

Die Lorraine-Brücke über die Aare in Bern

Autor(en): **Maillart, Rob.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **97/98 (1931)**

Heft 5

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44645>

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.

INHALT: Die Lorraine-Brücke über die Aare in Bern. — Wettbewerb für die neue Chirurgische Klinik am Kantonsspital Zürich. — Mitteilungen: Einheitlicher Ausbau der deutschen Fernverkehrsstrassen. Spannungsregulierung mittels Reguliertransformatoren. Das Eckiglaufen von Gummireifen an Lastkraftwagen. Uebersee-Postdienst durch Kombination von Paketboot und Flugzeug. Eidgenössische Tech-

nische Hochschule. Eidgenössische Kommission für Kunstdenkmäler. — Nekrologe: Alfons Zollinger. A. v. Morlot. Herm. Fietz. — Literatur. — Wettbewerbe: Evangelische Kirche mit Pfarrhaus in Basel. — Mitteilungen der Vereine: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Basler Ingenieur- und Architekten-Verein. Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 97

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 5

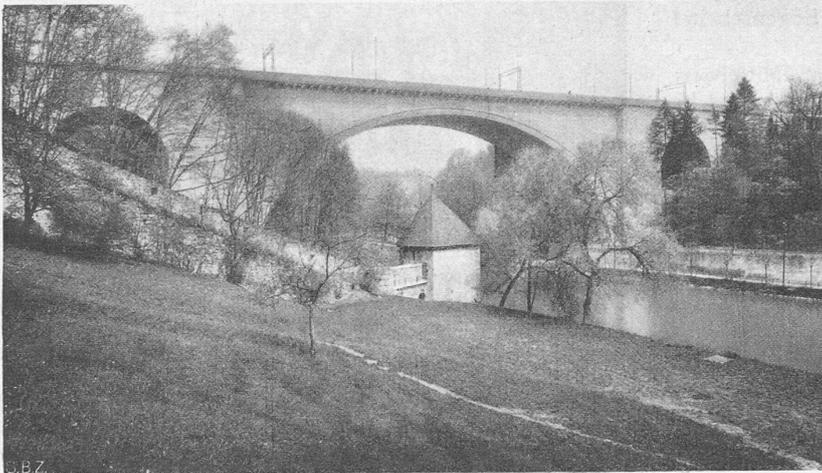


Abb. 32. Gesamtbild der Lorrainebrücke, vom linken Aareufer aus.

Die Lorraine-Brücke über die Aare in Bern.

Von Ingenieur ROB. MAILLART.

(Schluss von Seite 26.)

Den weiteren Fortschritt der Bauarbeiten zeigen Abb. 27 bis 31, die keiner weiteren Erklärung bedürfen. Zur Verwendung gelangten Portlandzemente der Fabriken Reuchenette und Därligen. Es wurden zehn vollständige Normenproben und 53 Kontrollproben durchgeführt, wobei diese Schachtofen-Zemente ausgezeichnete Festigkeitseigenschaften aufwiesen. Das Sand-Kiesmaterial der Grube Losinger in Reichenbach zeigte qualitativ und granulometrisch vorzügliche Eigenschaften.

Festigkeitsversuche im Laboratorium der E. M. P. A. mit auf dem Bauplatz erstellten und am Verwendungsort selbst entnommenen Betonwürfeln (20 × 20 × 20) und Betonprismen (20 × 20 × 60), in eisernen Formen erzeugt, wurden

fortlaufend durchgeführt. Die Gesamtzahl der erprobten Würfel- und Prismenserien beläuft sich auf 85. Jede Serie umfasst drei Würfel bzw. zwei Prismen. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Mittelwerte der Würfeldruckfestigkeiten betragen: Beton der Gewölbequader $w \beta d = 321 \text{ kg/cm}^2$ [250 kg Zement auf 450 l Sand 0 bis 10 mm + 850 l Kies 10 bis 60 mm aus der Grube Losinger in Reichenbach, Konsistenz schwach plastisch, etwa 10% Wasser, Alter 28 Tage; Schwankungen $\pm 30\%$]

Beton des Aufbaues (Längs-, Quer-, Stirnwände und Fahrbahn)

$w \beta d = 217 \text{ kg/cm}^2$ [300 kg Zement auf 500 l Sand 0 bis 6 mm + 800 l Kies 6 bis 30 mm von Reichenbach, Konsistenz stark plastisch, Wasserzusatz 10 bis 12%, Alter 28 Tage; Schwankungen + 10% bis - 15%].

2. Als Mittelwerte der Prismendruckfestigkeiten ergaben sich für den Gewölbequader-Beton im Alter von 90 Tagen $pr \beta d = 250 \text{ kg/cm}^2$

[entsprechend einer Würfeldruckfestigkeit von $w \beta d = 310 \text{ kg/cm}^2$]

und für den Beton des Aufbaues im Alter von 45 Tagen $pr \beta d = 240 \text{ kg/cm}^2$

[entsprechend einer Würfeldruckfestigkeit von $w \beta d = 300 \text{ kg/cm}^2$]

3. Die Dehnungszahl der elastischen Formänderungen für Druckbeanspruchungen bis zu 60 kg/cm² beträgt für den Gewölbequaderbeton im Mittel

$$\alpha_e = \frac{1}{E_e} = \frac{1}{425\,000}$$

und für den Beton des Aufbaues im Mittel

$$\alpha_e = \frac{1}{E_e} = \frac{1}{416\,000}$$

4. Der Fugenmörtel der Gewölbequader, bestehend aus 400 kg Portlandzement „Holderbank-Spezial“ auf 1000 l Sand von Reichenbach in erdfuchter Konsistenz, hatte im Alter von 28 Tagen eine mittlere Würfeldruckfestigkeit von 353 kg/cm².

Die Belastungsversuche wurden noch vor Aufbringen des Magerbeton und des Fahrbahnbelages Sonntag, den 6. Oktober 1929 bei bedecktem Himmel mit acht Motorlastwagen und einem Turmdrehkran, die zusammen ein Gewicht von 114 t hatten, durchgeführt. Diese Lastgruppe von 114 t wurde in zehn verschiedenen Laststellungen aufgefahren und für jede dieser Laststellungen wurden gemessen:

die lotrechten Durchbiegungen im Bogenscheitel und im Bogenviertel (Seite Bahnhof Bern, und Seite Lorraine-Quartier), die wagrechten Bewegungen an der Kämpferfuge (Seite Bahnhof), die Drehungen

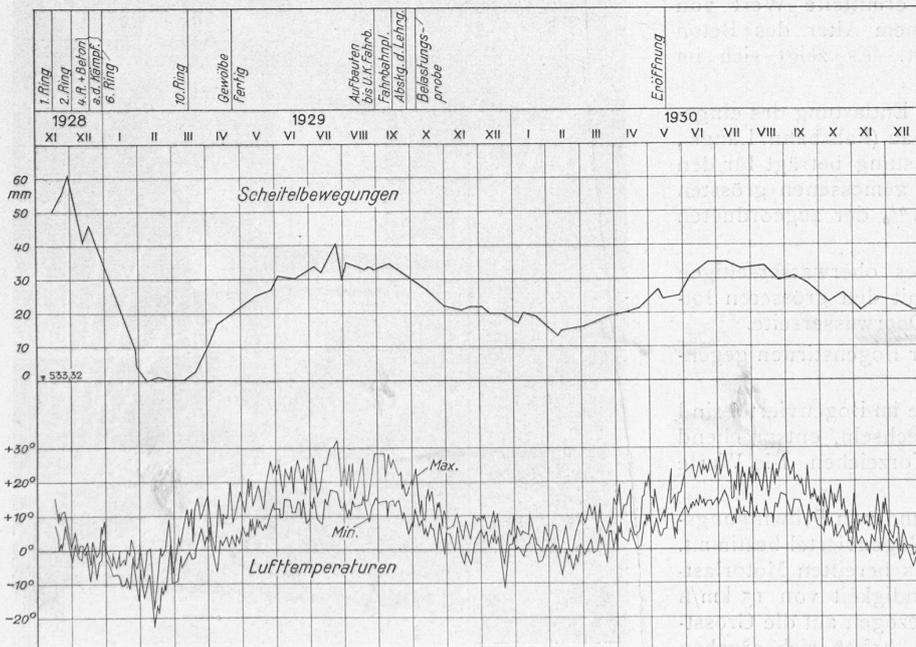


Abb. 33. Die Scheitelbewegung der Lorrainebrücke unter dem Einfluss der Lufttemperaturen.

im Bogenscheitel, im Bogenviertel und am Bogenkämpfer (Seite Bahnhof), sowie die Spannungen im Scheitel, im Viertel und in der Nähe des Kämpfers (Seite Bahnhof). Ausserdem wurden festgestellt: die Schwingungen im Bogenscheitel und im Bogenviertel (Seite Bahnhof).

Es waren angebracht: 4 Durchbiegungsmesser Stoppani, 4 Schwingungszeichner Stoppani, 8 Drehungsmesser (Klinometer Stoppani) und 26 Dehnungsmesser (Spannungsmesser) Okhuizen-Huggenberger, insgesamt 46 Instrumente.

Die grösste lotrechte Durchbiegung im Bogenscheitel erreichte 0,255 mm, also rund $\frac{1}{4}$ mm.

Der Verlauf der Summen-Einflusslinie als Mittelwert der Oberwasser- und Unterwasser-Messung ist ein sehr regelmässiger. Scheitelhebungen kommen nicht vor. Beachtenswert ist der Unterschied zwischen den jeweiligen Einzelwerten der Ober- und der Unterwasser-Seite. Die lotrechten Durchbiegungen der Oberwasserseite sind durchweg nicht unerheblich grösser als die entsprechenden Werte der Unterwasserseite. Der Unterschied gegenüber dem jeweiligen Mittelwert schwankt zwischen 10 und 20 %.

Die grössten lotrechten Durchbiegungen des Bogenviertels betragen:

Seite Bahnhof 0,153 mm, Seite Lorraine 0,267 mm, und die grössten Hebungen erreichen Werte von:

Seite Bahnhof 0,032 mm, Seite Lorraine 0,018 mm.

Dabei beträgt der Unterschied der Senkungen von Ober- und Unterwasserseite gegenüber den Mittelwerten hier 5 bis 40 %. Die Ursache dieser ausgesprochenen Unterschiede lässt sich nur durch die grössere Elastizität der oberwasserseitigen, südlichen Brückenhälfte erklären, da die Widerlager keinerlei Bewegungen anzeigten.

Die wagrechten Bewegungen der Kämpferfuge Seite Bahnhof zeigen gleichfalls einen regelmässigen Verlauf und zwar ein Oeffnen von 0,116 mm und ein Schliessen von 0,075 mm.

Die Beobachtung der Drehungen erfolgte anhand von Klinometern Stoppani'scher Bauart mit ~ 2 Winkelsekunden Empfindlichkeit. Der linksufrige Bogenkämpfer zeigte sowohl an der Oberwasserseite als auch Unterwasserseite keinerlei Drehungen an. Im Bogenscheitel wie im Bogenviertel (Seite Bahnhof) zeigten die Klinometer der Oberwasser- und der Unterwasserseite (+) und (-)-Drehungen an, die alle von der geringen Grössenordnung von maximal 4 Teilstrichen zu 1,12" waren.

Der Spannungsbestimmung wurde als Elastizitätsmodul der aus den Elastizitätsmessungen an Betonprismen (20 × 20 × 60 cm) im Laboratorium ermittelte Wert von $E \cong 500\,000 \text{ kg/cm}^2$ (entsprechend einem Alter des Beton von einem Jahr) zu Grunde gelegt. Es zeigt sich im Bogenscheitel:

1. eine ausgesprochene, weitgehende Entlastung des eingespannten Bogens durch den Ueberbau (Fahrbahn, Längs-, Quer- und Stirnwände). Die Entlastung beträgt für den Bogenscheitel rd. 80 %, d. h. die gemessenen grössten Spannungswerte betragen nur 20 % der zugeordneten rechnerischen Werte.
2. eine stärkere Inanspruchnahme des oberwasserseitigen Teiles der Brücke, im Einklang mit den grösseren lotrechten Bogenverformungen der Oberwasserseite.
3. eine stärkere Inanspruchnahme der Bogenstirnen gegenüber der Bogenaxe.

Die gemessenen Spannungswerte im Bogenviertel sind kleiner als im Bogenscheitel. Sie wechseln, entsprechend den Laststellungen, ganz deutlich ihr Vorzeichen. Die Werte sind aber an sich klein.

Der Stosszuschlag wurde auf Grund von Schwingungsmessungen im Bogenscheitel und im Bogenviertel bestimmt. Die Brücke wurde mit vier mit Pnueu bereiften Motorlastwagen mit einer maximalen Geschwindigkeit von 15 km/h befahren. Die Stosszuschlagsziffern, bezogen auf die Grösstwerte der lotrechten Durchbiegungen, haben sich ergeben im Scheitel zu 10 %, im Bogenviertel zu 5 %. Dabei ist

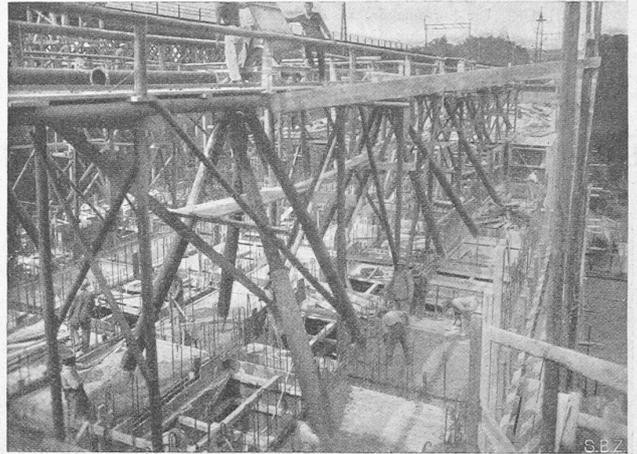


Abb. 27. Beton-Transport- und Verteilanlage.

(2. August 1929.)

zu bemerken, dass die Oberfläche der Fahrbahnplatte grössere Unebenheiten aufwies als der später ausgeführte Betonbelag.

Aufstellung des Programms, Durchführung und Auswertung der Belastungsproben geschahen unter persönlicher Leitung von Prof. Dr. M. Roš, Direktor der E. M. P. A. in Zürich.

Von Interesse sind die aus Temperatur-Einflüssen herrührenden Bogenscheitelbewegungen, die fortlaufend durch Nivellement bestimmt wurden. Abb. 33 zeigt ihren Verlauf mit Angabe der täglichen Temperatur-Maxima und -Minima. Von April 1930 an wurde auch die Oeffnung und Schliessung der Temperaturfugen der Fahrbahn gemessen. Es erhellt aus der Aufzeichnung, unter welcher abnormal ungünstigen Temperaturverhältnissen das Gewölbe ausgeführt wurde. Während der Mauerung der ersten Ringe senkte sich der Scheitel ständig, was schon deshalb der sinkenden Temperatur zuzuschreiben ist, als diese Senkung

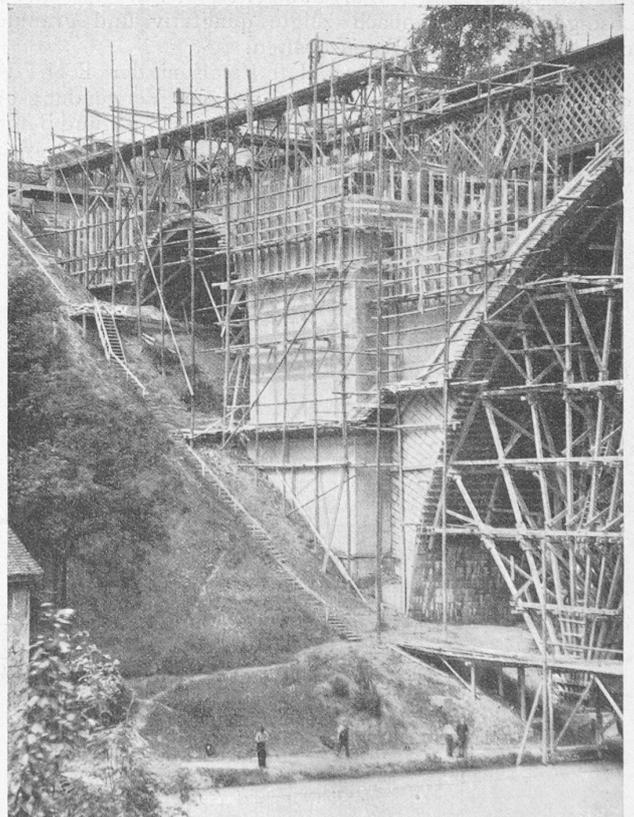


Abb. 28. Einschalung der Aussenwände.

(12. Juni 1929.)

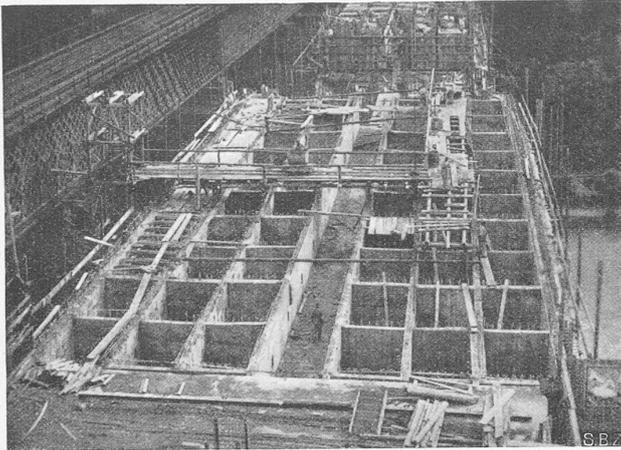


Abb. 29. Gewölbeüberbauten mit Leitungskanal.

(25. Juli 1929.)

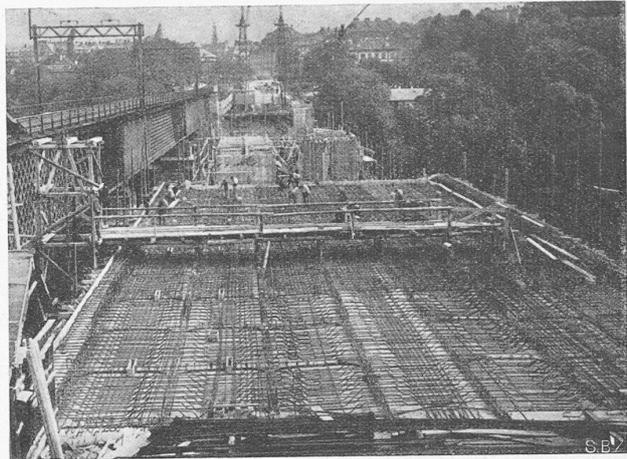


Abb. 30. Armierung der Fahrbahnplatte.

(2. August 1929.)

nach Fertigstellung des 6. Ringes noch stark zunahm, trotzdem die Arbeiten der Kälte wegen eingestellt waren. Dann aber kam die Senkung Anfangs Februar zum Stillstand, obschon ungewöhnliche Kälte eintrat. Offenbar hatte sich das erkaltete Gewölbe fest auf das Gerüst gelegt, nachdem das durch die Holzverbindungen bedingte Spiel ein Ende genommen. Trotz Mehrbelastung durch die weiteren Ringe hob sich der Scheitel von Mitte März an wieder ständig. Irgend einen Schaden trug das Gewölbe trotz dieser ungewöhnlichen Umstände nicht davon, abgesehen von einem feinen, an der Oberfläche sichtbaren Längsris in Scheitelnähe und Gewölbemitte, der sich nach einer kalten, klaren Nacht einstellte. Offenbar sind durch die oberflächliche Abkühlung grosse Temperaturspannungen in der Querrichtung aufgetreten, wobei die relative Unnachgiebigkeit des Gerüsts in der Axe dem Gewölbe nicht ermöglichte, die in der Querrichtung konkave Form anzunehmen, die den Temperaturverhältnissen entsprochen hätte.

Zu irgend welchen Massnahmen gab dieser Riss keinen Anlass. Trotz der Belastung durch die Aufbauten senkte sich das Gewölbe bis zum Eintritt kälteren Wetters nicht mehr. Im Gegenteil bewirkte die aussergewöhnliche Wärme des Sommers 1929 eine derartige Hebung des Gewölbes, dass bei gleichzeitiger Austrocknung des Gerüstholzes das Ausrüsten automatisch vor sich ging, wobei der Abstand zwischen Schalung und Gewölbe bis 2 cm erreichte. Das Absenken des Gerüsts hatte also lediglich noch den Zweck, seinen Abbruch zu erleichtern, ergab aber nicht die geringste Scheitelsenkung. Späterhin zeigen sowohl die Scheitelbewegungen als auch die Fugenöffnungen gute Uebereinstimmung mit der Temperaturkurve.

Für die Projektierungsarbeiten waren, ausser den Architekten Klausner & Streit, meine Mitarbeiter Ing. Alb. Huber für das allgemeine Projekt und die statische Berechnung und Ing. Ernst Stettler für die Einzelheiten; letztgenannter betätigte sich auch als ständiger Vertreter der Bauleitung während des ganzen Baues. Die Vertretung der Bauherrschaft geschah durch Stadtgenieur A. Reber, und für die besondere Bauaufsicht sowie das Rechnungswesen und die Protokollführungen stellte das Tiefbauamt Ing. E. Rütimeyer zur Verfügung.

Für die Bauunternehmung handelte Ing. Eugen Losinger mit Ing. Simon Menn als ständigem Bauführer. Als hauptsächlich Lieferanten ausser der Unternehmung sind zu nennen: Eisenarmierung, aus den von Roll'schen Eisenwerken stammend, Lieferung durch stadtbernische Eisenhandlungen, plangemässe Abbiegung durch Kiener & Wittlin in Bern; Gneiss aus dem Tessin für Gesimse, Trottoirplatten und Randsteine: Dindo in Osogna mit Broggi in Bern und A.-G. Tessinische Granitbrüche in Biasca mit Weber in Bern; Granit von der Handeck für Brüstungen und Postamente: Franz Dittli in Innertkirchen.

Erwähnt mag werden, dass der Kontakt zwischen dem Tiefbauamt, den bauleitenden Ingenieuren und Architekten und der Unternehmung nebst allen Hilfskräften durch regelmässige wöchentliche Zusammenkünfte erfolgte. Schwebende Fragen konnten so stets rasch gelöst und die Entscheidungen durch Protokollierung festgehalten werden. Die bei grösseren Bauten sonst üblichen weitläufigen und zeitraubenden Korrespondenzen konnten damit sozusagen gänzlich vermieden werden und es ist auch dieser Organisation zu verdanken, dass die Abrechnungen mit Unternehmung und Lieferanten schon geraume Zeit vor der Eröffnung der Brücke restlos erledigt waren.

Die eigentlichen Baukosten der Brücke belaufen sich auf 2563000 Fr. Hierzu kommen für die Zufahrten und Umgebungsarbeiten 392000 Fr. Beide Zahlen halten sich im Rahmen der Voranschläge und Kredite.

Berichtigung. In Nr. 3 ist auf Seite 24 unten in der Formel für P_0 zwischen α und dem Klammernausdruck der Buchstabe P ausgefallen. Es muss natürlich heissen; $P_0 = \alpha P(\dots)$. Red.

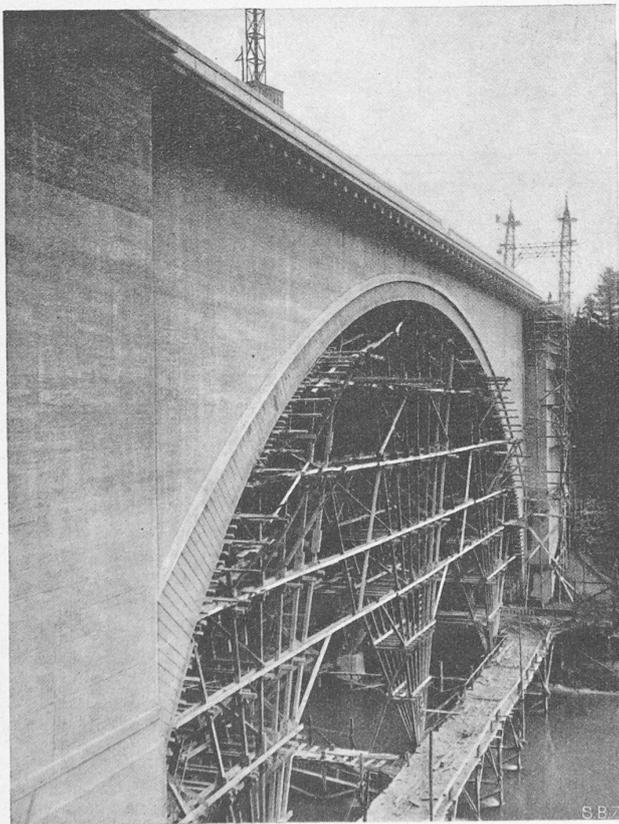


Abb. 31. Beginn des Gerüstabbruches.

(2. November 1929.)