**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

**Band:** 33/34 (1899)

Heft: 3

**Artikel:** Die Schrägstellung der Trägerwände bei Bogenbrücken

Autor: Probst, Karl

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-21303

## 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: 29.11.2025** 

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

## Bauausführung des Tunnels Turchino auf der Bahnlinie Genua-Ovada-Asti.

(Schluss.)

## V. Nördlicher Angriff.

Der nördliche Angriff wurde am 27. Oktober 1889 mit Handarbeit unternommen; man dachte im Anfang nicht daran, auf dieser Seite die maschinelle Bohrung anzuwenden und erreichte 1048,40 m bis zum 20. Februar 1893. Der durchschnittliche tägliche Fortschritt betrug 0,96 m, wenn man eine gezwungene Unterbrechung nicht berücksichtigt, die behufs Ausführung der Tunnelmauerung nötig wurde, um nicht eine allzu grosse Strecke in so schwierigem Gebirge ohne Ausbau zu lassen.

In der letzten Zeit sah man die Möglichkeit ein, den Tunnel auch auf dieser Seite mit Bohrmaschinen zu betreiben. Es wurde sogleich dazu übergegangen, und bis am 31. Oktober 1893 (602,22 m) mit einem täglichen Fortschritt von 2,37 m fortgefahren, zu welchem Zeitpunkt der Durchschlag erfolgte. Die von diesem Angriff aus gebohrte Gesamtstrecke beträgt 1650,62 m, was in jeder Hinsicht als ein befriedigendes Resultat angesehen werden kann.

Die Wasserhaltung musste naturgemäss auch auf dieser Seite viel zu schaffen geben, da man die Bohrung vom Tag aus mit Gefälle eintrieb, und somit die Entfernung des sich vor Ort ansammelnden Wassers auf künstlichem Wege zu bewerkstelligen war. Im Februar 1893 arbeiteten sechs Pumpen, deren Betrieb durch drei Dampfmaschinen von 94-pferdiger Gesamtleistung bewirkt wurde; eine vierte, 60-pferdige Maschine diente in Notfällen als Ersatz. Mit dieser Anlage wurde pro Stunde eine Wassermenge von 194  $m^3$  gehoben.

Erwähnenswert ist, dass die Pumpen ihre Betriebskraft nicht direkt von den Dampfmaschinen erhielten; im Anfang hatte man zwar diese Anordnung adoptiert, aber Rauch und Hitze verursachten in dem Tunnel solche Störungen und Schwierigkeiten, dass man sich zur Anwendung komprimierter Luft als treibender Kraft entschloss. Die Luft wurde von drei Gruppen Kompressoren auf 3 Atm. gepresst und so den Pumpen zugeführt.

Während der Maschinenbohrung wurde eine neue Dampfmaschine von 100 P. S. und eine neue Gruppe Kompressoren (Durchmesser 0,437 m, Kolbenhub 0,60 m bei 60 Umdrehungen in der Minute) hinzugenommen. Somit betrug die verrichtete Triebkraft behufs Bohrung, Wetterund Wasserführung 194 P. S. Während der Förderung der Berge ging die geleistete Triebkraft auf 124 P. S. hinunter.

Auch hier wurde die maschinelle Bohrung in ähnlicher Weise wie auf der Südseite betrieben; nur konnte man pro Tag bloss zwei Bohrangriffe beginnen und vollenden, einschliesslich Schiessen und Aufräumen der Arbeitsstelle. Die Anzahl der Bohrlöcher variierte je nach der Härte des Gesteins, von einem Minimum von 14 bis zu einem Maximum von 28. Der Luftdruck vor Ort betrug am Bohrgestell 3 Atm. Der Druckverlust von den Kompressoren bis zum Bohrgerüst schwankte zwischen 0,50 und 0,75 Atm., eine ziemlich bedeutende Differenz.

Die Förderung geschah zuerst mit Pferden, und dann mit zwei 40-pferdigen, bezw. 20-pferdigen Lokomotiven. Auf der Arbeitsstelle waren im ganzen 65 Förderungswagen vorhanden.

Das zu durchbohrende Gebirge bestand, wie auf der südlichen Seite, aus Kalk-, Talk- und Thonschiefern, welch' letztere viele Schwierigkeiten verursachten.

Der Durchschlag zwischen den zwei Stollen vom südlichen Angriffe und vom Schacht aus erfolgte am 30. November 1893 in der Entfernung von 3340,34 m vom Mundloch.

Am 17. Juni 1894 konnte der Einweihungszug durch den Tunnel fahren.

Die gesamte Bergmasse betrug 384 766  $m^3$ , d. h. 60  $m^3$  per 1. m Tunnel. Man hat im ganzen 198 t Dynamit verbraucht; es entfallen somit durchschnittlich 0,52 kg auf einen  $m^3$  Aushub.

Die Einwölbung erforderte 64287  $m^3$  Mauerwerk, d. h. 10  $m^3$  per 1. m Tunnel, dem eine mittlere Dicke von 0,80 m entspricht (1,54 m Maximum, 0,54 m Minimum).

Die Wasserführung war vor der vollständigen Durchbohrung grösser, als nach derselben. Das ganze Wasser konnte dann auf der Südseite durch das natürliche Gefälle seinen Abzug finden, weil, wie schon erwähnt, die Tunnelsohle von dieser Seite aus mit bedeutender Steigung in das Gebirge eindrang. Die regelmässig gemachten Aufzeichnungen ergaben im

Oktober	1893	vor dem Durchschlag			412	$m^3$	pro	Stunde,
November	1893	»	» »		400	>>	· »	»
Dezember	1893	nach	erfolgtem	Durchschlag	385	>>	» ·	»
Januar	1894	>>	»		324	>>	<b>»</b>	*
April	1894		»	»	314	»	>>	»
Oktober	1894	>	>>	»	324	25	>>	»
Juni	1895	» ·	»	» ·	324	<i>&gt;&gt;</i>	<b>&gt;&gt;</b>	»
März	1896	>>	»	».	270	>>	<b>"</b> >>>	»
November	1897	>>	»	»	270	>>	>>	* >>
erama November 1808					Gaetano Cruonola.			

## Die Schrägstellung der Trägerwände bei Bogenbrücken.

Von Ingenieur Karl Probst.

I

Bei Erstellung von Eisenkonstruktionen sieht sich der Ingenieur nicht selten vor ungelöste Fragen gestellt. Theoretisch gerechtfertigte Konstruktionen haben sich oft praktisch nicht bewährt; deshalb blieb es in vielen Fällen der Praxis vorbehalten, die rationelle Lösung einer Konstruktion darzuthun, und erst nachher bestätigte die Theorie deren Richtigkeit. Die Begründung schräggestellter Tragwände bei Bogenbrücken, d. h. solchen Brücken, deren Auflager und Scheitel nicht in derselben vertikalen Ebene liegen, ist ein im Brückenbaufache wenig besprochener Gegenstand. Zweck dieser Zeilen soll es sein, verschiedene darauf bezügliche Ansichten zu erörtern, wozu ein Vergleich zweier, ganz ähnlicher, unter gleichen Bedingungen ausgeführter Strassenbrücken Anlass giebt; nämlich die Strassenbrücke über die Noceschlucht in Süd-Tyrol, erbaut im Jahre 1888 von der Brückenbauanstalt der alpinen österreich. Montangesellschaft<sup>1</sup>) in Graz und die im Winter 1896/97 aufgestellte Bogenbrücke auf der Strasse von Frutigen nach Adelboden im Berner Oberland (Fig. 1). Beide besitzen eine Spannweite von 60,0 m und eine Pfeilhöhe von 10,0 m, der Abstand der Achsen der Hauptträger beträgt bei der ersteren 4,28 m; derjenige der letzteren, an den Kämpfern 6,0 m, im Scheitel 3,40 m. Die Bogenwände der Adelbodenbrücke haben also einen Anzug 1:9; diejenigen der Noceschluchtbrücke stehen dagegen in lotrechten Ebenen. Die Belastungen beider Brücken sind wenig von einander verschieden.

Bogentragwände in geneigten Ebenen wurden zuerst von Gerber bei der Marienbrücke bei Hohenschwangau angewendet, seither unabhängig von diesem Vorbild, bei den Dourobrücken in Portugal, der Garabitbrücke in Südfrankreich, bei der Javroz-Schwarzwasser-, und Kornhaus-Brücke in der Schweiz, bei der Müngstener Thalbrücke in Deutschland und bei der neuen Niagarabrücke etc. Es ist einleuchtend, dass schräggestellte Bogenwände einen günstigen Einfluss auf die Stabilität des Bauwerkes gegen Winddruck und Seitenstösse ausüben, somit die horizontalen Schwingungen (d. h. diejenigen senkrecht zur Brückenachse) verringern. Bei geringen Fahrbahnbreiten stösst man beim Bogensystem ganz naturgemäss hierauf, aus Standfestigkeitsrücksichten. Beim Bau breiterer Brücken, z. B. der Kirchenfeldbrücke in Bern (1883), glaubte man sich

<sup>1)</sup> Siehe Zeitschrift des öst. Ing.- und Arch.-Vereins XLI. Jahrgang.

SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG.



Das neue Parlaments-Gebäude in Budapest.

Architekt: Prof. Emerich Steindl in Budapest.

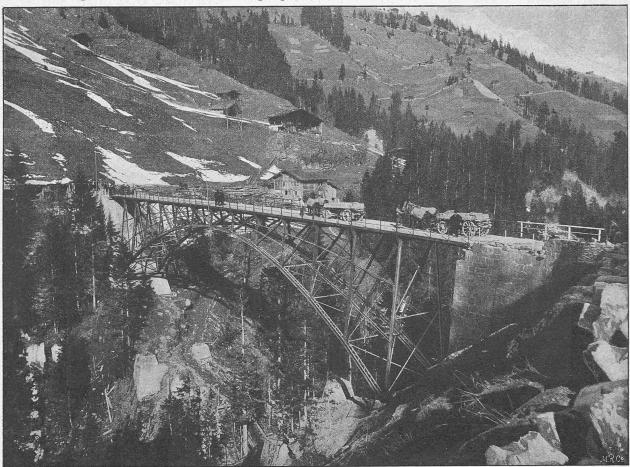
Haupttreppenhaus.

# Seite / page

24(3)

## leer / vide / blank

Fig. 1. Strassenbrücke über den Engstligenbach auf der Strasse von Frutigen nach Adelboden.



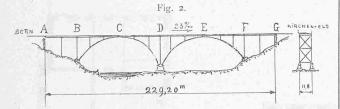
Photogr. von J. Köller in Thun.

Aetzung von M. R. & Cie. in München.

Fig. 3.

Fig. 4.

das "Schrägstellen" der Tragwände ersparen zu können, da infolge der 13,20 m breiten, schweren Fahrbahn (Schotterbelag), das gegen seitliche Windstösse nötige Stabilitätsmoment vorhanden war. Im Mai 1893 nahm man in Gegenwart des leider so früh dahingegangenen Prof. Fränkel aus Dresden und Prof. Ritter in Zürich Messungen vor, um diese Brücke hinsichtlich ihrer horizontalen und vertikalen Schwingungen zu untersuchen. Der Fränkel'sche Horizontalschwingungszeichner<sup>1</sup>) ergab, dass die grössten horizontalen



Schwingungen im Bogenscheitel E (Fig. 2) auftraten und einen Ausschlag von rund 2 mm nach jeder Seite aufwiesen, und zwar, wenn sich der zu den Versuchen verwendete, 20 t schwere, im Gefälle (23  $^{0}/_{00}$ ) herabfahrende Lastwagen, zwischen Bogenscheitel C und Zwischenpfeiler D befand; (oder der bergauffahrende Wagen zwischen Bogenscheitel E

1891, war die flussaufwärts gelegene Fahrbahnhälfte der Kirchenfeldbrücke durch Menschen dicht besetzt und wurde nach Beendigung einer Illumination plötzlich entlastet, indem sich das Menschengedränge rasch auf die ganze Fahrbahn verteilte. Hierdurch geriet dieselbe in seitliche Schwingungen, welche im menschlichen Körper ein ähnliches Gefühl erwecken, wie z. B. ein Erdbeben von ganz geringer Bodenbewegung, und zu Fabeln von Centimeter starken Schwankungen Anlass gaben. Wären die Schwingungen thatsächlich dem Gefühl entsprechend gewesen, so müsste die Elasticitäts-Grenze des Eisens weit überschritten worden sein!

Wenn nun einerseits bei den Versuchen an dieser Brücke, durch Befahren eines schweren Lastwagens die grössten Schwingungsausschläge erzielt wurden, so ist anderseits damit nicht gesagt, dass durch diese Belastungsart die empfindlichsten Schwingungen hervorgerufen werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass leichte, sich in einem gewissen Rythmus über die Brücke bewegende Fuhrwerke im Stande sind, dieselbe in sehr fühlbare Schwankungen zu bringen; ebenso die taktmässigen Schritte der Fussgänger, die regel-

mässigen Hufschläge der Pferde (bei Eisenbahnbrücken das Uebersetzen der Räder über die Schienenstösse) etc. Die Wiederholung regelmässig applizierter Impulse vermag, unter gewissen Bedingungen, die Ordinaten der

Wellenbewegungen zu summieren, die Tragkonstruktion also in grosse Schwingungsweiten zu versetzen. Untersuchungen über dieses interessante Gebiet machten Robinson (Amerika), Bresse, Resal, Köpke 1) etc. etc.; immerhin bleibt der Ergründung

dieser Erscheinungen ein weites Feld offen und es würden die Adelboden- und Nocebrücke gewiss interessante Objekte

<sup>1)</sup> S. Zeitschrift des öster. Ing.- und Arch.-Vereins XLIV Jahrgang Nr. 8: Metallkonstr. der Zukunft.

und Zwischenpfeiler F). Anlässlich grosser Festlichkeiten in Bern, im Jahre

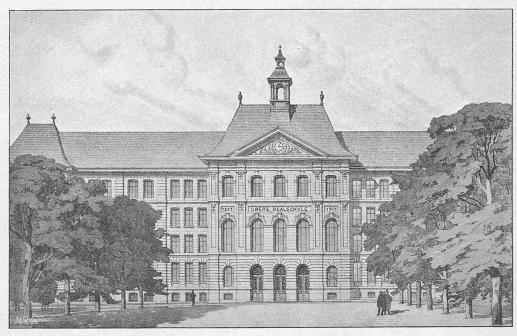
<sup>1)</sup> Siehe Civiling. Bd. XL, 3. Heft und Schweiz. Bauzeitung Bd. XXVIII, No. 2.

zu vergleichenden Messungen mit dem Fränkel'schen Schwin-

auf den Bogen (also zahlreiche Ständer) (Fig. 3. u. 4), sowie gungsmesser darbieten; erstere als Arbeitsfeld für die eine kräftige Querversteifung beider Bogen, sind zur Ver-Schüler der Ing.-Abteilung des Zürcher Polytechnikums, meidung von Schwingungen, neben der Schrägstellung der eine kräftige Querversteifung beider Bogen, sind zur Ver-

## Wettbewerb für den Neubau der Oberen Realschule in Basel.

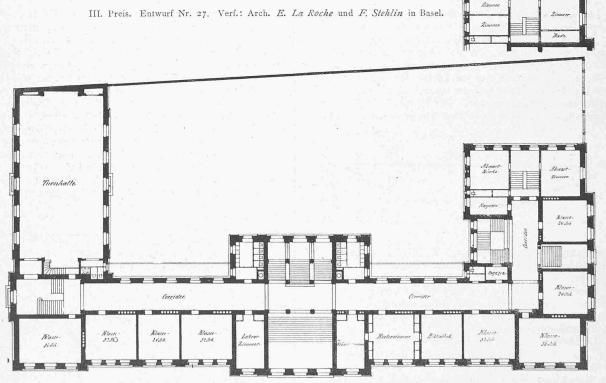
III. Preis. Entwurf Nr. 27. Kennzeichen: Zimmermannsenbleme. Verf.: Arch. E. La Roche und F. Stehlin in Basel.



Ansicht der Hauptfront.

letztere für diejenigen der technischen Hochschulen in Wien und Graz; ist ja die Wirkung von Seitenkräften auf Bogen- Grund obiger Messungsresultate an der Kirchenfeldbrücke träger eine noch unabgeklärte Frage. 1)

ausgeführten Verstärkungen der Windkreuze der untern



Grundriss vom Erdgeschoss 1:500.

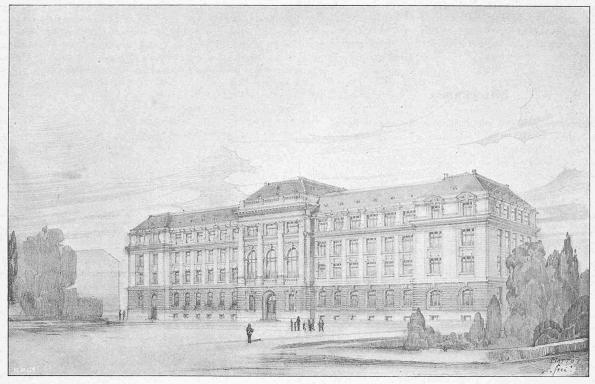
Eine möglichst gleichmässige Verteilung der Belastungen 1) S. hierüber: Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen. Jahrgang 1897; Heft 4.

Bogenfelder haben die lästigen Schwingungen bis jetzt nicht ganz zum Verschwinden gebracht. Die empfindlicheren Horizontalschwingungen wurden herabgemindert; an dieser Brücke gemachten Erfahrungen hat man sich Passanten nicht mehr zu beunruhigen; in der Stadt Freibeim Bau der neuen Kornhausbrücke zu Nutzen gemacht; burg empfindet man gegen das kühne System der Thal-

doch sind die vertikalen Bewegungen noch fühlbar. Die kungen der Pariser Carousselbrücke die daran gewöhnten

#### Wettbewerb für den Neubau der Oberen Realschule in Basel.

III. Preis, Entwurf Nr. 28. Kennwort: «Frei». Verf.: Arch. E. Faesch, P. Huber und F. Wers in Basel.

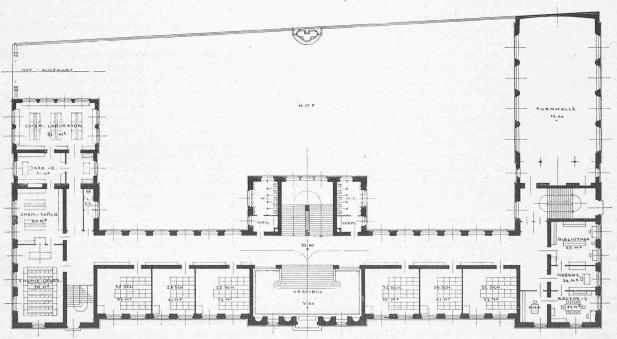


Perspektive.

die Verhältnisse sind hier thatsächlich bessere. Wie mag brücken, deren Tragwände vertikal stehen?

überspannung vermittelst Drahthängebrücken keinerlei Vorsich die Sache gestalten bei den neuen grossen Rhein- urteil. Im altehrwürdigen Bern, wo man lange Zeit an steinerne Viadukte gewöhnt war, vermochte seinerzeit die

III. Preis. Entwurf Nr. 28. Verf.: Arch. E. Fäsch, P. Huber und F. Werz in Basel.



Grundriss vom Erdgeschoss 1:500.

Je nach den örtlichen Umständen vermögen Brückenschwankungen einen verschiedenartigen Einfluss auf das Publikum auszuüben. Beispielsweise vermögen die SchwanKirchenfeldbrücke die eisernen Bogen lange in ein schiefes (Schluss folgt.) Licht zu stellen.