

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 47/48 (1906)
Heft: 4

Artikel: Die neue Basler Rheinbrücke
Autor: Gutzwiller, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26048>

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](#)

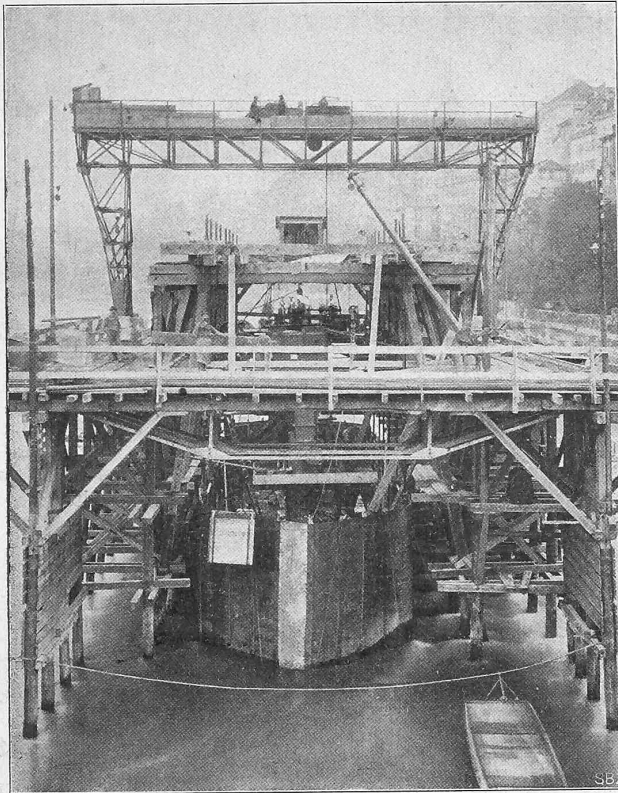
Terms of use

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: 15.01.2026

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

Durchmesser, als die Mündung.¹⁾ Das deutet auf stärkere radiale Bewegungen hin. Gleichzeitig verlaufen die Schlieren immer unsymmetrischer, woraus man auf immer stärkere Relativbewegungen auch in achsialer Richtung schliessen



Phot. von H. Besson in Basel.

Aetzung von M. R. & Cie. in München.

Abb. 24. Absenken des Caissons für Pfeiler I. — 12. Nov. 1903.

muss. Zur Erzeugung dieser Relativbewegungen wird eine immer grössere Arbeit erforderlich, die sich dann nicht mehr in mittlere Strömungsenergie umsetzt. Die oben berechneten Werte von w stellen also nur obere Grenzwerte dar, die tatsächlich gar nicht erreicht werden können.

Wie weit die wirklichen mittleren Strömungsgeschwindigkeiten unter diesen Grenzwerten bleiben, lässt sich aus den obigen Formeln nicht erkennen, dazu müsste vielmehr die *wahre* Stärke der Relativbewegungen *genau* in die Rechnung eingeführt werden können. Keinesfalls darf aber die Entwicklung von *Prandtl* als ein Beweis dafür angesehen werden, dass in einem Strahle mit Wellen wirklich eine die Schallgeschwindigkeit weit übersteigende mittlere Strömungsgeschwindigkeit herrscht. Sie lässt nicht einmal entscheiden, ob die Schallgeschwindigkeit überhaupt überschritten wird.

¹⁾ Robert Emden, «Ueber die Ausströmungserscheinungen permanenter Gase». Habilitationsschrift. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1899, Tafel I. Fig. 15.

Die neue Basler Rheinbrücke.

Von Ingenieur E. Gutschwiller in Basel.

(Schluss.)

Die Druckluftgründung ist in ihrer Anwendung im allgemeinen bekannt, sodass hier eine nähere Beschreibung der Bauweise und der Installationen nichts wesentlich Neues bringen dürfte. Die Konstruktion der eisernen Caissons war die für solche Bauten übliche. Da der Baugrund aus z. T. felsartigen Molasseschichten besteht, musste sie äusserst kräftig gewählt werden; hauptsächlich war der Ausbildung der Schneide grosse Sorgfalt zugewendet worden. Der Caisson bestand aus einem äusseren Umfassungsblech von 6,0 m Höhe und einem innern Mantel und Deckenblech, die luftdicht genietet waren. Kräftige Konsolen und Querträger bildeten das Gerippe. Wir verweisen bezüglich dieser Ausführungen auf die Abbildungen 24 bis 28.

Die zur Verwendung gelangten Schleusen, System Holzmann & Cie., dienten sowohl zur Material- wie zur Personenförderung, und zwar wurden bei den kleinen Pfeilern je zwei, beim Mittelpfeiler drei Schleusen verwendet. Eine durch die Firma Alb. Buss & Cie. hergestellte Schleuse mit verschiedenen Verbesserungen erzielte wesentlich grössere Leistungen als die Holzmannsche; immerhin war die Förderung von so vielen Nebenfaktoren abhängig, dass die Tagesfortschritte und Leistungen sehr verschieden waren und eine bestimmte, für alle Fälle gültige Formel nicht gegeben werden kann. Die Grundflächen und Abteufungen der einzelnen Pfeilercaissons finden sich in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Caisson-Bezeichnung	Objekt	Grundfläche m ²	Fundationstiefe unter Null		Anzahl der Schleusen
			m	m	
A	Ufermauer	130	— 14,09	15,50	2
B	Pfeiler 1	170	— 14,07	8,70	2
C	« 2	170	— 13,54	10,30	2
D	« 3	316	— 12,06	9,55	3
E	« 4	153	— 11,19	9,55	2
F	« 5	153	— 9,57	8,67	2
G	Landpfeiler	141	— 6,03	7,43	1+1

Die Absenkung der einzelnen Pfeiler brachte im grossen und ganzen keine Ueberraschungen, wiewohl gerade die

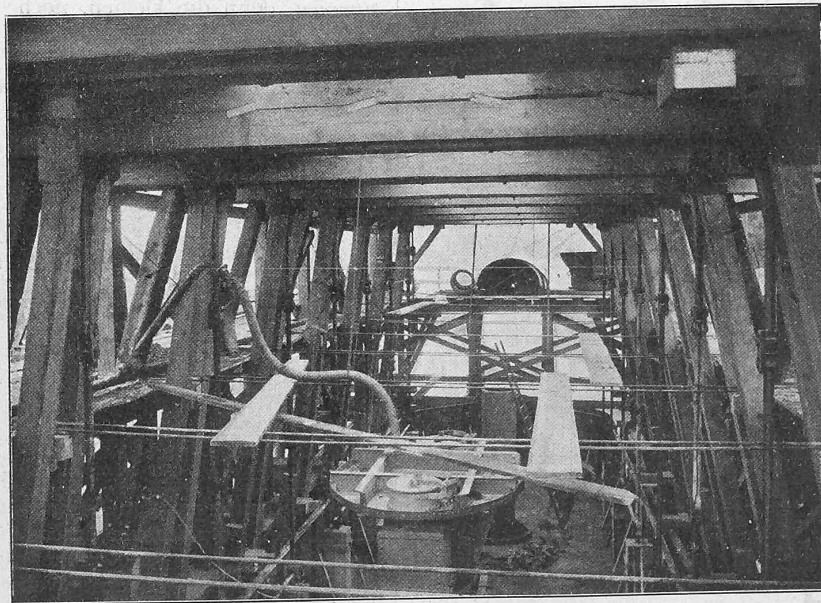


Abb. 25. Das Innere eines Caissongerüsts. — 31. Oktober 1903.

Absenkung des ersten Caissons für die linkseitige Ufermauer sich infolge des Vorbaues zum Schutze des alten Widerlagers in der oberen Partie schwierig gestaltete. Das alte Widerlager war durch eingeammte Eisenbahnschienen, Spundwände und Pfähle, sowie durch Mauerwerk, Beton, Steinwürfe und Pflaster derart versichert, dass die Beseitigung der zum Teil direkt unter der Schneide des Caissons liegenden Bauteile den normalen Fortschritt bedeutend hemmte. Ebenso war die Sprengarbeit im Mittelpfeiler zur Beseitigung des Funda-

mentes des alten Mittelpfeilers zeitraubend, und die Zerkleinerung und Wegschaffung der oft bis zu 1 m³ grossen, harten Sandsteinknauer verursachten viele Störungen. Der harte, z. T. molasseartige Baugrund war schwer zu lösen,

doch leicht zu fördern, da er beim Laden in kleine Stücke zerfiel. Um ein gleichmässiges Absenken des in den Spindeln aufgehängten Caissons zu erzielen, bediente man sich zweier hydraulischer, horizontal liegender Pressen, an die durch ein Längsgestänge sämtliche Räschen der Spindelmuttern angeschlossen waren und welche durch das von einer Druckpumpe im Maschinenhaus erzeugte Druckwasser gespeist wurden (Abb. 28 und Abb. 34 S. 49).

Die Anordnung eines kräftigen Mittelpfeilers war im Programm der Bauausführung begründet. Um nicht die ganze Brückenfläche gleichzeitig einwölben, hierfür die Gerüste erstellen und das ganze Flussprofil absperren zu müssen, wurde der Mittelpfeiler so angelegt, dass er als Gruppenpfeiler den einseitigen Schub des Gewölbes der dritten Brückenöffnung aufnehmen konnte. Ausserdem sah schon das Projekt eine Teilung der 18,8 m breiten Gewölbe in einzelne Ringe vor. Die Teilung in drei Längsringe und die Anordnung des Gruppenpfeilers erlaubten so die gleichzeitig aufzustellenden Rüstungen auf $\frac{1}{6}$ der ganzen Brückenfläche zu beschränken. Dadurch wurde es auch möglich, die Lehrgerüste in Eisen herzustellen und so für die hinsichtlich Deformationen empfindlichen Korbbogengewölbe eine, gegenüber hölzernen Lehrgerüsten steife, unverrückbare Unterlage mit einfacher Bedienung und entsprechender Beweglichkeit zu schaffen.

Die Teilung des Gewölbes erfolgte nach drei Ringen von 6,25 und 6,26 m Breite, mit 2 cm breiten, durchgehenden Fugen. Zur Verwendung von eisernen Lehrgerüsten, mit nur je einer Spannung, die in dieser Anordnung als Neuheit gelten können, war wegleitend, eine Konstruktion

zu berücksichtigen. Die Berechnung und Projektierung der eisernen Lehrgerüste (Abb. 29 bis 31, S. 48) wurde von der Eisenabteilung der Firma Alb. Buss & Cie., unter Leitung ihres Direktors Herrn C. Bonzanigo ausgeführt.

Jedes Lehrgerüst bestand aus vier Lehrbögen, wovon je zwei im Abstand von 1,90 m zu einer Einheit verbunden waren. Infolge der Anordnung von nur einer Spannweite für eine ganze Brückenöffnung konnten die Auflagerpfosten auf die vorspringenden Pfeilerabsätze gesetzt werden. Hier erhielten sie auf einem provisorisch angebrachten [-Eisen eine feste Unterlage, sodass damit jedes unvorhergesehene Setzen der Unterstützungen ausgeschlossen war. Die Beanspruchung der Vertikalhölzer war, entsprechend der Totalbelastung von rund 450 t für jede Oeffnung, für den einzelnen Pfosten mit etwa 14 t oder 28 kg/cm² für Stirnholz eine geringe.

Die Anordnung von nur einer Spannweite war ferner für die Freihaltung des Stromes von grossem Vorteil, da absolut keine das Durchflussprofil verengenden Pfähle und Einbauten notwendig waren und die Lagerung sowie das Loskeilen der Gerüste auf acht leicht zugängliche feste Punkte reduziert war. Für dieses Loskeilen und das

Die neue Basler Rheinbrücke.

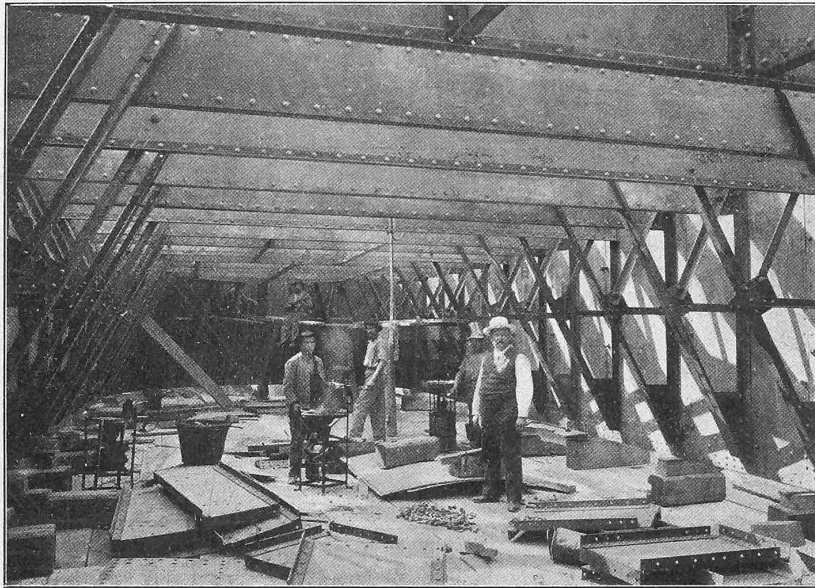


Abb. 26. Das Innere eines Caissons während der Montage.

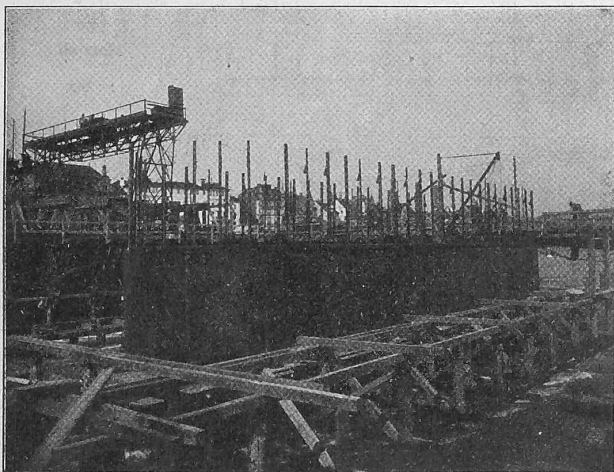


Abb. 27. Caissons für Pfeiler IV. — April 1904.

zu finden, die vom normalen Hochwasser nicht beeinträchtigt wird. Zudem war es auf diese Weise möglich, die Form des Korbbogens und die Grösse der Durchbiegung genau zu bestimmen und in der Werkstätte aufs genaueste

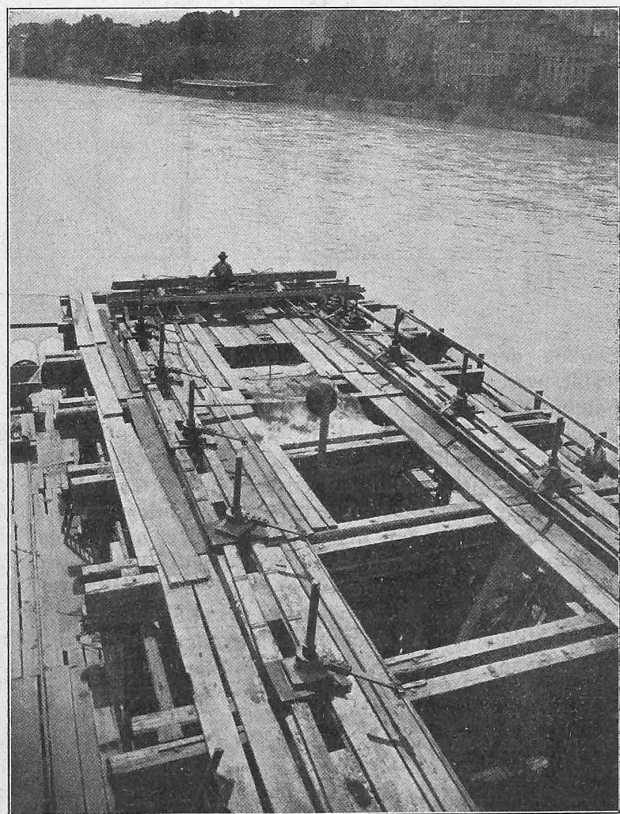


Abb. 28. Absenken eines Caissons mit hydraul. Pressen. — 28. Juni 1904.

Die neue Basler Rheinbrücke.

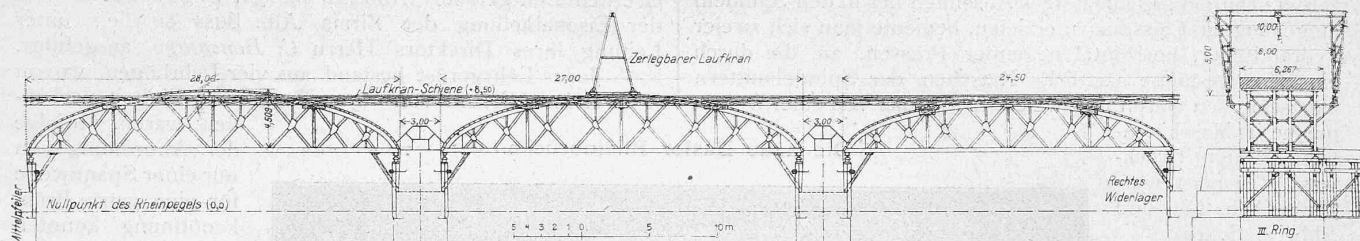


Abb. 29. Die eisernen Lehrbogen auf der rechten Stromseite. — Masstab 1 : 500.

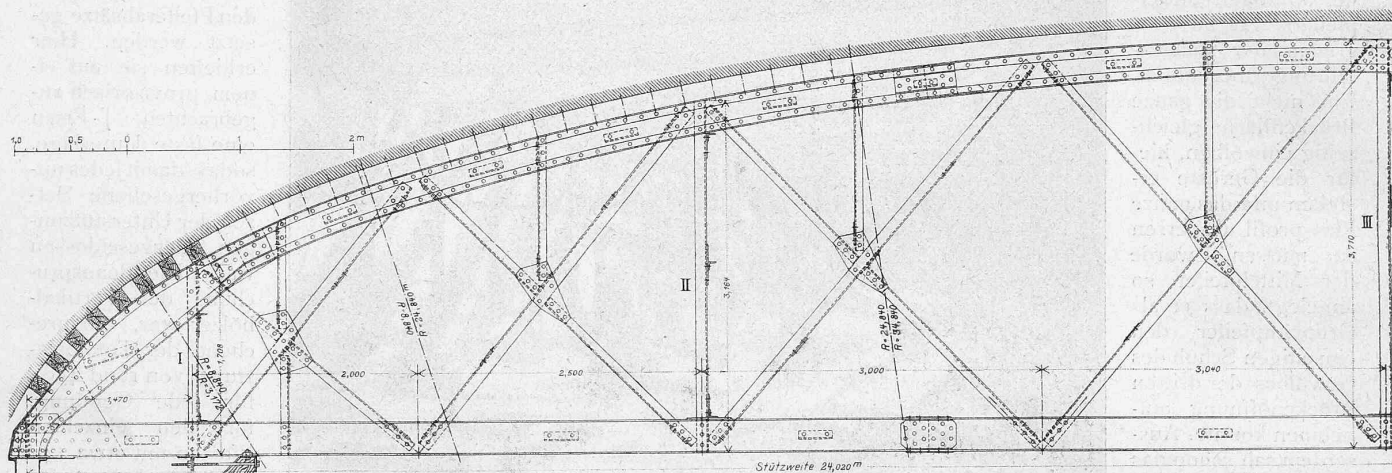
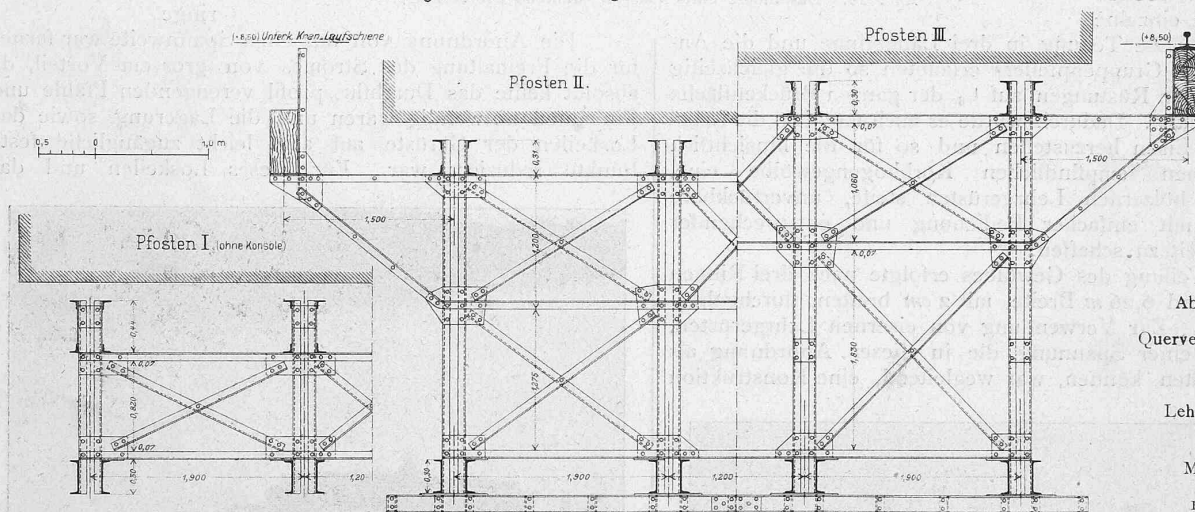
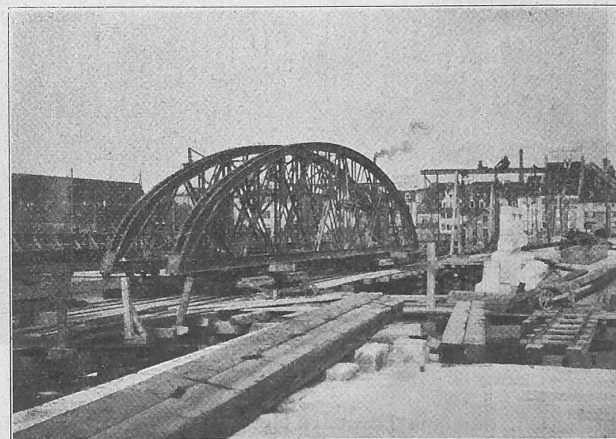


Abb. 30. Eiserner Lehrbogen. — Frontansicht. — Masstab 1 : 60.

Abb. 31.
Querverbindungen
des
Lehrbogens.

Masstab
1 : 60.

Senken der Lehrgerüste wurden Entlastungsspindeln gewählt, weil sie in diesem besondern Falle grosse Vorteile boten. Die Konstruktion der Spindeln ist aus Abbildung 34 ersichtlich. Mit ihrer Hülfe konnte ein gleichmässiges Losschrauben aller drei gleichzeitig eingewölbten Oeffnungen bewirkt und somit ein einseitiger Horizontalschub auf die kleinen Pfeiler vermieden werden. Zudem war es möglich, beim Aufbringen der Quader kleine, ungleichmässige Senkungen noch durch Heben oder Senken der Schrauben auszugleichen. Besonders vorteilhaft hat sich dies beim Einbringen des mittlern Ringes erwiesen, der bis auf einige Millimeter mit den anschliessenden Ringen in Uebereinstimmung gebracht werden konnte. Das Lossdrehen von Hand mittelst Schraubenschlüsseln war durch je zwei bis drei Mann für jede Spindel leicht möglich und erfolgte in allen drei Oeffnungen auf gegebenes Kommando gleichzeitig, jeweils mit $\frac{1}{6}$ Drehung, bei einer Ganghöhe der Spindel von 20 mm, somit von 3,3 zu 3,3 mm, bis zur völligen Entlastung. Die zur Senkung eines Ringes nötige Zeit betrug 20 bis 30 Minuten.

Abb. 32. Transport des Lehrgerüsts auf dem Dienststeg.
24. Oktober 1904.

Die sechsmalige Verwendung der Lehrgerüste erforderte eine grosse Beweglichkeit und die Möglichkeit rascher Aufstellung. Um die seitliche Verschiebung zu erleichtern, wurden über den Auflagerpfosten auf die ganze Brückenbreite [-Eisen aufgelegt und auf diesen mit Hülfe von eisernen Walzen und Kettenzügen die ganze Konstruktion

Die neue Basler Rheinbrücke.

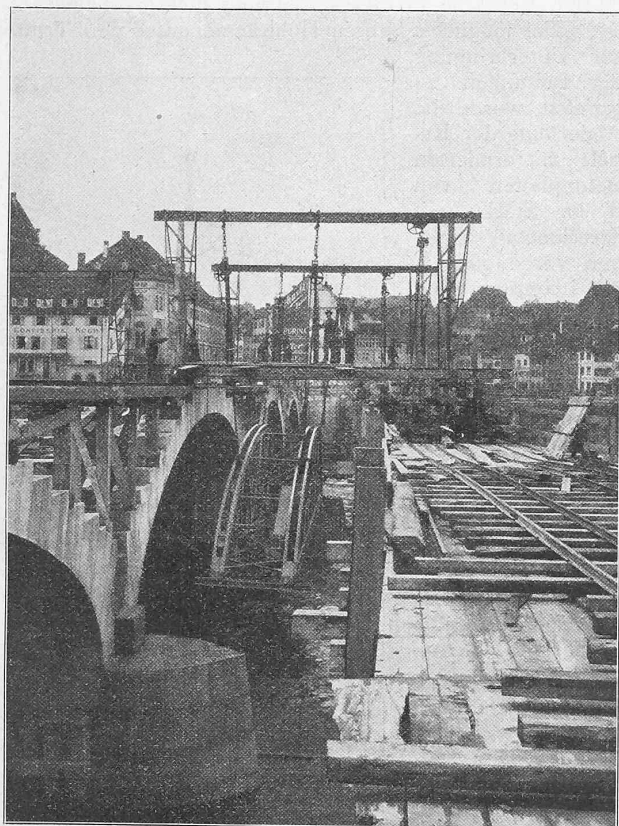


Abb. 33. Transport der Lehrgerüste von der Kleinbasler nach der Grossbasler Seite. — 13. Mai 1905.

von etwa 45 t Gewicht seitwärts verschoben. Für die Bewegung von der einen zur andern Brückenhälfte wurde der Dienststeg zu Hülfe genommen und zwar erstmals, indem die Hälfte der Konstruktion einer Oeffnung mit Hülfe von Kranen auf den Dienststeg gehoben und mit Rollwagen fortbewegt wurde (Abb. 32). Zum Rücktransport von der Kleinbasler zur Grossbasler Seite konnten, da der Gewölbering flussabwärts vollständig versetzt war, die Gewölbeversetzkranen in der aus Abbildung 33 ersichtlichen Art benutzt werden.

Beim Einwölben des ersten Ringes sind sorgfältige Messungen über die Durchbiegung der Lehrgerüste vorgenommen worden, um die Ueberhöhung bei den nachfolgenden Ringen genau festsetzen zu können. Es ergaben sich für Mitte Oeffnung folgende Werte in mm:

Oeffnung	Träger 1	Träger 2	Träger 3	Träger 4	Mittelwert
I	15	15	15	14	14,7
II	11	15	13	10	12,2
III	15	21	22	16	18,5

Die Setzungen der Unterstützungen betrugen im Mittel 10 mm, doch waren diese immer beim Beginn des Einwölbens zu konstatieren, lagen also lediglich im ungenauen Aufsitzen der Pfosten auf den Auflagern.

Die Gewölbequader wurden von den Kämpfern weg nach beiden Seiten gleichmässig gegen die Mitte hin trocken verlegt. Das Einhalten der 12 mm Fugen wurde durch Einlegen von Latten und Keilen bewerkstelligt. Nach Versetzen sämtlicher Quader eines Ringes und nachdem die Fugen mit einem flüssigen Portlandzementmörtel (Mischung 1 Vol. Teil Zement und 2 Vol. Teile scharfkörniger Sand) vergossen worden waren, blieben die Gewölbe je zwei bis vier Wochen bis zur vollständigen Erhärtung des Mörtels stehen. Die beim Loskeilen gemachten Beobachtungen der Durchsenkung im Gewölbescheitel ergaben bei den vier äusseren Ringen die in nachfolgender Tabelle zusammengestellten Werte in mm.

Gewölbe Ring	Oeffnung 1 und 6		Oeffnung 2 und 5		Oeffnung 3 und 4	
	aufw.	abw.	aufw.	abw.	aufw.	abw.
I	8	6	6	5	7	8
3	8	7	8	9	8	8
4	9	8	7	6	10	9
6	4	4	4	6	8	8
Mittelwert	6,75		6,37		8,25	

Zur wasserdichten Isolierung der Gewölbe kamen Asphaltfilzplatten von Büsscher & Hoffmann in Strassburg zur Verwendung. Ein glatter Ueberzug über die ganze Ge-

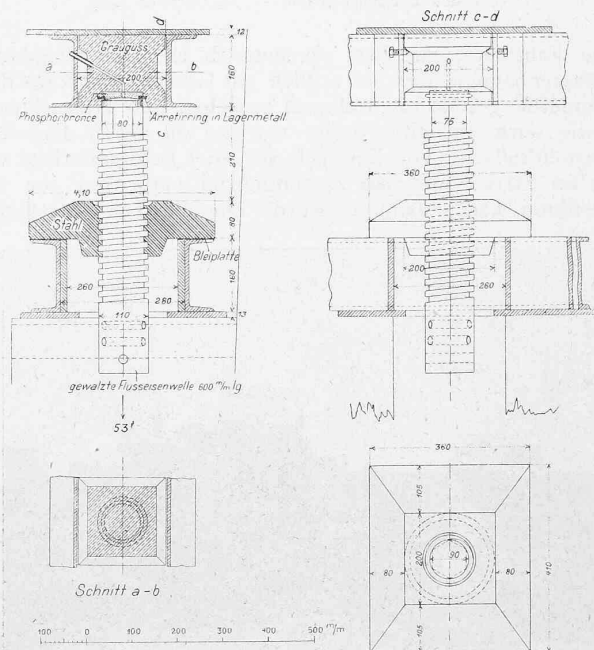


Abb. 34. Spindel zur Entlastung der Lehrbogen. — Masstab 1 : 15.

wölbe fläche (rund 3900 m²) bis unterhalb der Sockelquader des Geländers, diente als Unterlage für die Isolierplatten (Abb. 37 S. 50).

Die Entwässerung der Gewölbe geschieht nicht durch die Pfeiler, sondern direkt durch die Gewölbe in den Rhein. Rohrleitungen von den seitlichen Leitungskanälen führen event. Abwasser derselben ebenfalls diesen Sammlern zu (Abb. 5 und 8 S. 3 und 5).

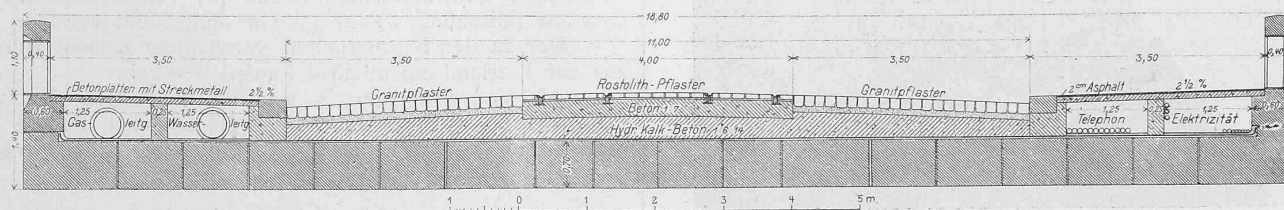


Abb. 35. Querschnitt der Brücke durch den Scheitel des Gewölbes. — Masstab 1 : 100.

Zur Sicherung der Asphaltplatten wurde nach ihrer Verlegung sofort eine 5 cm starke Schutzbetonschicht aufgebracht. Die Hinterfüllung der Gewölbe ist zur Erzielung grösserer Gleichmässigkeit im Einbringen und um nachträgliches Setzen zu verhüten in einem Magerbeton aus einem Teil hydr. Kalk und 20 Teilen Sand und Kies ausgeführt.

Die neue Basler Rheinbrücke.

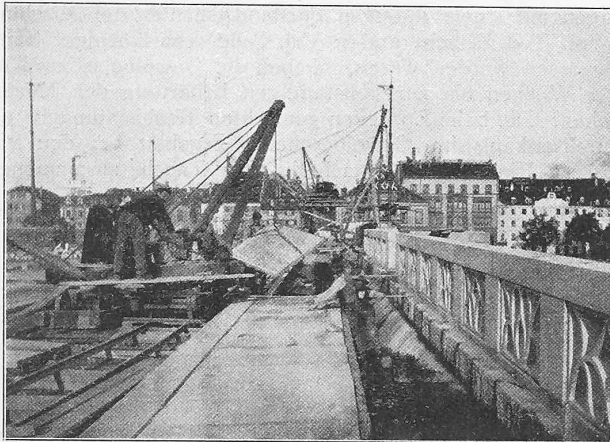


Abb. 36. Verlegen der mit Streckmetall armierten Betonplatten über den Leitungskanälen. — 28. Oktober 1905.

Die Fahrbahn, mit zwei symmetrisch zur Mitte liegenden Strassenbahngleisen ist seitlich mit Granitpflaster aus dem Kandertal gepflastert, während zwischen den Tramschienen sowie auch auf eine Breite von 22 cm neben denselben Rostolithpflaster von Embrach auf einer Betonunterlage von 25 cm Stärke und mit Zementmörtel vergossen zur Anwendung kam; dadurch wurde eine bessere Befestigung

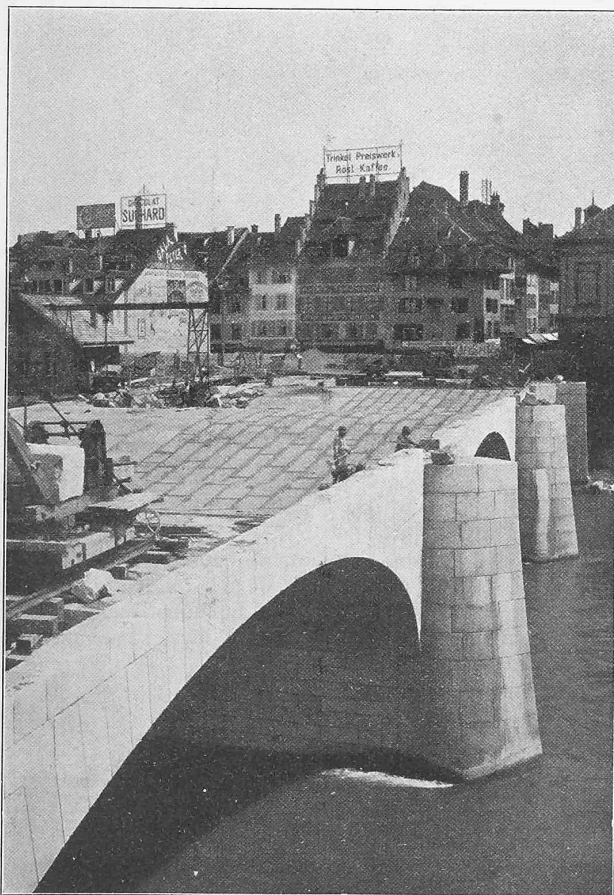


Abb. 37. Verlegen der Gewölbeisolierung. — 3. Juli 1905.

der Tramschienen, die vorher noch mit Schlagschotterbeton unterstopft wurden, erreicht und der Uebelstand vermieden, der sich überall durch Lösen der Pflastersteine zeigt, wo diese direkt an die Schienen angesetzt sind (Abb. 35). Ueber die Abnutzung der Rostolithplättchen, ihre Haltbarkeit und Frostbeständigkeit und hauptsächlich über die Dauerhaftigkeit ihrer Befestigung auf der Unterlage wird erst mit der Zeit geurteilt werden können, da langjährige Versuche in dieser Richtung nicht vorliegen.

Um möglichst grosse Hohlräume unter den Trottoirs zur Unterbringung der Leitungen zu erzielen, wurde die Abdeckung der Kanäle mit armierten Betonplatten von 8 cm Stärke mit Streckmetall-Einlagen vorgenommen. An Leitungen sind über die Brücke geführt: je eine Gas- und eine Wasserleitung von 40 cm Lichtweite, ferner mehrere Kabel der

Telephonleitung und getrennt von diesen die Stark- und Schwachstromkabel des Elektrizitätswerkes und der Strassenbahn. Die armierten Betonplatten wurden in Grössen von 1,53 m Breite auf 1,20 m Länge zum Voraus hergestellt und später verlegt. Ueber den Platten liegt eine Gussasphaltschicht von 2 cm Stärke.

Hinsichtlich der dekorativen Ausstattung der Brücke ist nachzutragen, dass zu den neugotischen Geländerfüllungen Verasca-Granit Verwendung gefunden hat. Die Arbeit ist von der „A.-G. der Granitbrücke in Lavorgo“, Direktor H. Schulthess, geliefert worden. Die zum grössten Teil aus Schmiedeeisen erstellten Bogenlampenträger und Trammasten (Abb. 38) sind nach Zeichnungen von Architekt E. Faesch in Basel in den Werkstätten von Alb. Buss & Cie. ausgeführt.

Schliesslich mögen hier die bei der Ausführung der Brücke in Betracht fallenden Kubaturen Erwähnung finden: Es wurden in Pressluft im Ganzen 12000 m³, am Tag rund 3800 m³ Material ausgehoben; an Granitquader kamen zur Vermauerung 7700 m³, an Kalksteinquader 950 m³, an Bruchsteinmauerwerk 2300 m³; von Beton der verschiedenen Mischungen sind zusammen 12600 m³, von Füllbeton der Gewölbe (Mischung 1:20) 3500 m³ hergestellt worden.

Der zu den Betonarbeiten verwendete Zement wurde aus der Portlandzementfabrik Laufen bezogen.

Als Vollendungstermin war im Bauvertrag der 31. Oktober 1905 festgesetzt. Die Eröffnung der Brücke ist ohne Terminüberschreitung am 11. November 1905 erfolgt.

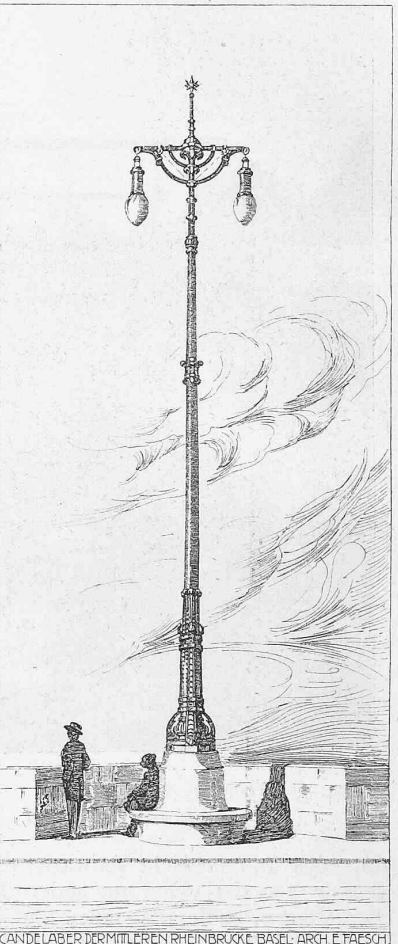


Abb. 38. Kandelaber.

Als Bauleiter und Ingenieure, die bei der Ausführung des Werkes mitgewirkt haben, sind zu nennen die

Die neue Basler Rheinbrücke.

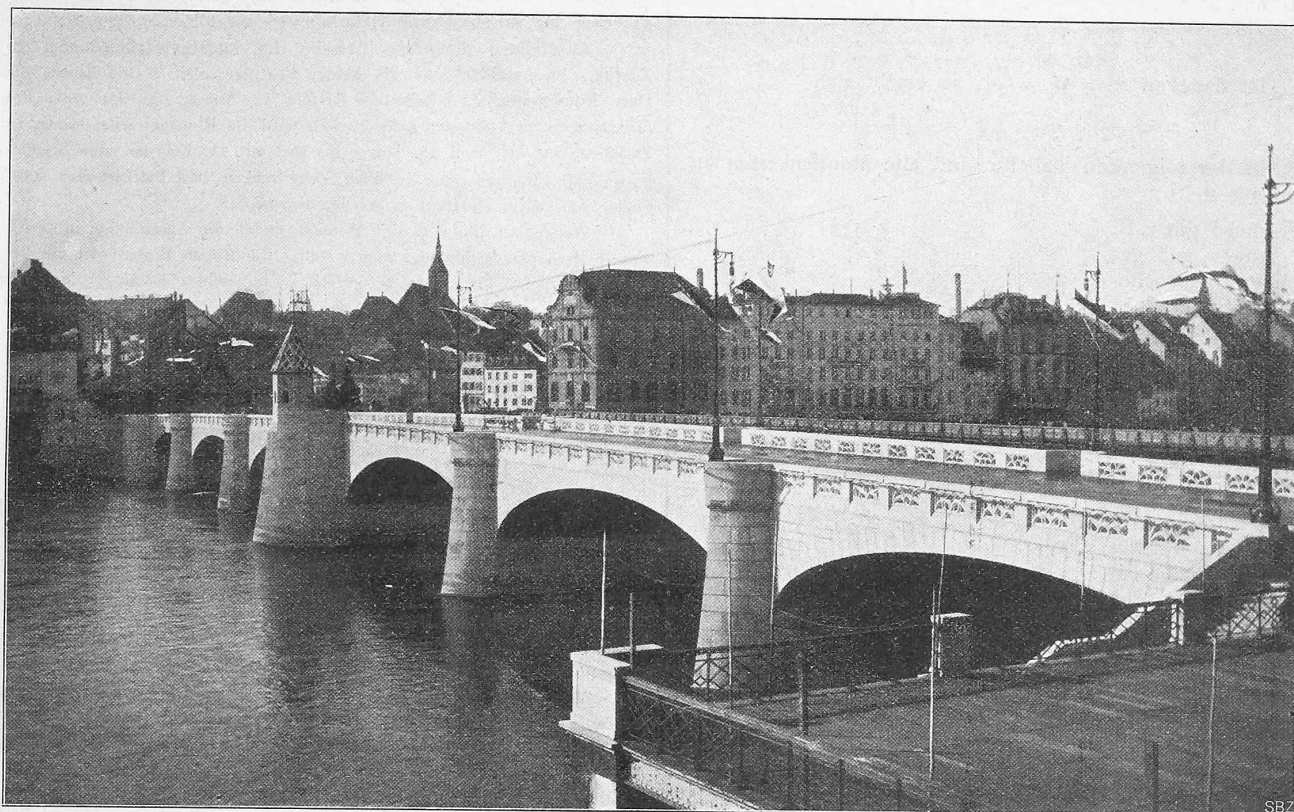


Abb. 39. Gesamtansicht der Brücke mit der Festdekoration zur Eröffnungsfeier am 11. November 1905.

Herren: Kantonsingenieur *H. Bringolf* als verantwortlicher Bauleiter des Staates, auf der Baustelle vertreten durch Bauführer Ing. *Max Roth*; Direktor *Alb. Buss* als verantwortlicher Bauleiter für die Gemeinschaftsunternehmung, auf der Baustelle vertreten durch die bauleitenden Ingenieure *E. Gutzwiller* in der Firma Alb. Buss & Cie. und *P. Rheindorff* in der Firma Ph. Holzmann & Cie., dieser nur während der Zeit der pneumatischen Foundation. Im weiteren wirkten beratend mit die Direktoren *W. Lauter* in Frankfurt a. M. und *J. Rosshändler* in Basel. Architekt *E. Faesch* hat die architektonische Detailbehandlung besorgt.

Die Ermittlung der Schnittpunkte bei gekreuzten Diagonalen.

Von *F. Kliever*, Ingenieur in Zürich.

Im Eisenhochbau sowie besonders im Brückenbau kommt es sehr oft vor, dass bei gekreuzten Diagonalen, wenn dieselben miteinander vernietet werden sollen, der Kreuzungspunkt oder Schnittpunkt auf das Genaueste ermittelt werden muss, wenn keine sogenannten falschen Spannungen auftreten sollen.

Die Berechnung der Entfernung des Schnittpunktes vom Fusspunkt der Diagonalen geschieht meistens auf trigonometrischem Wege. Da die Richtungs-dreiecke der Diagonalen im geometrischen Netz gegeben sind, so lassen sich für die Winkel an den Enden der Diagonalen leicht trigonometrische Funktionen aufstellen. Nun gibt es aber keinen trigonometrischen Satz, der bei einer gegebenen Seite und irgend einer gegebenen Funktion der beiden anliegenden Winkel auf die beiden andern unbekannten Seiten schliessen lässt. Stellt man den Sinussatz auf, so verlangt derselbe den Sinus eines anliegenden Winkels und des gegenüberliegenden Winkels. Der Sinus des gegenüberliegenden Winkels kann aber nur auf Umwegen bestimmt werden, da das Richtungs-dreieck dieses Winkels nicht bekannt ist. Man ist also, um den Sinussatz anzu-

wenden gezwungen, erst die beiden anliegenden Winkel im Gradmass zu bestimmen, die Summe derselben von 180° abzuziehen und von diesem Supplementwinkel wieder die Sinusfunktion aufzusuchen, bevor man zur eigentlichen Berechnung schreiten kann. Es gibt aber auch eine algebraische Lösung, die weniger zeitraubend ist und sich in manchen Fällen sehr vereinfachen lässt.

In nebenstehender Abbildung sind die beiden Richtungs-dreiecke durch ihre Seiten a, b, c und a_1, b_1, c_1 gegeben, z ist ebenfalls bekannt oder kann ermittelt werden. Fällt man nun von C aus die Höhe h des Dreiecks ABC , so kann man folgende Proportionen aufstellen:

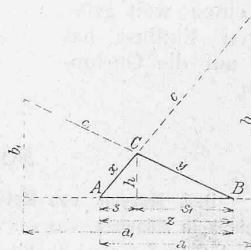


Abb. 1.

$$\begin{aligned} h : x &= b : c & h &= \frac{x \cdot b}{c} \\ s : h &= a : b & s &= \frac{a \cdot h}{b} \\ s_1 : h &= a_1 : b_1 & s_1 &= \frac{a_1 \cdot h}{b_1} \end{aligned}$$

Den Wert für h in den beiden Gleichungen für s und s_1 eingesetzt gibt:

$$\begin{aligned} s &= \frac{a \cdot x \cdot b}{c \cdot b} & s_1 &= \frac{a_1 \cdot x \cdot b}{c \cdot b_1} \\ z &= s + s_1 = \frac{a \cdot x}{c} + \frac{a_1 \cdot x \cdot b}{c \cdot b_1} \\ z &= x \cdot \frac{a b_1 + a_1 b}{c b_1} \\ x &= \frac{c b_1 z}{a b_1 + a_1 b} \end{aligned}$$

Auf dieselbe Weise erhält man:

$$y = \frac{c_1 b z}{a b_1 + a_1 b}$$

Diese beiden letzten Gleichungen gelten für alle Fälle. Für einige besondere Fälle lassen sich jedoch die Gleichun-