6	0,300	0,760	0,030	0,050	0,070	6,74	50,0	25,0	117,4	1,72	3	9,1	"
7	0,320	0,760	0,050	0,050	0,070	6,00	46,2	25,0	106,2	1,50	2	14,2	"
8	—	—	—	—	—	6,04	46,2	24,5	106,6	1,23	4	9,5	"

Diese aussergewöhnlich hohen Qualitätszahlen sind erklärlich, wenn man vernimmt, dass aus jedem Gussblocke 8 Stück 8 m Schienen gewalzt wurden!

Auch hinsichtlich des Verhaltens der Siliciumstahlschienen liegen aus Finnland unseren Erfahrungen analoge Beobachtungen vor. Stahlschienen mit einem Gehalt an: Kohlenstoff von 0,106 bis 0,144 %; Mangan von 0,592 bis 0,828 %, Silicium von 0,423 bis 0,435 % haben keine günstigen Resultate ergeben. „Wir haben, schreibt unser Gewährsmann, eine nicht unbedeutende Menge von Brüchen, wobei die Schienen geneigt sind zum Spalten.“

Auf einer andern finnländischen Bahn sind vom 18. Januar bis 18. Juni d. J. bei sehr mildem Winter 56 Schienenbrüche vorgekommen. Herr Ingenieur Frosterus hatte 16 Stück dieser Schienen näher geprüft und findet neben sehr bedenklichem Verhalten unter dem Schlagwerke die folgenden, ebenfalls im Auszuge hier mitgetheilten Resultate:

Nr.	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Phosphor	Cuprum	Zugfestigkeit in mm^2 pro cm^2	Contraction in %	Dehnung in % pro 20 cm	Wöhler's Summe	Tetmajer's Qualitäts- Coefficient	Bemerkungen
1	0,380	0,100	0,390	0,100	—	6,47	43,8	20,5	108,5	1,32	Bruch beim 2. Schlag.
2	—	—	0,230	0,118	—	6,16	40,0	20,5	101,6	1,26	„ „ 1. „
3	—	0,100	0,235	0,083	—	6,16	47,5	21,0	109,1	1,29	„ „ 1. „ in 3 St.
4	0,360	—	0,290	0,139	—	6,16	47,5	21,5	109,1	1,32	„ „ 1. „ „
5	0,340	0,150	0,475	0,138	—	7,13	28,0	18,0	99,3	1,28	„ „ 2. „
6	—	0,250	0,290	0,143	0,250	6,80	40,0	18,5	108,0	1,26	„ „ 2. „
7	—	0,200	0,365	0,143	0,20	7,46	40,0	20,0	114,6	1,49	„ b. 1. Schl. in mehrere St.
8	—	0,150	0,480	0,140	0,20	6,47	36,0	20,0	100,7	1,29	„ „ 3 Stücke.

Abstrahirt man vom Einflusse des Phosphors auf die Brüchigkeit des Materials, so lassen sich im übrigen all' die interessanten Erscheinungen und Widersprüche aus den Strukturverhältnissen, welche die Gussblöcke, sei es durch fremde Beimengungen, sei es durch Temperaturverhältnisse des Metallbades beim Abguss oder während der weiteren Verarbeitung annehmen können, in natürlichster Weise erklären.

Bekanntlich ist das weichste und reinste Flusseisen das relativ blasenreichste; das kohlenstoffarme, reine Metall verhält sich unruhig beim Abguss und liefert in Folge seines Gehaltes an Gasen und Oxyden stark poröse, oft löchrige Gussblöcke. Zur Entfernung der Gase und Re-

duction der Oxyde stehen dem Hüttenmanne mechanische und chemische Hilfsmittel zur Verfügung. Zu letztern, die wohl die gebräuchlichsten sind, gehören der Kohlenstoff, das Mangan und das Silicium. Jedes dieser Mittel vermag in der That das von Haus aus blasige Flussmetall zu dichten. Hält man fest, dass der reinste gleichzeitig der beste und zuverlässigste Constructionsstahl ist, so folgt naturgemäss, dass bei Verhüttung entsprechend reiner Rohmaterialien es als Ideal der Bessemerei bleiben wird, die Charge abzubringen, sobald der gewünschte Kohlungsgrad erreicht ist, dem Metallbade bloss jene Minima an fremden Stoffen beizugeben, die zur weiteren Verarbeitung nöthig sind und die allfällig noch vorhandenen Blasen durch ein möglichst kräftiges Durcharbeiten des Materials unschädlich zu machen. Aus practischen Gründen pflegt man jedoch bis zur Grenze der Entkohlung, bei basischer Zustellung behufs Entphosphorung des Metalles noch weiter zu blasen, das Metallbad durch Zuschläge auf den gewünschten Grad zurückzukohlen und gleichzeitig zu dichten. Dabei kann als feststehend angenommen werden, dass im Allgemeinen das Mangan als solches oder in Verbindung mit dem Kohlenstoffe der Zuschläge (Spiegeleisen, Ferromangan) die Blasen des erstarrten Ingots nach Innen treibt, das Metall also von Aussen nach Innen dichtet, während das Silicium geradezu entgegengesetzt wirkt. Nach Beobachtungen des Herrn Ing. Sattmann (Eisen und Stahl 1884, Nr. 5, S. 266) scheint auch die Temperatur des Stahlbades beim Abguss ähnlich zu wirken. Während beim heiss gegossenen Stahl die Bläschen sich in Nähe der Ingotoberfläche gruppieren, gibt der richtig temperirte Stahl Blöcke mit dichtem Kern und einem 3 und mehr cm dichten äusseren Ring.

Beiliegende Tafel soll im Bilde die beschriebenen Structurverhältnisse der chemisch gedichteten Gussstahlblöcke veranschaulichen. Fig. 1 stellt die Bruchfläche eines Gussblockes dar, dessen äusserer Blasenkranz in Folge geringen Siliciumzusatzes eine wespennestartige Structur angenommen hat ohne im übrigen die Structurverhältnisse des Gussblockes ohne Zusatz der nämlichen Charge wesentlich zu verändern. Der Gussblock zeigt zahlreiche, über die ganze Querschnittfläche zerstreut situierte Blasen, in der Mitte einen ausgesprochenen Lunker.

Der Kohlenstoff des Blockes beträgt ca. 0,14 %; der aus dem Zusatz berechnete Siliciumgehalt 0,057 %.

Fig. 3 stellt die Bruchfläche eines Ingots mit ca. 0,32 % Kohlenstoff (Schienenstahl) und 0,2 % berechneten Siliciumgehalt dar. Man sieht, der Gussblock ist fast dicht; die Blasenzone, reducirt auf zahlreiche kleine Poren, umrahmt den Ingot und sitzt hart am Umfang der Bruchfläche. Zwischen der Chargenzusammensetzung der Gussblöcke Fig. 1 und 3 liegt jene des in Fig. 2 abgebildeten Gussblockes. Der Kern desselben ist vollkommen dicht und es erscheint dieser dichte Kern umgeben von bienenzellenartig langgestreckten Blasenräumen, von welchen nur einzelne an die Oberfläche des Ingots reichen. Fig. 4 gibt die Bruchfläche eines mit Silicium vollkommen gedichteten Ingots. Der berechnete Silicium- und Mangangehalt beträgt 0,7 % respective 0,76 %. Eine Analyse des Materials ergab:

$C = 0,34 \%$; $Si = 0,432 \%$; $Mn = 0,688 \%$. Die Differenz an Si und Mn wurde offenbar zur Reduction der Oxyde verbraucht und ging in Schlacke.

In Fig. 5 und 6 stellen wir Brüche von Manganstahlblöcken dar. In beiden Fällen sieht man den Blasenkranz parallel den Coquillenwandflächen nach Innen gerückt. Der Kern ist nicht vollkommen dicht, während der 6—7 cm starke Ring vollkommen blasenfrei erscheint. Der aus dem Zuschlag berechnete Gehalt

an Si und Mn beträgt:
bei Fig. 5: 0,035 %, 0,870 %.
„ „ 6: 0,040 „ 0,710 „

Ein durch Mn vollkommen gedichteter Stahlblock war in Photographie nicht erhältlich. Die demselben entnommenen Späne ergaben einen

Si -, Mn -Gehalt von
0,016 %, 0,827 %.

Aus Vorstehendem erhellt, dass sowohl durch Si- als Mn-Zusätze dichte Stahlblöcke erzielt werden können. Da jedoch sowohl die Menge der Oxyde als auch die Reaction der Zuschläge keineswegs bei jeder Charge die nämliche ist und man ohne die Ingots zu kratzen und zu brechen mit Sicherheit nicht erkennen kann, ob man es mit einer partiellen oder vollkommenen Silicium- oder Manganwirkung zu thun hat, so bleibt die Gefahr, blasigen Stahl in die Schiene zu bekommen, in keinem Falle gänzlich ausgeschlossen. Während aber Silicium-Zuschläge die Blasen an die Umfassungsflächen der Stahlblöcke treiben, daher unganze Laufflächen und was hinsichtlich der Bruchgefahr der Schiene noch belangreicher ist, in den meist beanspruchten Fasern einen unganzen Fuss geben können, tritt die Blasenzone beim Manganstahl nach der Ingotsmitte und kann dort wohl noch auf das Resultat der Zerreiissungsprobe, niemals aber auf den Werth und die Haltbarkeit des fertigen Productes Einfluss üben. Bringt man schliesslich das Mass der Durcharbeitung des Stahlblocks zur Schiene und die Lage der gestreckten Silicium-Blasen in Anschlag, und berücksichtigt, dass derzeit die Probestäbe zu Zerreiissungsversuchen aus der Mitte der Kopf- fläche herausgearbeitet werden, so muss jedermann einleuchten, weshalb brüchige, oder im Betriebe gebrochene Schienen in der Regel brillante Zerreiissungsproben liefern!

Es würde zu weit führen auch auf das Verhalten des Mangan- und Siliciumstahls im Feuer und unter der Walze hier näher einzutreten. Unerwähnt darf jedoch nicht bleiben, dass der Siliciumstahl die hohe Temperatur des Manganstahls nicht verträgt, somit alle Nachtheile in sich birgt, die der relativ kalten Walzerei eigenthümlich sind. Der Siliciumstahl bedingt grosse Gewandtheit und Aufmerksamkeit der Feuerhaltung im Rollofen wie im Schweissofen. Warme Siliciumstahlblöcke werden schon beim Vorblocken gerne kanten- und flächenrissig und es können die feinen, verwalzten, an der Schienenoberfläche kaum wahrnehmbaren Haarrisse mit zur Brüchigkeit der Silicium-Schiene beitragen.

All' dies sind bekannte, dem Hüttenmanne geläufige Thatsachen. Sie sprechen offenkundig gegen jedes einseitige Decretiren von Lieferungsbedingungen und warnen vor übertriebener Steigerung der Qualitätsvorschriften (nicht zu verwechseln mit den Qualitätsvorschriften für fertige Waare), die den Fabricanten zwingen, zum Nachtheile der öffentlichen Sicherheit, zu künstlichen Hilfsmitteln Zuflucht zu nehmen, um seine Erzeugnisse der Gefahr der Zurückweisung zu entreissen. Wir haben alle Ursache, den Versicherungen einzelner, objectiv denkender Hüttenmänner Glauben zu schenken, dass die Werke oft gegen ihr eigenstes Interesse, je nach dem Standpunkte der Bahnverwaltung und des Uebernahmebeamten bald auf gute Schienen, bald lediglich auf gute Zerreiissungsproben zu arbeiten bemüssigt sind.

Aus vorstehender Darlegung erhellt zur Genüge, dass die anlässlich der Discussion der Resultate unserer Festigkeitsproben, der Methode und den Qualitätsansätzen gemachten Vorwürfe vollständig unbegründet sind. Im Gegentheil müsste jede Methode der Qualitätsbestimmung als herzlich schlecht bezeichnet werden, die Verhältnisse, wie die vorliegenden, nicht mit der nöthigen Zuverlässigkeit zur Geltung brächte. Nicht die Methode, wohl aber die Art ihrer Benutzung und die Urtheilsfällung sind falsch. Man hüte sich vor jedem einseitigen Vorgehen und prüfe die Schiene, der oft hunderte von Menschenleben anvertraut sind, so einlässlich und weitgehend als überhaupt möglich. Die Zerreiissungsprobe bleibt zur Feststellung der Materialqualität unerlässlich; weil sie jedoch das fertige Product nicht mit der nöthigen Sicherheit zu kennzeichnen vermag, wird der wohl organisirten Schlagprobe im Sinne unseres Gutachtens an die Generalversammlung des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins vom Jahre 1883 bis auf Weiteres eine massgebende Bedeutung beizumessen sein. Es ist selbstverständlich, dass Schienen einer Charge, die in jeder Hinsicht tadelloses Verhalten zeigen, unbeanstandet zu übernehmen sind. Die Uebernahme hätte aber auch dann Platz zu greifen, wenn die Schienen, wie dies bei Manganstahl vorkommen kann, neben wechselnd guten Zerreiissproben,

durchwegs günstige Schlagproben ergeben. Die Zerreiissprobe allein kann derzeit kein sicheres Kriterium für den Werth der Schiene beanspruchen. Vollends werthlos, den Producenten unberechtigter Weise schädigend, ist die neuerdings aufgetauchte Mikrobensucherei in den Bruchstücken von Zerreiissungsproben. An Stelle dieses zweifelhaften Verfahrens zur Aufklärung der Widersprüche der Zerreiissproben scheint es viel rathsamer, sachlich ungleich correcter die Schiene selbst hinsichtlich ihres Verhaltens gegen lebendige Kräfte, insbesondere Schlag- und Stosswirkungen gründlich zu untersuchen.

Auch die Art der Entnahme von Probestäben zu Zerreiissungsversuchen, die bekanntlich ganz willkürlich aus der Mitte des Schienenkopfes erfolgt, bedarf im Interesse der richtigen Beurtheilung der obwaltenden Verhältnisse, einer gründlichen Reform. Durch die Zerreiissprobe sollte doch mindestens constatirt werden, ob der der Abnutzung unterworfenen Theil der Kopffläche und die meist beanspruchten Fasern des Schienenfusses gesundes Material von vorgeschriebener Qualität enthalten. Es empfiehlt sich daher, vom jetzigen Usus abzuweichen und aus jeder zur Probe bestimmten Schiene Flachstäbe mit 2,5 bis 3,5 cm² Querschnittsfläche, aus der unmittelbaren Nähe der Lauffläche und der äussersten Fasern des Fusses herauszuarbeiten und an diesem die Qualitätsprobe auszuführen. Damit umgeht man die eventuell vorhandene Zone der Manganblasen, tritt dafür in jene der gefährlichen Silicium- resp. heissen Stahl-Blasen und gewinnt den Vortheil, ein zuverlässiges Material zur Beurtheilung des Zusammenhangs zwischen der Materialqualität und den Effecten der Schlagversuche, zwischen Materialqualität und dem Verschleiss der Schiene durch Abnutzung, Quetschungen etc. etc. zu erhalten.

Bei Abfassung von Pflichtheften für Lieferung von Eisenbahnmaterialien sollte all' diesen Beobachtungen gebührend Rechnung getragen werden. Insbesondere wäre anzurathen, die schädliche Beimengung an Silicium, Phosphor und Schwefel, durch Feststellung einer zulässigen obern Grenze*) einzudämmen; die Nachweisleistung des Einhaltens dieser Grenze müssen wir aus Gründen, die jeder Schmied kennt, der Qualitätsprobe gleichwerthig bezeichnen. Hinsichtlich der Härtungs- und Dichtungsmittel, also bezüglich des für Schienen wünschbaren Procentzusatzes an Kohlenstoff und Mangan enthalten wir uns, angesichts der widersprechenden Erfahrungen, die über die Abnutzung weicher und harter Schienen vorliegen, derzeit jeder Kundgebung.

Das Bauwesen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.**)

(Fortsetzung.)

Ich komme nunmehr zu der **Hochbau-Abtheilung**, welche dem Finanzminister der Vereinigten Staaten untersteht. Dieselbe führt die Zoll- und Posthäuser, die Gerichtsgebäude und die Marine-Hospitäler aus. Auch diese Bauten lagen bis zu dem grossen Bürgerkriege dem Ingenieur-Corps ob, und es wurde erst damals, als alle Ingenieur-Officiere für den Felddienst unentbehrlich waren, ein Architect mit der Leitung betraut. Während die Bezirks-Ingenieure in allen technischen Fragen fast selbständig sind, und von der Centralstelle im Allgemeinen nur die grossen Gesichtspunkte angeben und die Kostenfragen gelöst werden (besonders schwierige technische Fragen werden durch einen an Ort und Stelle zusammentretenden, vom Kriegsminister für den besonderen Fall bestellten Ausschuss höhere Officiere erledigt), findet bei dem Hochbau die denkbar grösste Centralisirung statt. Der Chef der Abtheilung lässt in seinem Bureau in Washington alle Pläne und Anschläge bis auf die geringsten Einzelheiten ausarbeiten, hält die Verdinge ab und übergibt die Ueberwachung der Ausführung einem Privat-Architecten in der betreffenden Stadt gegen Tagegelder von 30—50 Franken. Der letztere

*) Etwa 0,1 bis 0,12 %.

**) Vortrag des Regierungs- und Baurathes Lange, s. letzte Nummer.