

Die Eisenkonstruktion der Kornhausbrücke in Bern

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 3

PDF erstellt am: **18.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-21369>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

recht, die zwei inneren senkrecht zur Brückenneigung stehen. Die letzteren (Fig. 25) sind in der Pfostenmitte von der lotrechten Stellung um 2,7% abgelenkt und derart abgehobelt, dass ihre schiefe Stellung durch die äusseren Pfostenwinkel verdeckt wird. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die Haupt- und Nebenquerträger senkrecht zur Fahrbahntafel gestellt werden konnten und somit die Buckelplatten durchgehends ebene Auflager erhielten, ohne dass das lotrechte Aussehen der Pfosten irgendwie beeinflusst wurde.

Infolge der festen Verbindung der Versteifungsträger mit den Bogen in der Mitte haben die letzteren, um den Temperaturschwankungen Rechnung zu tragen, beiderseits bewegliche Lager erhalten (Fig. 26, S. 25).

Die 3,618 m von einander entfernten Fahrbahnstützen, welchen ausser der Uebertragung der Lasten der Fahrbahn auf die Bogen noch die Aufgabe zufällt, alle Formänderungen der Bogen auf die Versteifungsträger zu übertragen, sind aus vier Z-Eisen und einem Stehbleche, letzteres in der Ebene der Tragwände, gebildet (Fig. 16—19). Ihre Breite beträgt oben 300 mm und nimmt

kreuze aus je zwei in der Mitte auseinander gespreizten und durch L-Eisen verstrebtten E-Eisen, zwei Stützenpaare durch zwei gegen die Brückenmitte steigende und an einen Querriegel anschliessende Diagonalen aus E-Eisen verbunden, und zwei Stützenpaare durch einfache an den Hauptquerträgern befestigte Konsolen versteift. Diese Verstrebung ist viel stärker gehalten, als die auftretenden Kräfte es verlangen, um, wie bei allen Brückenbestandteilen, eine möglichst grosse Steifigkeit zu erzielen.

Zur Aufnahme der Horizontalkräfte sind zwei Windverbände angeordnet, der eine zwischen den Bogen, der andere zwischen den Versteifungsträgern. Der erstere (Fig. 29, S. 26) besteht aus gekreuzten Diagonalen und Pfosten, die aus zwei wagrecht gestellten und beiderseitig durch Winkelisen verstrebtten E-Eisen gebildet sind. Die Kreuzungspunkte der Diagonalen verbindet ein leichter, an den beiden stärkeren Endriegeln anschliessender Gitterträger. Dieser hat den Zweck, die langen Querriegel in der Mitte zu versteifen. Der an den Untergurten des Versteifungsbalkens anschliessende Windverband (Fig. 30, S. 26), zeigt eine ähnliche

Die Eisenkonstruktion der Kornhausbrücke in Bern. — Kleine Bögen.

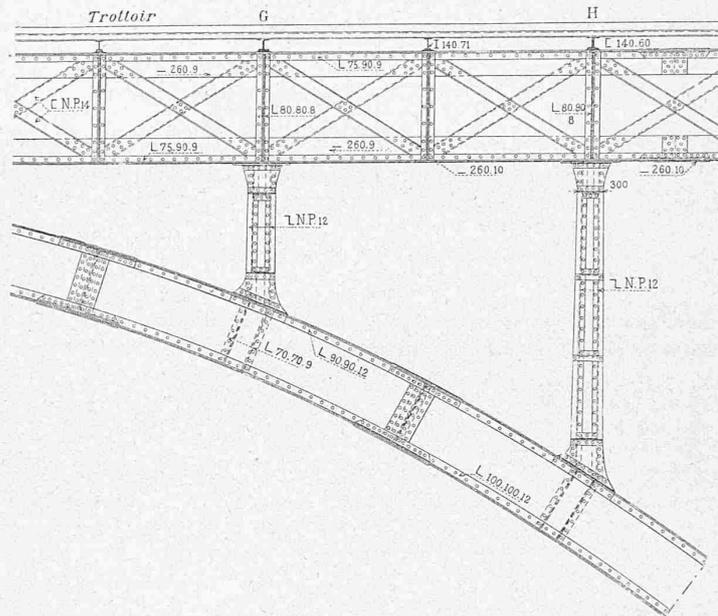


Fig. 24. Ansicht 1 : 75.

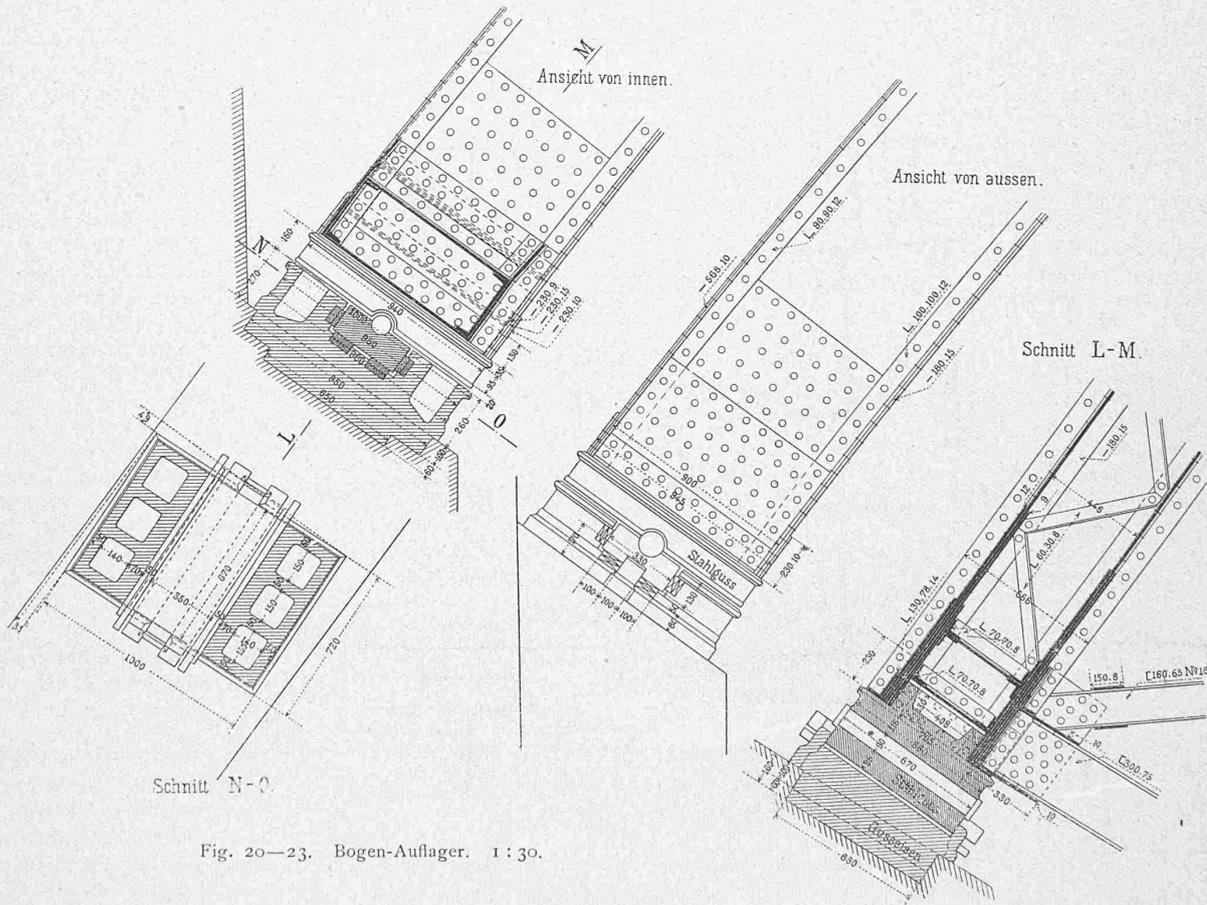


Fig. 20—23. Bogen-Auflager. 1 : 30.

nach unten auf beiden Seiten um 0,8% zu. Zur gegenseitigen Verstrebung quer zur Brückenachse sind die vier längsten Stützenpaare (Fig. 27 u. 28, S. 25) durch Andreas-

Anordnung mit dem Unterschiede, dass hier die Querriegel durch die Hauptträger ersetzt sind und die Diagonalen aus einfachen E-Eisen bestehen.

Die Fahrbahn und der Fussweg sind im wesentlichen wie bei der Hauptöffnung ausgebildet. Für die durch Temperaturschwankungen verursachte Verlängerung bzw. Verkürzung der Fahrbahn, welche rd. $\pm 6 \text{ mm}$ beträgt, sind die Enden der Versteifungsträger von je zwei anschliessenden Öffnungen konsolartig ausgebildet, bis auf eine Entfernung von 226 mm von einander fortgesetzt und am Ende durch zwei Querträger sekundärer Ordnung aus \square -Eisen verbunden

Diese Einsenkungen müssen nun übereinander gleich sein, weil der Bogen und Versteifungsbalken mittels der vertikalen Pfosten zusammen verbunden sind und die Verkürzung bzw. Verlängerung der letzteren ihres kleinen Betrages wegen vernachlässigt werden darf. Man erhält somit:

$$\Delta v_b = \Delta v_v = \frac{M_b \Delta s}{J_b E_b} x = \frac{M_v \Delta s}{J_v E_v \sec \alpha} x$$

Die Eisenkonstruktion der Kornhausbrücke in Bern. — Grosser Bogen.

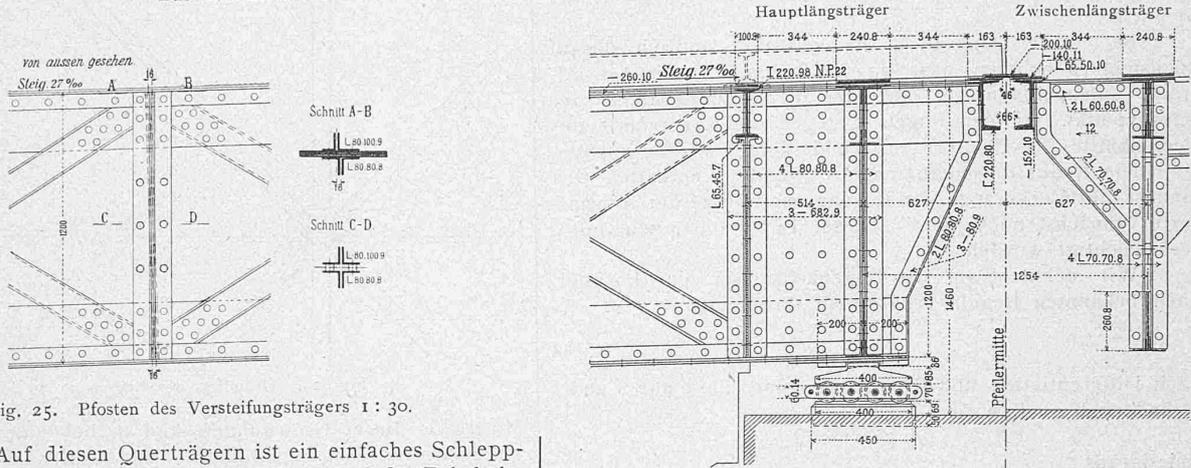


Fig. 25. Pfosten des Versteifungsträgers 1 : 30.

Fig. 26. Längsschnitt durch die Fahrbahn und Auflager.

(Fig. 26). Auf diesen Querträgern ist ein einfaches Schleppblech derartig aufgelagert, dass die Pflasterung der Fahrbahn ununterbrochen durchgeführt werden konnte.

Die statische Berechnung der Tragwände ist auf Grund der von Prof. Dr. W. Ritter aufgestellten Theorie des versteiften Bogens (siehe Erbkams Zeitschrift für Bauwesen 1877, Heft IV—VII und VIII—X und Schweiz. Bauzeitung 1883, Nr. 1—6) graphisch wie folgt durchgeführt:

oder wenn $E_b = E_v$ und $J_b = J_s \sec \alpha$ angenommen wird:

$$\frac{M_b}{M_v} = \frac{J_s}{J_v}$$

worin J_s das Trägheitsmoment des Bogens am Scheitel bezeichnet. Mit Hilfe der Gleichung (1) erhält man schliesslich:

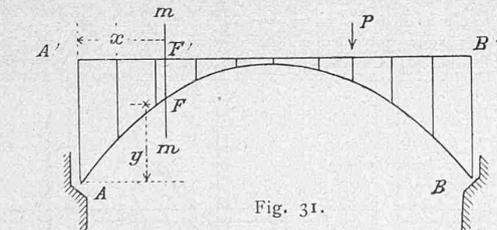


Fig. 31.

Versteifungsbalken (Fig. 31), so ist das Moment, welches der Bogen aufzunehmen hat:

$$M_b = Vx - Hy - M_v \text{ oder } M_b + M_v = Vx - Hy \quad (1)$$

worin M_v das Biegemoment, welches an der geschnittenen Stelle dem Versteifungsbalken zufällt, bedeutet.

Setzen wir voraus, die Momente M_b und M_v seien bekannt und der Bogen und Versteifungsbalken von einander getrennt. Infolge des Momentes M_b erleidet das Bogenelement in F eine Deformation und dadurch bewegt sich, wenn der Bogenteil FB fest gedacht wird, das Bogenende A nach oben. Die vertikale Verschiebung des Punktes A bei dieser Bewegung ist:

$$\Delta v_b = \frac{M_b \Delta s}{J_b E} x$$

worin Δs die Länge des Bogenelementes, J_b das Trägheitsmoment des Bogenquerschnittes in F und E den Elastizitätsmodul bezeichnet. Ähnlich erhält man die vertikale Verschiebung des Balkenendes A' infolge der Deformation des Balkenelementes in F' :

$$\Delta v_v = \frac{M_v \Delta x}{J_v E} x$$

oder da $\Delta x = \frac{\Delta s}{\sec \alpha}$, worin α den Neigungswinkel der Tangente in F bedeutet;

$$\Delta v_v = \frac{M_v \Delta s}{J_v E \sec \alpha} x$$

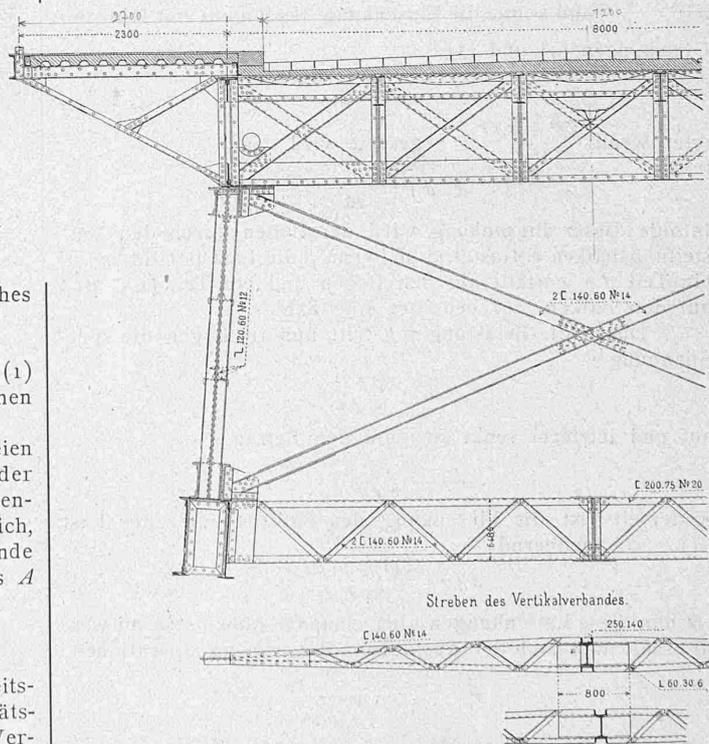


Fig. 27 u. 28. Querschnitt beim Pfeiler B. 1 : 75.

$$M_b = (Vx - Hy) \frac{J_s}{J_s + J_v}; M_v = (Vx - Hy) \frac{J_v}{J_s + J_v}$$

oder wenn $\frac{J_s}{J_s + J_v} = \gamma_b$ und $\frac{J_v}{J_s + J_v} = \gamma_v$ gesetzt wird

$$M_b = (Vx - Hy) \gamma_b \quad (2)$$

$$M_v = (Vx - Hy) \gamma_v \quad (3)$$

Da nun diese Gleichungen nicht nur für den Schnitt m , sondern auch für jeden beliebigen Schnitt gelten und weil der Faktor $(Vx - Hy)$ das Moment für den unversteiften Bogen darstellt, so folgt daraus:

Um bei einem gegebenen Belastungsfall die auf den Bogen bzw. Versteifungsbalken entfallenden Biegemomente für einen beliebigen Schnitt zu ermitteln, bestimme man das Biegemoment an dieser Stelle für den unversteiften Bogen und multipliziere dasselbe mit den Reduktionsfaktoren γ_b bzw. γ_v . Die so erhaltenen Werte sind die gesuchten Grössen.

Bei dieser Operation ist selbstverständlich darauf Rücksicht zu nehmen, dass, da der Bogen noch die Achsialkräfte aufzunehmen hat, für den Versteifungsbalken der Schwerpunkt, für den Bogen dagegen die Kernpunkte des Querschnittes des letztern zu Grunde gelegt werden müssen.

Die Reduktionskoeffizienten γ_b und γ_v enthalten den Einfluss der Verkürzung der Bogenachse infolge der Achsialkräfte zunächst noch nicht. Dieser Einfluss ist, wie folgt, berücksichtigt worden.

Wir nehmen an, die Bogenachse sei eine Parabel. Nach bekannten Regeln erhält man ihre Länge:

$$s = l + \frac{8f^2}{3l} \quad (4)$$

Nach Differentiation und Berücksichtigung, dass nur s und f veränderlich sind, wird:

$$3l ds = 16f df$$

und daraus

$$df = \frac{3l}{16f} ds \quad (5)$$

Diese Gleichung stellt uns die Beziehung zwischen der Zunahme bzw. Abnahme der Pfeilhöhe f und der Bogenlänge s dar, wenn l die Stützweite des Bogens bezeichnet.

Ist nun σ die spec. Spannung im Bogen infolge der Achsialkräfte, und E der Elastizitätsmodul, so wird $ds = \frac{\sigma}{E} s$ und somit die Einsenkung des Bogens mit Hilfe der Gleichungen (4) und (5):

$$df = \frac{\sigma}{E} \frac{3l^2 + 8f^2}{16f}$$

oder wenn $\frac{3l^2 + 8f^2}{16f} = k$ gesetzt wird,

$$df = \frac{\sigma}{E} k$$

Infolge dieser Einsenkung wird der Bogen durch den Versteifungsbalken entlastet, d. h. (wenn p die Last per lfd. m ist) ein Teil βp entfällt auf den Bogen und ein Teil $(1 - \beta)p$ auf den Balken. (β bedeutet eine Zahl < 1 .)

Durch die Belastung βp tritt nun im Bogen die spec. Spannung

$$\sigma = \frac{\beta p l^2}{8fF}$$

auf und letzterer senkt sich um den Betrag

$$df = \frac{\beta p l^2}{8fFE} k$$

Andererseits ist die Einsenkung des Balkens unter der Last $p(1 - \beta)$ annähernd

$$df = \frac{5(1 - \beta)p l^4}{384 E J_v}$$

Da nun diese Einsenkungen über einander gleich sein müssen, so erhält man nach der Ausführung der nötigen Operationen:

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{48k J_v}{5f^2 F}}$$

Um somit den Einfluss der Verkürzung der Bogenachse infolge der Achsialkräfte zu berücksichtigen, hat man einfach den Reduktionskoeffizient γ_b mit β zu multiplizieren und dem Reduktionskoeffizienten γ_v den Betrag $(1 - \beta)$ zu addieren. Die Gleichungen (2) und (3) erhalten daher folgende Form:

$$M_b = (Vx - Hy) \gamma_b \beta; \quad M_v = (Vx - Hy) (\gamma_v + 1 - \beta)$$

oder wenn $\gamma_b \beta = \Theta_b$ (6)

$$\gamma_v + 1 - \beta = \Theta_v \quad (7)$$

gesetzt wird:

$$(8) \quad M_b = (Vx - Hy) \Theta_b; \quad M_v = (Vx - Hy) \Theta_v \quad (9)$$

Die Eisenkonstruktion der Kornhausbrücke. — Kleine Bögen.

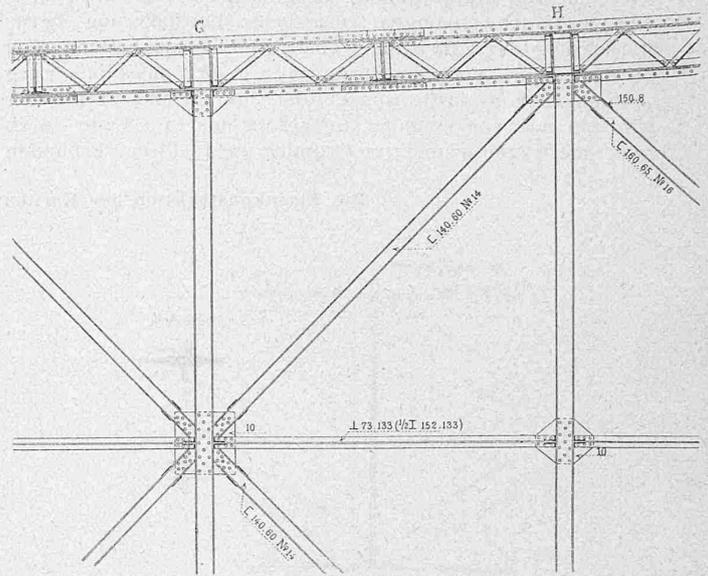


Fig. 29. Grundriss des Bogens 1:75.

Mit Hilfe dieser Gleichungen sind in bekannter Weise die ungünstigsten Biegemomente von der ständigen, sowie mobilen Last ermittelt worden.

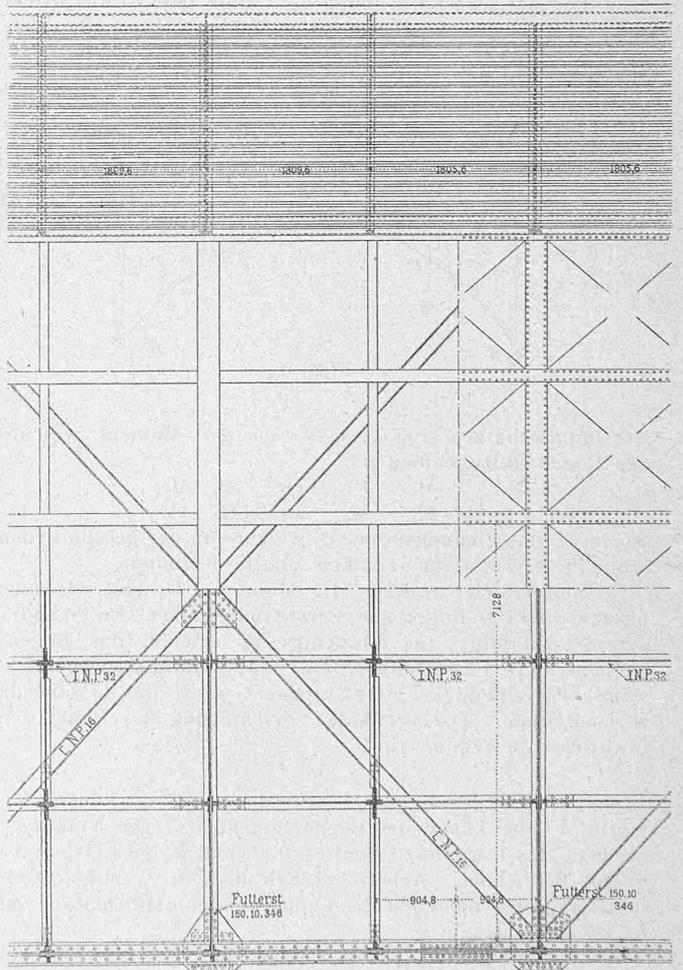


Fig. 30. Grundriss der Fahrbahn 1:75.

Bei obiger Herleitung der Biegemomente wurde der Schub H als bekannt angenommen. Es bleibt uns daher noch zu zeigen, wie dieser bestimmt werden kann.

Für den Belastungszustand $H = -1'$, ist die Ein-

senkung an einer beliebigen Stelle F (Fig. 31) $= \Theta_b \delta$ und die horizontale Verschiebung des Bogenendes $A = \Theta_b b$, wenn Θ_b den aus der Gleichung (6) zu berechnenden Wert hat, und δ , b die Einsenkung in F , bzw. die horizontale Verschiebung von A für den Bogen allein bezeichnen; somit ist der horizontale Schub einer in F angreifenden vertikalen Last $P = 1'$:

$$H = \frac{\Theta_b \delta}{\Theta_b b} = \frac{\delta}{b}$$

d. h. gleich wie bei einem unversteiften Bogen.

Bei der Konstruktion der H -Linie für das kombinierte System der Fig. 31 hat man also ganz ähnlich, wie bei einem einfachen vollwandigen Bogen zu verfahren.

Was schliesslich den Einfluss der Temperaturschwankungen anbetrifft, so sei folgendes erwähnt. Für den vollwandigen Bogen allein ist bekanntlich:

$$H_t = \frac{\alpha t l}{\sum \frac{y ds}{J_b E} y_d}$$

Wenn er aber in Verbindung mit einem Versteifungsbalken steht und somit, wie oben gezeigt wurde, nur einen Teil $\Theta_b M$ der Momente M aufzunehmen hat, so wird

$$H_t = \frac{\alpha t l}{\Theta_b \sum \frac{y ds}{J_b E} y_d}$$

Unter Grundlegung dieses Wertes von H_t und mit Hilfe der Grundgleichungen (8), (9) sind die Biegemomente infolge der Temperaturschwankungen, für den Balken in Bezug auf die Schwerpunkte, für den Bogen dagegen in Bezug auf die Kernpunkte der Bogenquerschnitte ermittelt worden.

Was oben im allgemeinen für die Biegemomente abgeleitet wurde, gilt natürlich in ganz analoger Weise auch für die Scheerkräfte. Wir glauben daher von einer nähern Erläuterung über die Ermittlung derselben absehen zu dürfen.

* * *

Ueber die Aufstellung der Brücke ist folgendes zu bemerken: Die verhältnismässig grosse Pfeilhöhe gab Veranlassung, zwei Montierungsplattformen anzuordnen, eine für die Bogen und eine kleinere, zweiteilige für die Fahrbahnträger. Letztere konnte selbstverständlich erst nach Montierung der Bogen aufgestellt werden. Zur Unterstützung dieser Plattformen sind sechs Joche verwendet worden, von denen die zwei mittleren rd. 15 m voneinander entfernt, durch ein Sprengwerk verbunden waren. Jedes Joch bestand aus fünf verstreuten Ständern, von denen die drei mittleren bestimmt waren, die Lasten zu tragen, während die äusseren allein den Zweck hatten, die ganze Gerüstkonstruktion und insbesondere die das Krahngeleise tragenden vorletzten Ständer zu versteifen. Für den Transport der bis zu 2500 kg schweren Brückenteile diente ein aus Holz und Eisen gebauter und von Hand betriebener Krahn von 10,5 m Spannweite. Die Aufstellungsarbeiten der kleinen Ueberbrückungen dauerten vom August 1897 bis März 1898.

Das Eisengewicht der Seitenöffnungen beträgt 913 625 kg, das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktion mithin 900 859 + 913 625 = 1 814 484 kg. Da Ende August 1895 der erste Spatenstich zum Brückenbau, die Vollendung desselben Mitte Juni 1898 erfolgte, haben die gesamten Arbeiten eine Bauzeit von etwa $2\frac{3}{4}$ Jahren beansprucht.

Das neue Gebäude der Komischen Oper in Paris.

Architekt: *Louis Bernier* in Paris.

II. (Schluss.)

An der reichen Ausschmückung des Innern hat eine Anzahl namhafter Künstler mitgewirkt, namentlich den Malern wurden ausgedehnte Flächen zur Entfaltung ihrer Kunst geboten. Von grosser Wirkung ist das Vestibul am Boieldieu-

Das neue Gebäude der Komischen Oper in Paris.

Architekt: *Louis Bernier* in Paris.

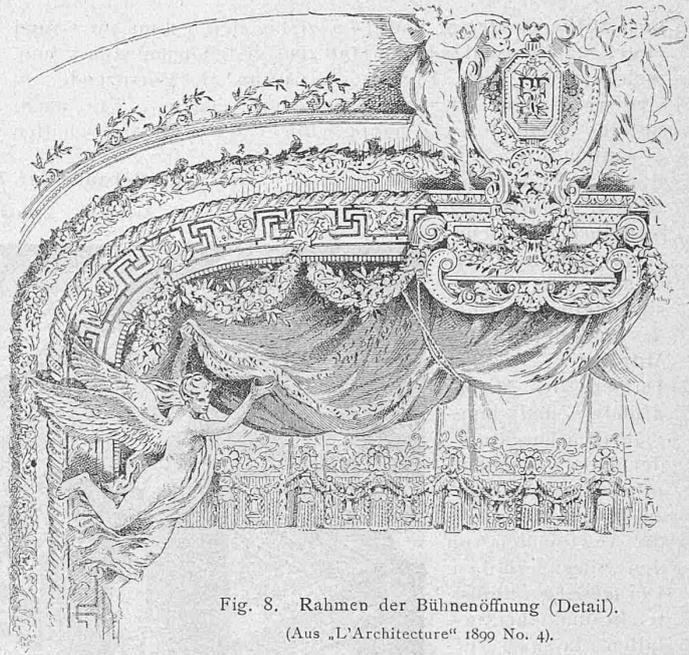


Fig. 8. Rahmen der Bühnenöffnung (Detail).

(Aus „L'Architecture“ 1899 No. 4).

Platz mit dem Haupttreppenhaus, über dessen Architektur und Ausstattung die gleich den übrigen Innenansichten der Pariser Zeitschrift „L'Architecture“ entnommene Zeichnung Fig. 6 auf Seite 28 unterrichtet. Auf der Treppe, vor den rosafarbenen Granitsäulen mit bronzenen Kapitellen, haben zwei Statuen, das lyrische Drama von *Falguière* und die komische Oper von *Mercié*, Aufstellung gefunden. Im Vestibul steht noch die auf der Abbildung nicht sichtbare allegorische Figur des Gedankens von *Michel*. Die Wandflächen sowie Deckenfelder der beiden Haupttreppen an der Rue Mariveaux und Rue Favart schmücken Malereien von *Luc-Olivier Merson* u. a. eine Apotheose der populären Musik, und von *Flameng*, der die antike Tragödie — Sophokles seine Chöre einübend — und ein auf der modernen Bühne tanzendes Ballet gemalt hat.

Im Vorfoyer sind *Guifard* und *Joseph Blanc* durch Darstellungen des Gesanges, des Schauspiels, der Musik und des Tanzes vertreten, während die Ausmalung des Foyer von *Maignan* und *Gervex* den alten Jahrmarkt von Saint-Laurent (Fig. 7) und das Hofballet unter Heinrich II. behandelt.

Für die Ausschmückung der zwei kleinen Foyer-Salons haben die Maler *Raphael Colin* und *Toudoux* die den Dichter inspirierenden Harmonien der Natur, die Ode, das Lied, *Robin* und *Marion* den Tanz, die Musik und das Spiel zur Darstellung gebracht.

Der in weiss und gold gehaltene Zuschauerraum wirkt trotz der gut verteilten elektrischen Beleuchtung etwas nüchtern. Von grünem Laubwerk umrahmte Goldmosaik, abwechselnd mit Fratzen und Putten von *Lombard*, bilden das Ornament in den Zwickeln der den Saal gliedernden neun Bogenstellungen. Die den zweiten Rang tragenden Karyatiden hat *Coutan*, den oberen Rahmen der Bühnenöffnung mit zugehöriger Dekoration (Fig. 8) *Marqueste* geschaffen. An der Decke des Zuschauerhauses sind durch *Benjamin Constant* die Poesie, die Instrumentalmusik, der Gesang, sowie als Traumerscheinungen aufgefasste Figuren aus dem Repertoire der Komischen Oper versinnbildlicht. Die Akustik des mit einem Kostenaufwand von rund 5 Millionen Fr. erbauten neuen Hauses ist befriedigend ausgefallen.