

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 33/34 (1899)
Heft: 16

Artikel: Beitrag zur statischen Untersuchung von Gewölben
Autor: Marcus, Maximilian
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-21409>

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>

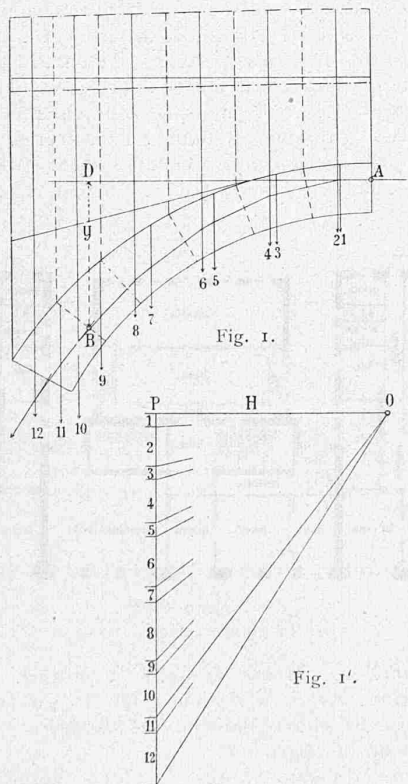
Ce qui, sur une surface de 930 m², donne un chiffre de 630 francs pour prix de revient du mètre superficiel ou environ 40 fr. du m³ du bâtiment; le cube étant compté d'après les usages de Zurich, hauteur depuis le trottoir jusqu'au-dessus des corniches.

Beitrag zur statischen Untersuchung von Gewölben.

Die statische Untersuchung eines Gewölbes geschieht gewöhnlich in der Weise, dass man eine Drucklinie zeichnet, die stets im Kerne des Gewölbes enthalten ist. Dabei wählt man in der Regel drei Punkte, gewöhnlich im Scheitel und in den Bruchfugen und bestimmt nun die Lage des Poles im Kräftepolygon so, dass die zugehörige Drucklinie durch die gewählten Punkte geht. Das Bestimmen des Poles ist mit Ungenauigkeiten verbunden, welche um so empfindlicher werden können, je kleiner der Masstab gewählt wird. Bei Brücken mit hohen Zwischenpfeilern hat schon eine ganz geringe Aenderung des Horizontalschubes einen grossen Einfluss auf die untersten Querschnitte der Pfeiler. Deshalb empfiehlt es sich, einerseits Längen- und Kräftemasstäbe gross zu wählen, andererseits aber die Lage des Poles auch analytisch zu bestimmen. Zu diesem Zwecke sollen im Folgenden einige Formeln abgeleitet werden.

a) Symmetrische Belastung des Gewölbes.

Liegen die Kämpfer in gleicher Höhe und ist die Belastung symmetrisch im Bezug auf den Scheitel des Gewölbes, so beschränkt sich die Konstruktion der Drucklinie auf die Hälfte, da dieselbe auch symmetrisch bezüglich der Scheitelfuge ist und eine horizontale Scheiteltangente besitzt. Man wählt nun zwei Punkte, gewöhnlich im Scheitel und in der Bruch-



fuge (A und B in Fig 1), den ersten im äusseren, den zweiten im inneren Drittel der betreffenden Fuge, und konstruiert eine Drucklinie durch die zwei Punkte, indem man den Pol des Kräftepolygons (Fig. 1') so bestimmt, dass der Strahl durch den Scheitel horizontal geht.

Man sieht, dass

$$BD \cdot OP = y \cdot H = S_1,$$

wobei S_1 die Summe der statischen Momente der Kräfte 1—10 im Bezug auf B bedeutet. Daraus ergibt sich

$$H = \frac{S_1}{y} \quad (1)$$

In dieser Formel bedeutet y der vertikal gemessene Abstand der zwei Punkte A, B. Hierdurch ist der Horizontalschub H und damit auch die Lage des Poles O bestimmt.

b) Unsymmetrische Belastung des Gewölbes.

Fig. 2 stellt ein Gewölbe mit einseitig angebrachter Verkehrslast dar. Es wirken rechts des Scheitels die Eigengewichtskräfte 1'—12', links desselben die von Eigengewicht und Verkehrslast herrührenden Kräfte 1—12. Gewählt sind

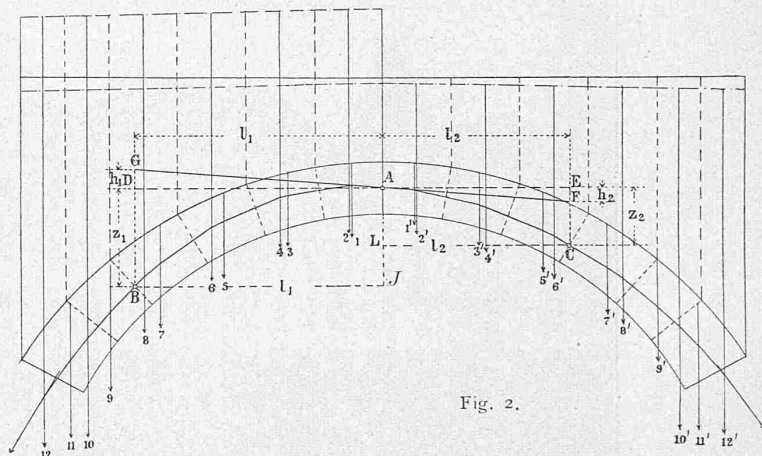


Fig. 2.

die drei Punkte A, B, C, und die Drucklinie ist so gezeichnet, dass die den Kräftepolygonstrahlen 1—1', 8—9 und 6'—7' entsprechenden Seiten der Drucklinie durch A, B, C gehen. Die Lage des Poles O ist durch die Horizontal- und Vertikalprojektionen PO' , OO' des Strahles PO (Fig. 2') bestimmt. — Verlängert man die durch A gehende Seite der Drucklinie nach beiden Richtungen bis F und G und zieht durch A die horizontale Gerade DAE, so ist:

$$\frac{DG}{AD} = \frac{OO'}{PO'} = \frac{EF}{AE} \quad (2)$$

$$BG \cdot PO' = S_1 \quad (3)$$

$$CF \cdot PO' = S_2 \quad (4)$$

wobei S_1 = Summe der statischen Momente der Kräfte 1—8 in Bezug auf B,

S_2 = Summe der statischen Momente der Kräfte 1'—6' in Bezug auf C, bedeuten.

Setzt man zur Abkürzung:

$$\left. \begin{aligned} BD &= \gamma_1 \\ DG &= h_1 \\ AD &= l_1 \\ CE &= \gamma_2 \\ EF &= h_2 \\ AE &= l_2 \\ OO' &= V \\ PO' &= H \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

und setzt diese Werte in (2), (3) und (4) ein, so erhält man

$$\frac{h_1}{l_1} = \frac{V}{H} = \frac{h_2}{l_2} \quad (6)$$

$$(h_1 + \gamma_1) \cdot H = S_1 \quad (7)$$

$$(\gamma_2 - h_2) \cdot H = S_2 \quad (8)$$

und aus (7) und (8) mit Berücksichtigung von (6)

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{S_1 \cdot l_2 + S_2 \cdot l_1}{\gamma_2 \cdot l_1 + \gamma_1 \cdot l_2} \\ V &= \frac{S_1 \cdot \gamma_2 - S_2 \cdot \gamma_1}{\gamma_2 \cdot l_1 + \gamma_1 \cdot l_2} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

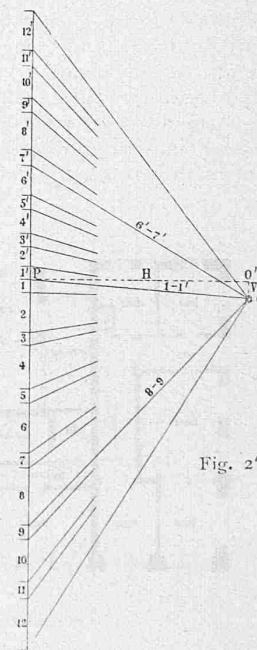


Fig. 2'.

Es kann vorkommen, dass nicht alle Kräfte Momente gleichen Sinnes haben, wie es z. B. in Fig. 1 der Fall ist, wo die Kraft 10 entgegengesetzten Sinnes um B dreht als die andern Kräfte. Die Momente solcher Kräfte muss man bei der analytischen Berechnung von S_1 und S_2 mit negativem Vorzeichen versehen.

Hat man im Kräftepolygon $2'$ die Kräfte in der Reihenfolge von oben nach unten aufgetragen, wie sie auf dem Gewölbe von rechts nach links liegen, so ist die Horizontale $H = PO'$ nach rechts zu ziehen. Sind die Kräfte in entgegengesetzter Reihenfolge aufgetragen, so ziehe man $H = PO'$ nach links.

Der Wert von V ist grösser, kleiner oder gleich Null je nachdem der Ausdruck

$$S_1 \cdot \lambda_2 - S_2 \cdot \lambda_1$$

grösser, kleiner oder gleich Null ist.

Ist $V > 0$, so ist V vertikal von O' nach unten aufzutragen, wenn PO' nach rechts gezeichnet wurde, und von O' nach oben zu ziehen, wenn PO' links der Kräftevertikalen gezogen wurde.

Ist $S_1 \lambda_2 - S_2 \lambda_1 < 0$, so verhalten sich die Sachen umgekehrt.

Sind die Punkte B und C symmetrisch in Bezug auf der Vertikalen durch A , doch ungleich entfernt von der Horizontalen durch A , d. h. ist $l_1 = l_2 = l$, $\lambda_1 \neq \lambda_2$, so ist

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{S_1 + S_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \\ V &= \frac{S_1 \cdot \lambda_2 - S_2 \cdot \lambda_1}{l(\lambda_1 + \lambda_2)} \end{aligned} \right\} \dots \dots (10)$$

Ist hingegen $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$, jedoch $l_1 \neq l_2$, so hat man

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{S_1 \cdot l_2 + S_2 \cdot l_1}{(\lambda_1 + \lambda_2) \lambda} \\ V &= \frac{S_1 - S_2}{l_1 + l_2} \end{aligned} \right\} \dots \dots (11)$$

Sind B und C so gewählt, dass

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= l_2 = l \\ \lambda_1 &= \lambda_2 = \lambda, \end{aligned} \right\}$$

so ist

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{S_1 + S_2}{2 \cdot \lambda} \\ V &= \frac{S_1 - S_2}{2 \cdot l} \end{aligned} \right\} \dots \dots (12)$$

Sind zwei Punkte B und C so gewählt, dass

$$\frac{S_1}{\lambda_1} = \frac{S_2}{\lambda_2},$$

jedoch $l_1 \neq l_2$, $\lambda_1 \neq \lambda_2$, so besitzt die Drucklinie in A eine horizontale Tangente.

Karlsruhe i/B.

Maximilian Marcus.

Miscellanea.

Die Jahrhundertfeier der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg ist vom 18.—21. d. M. begangen worden. Anlass zur Feier bot das 100-jährige Bestehen einer der beiden Lehranstalten, aus deren Verschmelzung im Jahre 1879 die technische Hochschule hervorgegangen ist, nämlich der im Jahre 1799 gegründeten kgl. «Bauakademie». Die Festlichkeiten eröffnete am Mittwoch ein zwangsloser Begrüssungsabend im neuen kgl. Opernhause in Berlin, dem der Lehrkörper der technischen Hochschule, zahlreiche Rektoren und Dozenten aller deutschen Universitäten und Akademien, Vertreter der namhaftesten technischen Vereine und Abgeordnete der Studentenschaft u. a. beiwohnten. Namens des Festausschusses begrüßte Herr Geh.-Rat Prof. *Rietschel* die Anwesenden, worauf nach vorangegangem Prolog das Festspiel «Prometheus» von *Max Krause* zur Aufführung gelangte. — Am Donnerstag vormittag 10 Uhr wurden vor der technischen Hochschule in Charlottenburg die Denkmäler von *Werner Siemens* (Bildh. Wandschneider in Charlottenburg) und *Alfred Krupp* (Bildh. Prof. Herter in Berlin) enthüllt. Um den Festplatz standen Chargierte der Charlottenburger Hochschule und die Delegierten von 23 deutschen Hochschulen in Wachs mit Bannern. Vertreter der Staats- und städtischen Behörden, technischen und industriellen Institute und Vereine, die Rektoren im Ornat und der Lehrkörper der Hochschule nahmen an der Feier teil. Für den Verein deutscher Ingenieure übergab dessen Vor-

sitzender, Herr Baurat *Bissinger* (Nürnberg) das Siemens-Denkmal, für den Verein deutscher Eisenbüttenleute und die Nordwestgruppe der deutschen Eisen- und Stahlindustriellen widmete Herr Kommerzienrat *Servaes* (Rubrort) der Hochschule das Denkmal Krupps. Herr Geh.-Rat Prof. *Riedler*, derzeitiger Rektor der Hochschule, übernahm die Stiftungen mit Dankesworten. Die Feier wurde mit Chorvorträgen eröffnet und geschlossen. Ihren Höhepunkt erreichte die Jahrhundertfeier mit dem Festakt in der technischen Hochschule in Gegenwart des Kaisers, der Kaiserin und der kaiserlichen Familie. Kultusminister Studt gab Kenntnis von einem kgl. Erlass, der die preussischen technischen Hochschulen zur Verleihung des Grades «Diplom-Ingenieur» auf Grund der Diplom-Prüfung und der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften «*rerum ing.*» auf Grund einer besonderen Prüfung sowie ehrenhalber berechtigt. In einer Ansprache betonte der Kaiser, dass das Berliner Polytechnikum, wie die deutschen technischen Hochschulen überhaupt, sich ebenbürtig den obersten Bildungsstätten des Landes, den Universitäten, an die Seite gestellt haben. Dass durch die wissenschaftlichen Bestrebungen der Technischen Hochschule der innige Zusammenhang mit der Praxis nicht beeinträchtigt werden darf, und die erstere bemüht sein werde, aus der anregenden Berührung mit dem Leben fortdauernd neue Kraft und Nahrung zu ziehen, dafür dienen als Wahrzeichen die Standbilder der beiden Männer, die fortan die Front des Hauses schmücken. — Dem Rektor der Hochschule wurde für seine amtlichen Beziehungen der Titel «Magnificenz» verliehen. Dem Festakte folgte nachmittags ein Bankett in den Sälen des neuen kgl. Opernhauses. Freitag (gestern) abends fand in der «Philharmonie» ein von der Studentenschaft veranstalteter Festkommers statt. Den Abschluss der Feier wird ein Fackelzug der Studierenden bilden, der vom Rektor vor der festlich beleuchteten Hochschule heute Abend abgenommen werden soll. Als Delegierte des eidg. Polytechnikums haben den Festlichkeiten die HH. Professoren *Geiser* und *Herzog* beigewohnt, die im Namen der Lehrerschaft unserer technischen Hochschule eine Glückwunsch-Adresse überreichten. Erwähnt sei noch, dass anlässlich der Jahrhundertfeier der Technischen Hochschule der Berliner Magistrat eine Summe von 125 000 Fr. zu gewähren beschloss, deren Zinsen in zwei Stipendien von je 1875 Fr. für Studienreisen vorgeschrittener Schüler der Anstalt Verwendung finden werden. Wie schon früher berichtet wurde, ist eine ähnliche Ehrung der Berliner Hochschule seitens der deutschen Industrie erfolgt. Das von einem Ausschuss derselben gesammelte bedeutende Kapital ist bestimmt zur Gewährung von Geldbeträgen an Personen und Anstalten der technischen Wissenschaften zu Forschungsarbeiten, zur Herausgabe von Werken, Ausschreibung von Preisaufgaben u. s. w., besonders zu solchen Zwecken, für welche Staatsmittel nicht zur Verfügung stehen. Die Verwaltung der Stiftung ist einem Kuratorium aus Vertretern der Industrie sowie aller technischen Hochschulen und Bergakademien des deutschen Reichs übertragen worden.

Strassenbahnen mit elektrischem Betriebe (System Diodatto) in Tours. Die Eisenbahnbau-Unternehmerfirma «Compagnie industrielle de traction» hat bei Anlage des Strasseneisenbahnnetzes mit elektrischem Betriebe in Tours das hiermit zum erstenmale in Frankreich zur Ausführung gelangte System «Diodatto» in Anwendung gebracht. Das, nach seinem Erfinder, dem italienischen Ingenieur *Diodatto*, benannte System elektrischer Zugförderung unterscheidet sich von den bisher angewendeten Systemen wesentlich sowohl bezüglich der Ausführung des Oberbaues der Strecke und der Wagenmotoren, als auch der Zuleitung des elektrischen Stromes zu diesen. Unter der von der Fahrschiene des einen Schienenstranges und einer neben ihr eingelegten zweiten Schiene gebildeten offenen Rille sind in gewissen gleichmässigen Entfernungen aus Asphalt angefertigte und auf Beton ruhende Dosen eingebettet, welche mit Quecksilber gefüllt und mit einem Deckel verschlossen sind. Durch letzteren ist ein leicht auf und ab beweglicher, mit starkem Knopfe versehener Bolzen gesteckt, der in das Quecksilber taucht. Von der Wagendynamomaschine geht ein über die Rille gestellter, bis nahe an die Schienen reichender kräftiger Magnet aus; der, sobald er über den Bolzen zu stehen kommt, diesen emporzieht, durch dessen Vermittelung die im Quecksilber aufgespeicherte Elektrizität abnimmt und sie in diesem Augenblick der Wagendynamo zuführt, ein Vorgang, der sich durch die Bewegung des Wagens, sei es nach vor- oder rückwärts, in rascher Aufeinanderfolge wiederholt. Ausserdem sind die Wagendynamomaschinen so eingerichtet, dass sie durch einen Kontakt auch mit Lufteleitungen in Verbindung gesetzt werden können, da das System *Diodatto* in Tours bisher nur im Bereiche des städtischen Weichbildes in Anwendung ist, während die Linien ausserhalb der Stadt mit Lufteleitung System Trolley ausgerüstet sind. Das Strassenbahnnetz von Tours und Umgebung hat eine Gesamtlänge von 45 km. Von diesen innerstädtischen Linien sind 19 km nach dem System *Diodatto* und die