

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 15/16 (1890)
Heft: 8

Artikel: Beitrag zur Theorie des Fachwerkes
Autor: Herzog, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-16381>

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: 03.07.2025

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

Betriebsjahre 1883 bis 1887 in der Weise, dass an der nachfolgend angegebenen Anzahl Tage Nordzug, Südzug oder ein in kurzen Zwischenräumen umsetzender Zug statt hatte. Selbstverständlich tritt in letzterem Falle auf einige Zeitdauer Windstille ein, welche jedoch bis jetzt nie länger als etwa einen halben Tag anhielt, häufig aber auch in einem plötzlichen Umschlag der Luftströmung vom Nord in Süd und umgekehrt bestanden hat.

Beobachtungs- Jahr	Anzahl Tage mit herrschend. Nordzug		Anzahl Tage mit herrschend. Südzug		Anzahl Tage mit abwechselndem Nord- und Südzug	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
1883	70	75	45	29	66	80
1884	60	82	56	42	67	59
1885	51	80	64	33	67	68
1886	55	70	60	54	67	59
1887	65	79	45	40	72	64

NB. Zu den Wintermonaten wurden Januar, Februar, März und October, November, December, zu den Sommermonaten April bis und mit September gerechnet.

Aus obiger Zusammenstellung geht hervor, dass in den Sommermonaten der Nordzug weitaus vorherrschend war, während in den Wintermonaten der durchgehende Luftzug sich ziemlich gleichmässig auf Nord und Süd vertheilte und auch die Anzahl Tage mit abwechselndem Nord- und Südzug im Sommer und Winter wenig differirten.

Ein Einfluss des auf den Tunnelstationen herrschenden Windes auf die Richtung und Stärke der Luftströmung im Tunnel kann nicht nachgewiesen werden, ebenso wenig war ein durchfahrender, in der Tunnelröhre gewissermassen als Kolben wirkender Bahnzug im Stande, eine andere als kurz andauernde locale Gegenströmung in dem von der entgegengesetzten Seite kommenden Luftzug hervorzurufen.

c) Rauch. In den vorstehenden Darstellungen auf Seite 45 ist die Vertheilung des Rauches im Tunnelraum mit Angabe der betreffenden Anzahl Tage während der Sommer- und Wintermonate ersichtlich gemacht. Als Grundlage hiezu dienten die Aufzeichnungen der Wärter bei jeder Kammer über das Vorhandensein beziehungsweise die Dichte des Rauches, wobei zu bemerken ist, dass unter vorübergehendem Rauch im Allgemeinen der von einem vorüberfahrenden Zug herrührende oder am Gewölbe hinreichende Rauch zu verstehen ist, ferner dass Rauch während eines halben Tages hauptsächlich von wechselnder Strömung und während des ganzen Tages zum Theil von wechselnder Strömung, in der Hauptsache aber von anhaltendem, einseitigem aber schwachem Luftzug herrührt. Aus letzterer Ursache erscheint daher die Anzahl der ganzen Tage mit Rauch gegen die Portale hin am grössten und zwar am Südportal ungefähr in dem Verhältniss grösser, in welchem die Anzahl Tage mit Nordzug diejenigen mit Südzug überwiegen.

An Tagen, wo abwechselnd Nord- und Südzug oder nur schwache Luftströmung vorkommt, sind selbstverständlich während der Zeit des stärksten Zugverkehrs die Bedingungen für den Aufenthalt im Tunnel am ungünstigsten. Da aber der Rauch auch an solchen Tagen sich ziemlich gleichmässig auf einen grossen Raum vertheilt, so wird hiedurch das vorübergehend im Tunnel sich befindende Wärter- und Zugpersonal in Ausübung seines Dienstes nicht behindert, immerhin aber mehr oder weniger belästigt.

Davon, dass in den Personenwagen mit geschlossenen Fenstern nicht die geringste Spur von Rauch wahrzunehmen ist, kann sich Jedermann, welcher den Gotthardtunnel befährt, überzeugen.

Bei allen im Gotthardtunnel vorzunehmenden Arbeiten, Geleiseunterhaltung etc. wird auf die Richtung des Luftzuges und auf den Zugverkehr Rücksicht genommen und es werden dieselben in der Regel auf die Nachtzeit, in welcher nur zwei Schnellzüge verkehren, verlegt.

Da sich aus den bisher erhobenen sechsjährigen Beobachtungen ergeben hat, dass eine natürliche Lüftung im Gotthardtunnel stets vorhanden war und kein einziger Tag notirt wurde, an welchem keine Luftströmung vorkam, so hat das schweizerische Post- und Eisenbahndepartement gestattet, die weiteren Beobachtungen über Vorkommen und Dichte des Rauches, ausgenommen etwaige ausserordentliche Erscheinungen, künftighin zu unterlassen.

Weitere Gesichtspunkte und Daten als bisher werden jedoch auch durch fernere Aufzeichnungen der Wärmegrade und des Luftzuges im Tunnel nicht zu erzielen sein und es erscheint daher angezeigt, das Wärterpersonal dieser Aufgabe zu entheben, damit dasselbe seine Aufmerksamkeit ungetheilt dem Zustande des Geleises und seinen sonstigen Obliegenheiten zuwenden kann.

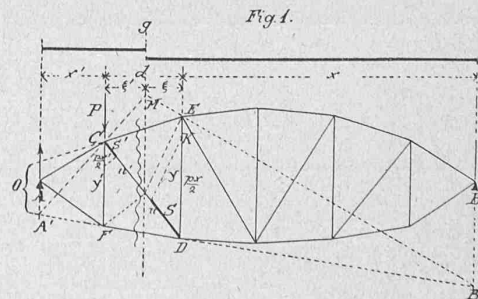
Beitrag zur Theorie des Fachwerkes.

Von Dr. A. Herzog, Prof. am eidg. Polytechnikum zu Zürich.

Die Spannungen, welche das Eigengewicht eines statisch bestimmten Fachwerkes in den verschiedenen Theilen desselben hervorbringt, ergeben sich am einfachsten durch Construction eines Cremona'schen Kräfteplanes. In derselben Weise lassen sich auch die Maximalspannungen finden, welche von einer gleichmässig vertheilten zufälligen Belastung in den Gurtungen hervorgerufen werden. Handelt es sich dagegen um die Ermittlung der grössten Spannungen in den Füllungsgliedern, so muss ein anderer Weg eingeschlagen werden, weil diese Constructionstheile bei einer gewissen partiellen Belastung am stärksten beansprucht werden. Für jeden Stab, der zum System der Füllungsglieder gehört, bekommt man zwei Spannungsgrenzen, von denen die eine einen Zug, die andere einen Druck darstellt. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Methoden zur Bestimmung dieser Kräfte findet sich in dem Werke „Die Graphische Statik der Bauconstructionen“ von Herrn Müller-Breslau angegeben.

In dem vorliegenden Aufsatz wird ein neues Verfahren zur Lösung der gleichen Aufgabe beschrieben. Die Anwendung desselben führt in äusserst einfacher Weise zum gewünschten Ziel; es genügt die Construction weniger Linien zur Auffindung der Maximalspannungen in jedem einzelnen Füllungsglied. Die Belastung wird als gleichmässig vertheilt angenommen und mit p bezogen auf die Längeneinheit bezeichnet. Ferner wird vorausgesetzt, dass die Füllungsglieder zum Theil vertical, zum Theil schief angeordnet seien und die Fahrbahn sich oberhalb des Trägers befinde, so dass die variable Belastung von den Knotenpunkten des Druckbaumes aufgenommen wird.

Zunächst sollen die Maximalspannungen einer beliebigen Diagonale CD von der Länge s bestimmt werden. (Fig. 1.) Die ungünstigste Belastung für dieselbe ergibt



sich nach einer von Culmann angegebenen Construction in folgender Weise: Man verlängert die Seite DF des Zugbaumes bis zu den Schnittpunkten A' und B' mit den Verticalen durch die Stützpunkte A und B , verbindet A' mit C , B' mit E ; die Verticale g durch den Schnittpunkt M dieser beiden Geraden ist die Belastungsscheide. Die grösste Zugspannung in der Diagonale tritt ein, wenn das Stück der Fahrbahn zwischen g und dem Widerlager B total belastet wird; die complementäre Belastung zwischen g und

$B'MJ$ benutzt werden. Drückt man ferner die Verschiebungen der vier Punkte C, E, D, F in doppelter Weise aus, indem man sie entweder als Punkte der Systeme Σ_a und Σ_b oder als Punkte der starren Geraden CE und DF betrachtet, so findet man sehr leicht, dass die letzteren um den nämlichen Winkel ε gedreht werden. Das virtuelle Moment der Belastung ist $\frac{\rho(x+\xi)}{2} \xi \varepsilon$. Für die Summe der Momente der beiden Kräfte S findet man, wenn die Perpendikel von M und von J auf CD mit d_1 und d_2 bezeichnet werden, den Ausdruck

$$-S(d_1 + d_2) \varepsilon = -S \cdot MJ \sin \alpha \cdot \varepsilon,$$

wo α den Winkel zwischen CD und CF bedeutet. Zur Berechnung von S ergibt sich also die Gleichung

$$\frac{\rho(x+\xi)}{2} \xi \cdot \varepsilon - S \cdot MJ \sin \alpha \cdot \varepsilon = 0.$$

Aus der Figur bekommt man

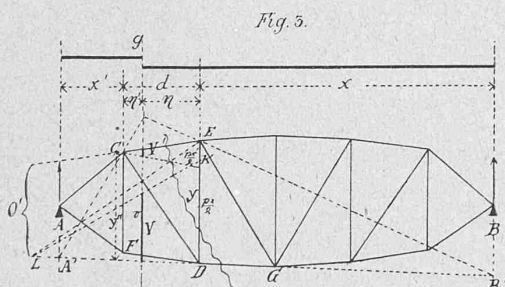
$$MJ = y \frac{x+\xi}{x}, \sin \alpha = \frac{d}{s}.$$

Es ist somit

$$\frac{\rho(x+\xi)}{2} \xi \cdot \varepsilon - S y \frac{x+\xi}{x} \cdot \frac{d}{s} \varepsilon = 0.$$

$$S = \frac{\rho x}{2} \cdot \frac{\xi}{d} \cdot \frac{s}{y}.$$

Zum Schlusse soll noch die Bestimmung der in den verticalen Pfosten auftretenden Maximalspannungen kurz besprochen werden. Diese Kräfte ergeben sich in ganz analoger Weise wie die Diagonalspannungen. Es seien V und V' die grössten Spannungen des Pfostens ED (Fig. 3). Um zunächst die ungünstigste Belastung zu finden, lege man einen schiefen Schnitt, welcher ausser dem Pfosten nur noch die beiden Streckbäume trifft, die sich im Punkte O' begegnen. Durch Verlängerung des Zugbaumes ergeben sich wie früher die Punkte A' und B' , die Verticale durch den Schnittpunkt von $A'C$ und $B'E$ stellt die Belastungsscheide g dar. Ihre Entfernungen von ED und CF mögen mit η und η' bezeichnet werden. Wird der Träger zwischen



g und B total belastet, so entsteht im Pfosten die grösste Druckspannung V ; die Belastung zwischen g und A erzeugt den grössten Zug V' . Man überzeugt sich leicht, dass in Bezug auf O' das Moment einer in C angreifenden Kraft $P = \frac{\rho x}{2} \frac{\eta}{d}$ mit dem Momente der Kraft V übereinstimmt.

Zerlegt man also P nach den Richtungen CE und CD , V nach den Richtungen von CD und des geschnittenen Zugbaumes DG , so müssen die in die Gerade CD fallenden Componenten beider Kräfte einander gleich sein.

Man erhält demnach

$$P \frac{s}{y} = \frac{\rho x}{2} \frac{\eta}{d} \frac{s}{y} = V \frac{s}{y''} \text{ oder } V = \frac{\rho x}{2} \frac{\eta}{d} \frac{y''}{y}.$$

In dieser Gleichung bedeutet y'' die von C aus gemessene Strecke, welche von DG auf dem Pfosten CF abgeschnitten wird. Der Ausdruck für die Kraft V lässt sich leicht construiren. Beachtet man nämlich, dass

$$\frac{y''}{d} = \frac{v}{\eta} \text{ ist,}$$

wo v den zwischen der Diagonale CD und dem Zugbaum DG liegenden Abschnitt der Geraden g bedeutet, so findet man

$$V = \frac{\rho x}{2} \frac{\eta}{y} \frac{v}{\eta} = \frac{\rho x}{2} \cdot \frac{v}{y}.$$

Zieht man also durch E eine Gerade nach dem Schnittpunkte von g und CD und verlängert sie, bis DG in L getroffen wird, so schneidet die Verbindungslinie LK auf der Geraden g die Kraft V' ab.

Noch einfacher ist die Bestimmung von V' . Es ist leicht einzusehen, dass eine Kraft $P' = \frac{\rho x'}{2} \frac{\eta'}{d}$, deren Angriffspunkt in E liegt, bezüglich O' das gleiche Moment ergibt wie die Kraft V' . Es ist also

$$V' = \frac{\rho x'}{2} \frac{\eta'}{d}.$$

Die Construction von V' ist aus der Figur ersichtlich.

Die unwesentlichen Aenderungen, welche bei den abgeleiteten Constructionen eintreten, wenn die Fahrbahn eine andere als die hier vorausgesetzte Lage hat, bedürfen keiner näheren Erläuterung.

Zum Rheinbericht Wey.

Herr Wey hat in seinem Vortrag vor dem schweiz. Ingenieur- und Architektenverein vom 22. September 1889 über die st. gallische Rheinorrection (vide Nr. 4 bis 7 dieses Bandes der „Schweiz. Bauzeitung“) sich verschiedene Ausfälle gegen die Ingenieure, die nicht seiner Meinung sind, erlaubt — von „oberflächlichen Projectmachern“ und von „Motiven, die anderswo liegen, als in dem Bestreben nach radicaler Abhülfe“ gesprochen u. s. w. — Ohne auf den übrigen Inhalt seines Berichts einzutreten, muss ich doch obige Verdächtigungen mit Entrüstung zurückweisen. Was die noch besonders bezweifelte Senkung des für das untere Rheinthale verderblichen Hochwassers vom 28. September 1885 betrifft — falls der Niederrieddurchstich ausgeführt gewesen wäre — so genügt es zu erinnern, dass der Bodensee damals auf $+1,7$ m stand. Rechnen wir im 2500 m langen Durchstich das starke Hochwassergefälle von 0,75 m ‰, oder 1,87 m hinzu, so erhalten wir an der nördlichen Spitze des Eselschwanzes einen Wasserstand des Rheines von $+3,57$ m, während er in Wirklichkeit — des langgestreckten Umwegs gegen Altenrhein wegen — auf etwa 7,74 m gestanden ist. Somit würde die Senkung des Rheinhochwassers alsdann $7,74 - 3,57 = 4,17$ m betragen haben. — Ich überlasse es Herrn Wey, die Consequenzen eines so sehr erniedrigten Rheinhochwassers auf die ziemlich normale und gut ausgebildete Rheinstrecke bis nach Brugg hinauf, sowie noch weiter gegen die Illmündung auszurechnen —, und verweise zu weiterer Begründung meiner Anschauungen nur noch auf die „Schweiz. Bauzeitung“ Nr. 23, Band III von 1884 und auf die „Neue Zürch. Zeitung“ von 1885, Nr. 302 und 303 I. Bl., sowie von 1886 auf Nr. 131, I. Bl.

Legler.

Miscellanea.

Le Congrès international de mécanique appliquée tenu à Paris du 16 au 21 septembre de l'année passée a formé les vœux suivants:

I. Les membres du Congrès de mécanique appliquée, après en avoir délibéré, émettent le vœu que le gouvernement français prenne, auprès des gouvernements étrangers, l'initiative de la réunion d'une commission internationale ayant pour mission de choisir les unités communes destinées à exprimer les différents résultats des essais de matériaux et d'introduire une certaine uniformité dans les méthodes d'essais.

II. Le Congrès international de mécanique appliquée émet le vœu qu'il y a lieu d'encourager, par tous les moyens possibles, la création et l'extension de laboratoires d'essais de matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes écoles du gouvernement, dans les grandes administrations gouvernementales ou privées, que dans les établissements d'utilité publique tels, par exemple, que le Conservatoire des arts et métiers.

III. Comme suite au vœu exprimé par le Congrès international de mécanique appliquée, relativement à l'organisation de laboratoires de mécanique, le Congrès recommande en particulier l'institution de recherches expérimentales précises sur les propriétés physiques des fluides usités dans les appareils à produire le froid.