Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 27/28 (1896)

Heft: 24

Artikel: Metamorphosen der basischen Schienenstahlbereitung und des Prüfungsverfahrens der Stahlschienen

Autor: Tetmajer, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-82423

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: 21.01.2026

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

Witterung bis Neujahr 1895 zu verdanken, bis zu welchem Zeitpunkt die Bauarbeiten ohne Unterbruch weitergeführt werden konnten.

Im Schulgebäude sind untergebracht 24 Klassenzimmer, 1 Sammlungszimmer, 2 Lehrerzimmer, 1 Zeichensaal und 1 Singsaal, letztere im Dachstock.

Im weitern enthält das Gebäude eine Wohnung für den Abwart und Baderäume, welche leztere im nördlichen Flügel des Kellers disponiert sind.

Die Heizungsanlage (Dampfniederdruck mit Ventilation) ist von der Firma *Sulzer* in Winterthur erstellt, die in dieser Ausführung ihren bewährten Ruf neuerdings dokumentiert hat.

Die zwei Turnhallen mit den Garderoben und einigen Arbeitsschulzimmern in einem einheitlichen Gebäude untergebracht, stehen in einigem Abstande vom Schulhause im rechten Winkel zu dem letztern, so dass hierdurch ein nach Nordost gelegener, grosser Spielplatz gebildet und eingerahmt wird.

Die hauptsächlichsten Arbeiten wurden von folgenden Firmen erstellt:

Maurerarbeiten: *Baur & Cie.*, Zürich V; Zimmerarbeiten: *Locher & Cie.*, Zürich I; Steinhauerarbeiten: *Bryner & Oswald*, Zürich V, *Schenker & Ziegler*, Zürich III, und *Hess*, Zürich II; Granitlieferung: *Antonini* in Wassen, *Daldini & Rossi* in Osogna; Schlosserarbeiten: *Zwinggi* und *Zimmermann*, Zürich III; Schreinerarbeiten: *Ulrich*, Zürich I, und *Fischer & Hofmann*, Zürich V; Malerarbeiten: *Ganz* und *Liebermann*, Zürich III; Glaserarbeiten: *Hunziker & Blind*, Oberrieden, *Schmid*, Zürich I, *Denninger*, Zürich III, *Weisheit*, Zürich I, und *Kiefer*, Zürich V; Spenglerarbeiten. *Feldmann* und *Gredig*, Zürich III.

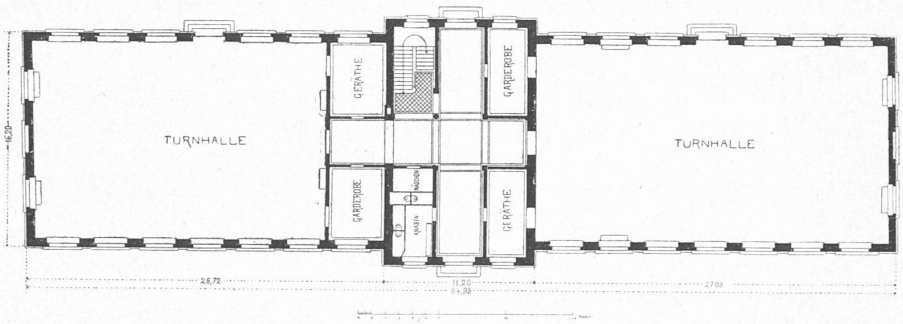
Es ist hier auch die Mitwirkung des Assistenten *Wirz* (Planbearbeitung) und des Bauführers *Suter* (Bauleitung) anerkennend zu erwähnen.

Hinsichtlich der Abortanlage ist zu bemerken, dass dieselbe als erster Versuch in Zürich nach einem neuen System der Firma *Passavant-Iselin* in Basel zur Ausführung gelangte. Es beruht dasselbe auf einer in beliebigen Zeitintervallen möglichen, automatischen Durchspülung eines unter den Sitzen sich befindenden Sammelrohres und der Schüssel resp. Fallrohre. Das System hat sich bis heute derart bewährt, dass auch für andere Schulgebäude dieselbe Einrichtung adoptiert wurde. Genaue und in jeder Richtung sorgfältige Projektierung und Ausführung der Anlage sind Haupterfordernisse, um ein in allen Teilen richtiges Funktionieren derselben zn sichern. Auch hinsichtlich der Pissoirs ist die Erstellung eines neuen Systems zu verzeichnen, indem wohl als erste Einrichtung in unserm Lande an Stelle der Wasserspülung das Oelpissoir nach Patent *Beetz* in Wien zur Anwendung gelangte.

Ingenieur *Ernst* in Zürich ist bez. Patentinhaber in der Schweiz und unter seiner speciellen Leitung ist die Einrichtung, die durchaus gut funktioniert, erstellt worden. Auf Antrag des Unterzeichneten werden nun successive alle Anlagen in den Schulgebäuden nach dem genannten System umgebaut, nachdem man auch mit den in nämlicher Art umgeänderten, öffentlichen Anstalten durchaus günstige Erfahrungen gemacht hat.

Wenn noch auf eine Eigenart in der Grundrissdisposition des Projektes aufmerksam zu machen ist, so ist es die, dass entgegen der äussern, durchaus symmetrischen Anordnung, der Grundriss eine unsymmetrische Lösung aufweist. Es ist dies die Folge des aufgestellten dringenden Wunsches, möglichst viel zweiseitig beleuchtete Zimmer zu schaffen, mit Vermeidung der Fensteranlage in der Frontseite des Zimmers, die doch in der Regel wieder mit Blendung versehen werden müsste.

Die äusserlich angebrachten Storren sind nach einem ganz eigenartigen System, welches die Schiefstellung des untern Teiles gestattet, von der Firma *Schenker* in Schönenwerd erstellt.



Erdgeschoss-Grundriss der Turnhalle im Masstab von 1 : 500.

Die Gesamtbaukosten des mit einfachen architektonischen Mitteln ausgestatteten Baues belaufen sich auf 540 000 Fr. für den Hauptbau und 155 000 Fr. für die Turnhallen, gegenüber einem Kostenvoranschlag von 590 000 Fr. bezw. 158 000 Fr. Nach dem Kubik-Inhalte berechnet, ergiebt dies für das Schulgebäude 25,15 Fr., für die Turnhallen 17,60 Fr. vom Terrain bis und mit Dachgesims gemessen.

Zürich, im Dezember 1896.

A. Geiser, Stadtbaumeister.

Metamorphosen der basischen Schienenstahlbereitung und des Prüfungsverfahrens der Stahlschienen.

Von Prof. *L. Tetmajer* in Zürich.

V. (Schluss.)

Die technischen Vorschriften für die Lieferung von Eisenbahnschienen aus Flusstahl sehen unter dem Artikel „*Material*" Bestimmungen vor, die einerseits die Interessen der öffentlichen Sicherheit, anderseits jene der Oekonomie der Anlage zu decken berufen sind. Offenbar stehen diese Bestimmungen im Widerspruch zu einander, denn während einerseits die *Härte* des Materials den Verschleiss durch Abnützung, sowie die Tendenz zu Abplattungen an den Stossstellen vermindert, wächst andererseits mit ihr die Gefahr der Querbrüchigkeit der Schienen. Hier das richtige Verhältnis zu finden, wird wohl überhaupt kaum gelingen. Fest steht es indessen, dass die gegenwärtig gültigen Vorschriften und Bestimmungen für die Materialbeschaffenheit der Stahlschienen einseitig ausgebildet und lediglich den Interessen der öffentlichen Sicherheit angepasst sind; sie sind der Ausdruck der Vorsicht und Klugheit ihrer Verfasser, die es verstanden haben, die Abnahmevorschriften dem Standpunkte der Verantwortlichkeit, der Entwickelung der Stahlindustrie und des Eisenbahnoberbaues anzupassen. Bei Durchbildung des Eisenbahnoberbaues, sowie bei den Fortschritten der Metallurgie des Eisens unserer Tage ist aber die Frage wohl berechtigt, ob die einseitigen Vorschriften nicht schon gegenwärtig und im Sinne von Ergänzungen zu revidieren seien, welche mit mehr Nachdruck, als dies bis anhin geschehen ist, auch die Interessen der Oekonomie der Anlage berücksichtigen würden? Uns scheint dies unbedingt

der Fall zu sein, lehrt doch die tägliche Erfahrung, dass vereinzelte Querbrüche von Schienen überhaupt keine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit bedeuten; eine solche nur dann eintreten könnte, wenn der Brüchigkeitsgrad des Schienenmaterials einen Unterbruch der Kontinuität des Schienenstranges ergeben würde. Ausbrüche in Stahlschienen mit einem Unterbruch der Kontinuität des Schienenstranges sind überhaupt nur bei ausgesprochen sprödem Material möglich. Schützt man sich gegen Lieferung spröden, brüchigen Materials, so ist allen berechtigten Anforderungen der öffentlichen Sicherheit genügt, und es werden darüber hinausgehende Forderungen lediglich nur die Interessen der Oekonomie, die Dauerhaftigkeit der Schienen im Geleise nachteilig beeinflussen, denn die Gleichzeitigkeit der Grösstwerte von Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnützung bleibt unbedingt ausgeschlossen.

Die Zähigkeit und Qualität des Schienenmaterials für schweizerische Eisenbahnen wird bei Abnahmen gegenwärtig durch folgende Proben kontrolliert:

1. *durch eine Schlagprobe,* ausgeführt an Abschnitten ganzer Gebrauchsstücke;

2. *durch eine Biegeprobe,* ausgeführt ebenfalls an Abschnitten einzelner Gebrauchsstücke;

3. *durch eine Zerreissprobe,* ausgeführt an einem der Schienen-Kopfmitte entnommenen Rundstabe;

4. *durch eine chemisch-analytische Probe.*

In Anlehnung an die deutschen Vorschriften schreiben die schweiz. Lieferungsbedingungen für *die Ausführung der Schlagproben folgende Bestimmungen vor:*

„Bei Schienen, deren Trägheitsmoment, bezogen auf *cm*, 1000 beträgt, wird bei einer Freilage von 1,0 *m*, mit einem Schlage von 3000 *km* begonnen und mit Schlägen von 1200 *km* so lange fortgefahren, bis eine Durchbiegung von 10,0 *cm* erreicht ist. Hierbei darf die Schiene weder brechen noch Risse zeigen. Für Schienen mit andern Trägheitsmomenten als 1000 sollen die Fallmomente proportional dem Trägheitsmomente bemessen werden."

Nach unsern Erfahrungen kann bei einer Schiene mit einem Trägheitsmomente ihrer Querschnittsfläche = 1000 *cm* von Brüchigkeit, Sprödigkeit und Unzuverlässigkeit keine Rede sein, wenn dieselbe einen Schlag mit 3000 *km* Schlagarbeit aushält. Fügt man zur Kontrolle des ersten Schlages ein oder zwei weitere Schläge mit à 1500 *km* Fallmoment hinzu, so ist sicherlich alles geleistet, was billiger Weise gefordert werden kann. Die weitere Forderung, dass die Schienen ohne Bruch eine Durchbiegung von 10 und mehr *cm* ergeben müssen, setzt ein aussergewöhnliches Mass von Weichheit des Materials voraus und widerspricht dadurch den Interessen, die die Oekonomie des Materials bedingt. *Ganz anders wird das Bild, sobald verlangt würde, dass bei den Schlagproben eine bestimmte Durchbiegung, z. B. 5 cm erst nach einer vorgeschriebenen Schlagarbeit erreicht werden dürfte.* Dadurch würde nicht allein die *Bruchsicherheit* des Materials an Gebrauchsstücken, sondern auch das Vorhandensein einer *wünschbaren Minimal-Härte* ausgewiesen werden, denn es liegt auf der Hand, dass mit abnehmender Härte, also wachsender plastischer Deformabilität des Materials, die zur Erreichung einer bestimmten Durchbiegung erforderliche Schlagarbeit abnehmen muss. Fast mühe- und kostenlos lässt sich, wie man sieht, an ganzen Gebrauchsstücken gleichzeitig ein für Uebernahmszwecke ausreichend sicheres Urteil über Zuverlässigkeit und Härte der Stahlschienen erreichen, sofern nur die Schlagprobe korrekt organisiert und durchgeführt wird.

Für die Ausführung der Biegeproben sehen die schweiz. Vorschriften für die Lieferung von Eisenbahnschienen aus Flusstahl folgende Bestimmungen vor:

„Zu Biegeproben sind nur tadellose, sorgfältig gerichtete Schienenstücke von etwa 1,2 *m* Länge zu verwenden. Die Probestücke werden mit dem Fusse gegen zwei 1 *m* entfernte Stützen gelegt, deren Schneiden nach einem Radius von 1,5 *cm* abgerundet sind. Sie müssen einen, in der Mitte auf den Kopf gerichteten, 10 Minuten andauernden Druck von $P = 15 \frac{W}{l}$ in *t* ohne messbare, bleibende Einsenkung aushalten, wenn

W in *cm* das Widerstandsmoment des Profils,
l „ „ die Stützweite bezeichnet.

Bei unveränderter Stützweite ist das nämliche Schienenstück einem Drucke von $P = 25 \frac{W}{l}$ auszusetzen, ohne zu brechen oder sich zu verwinden, und es ist dabei die bleibende Durchbiegung zu erheben. Endlich sind der Druck und die Durchbiegung bei beginnender Verwindung zu messen."

Vorstehende Bestimmungen setzen stillschweigend voraus, dass eine noch so weit getriebene Durchbiegung keinen Bruch der Schiene ergeben darf; das Material der Schiene soll derart zähe sein, dass sie im schlimmsten Falle sich verwindet. Hiermit ist die Vorschrift für die Ausführung der Biegeproben in Uebereinstimmung mit den Schlagproben gebracht; sie ist berufen, die Ergebnisse der letzteren zu bewahrheiten.

Die Formel $P = 15 \frac{W}{l}$ entspricht einer Spannung $\sigma = 3{,}75\ t/cm^2$ der äussersten Faser, während der Formel $P = 25 \frac{W}{l}$ eine Spannung $\sigma = 6{,}25\ t/cm^2$ zukömmt, die Gültigkeit der Biegungsformel auch im Intervalle der Belastungszustände jenseits der Elasticitätsgrenze voraussetzt.

Die Forderung, dass der Schienenabschnitt ohne bleibende Formänderung eine Belastung $P = 15\ W : l$ trage, setzt eine Elasticitätsgrenze des Materials $\gamma > 3{,}75\ t/cm^2$ voraus und drückt dadurch einen minimalen Widerstand des Materials gegen bleibende Dislokation seiner kleinsten Teilchen aus und wird dadurch, wie wir später darlegen werden, zu einer Art Härtemesser. Leider ist diese Probe ohne besondere Vorrichtung nicht durchführbar. Schon das unfehlbar auftretende Einpressen der Lager und Angriffsschneiden ist im stande, die Beobachtung zu trüben, das Urteil zu erschweren. Soll ein unantastbares Resultat aus der Probe resultieren, so wird man die Formveränderung der Nullfaser verfolgen müssen, was bei Abnahmen, schon mit Rücksicht auf den erforderlichen Zeitaufwand kaum durchführbar wäre. Materiell wird diese Probe bei Abnahmen auf Werken durch den Mangel geeigneter Maschinen und Messvorrichtung unmöglich. Als Ersatz für die Bestimmung der Elasticitätsgrenze haben wir in unseren Vorschlägen vom Jahre 1886 (vergl. das III. Heft unserer offiziellen Mitteilungen, Seite 245 und 251) das Mass der *Biegungsarbeit* bei einer Faserspannung $\sigma = 5{,}0\ t/cm^2$ als Härtemesser empfohlen und gezeigt, dass auch diese in einfacher und zuverlässiger Weise die weiche Schiene von der mittelharten, diese von der harten unterscheidet. Allein die Aufnahme der Arbeitsdiagramme der Biegungsfestigkeit, ihr Ausmass und ihre Berechnung fordern, wo selbstthätig registrierende Apparate fehlen, wieder einen nicht unwesentlichen Zeitaufwand, und da bei Abnahmen Schaubilder der Biegungsfestigkeit bisher nicht aufgenommen wurden, fehlen auch derzeit Grundlagen für die Wahl der in die Lieferungsbedingungen einzustellenden Zahlenwerte.

Durch die *statische Zerreissprobe* wird in Deutschland die *Zugfestigkeit* des Materials bestimmt und als Härtemesser benützt; desgleichen in der Schweiz unter Beifügung des spezifischen *Arbeitsvermögens* als *Qualitäts-* oder *Zähigkeitsmesser.* Bezüglich der Zerreissproben schreiben die schweizerischen Lieferungsbedingungen für Stahlschienen folgende Bestimmungen vor:

„Zu den Zerreissproben sind *Rundstäbe* von mindestens 2,5 *cm* Durchmesser, kalt aus dem Kopfe der Schienen herauszuarbeiten.

Die Zerreissfestigkeit soll 5,5 bis 6,5 t/cm^2 betragen und das Produkt aus Zugfestigkeit in die prozentuale Dehnung (für eine Messlänge von 20,0 *cm*) muss die Zahl 90 erreichen."

Aus vorstehenden Bestimmungen geht hervor, dass:

1. zur Untersuchung der Materialbeschaffenheit der von Gussporen und Saigerungsprodukten häufig durchsetzte

und daher die lokale Gefügebeschaffenheit, nicht aber den Wert des ganzen Gebrauchsstücks kennzeichnende Kernstahl verwendet wird, während doch das Verhalten der Schiene im Betriebe in erster Linie von der Beschaffenheit des Materials der äussersten Fasern, insbesondere von der der Lauffläche abhängig ist; es sollte demnach auch nach unserem, vor mehr als 10 Jahren gemachten Vorschlage, das Material der Lauffläche der Qualitätsprobe unterworfen werden;

2. die Härte durch die Zugfestigkeit des Materials ausgedrückt wird, und dass

3. das Produkt aus Zugfestigkeit t/cm^2 in die prozentuale Dehnung an Stelle der Zähigkeitsmesser, wie Dehnung oder Kontraktion, getreten ist. Das fragliche Produkt in der Form geschrieben

$$C_1 = \beta \frac{\Delta l}{l} \geqq 0{,}90$$

stellt eine, der specifischen Arbeitskapazität, dem Arbeitsvermögen der Kub.-Einheit (cm^3), somit

$$C = 100\, C_1 = \beta \frac{100\, \Delta l}{l} = \beta\, \lambda \geqq 90$$

die dem Arbeitsvermögen von 100 cm^3 des Stabmaterials angenähert proportionale Zahl dar, wenn λ das prozentuale Dehnungsmass der Messlänge l bedeutet.

Dass die Zugfestigkeit keinen Härtemesser abgeben kann, ist heute wohl allgemein anerkannt. Ebenso ist auch unbestritten, dass die Abnützung eines Materials unter sonst gleichen Umständen desto grösser sein wird, je kleiner der Widerstand gegen Dislokation seiner kleinsten Teilchen durch äussere Krafteinwirkungen ist. Dieser Widerstand lässt sich in der Zerreissprobe nicht durch Feststellung der Zugfestigkeit, wohl aber durch *Beobachtung der Höhenlage der Streckgrenze, bei Druckproben durch den Eintritt der Quetschgrenze, bei Scherproben durch den Scherbeginn u. s. w.* zahlenmässig angeben, und sind wir daher der Ansicht, dass an Stelle der Zugfestigkeit die *Streck-* oder *Fliessgrenze* als Härtemesser des Stahlmaterials zu treten hätte.

Wie sehr Streckgrenze und Zugfestigkeit im Schienenstahle divergierend liegen können, mögen die folgenden wenigen Zahlen beleuchten, die wir unsern Versuchsresultaten entnehmen.

Probe Nr.:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Streckgrenze:	2,73	2,77	2,87	2,98	3,32	3,45	3,45	3,47	3,81	4,16	t/cm^2
Zugfestigkeit:	5,76	5,59	5,18	5,87	5,54	5,40	4,78	4,82	5,96	5,52	»

Flusseisen für Bauwerke, von dem niemand hohen Widerstand gegen Abnutzung fordern wird, besitzt durchschnittlich

einen Elasticitätsmodul von 2150 t/cm^2.
eine Elasticitätsgrenze „ 2,20 „
„ Streckgrenze „ 2,60 „
„ Zugfestigkeit „ 4,00 „

Es kommt nun vor, dass Schienenstahl mit einer Zugfestigkeit von 5,5 bis 6,0 t/cm^2 ganz ähnliche Elasticitätskoeffizienten besitzt. Bei einer Schienenlieferung von 4 t, die wir für Unterrichtszwecke angeschafft hatten, sanken bei einer Zugfestigkeit von 5,7 bis 6,1 t/cm^2 diese Koeffizienten mit wenigen Ausnahmen bis auf folgende Zahlenwerte:

der Elasticitätsmodul auf: 2035 t/cm^2,
die Elasticitätsgrenze „ 2,02 „
„ Streckgrenze „ 2,73 „

herunter. Dass bei gleicher Festigkeit ein derartiger Stahl im Betriebe nicht gleiches Verhalten zeigen kann als der normale, dessen

Elasticitätsmodul etwa = 2250 t/cm^2
Elasticitätsgrenze „ > 3,50 „
Streckgrenze „ > 3,80 „

beträgt, bedarf kaum der Erwähnung, gleichviel, ob der Grund dieser Erscheinung in Dichtigkeitsunterschieden, in chemischer Beschaffenheit oder in Fabrikationsverhältnissen (Walztemperaturen) gelegen ist.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Abnützbarkeit mit dem Widerstande der kleinsten Teilchen gegen Dislokation direkt zusammenhängt, gebührt bei gleicher Festigkeit für Schienenzwecke denjenigen Stahlsorten der Vorzug, welche die höheren Streckgrenzen besitzen. *Da nun Stahlsorten mit relativ hohen Zugfestigkeiten nicht selten Streckgrenzen liefern* — hierher gehören namentlich Produkte des Thomasprozesses älterer Erzeugungsperioden — *die dem weichen Konstruktionsmetalle zukommen, so erscheint die Feststellung einer minimalen Zugfestigkeit vom Standpunkte der Oekonomie des Materials unpassend und es wäre an ihre Stelle die Forderung einer minimalen Streckgrenze in die Lieferungsbedingungen einzustellen.* Den Werken wäre es zu überlassen, dieser Forderung entweder auf dem Wege der Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Materials (Erhöhung des Kohlenstoffgehalts) oder durch Aenderung des Walzverfahrens (Kaltwalzerei) nachzukommen.

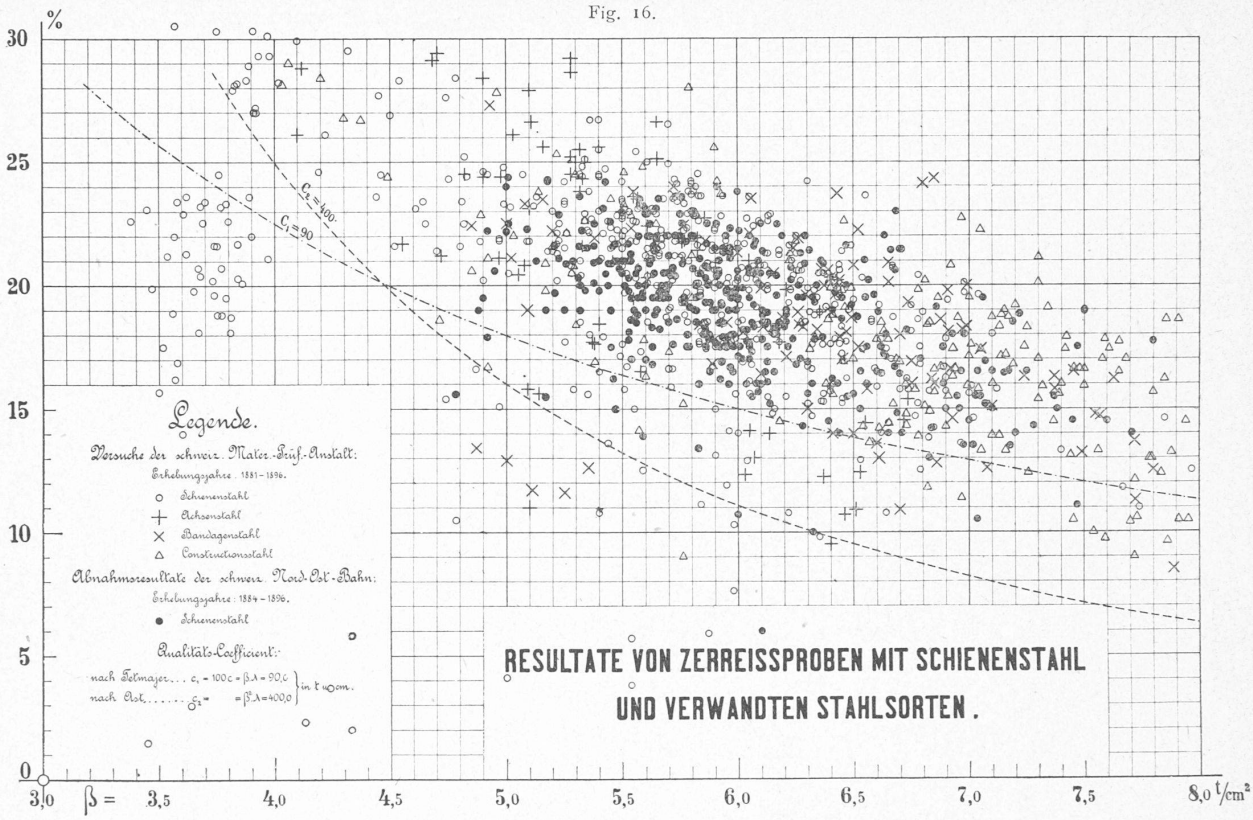
Nach Feststellung der Streckgrenze des Materials wäre die Zerreissprobe bis zur Trennung der Teile weiter zu führen und das Arbeitsvermögen desselben als Produkt von: $c = \beta\lambda$ zu erheben, für welchen Wert man auch fernerhin die Zahl 0,90 bezw. 90 beibehalten kann, je nachdem man auf die specifische Arbeitsmenge oder auf deren 100-faches abstellen will. Eine Aenderung ist hier nach unsern Erfahrungen nicht am Platze. In neuester Zeit hat der k. k. Regierungsrat Herr *Ast*, Baudirektor der Kaiser Ferdinand-Nordbahn, auf Grund seiner Erfahrungen den Vorschlag gemacht, die Formel $c_1 = \beta^2\lambda$ in Anwendung zu bringen, welche den Ergebnissen seiner zahlreichen Versuchsresultate mit Martinstahl weit besser entspricht, als dies durch unsere Hyperbel ($c = \beta\lambda$) geschieht (vgl. Bulletin de la commission international du congrès des chemins de fer, 1895, p. 1233). Herr Baudirektor *Ast* fand nämlich, dass *die Arbeitskapacität des bei der Kaiser Ferdinand-Nordbahn benutzten Martinstahles dem Produkte aus Bruchfestigkeit und Dehnung nach Bruch zwar proportional sei, dass dieselbe jedoch auch für Materialien desselben Hüttenwerks und bei ganz gleichbleibenden Verhältnissen der Erzeugung nicht konstant bleibt, sondern von der Bruchfestigkeit in der Weise abhängig ist, dass für grösser werdende Bruchfestigkeiten die Arbeitskapacität des Materials abnimmt* (vgl. die mehrfach erwähnte Arbeit des Herrn *v. Dormus*, Sonderabzug, S. 25).

Es ist uns unbekannt, ob die Zusammenstellungen der Zerreissresultate des Herrn Baudirektor *Ast*, von welchen sein Kongressbericht handelt, vor oder nach Durchführung der *v. Dormus*'schen Aetzproben ausgeführt wurden. Allein nach Kenntnisnahme der Resultate der *v. Dormus*'schen Arbeit ist für uns jeder Zweifel betreffend die Gründe beseitigt, die den Ausfall der Zerreissproben der Ast'schen Versuchsreihen bedingt haben. Würde das Schienenmaterial, welches im Betriebe dank der kräftigen Randstahlbildung befriedigendes Verhalten ergeben haben soll, *im Kerne*, in der Kopfmitte, der sämtliche Zerreissproben entstammen, noch lockerer und unhomogener Beschaffenheit gewesen sein, so würde auch der Exponent der *Ast*'schen Formel noch höher ausgefallen sein; mit andern Worten nicht dem Stahlmateriale, sondern seinen Mängeln ist die Formel angepasst; sie kann daher keine allgemeine Gültigkeit für sich in Anspruch machen und ist ausser stande, die unserige, welche das Arbeitsvermögen des Materials näherungsweise zum Ausdrucke bringt, zu ersetzen.

Unbestritten bleibt die *Ast*'sche Ansicht, dass sich mit wachsender Zugfestigkeit des Stahlmaterials dessen Arbeitsvermögen abmindere; schliesslich geht der Stahl in Gusseisen über, dessen Arbeitswert allerdings bei geringfügiger Zugfestigkeit recht unbedeutend ist. Allein innerhalb der Festigkeitsverhältnisse, wie sie der Schienenstahl unserer Tage besitzt, haben wir keine gesetzmässige Abnahmen des Arbeitsvermögens, sondern lediglich zufällige Schwankungen konstatieren können. Die *Ast*'schen Beobachtungen fussen in der Eigenart seines Versuchsmaterials (basischer Martinstahl). Dass bei solchem Gefüge des Kernstahls, wie sie die *v. Dormus*'schen Aetzproben ergaben, mit wachsender Zugfestigkeit das Dehnungsmass und damit die Arbeitskapacität abnehmen muss, liegt auf der Hand.

Um uns Rechenschaft über die obwaltenden Verhältnisse zu geben, haben wir die in der schweiz. Materialprüfungsanstalt in den letzten zehn Jahren durchgeführten

Fig. 16.



619 Kontroll-Zerreissversuche mit Schienenstahlmaterialien aller Art unter Weglassung von 15 Einzelproben, bei welchen aus irgend einem Grunde der specifische Arbeitskoefficient $c < 0{,}6$ ausgefallen ist, zusammengestellt. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über dieses Zahlenmaterial:

Bezeichnung	Anzahl der Einzelproben	Streckgrenze t/cm^2	Zugfestigkeit t/cm^2	Specif. Arbeits-(Qual.)-Koefficient c
I. Schienenstahl mit einer Zugfestigkeit von 3,0 bis einschl. 4,0 t/cm^2.				
Im Mittel:	59	2,36	3,72	0,88
Der Grösstwert . .	—	3,32	3,98	1,31
Der Kleinstwert . .	—	1,92	3,24	0,61
II. Schienenstahl mit einer Zugfestigkeit von 4,0 bis einschl. 5,0 t/cm^2.				
Im Mittel:	44	3,06	4,68	1,11
Der Grösstwert . .	—	3,73	4,99	1,43
Der Kleinstwert . .	—	2,45	4,02	0,72
III. Schienenstahl mit einer Zugfestigkeit von 5,0 bis einschl. 6,0 t/cm^2.				
Im Mittel:	288	3,35	5,96	1,16
Der Grösstwert . .	—	4,21	5,99	1,44
Der Kleinstwert . .	—	2,77	5,00	0,62
IV. Schienenstahl mit einer Zugfestigkeit von 6,0 bis einschl. 7,0 t/cm^2.				
Im Mittel:	198	3,71	6,31	1,16
Der Grösstwert . .	—	4,46	6,98	1,52
Der Kleinstwert . .	—	2,73	6,00	0,62
V. Schienenstahl mit einer Zugfestigkeit von 7,0 bis einschl. 8,0 t/cm^2.				
Im Mittel:	15	4,14	7,51	1,09
Der Grösstwert . .	—	4,75	8,01	1,38
Der Kleinstwert . .	—	3,77	7,00	0,85

Nachstehende tabellarische Zusammenstellung enthält ohne jegliche Weglassung die Ergebnisse der Abnahmeproben (Werksproben) der Schweiz. Nordostbahn aus gleicher Periode:

Zugfestigkeit des Schienenmaterials	Anzahl der Einzelproben	Spec. Arbeits-(Qualit.)-Koefficient c
4,0 bis 5,0 t/cm^2	6	0,95
5,0 » 6,0 »	233	1,22
6,0 » 7,0 »	156	1,15
7,0 » 8,0 »	30	1,14

Endlich wurden in Fig. 16 sämtliche verfügbaren Zerreissproben mit Flusstahl bildlich dargestellt. Als Abscissen erscheinen die Zugfestigkeiten in t/cm^2, als Ordinaten die korrespondierenden Dehnungen λ in % eingetragen; die Gesamtzahl der Versuche beträgt 1342. Die Figur enthält sowohl die kubische Hyperbel *von Ast*, als auch ein Teilstück unserer gleichseitigen Hyperbel für den vorgeschlagenen Wert $c = 0{,}9$ bezw. $c_1 = 90$.

Bringt man die 36 Zerreissproben des in Flusseisen bestellten und abgenommenen Schienenmaterials einer Specialbahn in Abzug, deren Zugfestigkeit der Hauptsache nach zwischen 3,5 und 4,0 t/cm^2 fällt, so ergiebt sich, dass:

8,1 % der Versuchsresultate unter die Kurve $c_1 = 90$ und
3,0 „ „ „ „ „ „ $c_2 = 400$

fallen, von welchen indessen die grössere Mehrzahl Achs- und Konstruktions-Stahlsorten angehören. *Bemerkt man endlich, dass die unter der Kurve $c_1 = 90$ fallenden Versuchsresultate zerstreut angeordnet, also von der Festigkeit des Stahlmaterials unabhängig auftreten,* so wird man zur Ueberzeugung gelangen, dass ein Grund zur Aenderung des gewählten Ansatzes für den Arbeitswert des Schienenstahlmaterials im Betrage von $c_1 \geqq 90$ nicht besteht.

Wir kommen zur Frage der *chemischen Zusammensetzung des Schienenstahls.* Die schweiz. Vorschriften für die Lieferung von Eisenbahnschienen haben in den letzten 15 Jahren in Hinsicht auf den Chemismus des Stahlmaterials manche Wandlungen erfahren. Sie stehen im Zusammenhange mit den Resultaten der zu verschiedenen Zeiten durchgeführten Untersuchungen mit Materialien, die im Betriebe einerseits häufige Brüchigkeit und Tendenz zu Längsspaltungen ergeben, und andererseits mit solchen, die befriedigendes Verhalten zeigen (vergl. in dieser Hinsicht das III. Heft unserer offic. Mitteilungen, S. 220 sowie 230 u. f.). Es muss indessen bemerkt werden, dass zur Zeit der genannten Untersuchungen die Prüfung des Gefüges der Schienen (Aetzproben) nicht stattfand, dass man also auch, bezüglich der thatsächlichen Wirkung der fremden Beimengung im Stahle keine ausreichenden Erfahrungen besass und auch heute noch nicht besitzt. Es ist beispielsweise die obere zulässige Grenze des Phosphor- und Siliciumgehalts überhaupt unbekannt. Neuerdings werden sogar Stimmen laut, die vom

Standpunkte des Verschleisses durch Abnutzung die Nützlichkeit eines bestimmten Phosphorgehalts verkünden. Auch in unsern Händen liegen Resultate von Schienenproben, die in der statischen Biegprobe, sowie in der chemischen Analyse mangelhafte Resultate ergaben (vgl. das III. Heft der Mitteilungen, S. 247), welche Schienen im Betriebe indessen zu keinen Klagen Veranlassung gaben. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass Silicium und Kohlenstoff sich bis zu einem bestimmten Grade vertreten können, die Schädlichkeit des Phosphors vom gleichzeitigen Gehalt an Kohlenstoff und Silicium abhängt und sich mit diesen ändert, mit Rücksicht endlich auf den Umstand, dass man in den mechanischen Güteproben des Schienenstahls hinreichenden Schutz gegen Lieferung brüchigen Materials besitzt, sollte die Zusammensetzung des Schienenstahls dem Gutdünken des Hüttenmannes überlassen werden. Alles, was billigerweise und im wohlverstandenen Interesse der Bahnverwaltung wie der weitern Entwickelung der Eisenindustrie verlangt werden darf, ist, dass das schienenliefernde Werk die chemische Zusammensetzung des Materials, insbesondere der Chargen für Probestrecken, ausweise. Es scheint, dass dieser Standpunkt je länger, je mehr Nachachtung findet; es müsste sonst viel mehr Material bei Abnahmen zurückgewiesen werden, als thatsächlich geschieht. Solange nicht auf internationalem Wege eine Einheitlichkeit bezüglich der Art der Entnahme und Behandlung der Analysen-Spähne geschaffen und die Methoden der Analysen für einen bestimmten Genauigkeitsgrad näher bezeichnet, die Wirkung der accessorischen Beimengungen des Stahls sowohl in Hinsicht auf Festigkeit, Zähigkeit, als auf die Gefüge und die Abnützungs-Verhältnisse der Schienen vollkommen abgeklärt sind, sollten die Vorschriften für die chemische Zusammensetzung des Schienenstahls aus den Lieferungsbestimmungen fortfallen, dagegen bei Abnahmen Analysen fleissiger, als dies bis anhin geschah, ausgeführt werden.

* * *

Am Schlusse vorliegender Abhandlung sei gestattet, einige Streiflichter auf das Abnahme-Verfahren zu werfen, wie solches nach unserer Ansicht künftighin zu organisieren wäre. Vor allem wird man unterscheiden müssen:

a) die Arbeiten zur laufenden Kontrolle der Walzprodukte, von

b) denjenigen Arbeiten, welche die Abnahme des Materials für Probe- oder Garantiestrecken fordern.

Die erstern hätten sich nach dem bisherigen Vorgange auf je eine Partie gleichzeitig fabrizierter und zur Abnahme gestellter Schienen verschiedener Chargen zu erstrecken, sie wären an Stichproben vorzunehmen und hätten zu bestehen:

1. *in der Prüfung der Form, Oberflächenbeschaffenheit, Gewicht* etc.;

2. *in Aetzproben zum Ausweis der Gefügebeschaffenheit der Schienen.* Hierbei wäre darauf zu achten, dass die Versuchskörper aus der Blockmitte entnommen werden, das Material in den meist beanspruchten Fasern des Profils, insbesondere in der Lauffläche auf die Tiefe der rechnungsmässig zulässigen Abnützungsgrenze gesund und kompakt sei, und die übrige Textur zu Befürchtungen bezüglich Spaltungen, Abblätterungen und Längsrissen keinen Anlass gebe;

3. *in einer Schlagprobe* behufs Feststellung der Brüchigkeitsverhältnisse und zur Kontrolle der Härte. Die Ergebnisse der Schlagproben wären zu kontrollieren durch:

4. *Zerreissproben*, ausgeführt an Stäben der Lauffläche, wobei als *Härtemesser* auf dessen *Streckgrenze* ($\sigma \geq 3{,}8\ t/cm^2$), als Zähigkeitsmesser des Materials, auf dessen Arbeitsvermögen ($c_1 \geq 90$) abzustellen wäre.

Die Untersuchung des Materials für Probe- oder Garantiestrecken wäre chargenweise vorzunehmen und hätten, zu umfassen:

1. *die Prüfung der Form und Oberflächenbeschaffenheit;*

2. *die Aetzproben*, wie vorher;

3. *die Schlagproben*, wie vorher;

4. *die Biegeproben*, ausgeführt an ganzen Gebrauchsstücken, wobei die Lage der Elasticitäts- und Biegegrenzen, die Deformationsarbeit an der Biegegrenze, sowie bei einer bestimmten Inanspruchnahme die äussersten Fasern (z. B. 5,0 t/cm^2) und beim Erreichen einer vorgeschriebenen Durchbiegung (z. B. 5,0 *cm*) zu erheben wäre;

5. *die Zerreissprobe*, wie vorher; endlich

6. hätte das Werk sich über die chemische Zusammensetzung des satzweise untersuchten und abgenommenen Materials auszuweisen, bezw. wären die erforderlichen Analysen an einer öffentlichen Materialprüfungsanstalt durch die Bahnverwaltung ausführen zu lassen, um dadurch Material zum Ausbau und der spätern Verwertung einer brauchbaren Statistik über das Verhalten der Stahlschienen im Betriebe zu gewinnen.

Miscellanea.

Simplon-Durchstich. Der am 3. dieses Monates von der italienischen Kammer angenommene Beschluss betreffend den Simplon-Durchstich hat folgenden Wortlaut:

Art. 1. Die Regierung wird ermächtigt, den am 25. November in Bern zwischen Italien und der Schweiz abgeschlossenen Vertrag betreffend Bau und Betrieb einer den Simplon durchquerenden Eisenbahn von Brig nach Domodossola in vollem Umfange zu vollziehen.

Art. 2. Die zwischen den Ministern der öffentlichen Arbeiten, der Finanzen und des Schatzes am 22. Februar 1896 mit den Vertretern der Jura-Simplon-Bahn, Herren Ruchonnet und Dumur, abgeschlossene Uebereinkunft wegen Erteilung der Konzession an die genannte Gesellschaft zum Bau einer Eisenbahn durch den Simplon von der italienisch-schweizerischen Grenze nach Iselle wird genehmigt.

Art. 3. Im ausserordentlichen Budget des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten vom Jahre 1896/97 wird ein Posten von 50 000 Fr. aufgenommen unter dem Titel «Studien für ein endgültiges Projekt für den Bau der Eisenbahn Domodossola-Iselle und eventuell den elektrischen Betrieb derselben mit Benützung der Wasserkräfte des Staates».

Art. 4. Die Regierung ist von jetzt an ermächtigt, nachdem die im vorangehenden Artikel erwähnten Studien beendigt sein werden, und nach Beschluss des Rates der öffentlichen Arbeiten und des Staatsrates den Bau der Linie Iselle-Domodossola anzuordnen, sei es direkt auf Kosten des Staates oder durch Erteilung einer Konzession — eventuell mit kilometrischer Subvention — an eine Privatgesellschaft, um die im Art. 4 des Vertrages und im Art. 1 der Uebereinkunft übernommenen Verpflichtungen zu erfüllen.

Art. 5. Die Regierung ist ermächtigt, den Bau und Betrieb einer Linie zwischen dem Bahnhof von Santhià und dem von Borgomanero zu gestatten. Es wird für den Bau dieser Linie eine Subvention von 5000 Franken für den Kilometer auf 75 Jahre bewilligt. In diesem Fall hat die Regierung diese Linie mit den den Simplon durchquerenden internationalen Zügen in Verbindung zu bringen, so dass der ganze Verkehr zwischen der Schweiz und Turin und Hochpiemont sich auf ihr bewegt. Sie hat auch dafür zu sorgen, dass dieser Abkürzung Rechnung getragen werde, wenn zur Zeit der Eröffnung des Simplon, aber nicht vor dem 1. Juli 1905, die Linien Santhià-Borgomanero und Arona-Gravellona noch nicht dem Betrieb übergeben sein sollten.

Schweizerische Südostbahn. Von zuverlässiger Seite erfahren wir, dass Herr Betriebsdirektor *E. Auer* seine Stelle bei der Südostbahn verlassen wird, um einer ehrenvollen und vorteilhaften Berufung als Betriebsdirektor der Franco-Algerischen Bahnen Folge zu leisten. Die Südostbahn erleidet durch den Rücktritt des Herrn Auer einen erheblichen Verlust; denn es wird schwer halten, einen geeigneten Ersatz für den tüchtigen Betriebsmann zu finden. Herr Auer hat es verstanden, in der verhältnismässig kurzen Zeit seiner Thätigkeit bei der genannten Eisenbahn-Gesellschaft die Verhältnisse derart zu verbessern, dass die Betriebs-Ueberschüsse eine wesentliche Steigerung erfahren haben. Er hat auch — beispielsweise beim vorletzten Truppenzusammenzug — den Beweis geleistet, dass trotz der 50‰ Steigung ein ganz erheblicher Verkehr auf einer Adhädsionsbahn bewältigt werden kann. Dadurch hat er den etwas schief angesehenen 50‰ zu einer bessern Reputation verholfen. — Die Franco-Algerische Bahnen, deren oberste Betriebsleitung Herrn Auer übertragen wird, haben eine Ausdehnung von 650 *km* und Maximalsteigungen von 27‰. Der Sitz der Gesellschaft ist in Paris; das Personal besteht fast durchweg aus Franzosen.

Elektrische Erhitzung von Eisenguss. In dem Carnegieschen Stahlwerk in Homestead (V. St.) ist eine für die Eisen- und Stahlindustrie bedeutsame Erfindung gemacht worden. Bisher hatte man bei der Stahl-