

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	43/44 (1904)
Heft:	21
Artikel:	Biegversuche mit gewalzten und mit genieteten Trägern unter besonderer Berücksichtigung der Grey-Träger
Autor:	Schüle, F.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-24726

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: 04.02.2026

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

INHALT: Biegeversuche mit gewalzten und mit genieteten Trägern unter besonderer Berücksichtigung der Grey-Träger. — Wettbewerb für ein Mädchen-Primarschul-Gebäude in St. Gallen. II. — Ueber Kräftezerlegung. — Zweiter Wettbewerb für ein neues Kunsthau in Zürich. — Miscellanea: Heissdampf-Tandemlokomobil. Neues Verfahren zur Herstellung unterirdischer Leitungen in Beton. Neuartige Stadtbahn für New-York. Zugbrücke besonderer Bauart. Wasserwerk im Bergell. Jahresversammlung der

Schweiz. naturf. Gesellschaft. Amtliche Bestimmungen für die Ausführung von Eisenbetonkonstruktion in Preussen. Gleichzeitiges Telegraphieren und Fernsprechen auf derselben Leitung. Nationale Kunstaustellung 1904 in Lausanne. Eidg. Polytechnikum. Wasserkraftanlage an der Bregenzer Aach. — Literatur: Zimmergotik in Deutsch-Tyrol. Gerüstungen und Baumethoden der gewölbten Brücken. — Konkurrenzen: Neues Kunsthau in Zürich. — Nekrologie: † Ph. Holzmann. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ing.- und Arch.-Verein.

Biegeversuche mit gewalzten und mit genieteten Trägern unter besonderer Berücksichtigung der Grey-Träger.

Von Prof. F. Schüle in Zürich.¹⁾

Die zur Verfügung des Brückenkonstrukteurs stehenden Profile, namentlich die deutschen Normalprofile umfassen für auf Biegung beanspruchte Teile I-Träger, die in ausgiebigem Masse verwendet werden, obwohl ihnen gewisse Nachteile anhaften; als solche sind die kleine Flanschenbreite und die starke Neigung der innern Flanschenfläche

zug der Nietlöcher zu berücksichtigen, sind einige Elemente der Mehrausgabe. In der Schweiz kommt noch hinzu, dass die eidg. Verordnung von 19. August 1892 die zulässige Spannung der genieteten Träger aus Flusseisen zu 0,9 derjenigen der gewalzten Träger vorschreibt; solange kein anderes Material erhältlich ist, bedeutet diese Erschwerung für genietete Träger einen Umstand, mit dem wir stets zu rechnen haben.

Seit 1902 werden nun die breitflanschigen I-Träger in Europa durch die bekannten Werke von Differdingen nach einem vom amerikanischen Ingenieur Grey erfundenen Walzverfahren erzeugt. Diese neuen Träger zeichnen sich

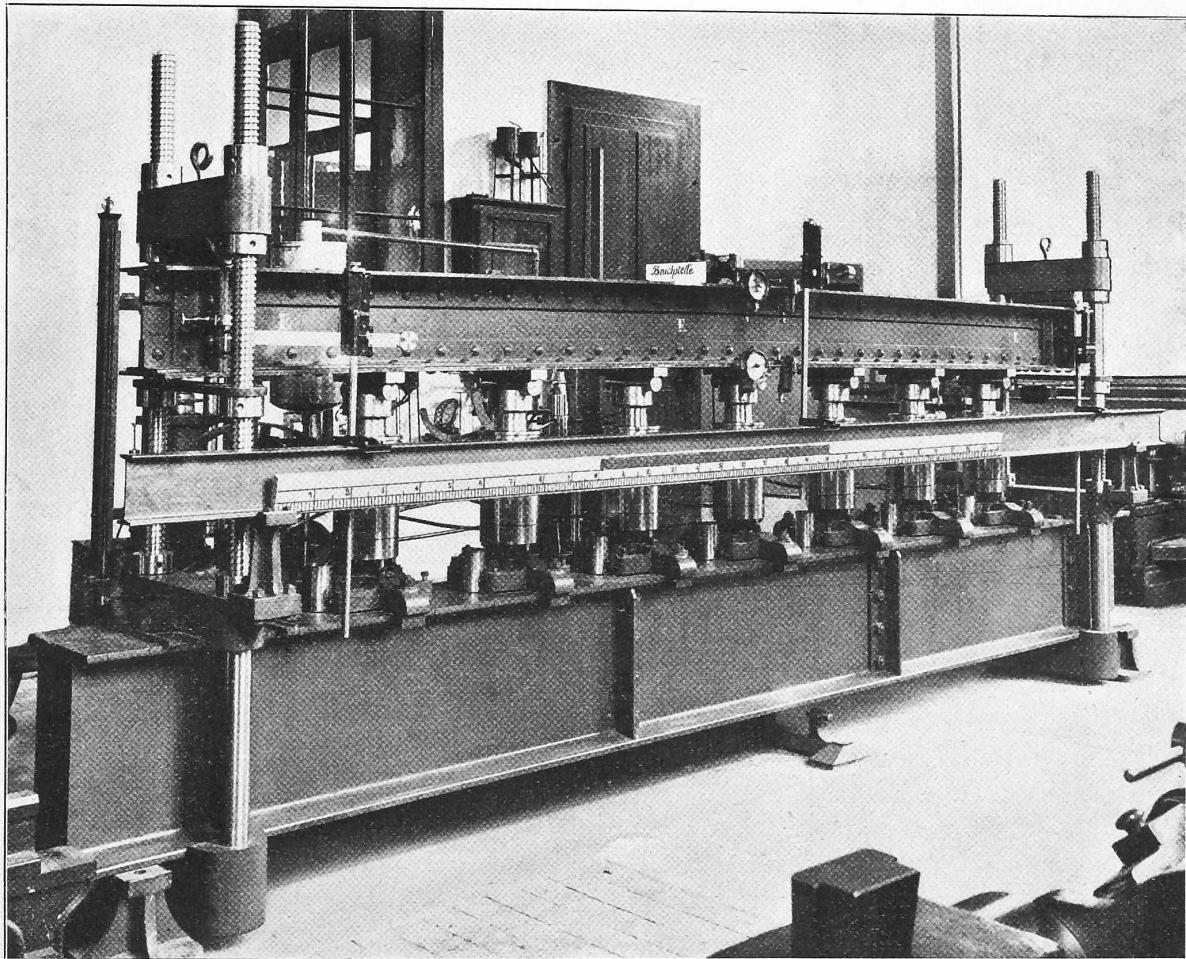


Abb. 3. Biegemaschine für verteilte Belastung von J. Amsler-Laffon & Sohn. — Versuch mit genietetem Balken E bis zum Bruch.

zu bezeichnen; Anschlüsse für Querverbindungen sind an den Flanschen nicht einwandfrei durchzuführen, die Schwächung des Trägers durch Bohren von Löchern an den Flanschen ist beträchtlich. Es ist daher die Verwendung von I-Trägern unter derjenigen geblieben, die für Walzträger aus einem Stücke billigerweise zu erwarten gewesen wäre. Genietete Träger sind in den meisten Fällen zu Hülfe gezogen worden, da wo schwierigere Anschlüsse notwendig wurden oder wo die vorhandenen Profile mit ihren Abmessungen nicht ausreichten. Dass ein solcher Ersatz grössere Ausgaben erfordert, ist selbstverständlich: die Mehrarbeit des Bohrens und des Nietens, die Notwendigkeit, bei der Dimensionierung nur den netto Querschnitt, d. h. mit Ab-

aus: durch weit grössere Breite, da bis zu 300 mm Höhe die Breite der Höhe gleich ist, ebenso durch grössere Höhen, da sie bis 75 cm Höhe gewalzt werden; von 300 mm bis 750 mm bleibt die Breite konstant gleich 300 mm.

In welchem Masse sich durch diese neuen Profile die Verwendung der gewalzten Träger entwickeln kann, wird am besten durch einen Vergleich der Widerstandsmomente klargelegt. Werden nur die deutschen Normalprofile berücksichtigt und die Vorprofile sowie einzelne Spezialprofile bei Seite gelassen, so stehen dem Konstrukteur zur Verfügung:

1. die deutschen Normalprofile Nr. 8 bis 29 mit einem Widerstandsmoment $W = 194$ bis 594 cm^3 ;

2. die deutschen Normalprofile Nr. 30 bis 55 mit $W = 652$ bis 3602 cm^3 ;

¹⁾ Vortrag gehalten in der Sitzung des Zürcher Ingenieur- und Architektenvereins vom 30. März 1904.

3. die breitflanschigen Grey-Träger Nr. 22B bis 45B mit $W = 671$ bis 3595 cm^3 ;
4. die breitflanschigen Grey-Träger Nr. $47\frac{1}{2}B$ bis 75B mit $W = 3992$ bis 7544 cm^3 ;

Dass die neuen Träger dank ihrer quer zum Stege grösseren Widerstandsfähigkeit auch andere Anwendungen im Eisenhochbau und im Brückenbau erhalten können, ist einleuchtend; auf diese Frage will ich jedoch hier nicht näher eintreten und verweise auf die am Schlusse des Artikels beigefügte Abbildung, in der Profil, Zentralellipse und -Kern der zu den Versuchen verwendeten Balken angegeben sind.

Bevor jedoch die breitflanschigen Träger mit Recht empfohlen werden können, sind einzelne Fragen zu beantworten und zwar:

1. Ist die Erzeugungsweise eine solche, dass sie Gewähr bietet für die Beschaffung eines tadellosen Walzproduktes?

gebildet. Zwischen diesen verstellbaren Walzen findet das Walzen des Trägers in der Hauptsache statt, indem die horizontalen Walzen den *Steg* des Profils auf die richtige Dicke bringen und die vertikalen Walzen zugleich die richtige Bearbeitung der Flanschen besorgen. Der Gegendruck bei den Flanschen wird von den Seiten der horizontalen Walzen aufgenommen. Das zweite Walzgerüst ist mit zwei horizontalen Walzen versehen, die nur die Aussenkanten der Flanschen sauber in der vorgeschriebenen Breite bearbeiten; der innere Teil dieser Nebenwalzen läuft während des Walzens auf dem Steg des gewalzten Stückes. Dieses braucht weder gehoben noch gewendet zu werden. Die Bewegung geschieht nur vorwärts und rückwärts zum grossen Vorteile des nachherigen Richtens, das dadurch auf ein Minimum beschränkt wird.

Auf die sinnreichen Anordnungen der Walzenlager und -Ständer wird hier nicht eingetreten; grosse Schwierigkeiten sind dabei überwunden worden, um ein tadelloses

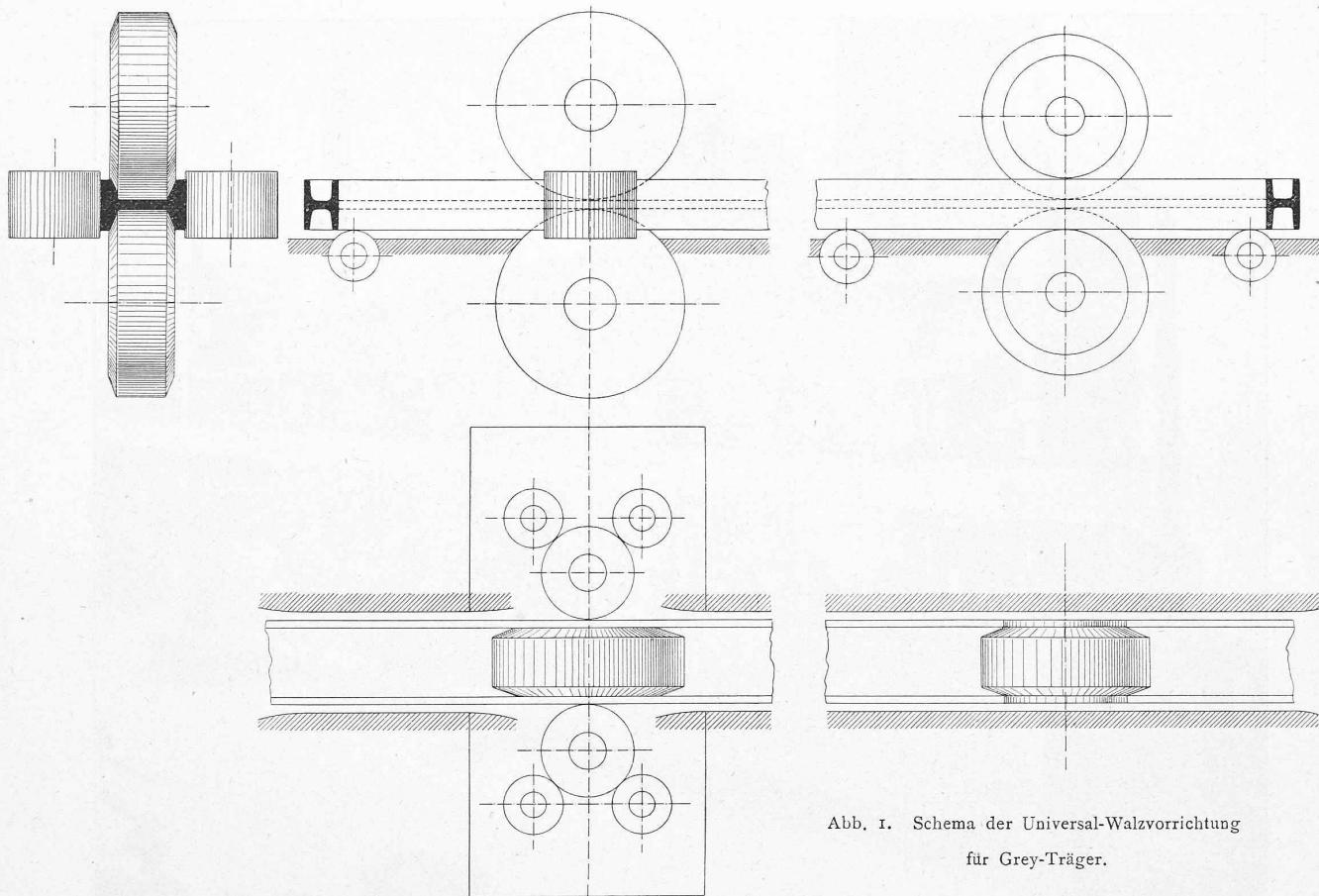


Abb. 1. Schema der Universal-Walzvorrichtung
für Grey-Träger.

2. Wie verhalten sich diese Träger bei Biegeversuchen den gewöhnlichen Normalprofilen und den genieteten Trägern gegenüber?

1. Die Erzeugungsweise ist bereits Gegenstand verschiedener Mitteilungen in Fachzeitschriften gewesen; sie gipfelt darin, dass für das Walzen der vorgestreckten Blöcke statt der kalibrierten Zylinder ein Universal-Walzwerk, d. h. ein solches mit vertikalen und horizontalen, verstellbaren Walzen verwendet wird. Von dem Thomaswerk kommen die Blöcke $2,5 t$ bis $6 t$ schwer und $50 \times 50 \text{ cm}$ bis $55 \times 90 \text{ cm}$ im Querschnitt auf ein Blockwalzwerk, verlassen dasselbe mit rohem, I-förmigem Querschnitt in einer Länge von 5 bis 6 m und Aussenabmessungen, die nur wenig durch das nachherige Walzen verändert werden. Die Enden der Blöcke werden auf einer hydraulisch angetriebenen Schere abgeschnitten und das Stück gelangt mit horizontaler Hauptachse auf das Grey-Walzwerk. Dieses besteht aus zwei Walzgerüsten (Abb. 1). Das erste derselben wird aus einem Paar liegender und einem Paar vertikaler Haupt-Walzen

Walzen zu erzielen und eine gleichmässige Streckung des Materials, des Steges und der Flanschen zu sichern. Ein zu hoher Druck auf den Steg würde leicht eine ungleichmässige Streckung und wellenförmiges Walzen des Steges verursachen können, allerdings Mängel, die bei der Abnahme ohne weiteres zum Vorschein kommen.

Gegenüber dem gewöhnlichen Walzen der Normalprofile mittels kalibrierter Zylinder bietet das neue Verfahren folgende Aenderungen und Vorteile: Es wird an der Anzahl der Walzen und besonders an ihrer Länge ganz bedeutend gewonnen. Das Walzen des Steges geschieht bei beiden Verfahren durch senkrechten Druck, dasjenige der Flanschen kann bei den kalibrierten Walzen nur durch Stauchung des Materials und schiefer Drücken stattfinden; das Universalwalzwerk dagegen gestattet, auch für die Flanschen den Druck der Walzen senkrecht zur Dicke des Walzteiles auszuüben. Nur durch Verwendung einer starken inneren Neigung der Flanschen ist ein Walzen der kalibrierten Normalprofile in richtiger Weise durchzuführen;

beim Universalwalzen kann diese Neigung wesentlich verminder werden; sie beträgt bei den Normalprofilen 14%, bei den Spezialträgern wurde sie auf 9% ermässigt. Damit ist es auch möglich, bei breiten Flanschen eine hinreichende Dicke am Rande derselben zu erhalten. Dass dadurch die Anschlüsse mit andern Teilen erleichtert werden, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Es kann somit gesagt werden, dass das Material eines Grey-Trägers in seinem ganzen Querschnitte beim Walzen wesentlich gleichmässiger beansprucht wird; da jedoch das Flusseisen die Walzen bei beiden Verfahren in rotwarmem Zustand verlässt, so ist auf eine wesentliche Aenderung in der erzielten Qualität des Eisens nicht zu rechnen. Tatsächlich werden die Festigkeitsproben an Flanschen und Steg derselben Trägers nur unbedeutende Abweichungen zeigen. Nach einigen Versuchen scheint bei gewöhnlichen Normalprofilen der Steg etwas höhere Festigkeit als das Flanschmaterial zu besitzen; bei breitflanschigen Trägern ist die

mit zwei I-Eisen N. P. 12, und einigen ausrangierten, von kleinen Eisenbahnbrücken stammenden, genieteten Trägern aus Schweißeisen. Sämtliche Träger wurden auf 4,00 m Stützweite erprobt.

Hinsichtlich der *Art der Erprobung auf Biegung* sind einige einleitende Bemerkungen erforderlich. Die üblichen Prüfungsmaschinen besitzen Vorrichtungen zur Vornahme von Biegeproben; eine solche geschieht in der Weise, dass mittels konzentrierter, in der Regel in Balkenmitte wirkender Last der zu erprobende Träger nach und nach abgebogen wird bis zum Eintritt des Bruches oder bis ein Sinken der Belastung infolge zu grosser Durchbiegung, oder Fliessen des Materials, oder ein Zerstören an der Druckstelle eintritt. Die konzentrierte Belastung wird mittels eines Stempels ausgeübt, der mit der Maschine fest verbunden ist; der Balken ist somit an drei Punkten: an den Auflagerstellen und am Angriffspunkt der konzentrierten Last seitlich gehalten. Eine Verminderung seiner Tragfähigkeit infolge un-

Biegeversuche mit gewalzten und genieteten Trägern.

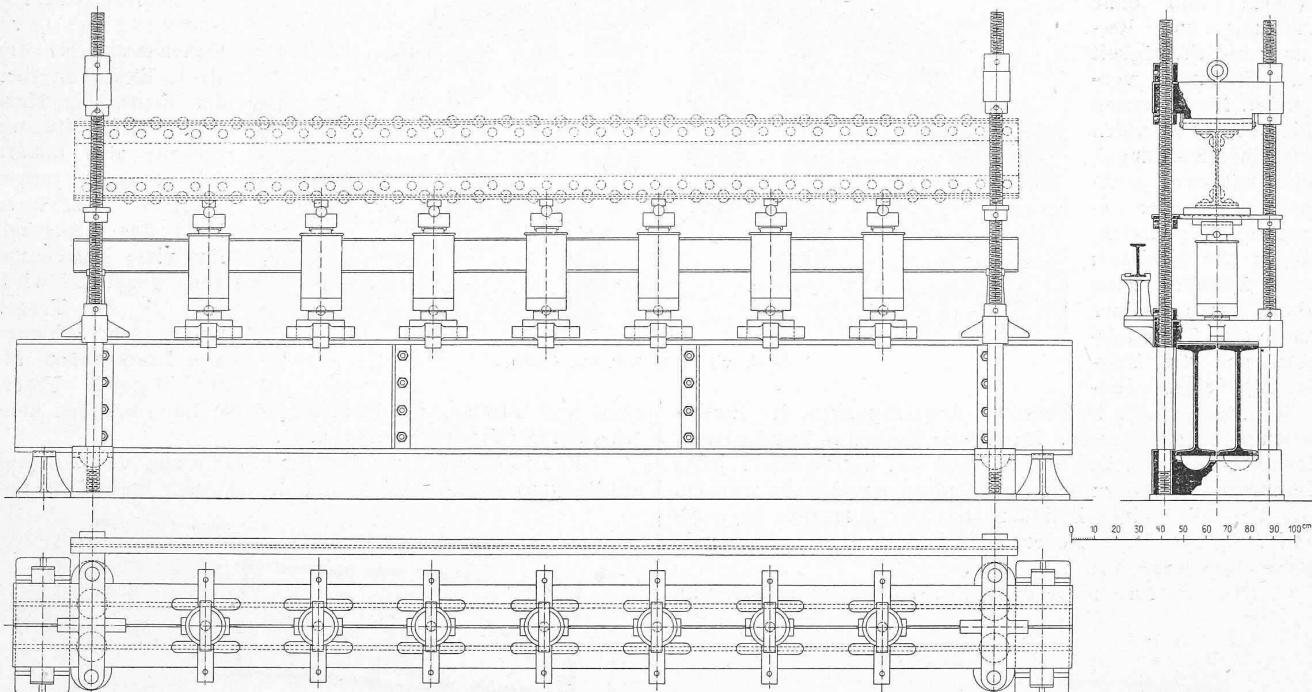


Abb. 2. Biegemaschine für verteilte Belastung von *J. Amsler-Laffon & Sohn*. — Masstab 1:30.

Differenz zwischen Steg und Flansche kleiner. Allgemeine Schlussfolgerungen können jedoch nicht gezogen werden, da die Festigkeitszahlen von der Temperatur des Walzstückes bei den letzten Durchgängen zwischen den Walzen abhängen.

Die erste Frage kann somit dahin beantwortet werden, dass die Erzeugungsweise der I-Träger auf einem Universalwalzwerk noch mehr als diejenige auf kalibrierten Walzen geeignet ist, Walzprodukte zu liefern, die in ihrem vollen Querschnitte homogen bearbeitet sind.

2. Das Verhalten der gewalzten Träger beim Biegeversuch kann nur an Hand von vergleichenden Proben ermittelt werden. Es kommen zu einem solchen Vergleiche als Typen gewöhnliche Normalprofile, genietete Träger und breitflanschige I-Träger in Betracht. Durch das freundliche Entgegenkommen der Differdinger Werke wurde die eidg. Materialprüfungsanstalt in die Lage gesetzt, zwei Serien von je fünf nach bestimmtem Programme ausgeführten Trägern zu Versuchen verwenden zu können, und zwar:

Vier breitflanschige Spezialträger Profil 27B und 28B,
Drei genietete Träger mit annähernd gleicher Widerstandsfähigkeit,

Drei Normalprofil-Träger, zwei N. P. 28, einen N. P. 40.
Diese Versuche wurden vervollständigt durch solche

genügender Steifigkeit in der Querrichtung ist durch die Art der Probe ausgeschlossen. Außerdem ist die Beanspruchung mittels konzentrierter Last sehr ungeeignet, um mit der üblichen Beanspruchung verglichen zu werden; leicht können Schlüsse gezogen werden, die mit der effektiven Wirkungsweise der Lasten nicht im Einklange sind. Es ist bereits versucht worden, diesem Uebelstande zu begegnen, indem man die mittlere Schneide durch zwei symmetrisch zur Mitte gestellte Schneiden ersetzt hat, die mittels Wagebalken auf den Versuchsträger gleiche Kräfte ausüben. Das ist besonders für armierte Betonbalken geschehen, damit zwischen den beiden Angriffspunkten eine Länge erhalten werde, die wegen gleichbleibenden Biegungsmomenten sich zu Spannungsmessungen besonders eignet. Auch dieses Mittel ist ein Notbehelf.

Die eidg. Materialprüfungsanstalt ist seit letztem Jahre im Besitze einer neuen Biegemaschine, die den Zweck hat, den erwähnten Uebelständen abzuhelfen; dieselbe ist nach vorgeschriebenem Programme von der Firma *J. Amsler-Laffon & Sohn* in Schaffhausen entworfen und ausgeführt worden. Die Hauptmerkmale bei einem Biegeversuche mit dieser Maschine (Abb. 2 und 3) sind folgende:

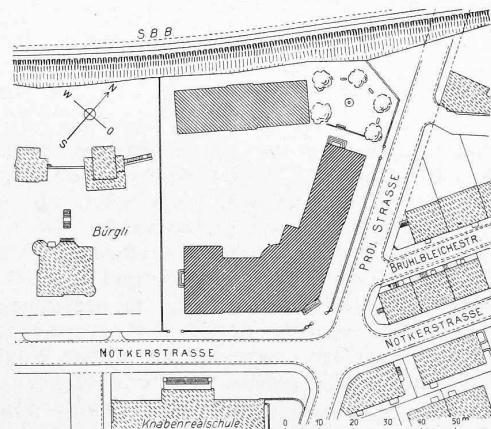
1. die Last wird auf sieben Punkte verteilt; die sieben Einzellasten sind unter einander gleich; der Abstand der

Angriffspunkte ist variabel; bei unsren Versuchen betrug derselbe konstant 50 cm, somit war die doppelte konzentrierte Last gleich der gleichmässig verteilten Belastung auf den laufenden Meter,

2. der Balken ruht oben auf Schneiden und wird von unten belastet; die Schneiden sind in einem Rahmen eingefasst, welcher am untern Teile pendeln kann; die Längenänderungen der an ihren Enden gestützten Fasern können somit ohne Störung der innern Spannungen stattfinden.

3. die Einzellasten wirken mittels Pressen mit eingeschliffenen Kolben, also ohne Dichtung und Reibung; als Flüssigkeit wird Ricinusöl verwendet. Die Lagerung jeder Presse ist unten mit einer Stahlkugel, oben mit zwei senkrecht zu einander liegenden Kippvorrichtungen durchgeführt; jeder Zylinder kann somit nur in seiner Achse eine Kraft ausüben und die Möglichkeit eines seitlichen Stützens des Balkens am Angriffspunkte der Einzellasten ist ausgeschlossen. Damit die Kolben in unbelastetem Zustande sich vertikal stellen, sind am untern Teile jedes Zylinders vier Bolzen mit Spiralfedern angebracht worden. Das Verstellen eines Zylinders aus der normalen Lage erfordert infolge dieser Federn eine geringe, oben angreifende horizontale Kraft von etwa 1 kg.

Die Einzellasten werden mittels Quecksilbersäulen an



Lageplan. — Masstab 1:2000.

Skalen abgelesen; die eine Skala geht bis 3 t, die andere bis 18 t für jede Presse (rund 126 t Gesamtlast).

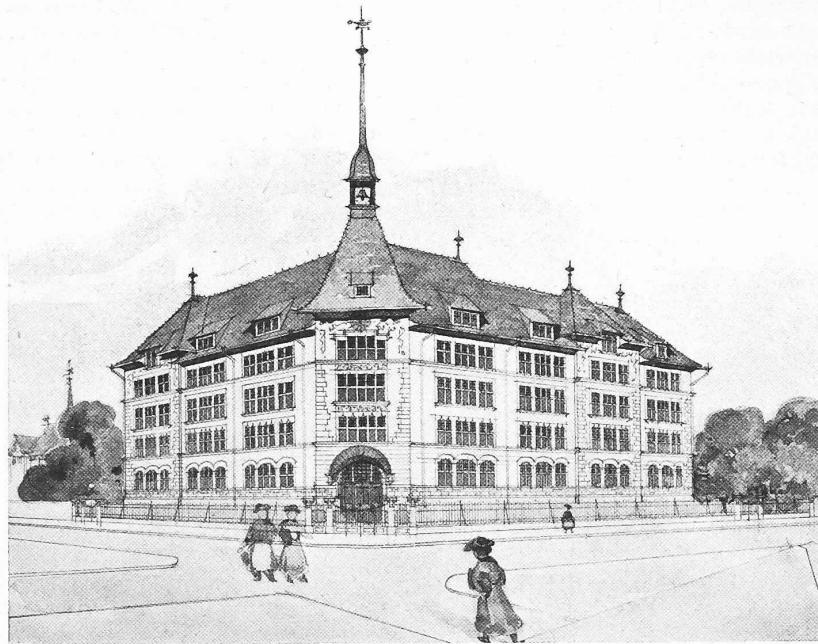
Der Versuch mit einem Balken gestaltet sich nun ganz anders als nach üblicher Weise mittels Eindrücken eines Stempels in der Mitte. Der Träger muss mit grosser Sorgfalt derart gelagert werden, dass sämtliche Kräfte möglichst genau in seiner Mittelebene wirken; die Belastung zeigt recht bald durch Verdrehen des Balkens, ob diese Bedingungen erfüllt sind. Bei fortschreitender Belastung ist der Balken

gegen seitliches Ausknicken auf seine eigene Seitensteifigkeit angewiesen.

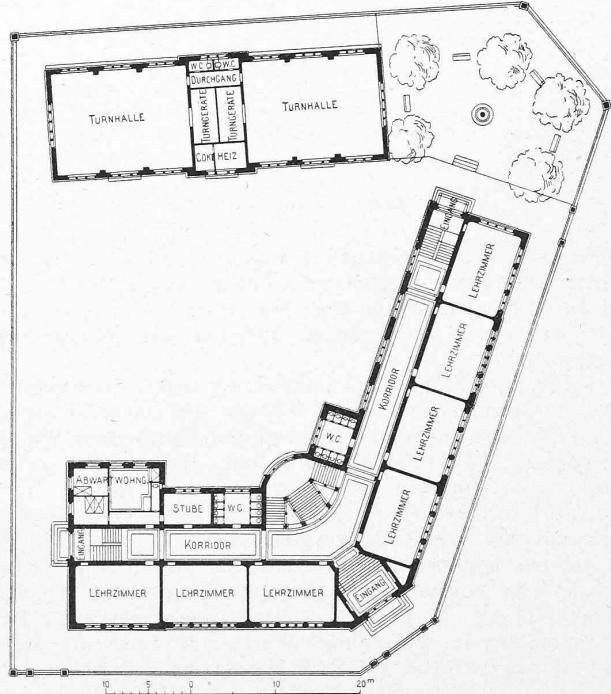
Allerdings muss hervorgehoben werden, dass gerade bei eisernen Balken ein seitliches Stützen derselben in den meisten Fällen vorkommt und dann ein Ausweichen oder Ausknicken ausgeschlossen ist. Für solche Fälle bietet die Fortsetzung des Biegeversuches eines flüssig-eisernen Trägers kein besonderes Interesse; ein Bruch tritt selten ein und die Probe pflegt unterbrochen zu werden, nachdem die Durchbiegung einen beträchtlichen Wert erreicht hat, so z. B. bei Biegeproben von Schienen auf 1 m Stützweite, bei 10 cm Einsenkung in der Mitte. Es kommt aber der Erprobung eines seitlich nicht gestützten Balkens eine höhere Bedeutung zu, indem dadurch das effektive Mass der Sicherheit für viele Anwendungen gegeben wird, so z. B. für Träger unter den Schienen von Laufkrahnen, für frei liegende Unter-

züge und Pfetten, für Längsträger bei Bahn-Brücken ohne sekundären Windverband u. a. m.

Es ist gebräuchlich, die Dimensionierung von I-Balken auf Biegung ohne Rücksicht auf die seitliche Steifigkeit der-



Perspektivische Ansicht von Osten.



Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1:800.

selben durchzuführen; durch Erprobung von seitlich nicht gestützten Trägern wird die Grösse der zulässigen Belastung eine Einschränkung erfahren und eine Erhöhung der effektiven zu erreichenden Sicherheit in manchen Fällen zur Folge haben.

Die theoretische Untersuchung der Knickungsvorgänge eines auf Biegung beanspruchten, gleichmässig belasteten, freiliegenden, seitlich nicht gestützten Trägers ist eine sehr schwierige und soll hier nicht näher behandelt werden. Es sei nur darauf hingewiesen, dass bei einem solchen Träger folgende Ursachen zu berücksichtigen sind:

1. die von den Enden gegen Trägermitte nach parabolischem Gesetze zunehmende Druckkraft in der einen Gurtung, die zuletzt das Ausknicken verursachen wird;

2. die Quersteifigkeit des ganzen Balkens, d. h. sowohl der auf Zug wie der auf Druck beanspruchten Hälften des Querschnittes;

3. die in der Zuggurtung wirkende Kraft, die für jeden Querschnitt gleich und entgegengesetzt der Kraft in der Druckgurtung ist.

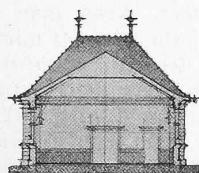
Das Problem hat grosse Aehnlichkeit mit demjenigen des Ausknickens ausserhalb der Trägerebene von sich kreuzenden Fachwerkstreben, ein Problem, das theoretisch 1894 in den „Annales des Ponts et Chaussées“ von Jasinsky gelöst wurde. Die Lösung wird auch in unserm Fall eine ähnliche sein und es wird die Knickkraft in der Druckgurtung aus einer Summe der folgenden zwei Kräfte bestehen:

1. die Knickkraft eines nur auf Druck beanspruchten Stabes mit einem Querschnitt gleich dem Gesamtbalken-Querschnitte;

2. die in der Zuggurtung wirkende Kraft.

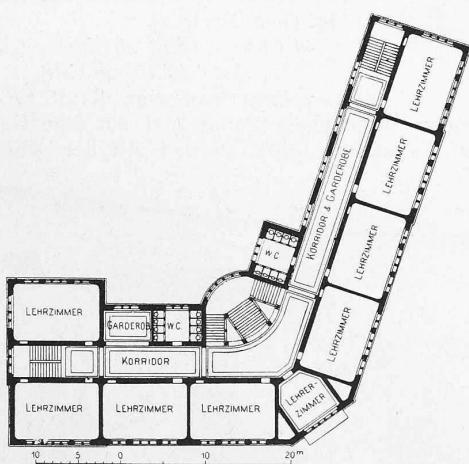


Ansicht der Turnhalle. — Masstab 1:600.



Schnitt der Turnhalle.

Nur innerhalb der Elastizitätsgrenze des Materials und bei genügend starkem Stege wäre ein solcher Schluss richtig; dies würde zum Ergebnisse führen, dass bei den gewöhnlichen Verhältnissen von Trägerhöhe zur Stützweite ein seitliches Ausknicken infolge der Belastung in der Symmetrie-Ebene des Trägers theoretisch nicht eintritt; diese Ableitung ist jedoch für solche Fälle der Anwendung ebenso wenig in der Lage, die Knickbelastung des Balkens anzugeben, wie die Formel von Jasinsky die effektive Tragkraft für eine auf Druck beanspruchte Strebe eines



Grundriss vom I., II. und III. Stockwerk. — 1:800.

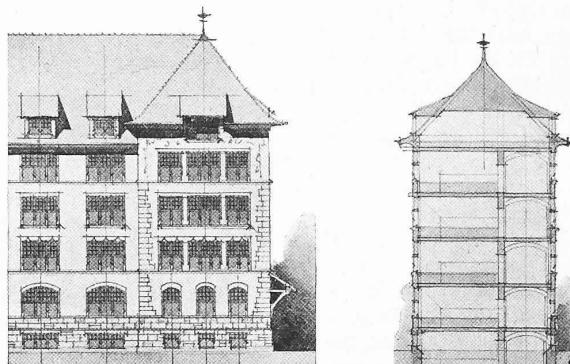
mehrteiligen Fachwerkträgers angeben kann. Die Beschaffenheit des Materials wird bei diesen Untersuchungen unberücksichtigt gelassen, obwohl dieselbe die Hauptrolle bei solchen Knickvorgängen spielt. Nur Versuche können aber die Fragen der Beschaffenheit des Materials beantworten. (Schluss folgt.)

Wettbewerb für ein Mädchen-Primarschul-Gebäude in St. Gallen.

II.

Unter Hinweis auf das in Nr. 19 veröffentlichte preisgerichtliche Gutachten mit Darstellungen der beiden II. Preise geben wir nachstehend noch den mit einem III. Preis aus-

III. Preis. — Motto: Epheu (gez.). — Verf.: Arch. *Ubaldo Grassi*.



Teil der Hoffassade. — 1:600. — Querschnitt.

gezeichneten Entwurf Nr. 95 mit dem Merkzeichen Epheu (gez.) von Architekt *Ubaldo Grassi* in Neuenburg, sowie das Projekt Nr. 105 mit dem Merkzeichen: Winkel, Zirkel und Stern (gez.) von Architekt *Hermann Weideli* aus Oberhofen (Thurgau) z. Z. in Mannheim, das mit einem IV. Preis bedacht worden ist.

Ueber Kräftezerlegung.

Von *A. Kiefer* in Zürich.

1. Eine häufig vorkommende Aufgabe besteht darin, dass in der Ebene eine Kraft EF in zwei Komponenten zu zerlegen ist, von denen die eine auf eine gegebene Gerade g fällt und die andere durch einen gegebenen Punkt C geht. (Abb. 1). Zieht man FB parallel CE und dann EA parallel CB , so ist AB die Komponente, die auf g fällt; legt man durch A die Parallele zu BF und durch F die Parallele zu AE und ist D der Schnittpunkt der zwei Parallelen, so ist CD die Komponente durch C . Dabei besteht die Probe, dass die Verlängerungen von CD und EF sich auf g schneiden. Man bemerkt, dass für die zweite Komponente der gegebene Punkt C der Anfangspunkt ist. Die Konstruktion kann auch so eingerichtet werden, dass die Komponente auf g einen gegebenen Anfangspunkt A hat (Abb. 2). In diesem Falle zieht man die Gerade g^1 durch den gegebenen Punkt, der jetzt O heissen mag, nach dem Schnittpunkt von g und EF , legt durch F die Parallele FD zu EA und durch F die Parallelen FB , EC zu AD . Die gesuchten Komponenten sind AB und CD und es be-

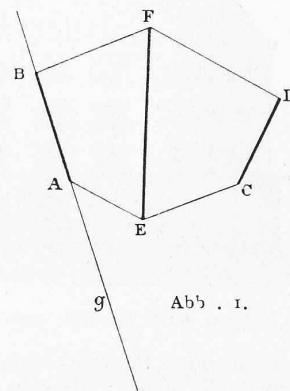


Abb. 1.

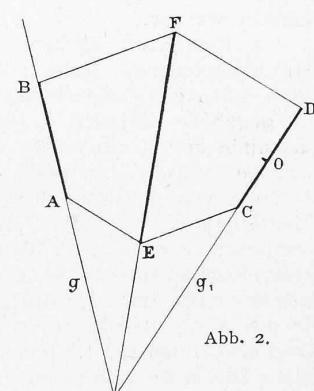


Abb. 2.