

Zeitschrift: Schweizerische Polytechnische Zeitschrift
Band: 2 (1857)
Heft: 1

Rubrik: Bau- und Ingenieurwesen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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

Mutter versehen, in welche eine Schraube mit versenktem Kopfe eingeschraubt wird.

Fig. 11 stellt einen Bolzen mit Ringmutter dar, welcher zum Anhängen schwerer Metall- und Steinblöcke dient. Er kann schnell befestigt und abgenommen werden und braucht zu seiner Befestigung nur ein einfaches rundes Loch. Zwischen Mutter und Muffe wird ein rundes Verlängerungsstück eingelegt.

Fig. 12 einfacher Schraubenbolzen mit versenktem Kopfe; der Keil dient als Schraubenmutter und erfüllt denselben Zweck, wie das keilförmige Ende in Fig. 9.

Fig. 13 hat dieselbe Anordnung, wie die vorige Figur, nur hat hier der Bolzen einen viereckigen Kopf.

Fig. 14 ist ein grosser Bolzen, bei welchem die Muffe *b* durch keinen Ring festgehalten wird.

Fig. 15 ähnlicher Bolzen mit schwalbenschwanzförmigem Hacken an den Enden der Muffe, durch welche sie mit der Stange *d* verbunden werden.

(Durch Pol. CB.)

Öelkanne zum Schmieren.

Die gewöhnlichen Schmierkannen haben den Nachtheil, dass man meistens zu viel Oel ausgiesst oder auch, dass man mit denselben nicht allenthalben leicht aufgiessen kann, besonders wenn sie nicht mehr ganz gefüllt sind. Die auf Taf. 2 Fig. 16 dargestellte Kanne hilft diesem Uebelstande vollständig ab, indem man durch leichten Druck auf den Knopf des kleinen Kolbens, der im Innern der Kanne sich befindet, jede beliebige Quantität Oel ausfliessen lassen und nöthigenfalls auch ausspritzen kann. Sie gewährt noch den weitern Vortheil, dass man beim Schmieren mit Klauenfett, welches so leicht gerinnt, die Kanne nicht erst zu erwärmen braucht, um das Oel ausfliessen zu lassen, sondern dass sich auch die verdichtete Masse leicht herauspressen lässt.

Die Erfindung ist übrigens so einfach, dass sie ohne weitere Erklärung aus der Zeichnung leicht verstanden werden kann.

(Génie industr.)

Bau- und Ingenieurwesen.

Ueber schmiedeiserne Brücken.

Taf. 6. Fig. 1—6.

Nachstehende Ideen über schmiedeiserne Brücken sind aus der Abhandlung des Bergingenieurs und Professors an der Ecole des mines, C. Couche, über die deutschen Eisenbahnen: Travaux d'art des chemins de fer d'Allemagne entlehnt,

Der Bau der Brücken von grosser Tragweite, welche auf Trägern aus Eisenblech ruhen, führt auf die Wahl zwischen folgenden Konstruktionsweisen:

1. Die Bahn kann entweder auf Querträger unten, oder auf die Träger oben, oder in einer mittlern Höhe angebracht werden.
2. Wenn man zwei Geleise hat, so können sie von zwei besondern, gänzlich unabhängigen Brücken getragen oder fest unter einander verbunden werden und im letztern Falle kann man entweder bloss zwei Träger an den Seiten, oder noch ausserdem einen Träger in der Mitte anwenden.
3. Wenn die Brücke verschiedene Pfeiler hat, so kann sie entweder aus zu einem einzigen Balken verbundenen Trägern oder aus einzelnen Stücken hergestellt werden.
4. Man kann die Träger aus massiven Blechwänden oder als Gitterwerk herstellen.

Diese Punkte werden nun in Nachstehendem speziell erörtert.

1) Lage der Bahn.

Wenn die Lage der Bahn nicht durch anderweitige Verhältnisse vorgeschrieben wird, so hat man diejenige Lage zu wählen, welche den Trägern die grösste Steifheit verleiht. Legt man die Bahn oben auf die Träger, so behält man vollkommene Freiheit, die letztern auch unten gegen einander abzusteifen; aber dieses verbietet sich nicht nur oft durch Terrainverhältnisse, sondern es ist auch, wenn die Träger nicht sehr hoch sind, unmöglich, sie oben und unten zu verstreben; es genügt vielmehr ein einziges System von Streben, wenn es mehr im Mittel liegt.

Verlangt aber die Spannweite auch Träger von bedeutender Höhe, ist also eine doppelte Verstrebung nicht nur sehr bequem anzubringen, sondern auch vortheilhaft, so ist nicht abzusehen, warum sie nicht angewendet werden sollte. Verstärkt man die Träger durch Winkel, so wird dadurch die Breite der Brücke vergrössert, weil man die Bahnbreite erst von diesen Winkeln ab rechnen kann. So hat man für die Brücke bei Langon 8,3 Meter Abstand zwischen den Trägern annehmen müssen, um 7,4 Meter Bahnbreite zu erhalten.

2) Unabhängigkeit oder Verbindung der beiden Geleise.

Wird eine Bahn ursprünglich mit einem Gleise angelegt, so bietet die Unabhängigkeit der Geleise einen offenen Gewinn durch Billigkeit. Doch diese Betrachtung ist zunächst nicht anzustellen.

Die Verbindung der Gleise bietet andererseits Vortheile, welche auf den ersten Blick viel vorwiegender scheinen. Es wird dadurch der Brücke eine doppelte Breite, also ein grösserer Widerstand gegen seitliche Verbiegungen verliehen. Es wird ferner die Masse der Brücke für jedes Gleis vergrössert, also werden die Erschütterungen durch darübergehende Züge besser vertheilt, was, so lange nicht nachgewiesen ist, dass Bauwerke aus zusammengenieteten Blechplatten hierunter nicht leiden, als Vortheil angesehen werden kann.

Dagegen sind damit auch ernstliche Nachteile verbunden. Wären die beiden Gleise stets gleichzeitig belastet, so wäre die Verbindung sehr richtig, aber dieser Fall ist sehr selten und für den gewöhnlichen Fall, wo nur ein Zug die Brücke passirt, verursacht die Ungleichheit in der Steifheit der beiden Träger, deren Einbiegungen sich wie 1:2 verhalten, unsymmetrische Formveränderungen im Querschnitte und Dehnungen in den Befestigungen der Träger, welche jedenfalls nachtheilig sein müssen.

Die Nachtheiligkeit dieser Einflüsse steigert sich übrigens mit der Spannweite, weil die Grösse der Einbiegung mit letzterer wächst. Wenn man den mittleren Träger, wie es bei der Offenburger Brücke geschehen ist, schwächer nimmt, so wird er allerdings übermässig belastet, wenn sich Züge kreuzen, auch sind dadurch die Uebelstände der Ungleichheit der Einbiegungen nicht beseitigt, mögen beide Gleise, oder nur eins davon belastet sein; aber sie sind bedeutend geringer und es scheint daher richtiger, den mittleren Träger, wenn man einen solchen annimmt, nach der halben Belastung zu berechnen, wie bei der Offenburger Brücke, als nach der Maximalbelastung, welche für kreuzende Züge eintritt, wie man bei der Brücke über die Sambre auf der Eisenbahn von Charleroi nach Namur gethan hat.

Auch gegen die Anwendung von nur zwei äusseren Trägern, welche die beiden Gleise zwischen sich tragen, sind erhebliche Bedenken aufzustellen; denn die ungleiche Vertheilung der Last auf die beiden Träger beim Uebergange eines Zuges erzeugt dieselbe Ungleichheit der Einbiegungen, wie im vorigen Falle.

Nennt man nämlich d den Abstand des Trägers von der äussersten Schiene und e die Gleisbreite, so verhalten sich die Einbiegungen wie $d + e + 2,5$ zu $d + 0,75$, wenn man sich die Last in der Mitte zwischen beiden Schienen concentrirt denkt.

Hier kann man dieses Verhältniss nicht herabziehen, wie es bei Anwendung eines mittleren Trägers durch Verminderung des Querschnitts des letzteren möglich ist, aber da die beiden Träger eine doppelte Tragkraft gegen diejenige der beiden äusseren Träger bei Brücken mit drei Trägern erhalten, so ist der Unterschied der Einbiegungen doch noch geringer, als dort, und da bei gleicher Spannweite die transversale Neigung der Brückenbahn bei Brücken mit zwei Trägern geringer ausfällt, so ist auch die Verbiegung und innere Zerstörung geringer, als bei Brücken mit drei Trägern.

Was das erforderliche Eisengewicht anlangt, so ist es natürlich gleich für Brücken mit unabhängigen Trägern und

für solche mit drei verbundenen Trägern (oder wenigstens nicht viel grösser, als im letzteren Falle, wenn der mittlere Träger schwächer genommen wird). Bei dem Systeme von Brücken mit nur zwei Trägern hängt das Eisengewicht von der angewendeten Construction ab, es leuchtet aber ein, dass bei Anwendung derselben Construction, wenn also die Querträger nur an den beiden Enden aufrufen, diese Art Brücken wesentlich mehr Eisen braucht, als Brücken mit unabhängigen Gleisen. Denn, wenn der Abstand d der äusseren Schienen von den Trägern in beiden Fällen gleich ist (eigentlich ist er bei den Brücken ohne Mittelträger grösser), und wenn ε die Spurweite bedeutet, so hat man (Figur 1 und 2, Tafel 6) für den einfachen Querträger

$$\frac{P}{2} = \frac{IR}{\sqrt{d + \frac{\varepsilon}{2}}}$$

und für den doppelten

$$P = \frac{IR}{\sqrt{d + \frac{\varepsilon}{2}}}$$

ein Ausdruck, welcher unabhängig ist von dem Zwischenraume zwischen den Gleisen, weil die Länge zwischen den Achsen der Gleise nach einem Kreise gebogen ist, dessen Halbmesser nur von d und ε abhängt. Es folgt also $\frac{I'}{\sqrt{I}} = 2 \frac{I}{\sqrt{I}}$, und man schliesst hieraus, dass die Querschnitte der Querträger (beide als ähnliche Rectangel angenommen) sich wie 1,56:1 verhalten werden, in welchem Verhältniss denn auch die Massen stehen, weil der halbe Zwischenraum zwischen den Gleisen minder breit ist, als derjenige am Rande und weil diese Differenz die mehrere Länge bei der Brücke ohne Zwischenträger compensirt, so dass die ganze Länge der Querträger in beiden Systemen ziemlich gleich ist.

Man kann allerdings den Querschnitt des Querträgers durch eine im Mittel angebrachte Armatur reduciren, allein dann muss man sie viel höher legen und die Zugabe dieser Armatur scheint nicht zweckmässig genug, um diese Erhöhung zu rechtfertigen. Man kann übrigens das Mehrgewicht der Querträger wieder theilweise ausgleichen durch eine gewisse Oekonomie mit den Trägern, weil die beiden Träger stärker werden, also höher gemacht und so hergestellt werden können, dass das Material zweckmässiger darin vertheilt ist.

Kurz, es scheinen zwei Träger zweckmässiger, als drei, und ein Mittelträger mit mittlerer Widerstandskraft besser als ein doppelter, aber die Unabhängigkeit der beiden Bahnen dürfte gegenwärtig als diejenige Combination anzusehen sein, welche die grösste Sicherheit gewährt, weil dabei alle Kräfte symmetrisch wirken. Trotz aller Kritiken, welche die Britanniabrücke hat erfahren müssen, bleibt sie wahrscheinlich auf lange Zeiten in Bezug auf die Verwendung des Blechs zum Bauen nicht nur ein Beispiel der grössten Kühnheit, sondern auch das lehrreichste Beispiel. Stephenson hat nicht blos zufällig die beiden Röhren unabhängig von einander gelassen und die Schwierigkeit der Aufstellung hat ihn eben so wenig dazu bewogen, weil ja

die solidarische Verbindung erst später hergestellt zu werden brauchte, ohne andere Modificationen, als die Neben-einanderlegung der beiden Röhren nöthig zu machen.

3) Verbindung oder Unabhängigkeit der Brückentheile.

Die Frage, wie man bei Brücken, welche aus mehreren Brückentheilen oder Bögen bestehen, verfahren soll, theilt sich in zwei. Entweder ist die Stellung der Pfeiler gegeben (wie bei der *Menai-street*), und man hat durch zweckmässige Bestimmung der Dimensionen für jeden Brückentheil eine möglichste Gleichheit des Widerstandes herzustellen, oder man hat durchgängig gleichen Querschnitt der Träger und die Entfernung der Pfeiler so zu wählen, dass unter derselben Belastung die gefährlichen Querschnitte jedes Theiles gleichen Widerstand leisten. Vor allen Dingen muss man aber darüber Entscheidung getroffen haben, ob es zweckmässiger sei, die Träger für die ganze Länge aus einem Stücke herzustellen oder jeden Brückentheil für sich wie eine besondere Brücke zu behandeln.

Oft legt man sich diese Frage gar nicht vor, so einleuchtend erscheinen die Vorzüge der Verbindung, indem sie allerdings gewissermaassen die Einmauerung auf den Pfeilern ersetzt, Wendepunkte erzeugt und also in Bezug auf die in den Trägern in der Längenrichtung entwickelten Kräfte einer wahren Verminderung der Länge gleichkommt; indessen ersetzt die Continuität der Träger nicht wirklich die Einmauerung auf den Pfeilern, d. h. die Tangente an den Enden der beiden aneinander stossenden Träger bleibt nicht horizontal für jede vorkommende Art von Belastungen. Es befindet sich vielmehr die Rippe des Trägers auf der einen Seite des Wendepunktes im Zustande der Ausdehnung, auf der anderen Seite wird sie zusammengedrückt. Wenn die Spannweiten gering sind, und sonach jeder Brückentheil vorübergehende Belastungen tragen muss, welche zu seinem eigenen Gewichte verhältnissmässig gross sind, so verändert sich die Lage der Wendepunkte sehr wesentlich und ein und dieselbe Stelle der horizontalen Rippe ist bald einer Ausdehnung, bald einer Zusammendrückung ausgesetzt. Man muss also dieselbe so dimensioniren, dass sie beiden Kräften gleich gut zu widerstehen vermag. Es müssen daher an der oberen und unteren Rippe Verstärkungen angebracht werden, während bei einem unabhängigen Träger blos die eine Rippe zu verstärken nöthig ist; auch kann man Gusseisen nur zu letzteren für die obere Rippe anwenden, weil diese Rippe da stets der Compression und nicht abwechselnd auch der Ausdehnung ausgesetzt ist, wie bei durchgehenden Trägern.

Indessen nicht blos die Unanwendbarkeit von Gusseisen ist als Nachtheil der durchgehenden Träger anzusehen, sie gestatten ferner auch nicht die Anwendung manches sonst vortheilhaften Constructionssystemes. So würde zwar das *Neville'sche* System nicht geradezu unanwendbar, aber doch sehr unbequem anzuwenden sein, weil es aus Guss- und Schmiedeeisen in der Art zusammengesetzt ist, dass diese beiden Materialien sich gewissermaassen suppliren. Die Continuität macht ferner Rücksichtsnahmen auf die freie Ausdehnung und Zusammendrückung nöthig, was bei unabhängigen Trägern überflüssig ist.

Es kommt in der Wirklichkeit das Verhältniss der Einmauerung bei durchgehenden Trägern nur dann vor, wenn gewisse Bedingungen in Bezug auf Länge und Belastung stattfinden. Für zwei gleiche Brückentheile, welche auf drei Pfeilern ruhen, geschieht es z. B. nur dann, wenn sie gleich belastet sind, also nur in ganz ausnahmsweisen Zuständen oder bei ungleichen Längen a und b , wenn die im Mittel aufgebrachten Belastungen P und P_1 der Bedingung $Pa = P_1b$ entsprechen. Eine Brücke ist aber bestimmt, Lasten zu tragen, welche ihren Standpunkt verändern, welche successiv alle Punkte eines Brückentheiles berühren, während der andere gar nicht belastet ist, und dann kommt es auf die Tragweite an, ob man sich den Bedingungen der Einmauerung nähert, oder in weit anderen Verhältnissen befindet. Ein solcher Brückentheil von 22,48 Meter Länge, wie bei der Sarstädter Brücke, wiegt z. B. 37650 Kilogr., während ein Röhrenstück der *Menai-Brücke* bei 140 Meter Länge 1500000 Kilogramm wiegt. Nun ist zwar bei Eisenbahnbrücken die Maximalbelastung der Spannweite proportional, aber die Belastung pro Längeneinheit ist von der Spannweite unabhängig, während das eigene Gewicht rasch hiermit zunimmt. Es wird also der Uebergang eines Zuges in obigen beiden Fällen einen sehr verschiedenen Einfluss auf die Lage der Tangente in den Auflagerungspunkten ausüben, weil die Aufwärtsbiegung des folgenden Brückentheiles bei der Sarstädter Brücke sehr bemerkbar, bei der *Menai-Brücke* kaum wahrnehmbar sein wird, und es kann also die Continuität für letztere vollkommen motivirt sein, ohne dass man sie auch für erstere nachahmen dürfte.

In Hannover nimmt man an, dass bei drei Brückentheilen von gleichem Querschnitte die Längen, wenn sie unabhängig sind,
 aussen oder
 im Mittel liegen,

sich verhalten müssen wie 3:4:5, um gleichen Widerstand zu leisten, d. h. man gibt denselben Trägerquerschnitt, welchen eine Brücke von 30 Meter erhält, den Trägern einer Brücke von 3 Bögen, wenn die äusseren Theile 40 Meter und der mittlere Brückentheil 50 Meter Länge hat. Aber diese Verhältnisse sind selbst dann nicht exact, wenn man die Hypothese der Einmauerung gelten lassen könnte. Wenn man nämlich drei, ursprünglich unabhängige, Brückentheile untereinander fest verbindet, so gewinnt der mittlere an Tragkraft 50 Procent, die beiden äusseren aber gar nicht. Die Bruchquerschnitte rücken aus der Mitte auf die Pfeiler und die Einbiegungen nehmen im Verhältniss von 2,4 auf 1 ab, während sie beim mittelsten Brückentheile im Verhältniss von 5 zu 1 abnehmen.

Bezeichnet man das Gewicht pro laufende Einheit mit p und die Längen von drei Trägern mit gleichem Widerstande und von gleichem Querschnitte mit a , a' , a'' , so hat man für einen unabhängigen Träger:

$$p = \frac{8 IR}{\sqrt{a^2}}, \quad f = \frac{5 pa^4}{384 EI}$$

für einen äussersten Träger:

$$p = \frac{8 IR}{\sqrt{a'^2}}, \quad f = \frac{5 pa'^4}{384 EI}$$

für den mittleren Träger:

$$p = \frac{12 IR}{\sqrt{a''^2}}, \quad f'' = \frac{1}{384} \frac{p a''^4}{EI},$$

also $a : a' : a'' = 1 : 1 : 1,22$ und nicht, wie oben citirt wurde, $3 : 4 : 5$.

Um den Einfluss der Continuität zu ermitteln, sei p die gleichförmig über die Brücke vertheilte Belastung pro Längeneinheit incl. das Eigengewicht und resp. die Probebelastung,

a und b die Länge der mittleren und äusseren Brückentheile;

dann findet man die Neigung der Tangente an den Pfeilern

$$C = \frac{1}{24} p a b \frac{2a^2 - 3b^2}{3a \cdot 2b},$$

eine Grösse, welche = 0 wird (unabhängig von der Belastung p) für $a = b\sqrt{1,5} = 1,22b$.

Für dieses Verhältniss kann man also die Hypothese der Einmauerung anwenden und erhält für eine gleichförmig vertheilte Belastung Gleichheit des Widerstandes bei gleichem Querschnitte. Hat man z. B. 3 Brückentheile und $3l$ ganze Länge, so findet man für drei unabhängige

Stücken $p = \frac{8 IR}{\sqrt{I^2}}$, bei durchgehenden Trägern muss man aber den einzelnen Pfeilerentfernungen geben $0,931 \cdot l$ und $1,22 \cdot 0,931 \cdot l = 1,136 \cdot l$, erhält also für die äussersten Brückentheile

$$p' = \frac{8 IR}{\sqrt{(0,931 l)^2}} = \frac{9,2 IR}{\sqrt{I^2}} = 1,15 p$$

und für den mittleren Brückentheil

$$p'' = \frac{12 IR}{\sqrt{(1,136 l)^2}} = p'.$$

Es wird also durch die Continuität bei gleichem Querschnitte die äusserste Belastung um mehr als $\frac{1}{7}$ vermehrt, und man erhält zwei Wendepunkte am mittleren Träger

(bei $\frac{a}{2\sqrt{3}}$ Abstand vom Mittel) und je einen im Mittel der

äussersten Träger; — bei gleicher Belastung wird die Belastung auf jedes Widerlager um $0,15 pl$ vermindert und

diejenige auf die beiden benachbarten Pfeiler um ebensoviel vermehrt.

Diese Resultate lassen sich aber für die Verhältnisse während des Betriebes um so weniger anwenden, je unbeträchtlicher die Masse der Brücke gegen die darübergehenden Lasten ist; für jeden Fall wird die Discussion verwickelter, weil man die einzelnen Brückentheile nicht gleichzeitig, sondern successiv belastet denken muss. Gewöhnlich rechnet man näherungsweise, indem man entweder die Brückentheile so berechnet, als wären sie unabhängig von einander, und sie dann zur Reserve untereinander verbindet, oder indem man die Hypothese der Einmauerung zu Grunde legt, oder drittens, indem man den Träger als Ganzes betrachtet und ihn gleichförmig belastet annimmt, wie es Hodgkinson bei der Britannia-Brücke gethan hat. Bei sehr grossen Spannweiten scheint die Continuität wegen der grossen Masse nicht in Frage gezogen werden zu können, doch sind auch dann bei Eisenbahnbrücken die Belastungen, welche nach und nach jeden Brückentheil beschweren, zu gross, um die Annahme, dass wie bei einer gleichförmigen Belastung, das Verhältniss $1,22 : 1$ zwischen dem belasteten und nicht belasteten Brückentheile existire, zu rechtfertigen.

Man verdankt H. Clapeyron eine einfache und genaue Methode zur Bestimmung des Querschnittes eines auf irgend welche Weise belasteten Körpers, welche aber nur als Anhang an eine unter dem Titel: *Note sur l'application de la tôle à la construction de quelques ponts*, erschienene Abhandlung von Brame veröffentlicht worden ist.

Sind die Spannweiten nicht bedeutend, so werden nur geringe Vortheile durch durchgehende Träger erlangt, so dass man sie nicht nur wie unabhängige Träger berechnen kann, sondern sogar oft besser thut, von der Verbindung abzusehen, um der Complication der hervorgerufenen Kräfte vorzubeugen, namentlich da man die Vortheile der Einmauerung durch Verankerung auf den Widerlagern und Pfeilern sehr wohl erreichen kann.

(Fortsetzung folgt.)