

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 14

Artikel: Graphisches Verfahren zur Ermittlung der elastischen Linie
Autor: Rohn
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34738>

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: 23.02.2026

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

nach Tunlichkeit gerecht zu werden. Die Hauptbinder sind als Dreigelenkbogen mit eisernem Zugband ausgebildet; die parabolische Form, verbunden mit einer möglichst gleichmässigen Verteilung der Dachlasten, ergab die statisch günstigste Lösung. Es wurde ferner darnach getrachtet, jede statische Unklarheit, wie sie bei hölzernen Bogenbindern meistens noch vorkommen pflegen, durch eine konstruktiv sorgfältige Ausbildung der Gelenkpunkte auszuschalten. Damit ist der Verlauf der Drucklinie eindeutig festgelegt, d. h. die statische Wirkung mit den theoretischen Annahmen in Einklang gebracht worden. Die Gelenke, sowie die Auflagerung der eisernen Zugstangen am Binderücken sind aus Gusseisen erstellt (Abbildung 9). Zur einwandfreien Uebertragung der Auflagerreaktionen wurde das Auflager über den äusseren Mauerwerkpfählen beweglich, jenes über den mittlern Säulen fest ausgebildet; diese haben somit zugleich die schrägen, rund 4 t pro Binder betragenden Windschübe aufzunehmen und mussten deshalb in armiertem Beton ausgeführt werden.

Für die statische Berechnung der Hetzerschen Konstruktionsteile waren die vom schweiz.

Eisenbahndepartement vorgeschriebenen maximalen Biegebungsbeanspruchungen massgebend, nämlich 90 kg/cm^2 für lotrechte Lasten allein, bzw. 110 kg/cm^2 für lotrechte Lasten zuzüglich unter 10° einfallenden Wind; die effektiven maximalen Werte sind durchwegs geringer, nämlich im ungünstigsten Fall 94 kg/cm^2 für die Binder

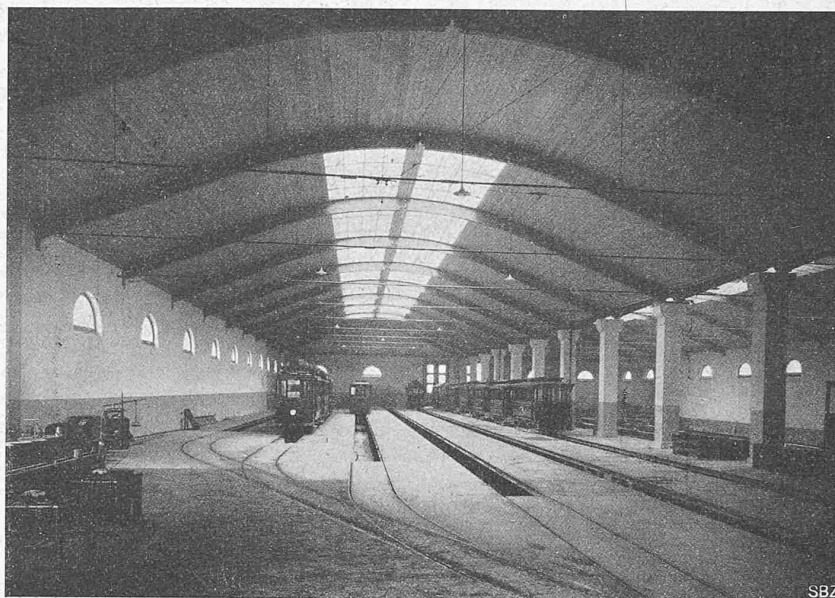


Abb. 7. Innenansicht der fertigen Halle im Strassenbahn-Depot „Dreispietz“ in Basel.

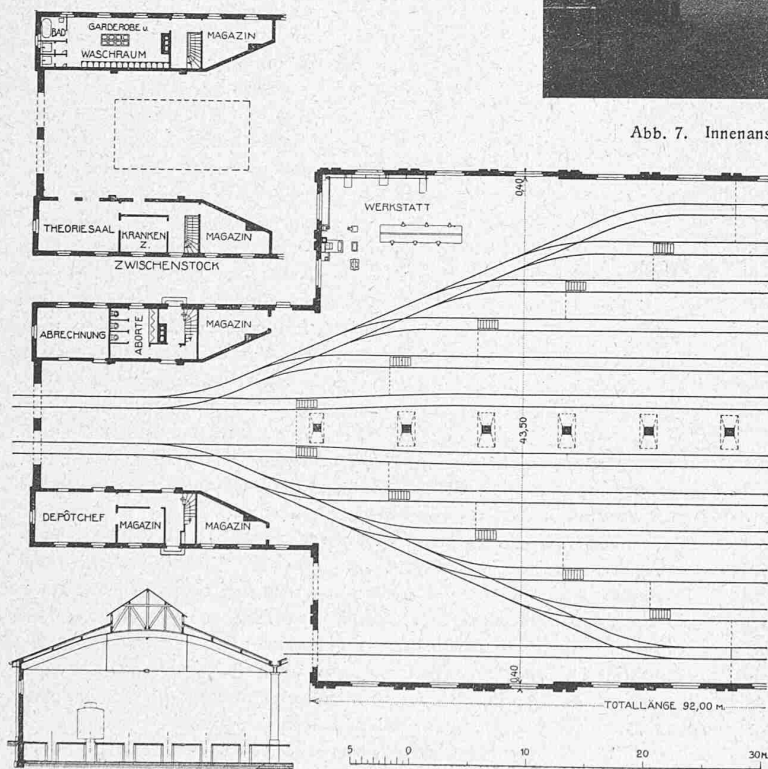


Abb. 5. Grundrisse und halber Querschnitt. — Masstab 1 : 600.

als Haupttragteile und 100 kg/cm^2 für die von Binder zu Binder rund 7 m freitragenden Hetzer-Pfetten und übrigen Hetzer-Balken als sekundäre Tragteile. Entsprechend der Wichtigkeit des Objektes wurde die Fabrikation der Hetzerschen Holzkonstruktion mit besonderer Sorgfalt durchgeführt und den sowohl in Bezug auf Holzqualität, Zahl der durchgehenden Lamellen in den meistbeanspruchten Ausenzonen, Anordnung der Stösse in den innern Zonen, Verleimung, Abbund usw., sodann in bezug auf die nicht weniger wichtigen eisernen Zubehörsstücke behördlichen Vorschriften streng nachgelebt. Entsprechend der charakteristischen Eigenschaft der Hetzerschen Konstruktionen konnte die Montage der gesamten Dachkonstruktion im Zeitraum von wenigen Wochen rasch und anstandslos bewältigt werden.

Ueber die Kosten der grossen Depothalle sei kurz erwähnt, dass die Wirtschaftlichkeit der Dachkonstruktion zur Verbilligung des Gesamtbaues erheblich beigetragen hat. Die gesamten Hetzer- und übrigen rohen Zimmerarbeiten des Daches, einschliesslich äusserer Dachverschalung und Dachgesims, jedoch ohne die innere Deckenverschalung, sind bei einer überdeckten Fläche von rund 4500 m^2 auf nur rund 15 Fr./m^2 Grundfläche zu stehen gekommen, ein für die damaligen Verhältnisse äusserst niedriger Preis.

Graphisches Verfahren zur Ermittlung der elastischen Linie.

Das in der Nummer vom 19. Januar 1918 dargestellte Verfahren zur Ermittlung der elastischen Linie entspricht einer in der Baustatik üblichen Anwendung der Rekursionsformeln (Abbildung 1):

$$M_s = \int_0^s Q_x dx \text{ bzw. } = \sum_0^s Q_x A_x$$

auf das Mohr'sche Verfahren.

Diese Formeln gelten, die erste für verteilte Last, die zweite für Einzellasten, für gerade, winkelrecht belastete Balken über beliebig vielen Oeffnungen; sie werden rechnerisch oder zeichnerisch verwertet.

Für den einfachen Balken (Abbildung 1 auf Seite 158) gibt die erste Formel, für $A = 0$:

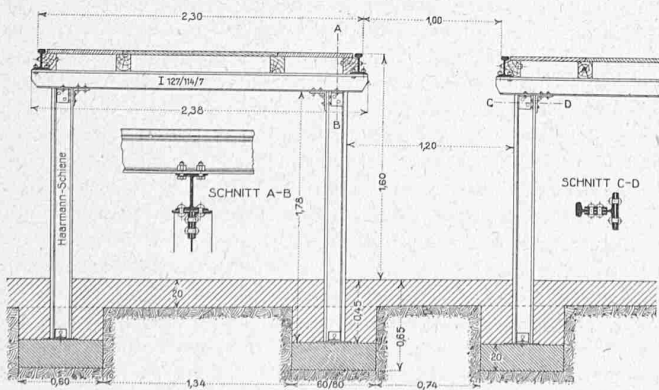


Abb. 6. Einzelheiten der Putzgruben-Konstruktion. — 1 : 50.

$$Q_x = \int_0^x p dx, \quad M_B = \int_0^l \left(\int_0^x p dx \right) dx$$

daher:

$$A = \frac{M_B}{l} = \frac{1}{l} \int_0^l \left(\int_0^x p dx \right) dx$$

Somit ist einschliesslich A:

$$Q_x = \frac{1}{l} \int_0^l \left(\int_0^x p dx \right) dx - \int_0^x p dx$$

und

$$M_s = \frac{s}{l} \int_0^l \left(\int_0^x p dx \right) dx - \int_0^s \left(\int_0^x p dx \right) dx.$$

Die Bestimmung der Querkraft und Momente ist demnach zurückgeführt auf die Ermittlung der Summen

$$\int_0^x p dx \quad \text{und} \quad \int_0^s \left(\int_0^x p dx \right) dx \quad \text{für } x = 0 \text{ bis } l.$$

Auf das Mohr'sche Verfahren zur Bestimmung der Neigung β und der Ordinaten y der elastischen Linie eines einfachen Balkens oder eines beliebigen Feldes ($m-1$) — m (Abb. 2) eines mehrfach gestützten Balkens angewendet geben diese Ausdrücke für Q und M nach Abb. 3 und 4:

$$\text{für } p = \frac{M}{EJ} :$$

$$\beta_s = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} \left(\int_0^x \frac{M}{EJ} dx \right) dx - \int_0^s \frac{M}{EJ} dx$$

$$y_s = \frac{s}{l_m} \int_0^{l_m} \left(\int_0^x \frac{M}{EJ} dx \right) dx - \int_0^s \left(\int_0^x \frac{M}{EJ} dx \right) dx$$

es bedeutet hierbei: das Gewicht $\frac{M}{EJ} dx$, den gegenseitigen Neigungswinkel der Querschnitte, die das Element dx begrenzen,

$$\frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} \left(\int_0^x \frac{M}{EJ} dx \right) dx,$$

die Auflagerkraft aus diesen Gewichten $\frac{M}{EJ} dx$, bzw. den Neigungswinkel β_{m-1} der elastischen Linie in $m-1$, die erste Summe das Moment dieser Auflagerkraft, die zweite dasjenige der Gewichte $\frac{M}{EJ} dx$ von $(m-1)$ bis s — s inbezug auf s — s .

Bekanntlich ist bei der graphischen Darstellung der Momente mit dem Kräfte- und Seilpolygon das erste dieser Momente durch $H(y_s + y')$, das zweite durch $H \cdot y'$ dargestellt. In Abb. 4 ist $H = 1$ gesetzt.

Für durchlaufende Balken über mehrere Öffnungen werden die Stützmomente M_{m-1} und M_m z. B. mit der Clapeyron'schen Gleichung der drei Momente bestimmt.

Zweck dieser Zeilen ist, diese Anwendung des Mohr'schen Verfahrens auf den mehrfach gestützten Balken in Erinnerung zu bringen — im Gegensatz zu dem in der Nummer vom 19. Januar angegebenen Schätzungsverfahren.

Zürich, den 13. Februar 1918.

Rohn.

Der Torf und seine Verwendung als Brennstoff.

Von K. Birchler, Ingenieur, Zürich.

Die gewaltigen Torflager, die einzelne europäische Länder aufweisen, haben die Aufmerksamkeit der landwirtschaftlichen und der grossindustriellen Kreise seit langem auf sich gelenkt, und man suchte Mittel und Wege, um die als wirtschaftliche Hindernisse geltenden Moore zu kultivieren und die in ihnen aufgespeicherte Wärmeenergie nutzbar zu machen. So gross die Erfolge sind, die man bei der landwirtschaftlichen Ausnutzung der in Kulturland übergeführten Torfmoore in den letzten Jahrzehnten erzielt hat, so gering sind die Fortschritte in der Verwendung des Torfes als Brennstoff. Die seit reichlich einem halben Jahrhundert immer aufs Neue angestellten Versuche haben in dieser Richtung, d. h. in der Veredlung des Rohstoffes zu Brennzwecken, Fehlschläge, Kapitalverluste, bestenfalls mässige Erfolge gezeitigt, die hinter den hochgespannten Erwartungen weit zurückbleiben. Wenn trotzdem immer wieder Kapitalisten und Erfinder bereit sind, Geld und Arbeitskraft daran zu setzen, so spricht das für die volkswirtschaftliche Wichtigkeit der Sache, aber auch dafür, dass über die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit des Erfolges, sowie über die einzuschlagenden Wege Unklarheit herrscht, von der sich auch Fachleute nicht ganz haben freihalten können.

Die Hauptschwierigkeit, die der Ausnutzung des Torfes entgegensteht, liegt in der grossen Masse des Torfes im Verhältnis zu seinem thermischen Wirkungswert. Hierzu kommen noch der sehr hohe Wassergehalt des frisch gestochenen Torfes und die besonderen Schwierigkeiten, die sich bei einer durchgreifenden Trocknung desselben ergeben.

Bei sachgemässer Behandlung ist der Torf wohl geeignet, mit den meisten der gebräuchlichen Brennstoffe wetteifern zu können. Wenn ihm dies bei seiner grossen Verbreitung nicht allgemein, in vielen Gegenden noch gar nicht gelungen ist, so liegt dies zum grössten Teile daran, dass der bekannte oder wenigstens allgemeiner verbreitete Stichtorf, infolge seiner geringen Dichtigkeit, für seine Masse nur eine niedere Heizwirkung und deshalb eine geringe wirkliche Ausnutzung seines Wärmevermögens ergibt. Die bröcklige Beschaffenheit der Stichtorfsoden verursacht erhebliche Materialverluste und unangenehme Staubentwicklung. Zudem wird der Heizwert vermindert, da der Stichtorf bestrebt ist, aus der Luft Feuchtigkeit aufzunehmen.

Bearbeitet man den Rohstoff in Maschinen, die die Masse kräftig kneten, zerreißen und innig durcheinander mischen, so schrumpfen die so hergestellten Torfsoden beim Trocknen ganz von selbst auf ein Viertel bis ein Fünftel ihres anfänglichen Raummasses zusammen und zwar zu einem dichten, festen Körper, dem sog. Maschinentorf (Presstorf), der nicht abfärbt, nicht bröckelt und einen glatten, wachsglänzenden Durchschnitt zeigt. Dabei nimmt ein gut durchkneteter Maschinentorf, schon kurze Zeit nach seiner Gewinnung, auffallendes Regenwasser nicht mehr auf.

Der Heizwert des Torfes ist ausserordentlich verschieden und hängt in erster Linie vom Feuchtigkeitsgehalt ab. Wird für verschiedene Torfe der Feuchtigkeitsgehalt gleich angenommen, bzw. dieser in allen Fällen gleich Null gesetzt, so spielt, wie *Minsen* nach eingehender Vergleichung von 51 Torfproben verschiedener deutscher und schweizerischer Herkunft gefunden hat, nur noch der Aschengehalt eine Rolle, während Herkunft, Zersetzungsgrad und dergl. seltensamerweise fast gar nicht oder nur ganz nebensächlich in Betracht kommen.

Da der Heizwert des Torfes vor allem mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt abnimmt, ist es von grösster Wichtigkeit, alle diejenigen Mittel bei der Torfgewinnung in Anwendung zu bringen, durch die dieser Wassergehalt ohne grosse Kosten vermindert werden kann. Dies geschieht, wie bereits angedeutet, am besten durch Verarbeitung des Torfes mit Zerreißmaschinen, Zerstörung und Aufschliessung der Pflanzenfasern und inniger Durcharbeitung der ganzen Rohstoffmasse, wodurch für den auf irgend eine Weise geformten Maschinentorf ein viel sichereres Trocknen erzielt wird. Nach *Hausinger* beträgt der normale Wassergehalt eines guten Maschinentorfes etwa 15%. Dies kann jedoch nur unter der Voraussetzung bester Verarbeitung bei der Gewinnung und günstiger Trocknungsverhältnisse gelten. Handelsüblicher, trockener Maschinentorf hat während der Sommermonate 17 bis 25%, während der Wintermonate 25 bis 30% Wassergehalt. Frischer Torf verliert dagegen an der Luft sein Wasser gewöhnlich bis auf 22 bis 25%, je nach den Niederschlägen und der mittleren Temperatur des Sommers. Umgekehrt nimmt künstlich getrockneter Torf an feuchter Luft wieder Wasser auf bis zu 22 bis 25%. A. *Wihl* hat durch Versuche festgestellt, dass im Torf das Gleichgewicht zwischen Wasser und Luft von der Temperatur abhängig ist.

