

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115/116 (1940)  
**Heft:** 24: Sonderheft zur 56. Generalversammlung des S.I.A. in Bern

**Artikel:** Zwei Eisenbetonbrücken im Tessin  
**Autor:** Krüsi, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-51300>

### **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:** 17.05.2025

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

der Hotellerie an die neue Situation. Die Hotellerie ist betrieblich übersetzt, die Struktur des Fremdenverkehrs ist zu ändern, die Zeiten der Luxushotels sind vorbei. In einem Teil der Maschinenindustrie macht sich ein Auftragsmangel bemerkbar, wo das Wehrprogramm oder ausländische Kriegslieferungen nicht genügend Ersatz stellen. Die Bundesbahnen können durch Auftragserteilung von elektrischen Triebfahrzeugen und durch die Fortführung der Elektrifikation eine besondere Hilfsaktion einleiten, sie können aber die erforderlichen Mittel nicht auf dem normalen Budgetwege aufbringen. Das gleiche gilt für die Elektrifikation der Privatbahnen. Ferner sind subventionsfähig die Stallsanierungsaktion, die Renovation und die bauliche Sanierung von Werkstätten und die bisherigen Aktionen für Renovationsarbeiten, Altstadt-sanierungen usw. (Schluss siehe S. 285)

## Zwei Eisenbetonbrücken im Tessin

Von Dipl. Ing. W. KRÜSI S. I. A., Lugano

### I. Brücke über den Brenno bei Biasca.

Die Gotthardstrasse führt unmittelbar nordwärts von Biasca über die Brennobrücke, einen Steinbau mit sechs Stichbögen von rd. 11 m Stützweite, ungefähr um das Jahr 1850 auf den Fundamenten einer noch älteren Brückenbaute erstellt (Abb. 1). Plötzliche Hochwasser des Brennoflusses können bis zum Scheitel der Brückengewölbe ansteigen. Die alte Brücke hat eine Fahrbahnbreite von nur 3,20 m; auf Seite Biasca weist die Zufahrt zudem eine unübersichtliche S-Kurve auf. Daher beschloss der Grosse Rat des Kantons Tessin auf Antrag des Baudepartementes die Korrektur der Strasse und den Bau einer neuen Brücke. Projekt und Bauleitung wurden dem Verfasser übertragen; die Oberbauleitung hatte das Baudepartement inne, Regierungsrat Dipl. Ing. E. Forni und Kant.-Obering. A. Zoppi.

Die neue Brücke sollte wegen des wilden Charakters des Brenno ohne Flusspfeiler ausgeführt werden. Ferner war die Nivelette der Strasse, rd. 5 m über der Flusssohle, festgelegt. Es ergab sich daraus als zweckmässige Konstruktion ein Bogen mit aufgehängter Fahrbahn (Abb. 2 bis 4).

Der statischen Berechnung lag die Eidg. Verordnung vom Januar 1935 für eine Strassenbrücke erster Ordnung zu Grunde. Die Brücke hat folgende konstruktive und statische Merkmale: Stützweite der Bögen 78,50 m, Pfeilhöhe 15,10 m; somit Pfeilverhältnis 1:5,2. Im Scheitel ist der Bogenquerschnitt  $90 \times 132$  cm, an den Widerlagern  $90 \times 367$ , bzw.  $90 \times 352$  cm. Die Bogenaxe fällt zusammen mit der Stützlinie für ständige Last; der Armierungsprozentsatz an gewöhnlichen Rundeseisen beträgt rd. 70 kg/m<sup>3</sup> Beton (Abb. 5 und 6). Die Bögen sind in den Fundamenten eingespannt; diese bilden vier Pyramidenstumpfe von je  $4,50 \times 8,00$  m Grundfläche, in armiertem Beton von 300 kg Portlandzement pro m<sup>3</sup> fertigen Beton. Die Fundamente

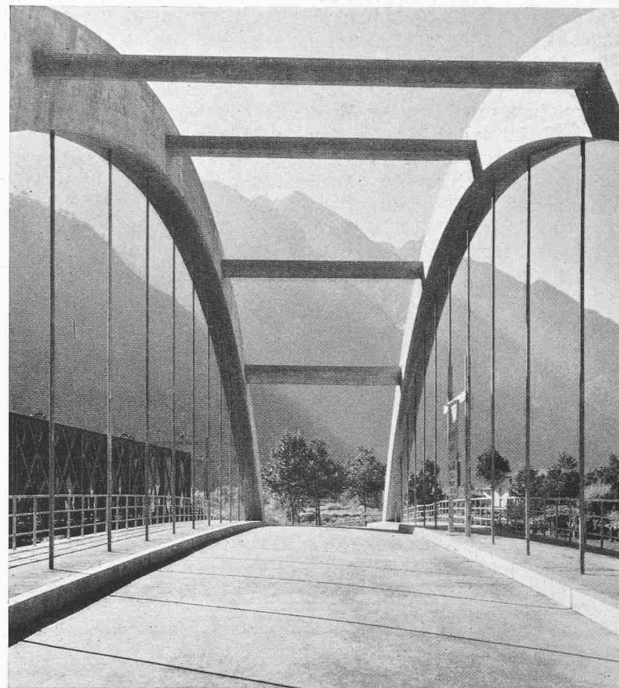


Abb. 4. Durchblick durch die Brennobrücke

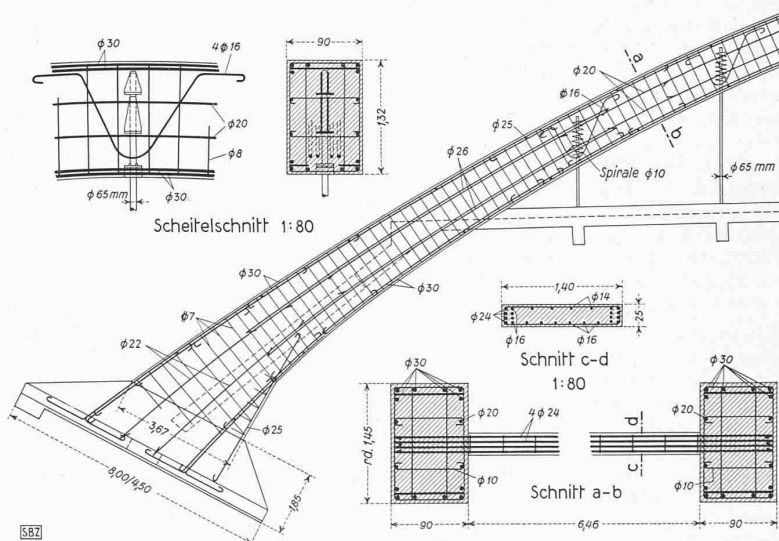


Abb. 5. Armierungspläne der Brennobrücke, Ansicht 1:200, Schnitte 1:80

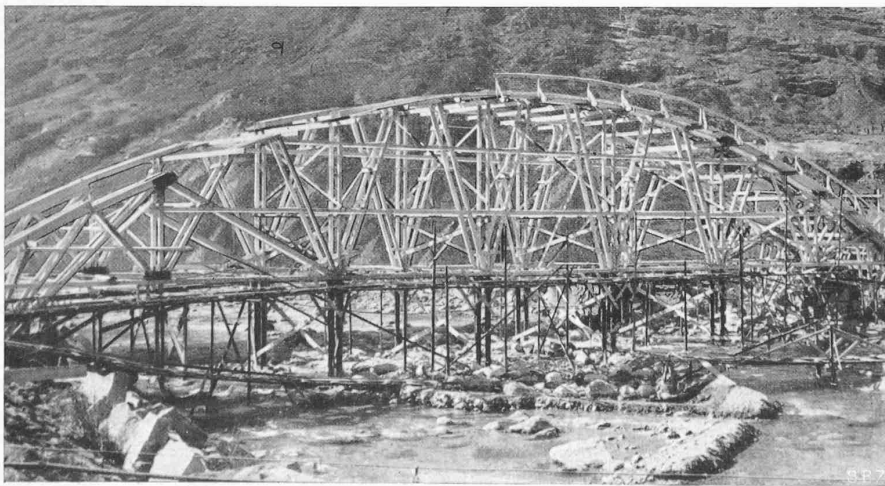


Abb. 8. Ansicht des Lehrgerüsts vom linken Ufer des Brenno aus

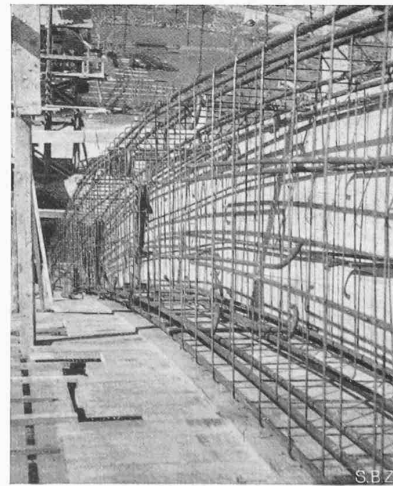


Abb. 6. Bogenarmierung im Scheitel

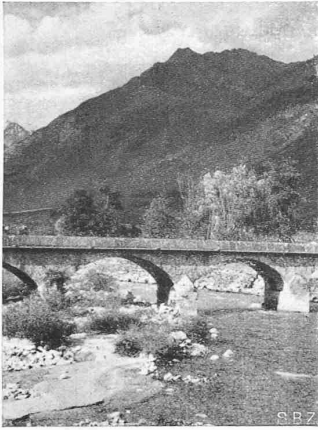


Abb. 1. Alte Brenno-Brücke

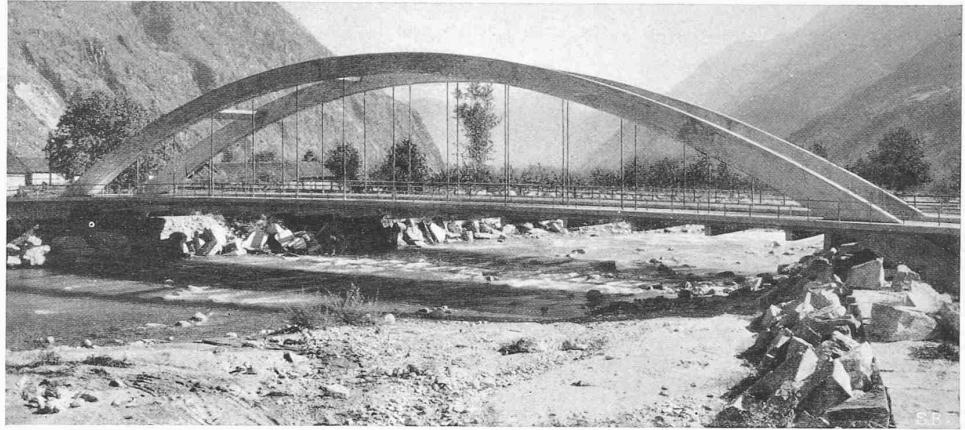
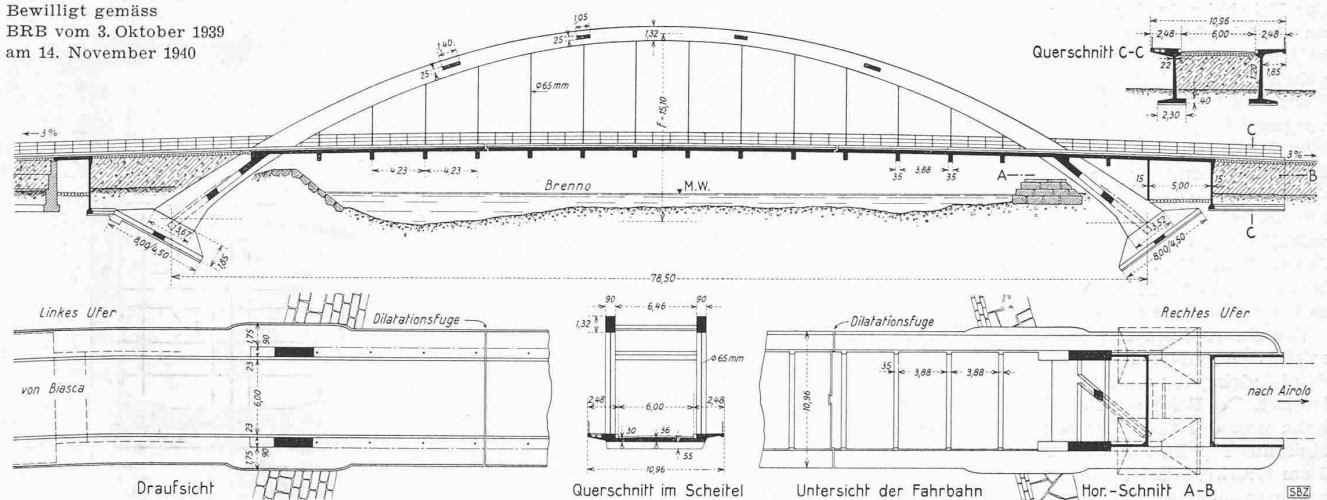


Abb. 2. Gesamtbild der neuen Brenno-Brücke vom rechten Ufer

Abb. 3. Zeichnung 1:550

Bewilligt gemäss  
BRB vom 3. Oktober 1939  
am 14. November 1940



ruhen auf fest gelagertem Kies und Sand; die maximale Bodenpressung beträgt  $2,4 \text{ kg/cm}^2$  zufolge der Normalkraft, und  $1,2 \text{ kg/cm}^2$  zufolge der Momente, total also  $3,6 \text{ kg/cm}^2$ . Die Fundamente reichen bis etwa 3 m, bzw. 5 m unter die Flusssohle.

Die Fahrbahn besitzt eine Breite von 6,0 m für den Wagenverkehr und zwei beidseitig auskragende Gehwege von je 2,50 m für den Fussgänger- und den Fahrradverkehr; die Randsteine, die die Fahrbahn von den Gehstegen trennen, haben zum Schutze der Hängestangen gegen Beschädigungen durch Fahrzeuge 26 cm Aufttrittshöhe. Die Fahrbahn ist an die Bogen aufgehängt. Ihre Hängestangen bestehen aus Chromstahl der v. Roll'schen Eisenwerke Gerlafingen und haben einen Durchmesser von 65 mm; sie sind auf die ganze Länge verzinkt und in den Bögen und Querträgern einbetoniert und verankert. Von der Verwendung umbetonierter Rundeisen als Hängestangen wurde wegen der

Rissgefahr des gezogenen Betons und der Rostgefahr der Rundeisen abgesehen.

In der Längsrichtung der Brücke ist die Fahrbahnplatte über die Querträger auf 4,23 m Feldweite gespannt. Sie besitzt keine Längsträger, ist somit wenig steif und gegen elastische Senkungen der Querträger infolge der Verformung von Bögen und Hängestangen wenig empfindlich. Beim Austritt der Bögen aus der Fahrbahn sind die Gehwege balkonartig verbreitert. An zwei Stellen ist die Fahrbahn in der Querrichtung durchgetrennt, sie kann somit nicht als Zugband wirken; die Fugen erlauben ihre freie Dehnung in der Längsrichtung, die bis 15 mm pro Fuge betrug. Diese Fugen erschweren zwar die Konstruktion, ergeben aber klare statische Verhältnisse.

Die Fahrbahn wirkt gleichzeitig als unterer Windverband; das mittlere Stück als eingehängter Träger, die Teile gegen die Auflager als Konsolen. Eine Strebe leitet die Windkräfte vom Schnitt des Bogens mit der Fahrbahn zu den Widerlagern. Vier flachliegend angeordnete Querriegel bilden zusammen mit den Bögen den räumlichen obern Windverband. Um dessen Abmessungen möglichst zu beschränken und dadurch das Innere der Brücke frei zu halten, wurden die Bögen eingehend auf seitliches Ausknicken untersucht; die vorhandene Sicherheit bei gleichzeitig wirkendem Winddruck ist eine vierfache.

Zum Arbeitsprogramm ist folgendes zu bemerken: Gleichzeitig mit den Widerlagern wurde das Lehrgerüst ausgeführt. Hierauf wurden die Bögen in drei Segmenten betoniert, sodass für jeden Bogen vier Arbeitsfugen entstanden (Widerlager, Scheitel, beide Viertel). Das Schliessen der Bögen erfolgte anschliessend an das Betonieren des Viertelsegmentes. Für die Bögen wurde Portlandzement «Granit» der Jura-Zement-Fabriken Aarau-Wildegg verwendet ( $300 \text{ kg/m}^3$  fertigen Betons); der Beton der Bögen wurde pervibriert.

Die bisher angeführten Arbeiten — Widerlager, Lehrgerüst und Bögen mit Windverband — wurden in den Monaten Februar, März und April 1938 innert 64 Arbeitstagen ausgeführt. Um das Lehrgerüst (Abb. 7 und 8) nicht den Gefahren allfälliger Hochwasser auszusetzen, die beim Brenno frühestens Mitte Mai auftreten, wurde es Ende April entfernt und die Schalung

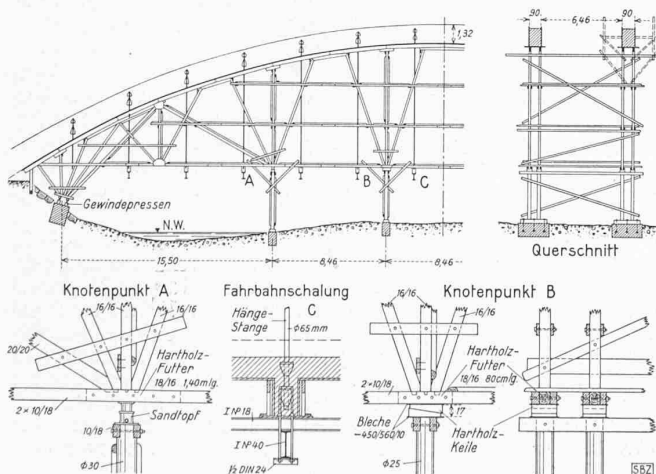


Abb. 7. System und Einzelheiten vom Lehrgerüst, 1:500 und 1:100

## Eisenbeton-Stabbogenbrücke über den Orino bei Malvaglia, von Dipl. Ing. W. Krüsi S. I. A., Lugano

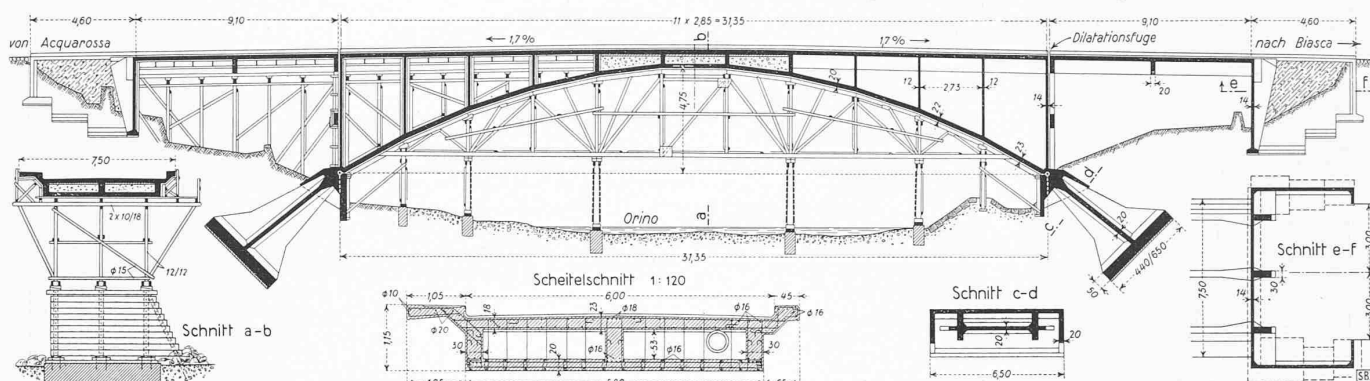
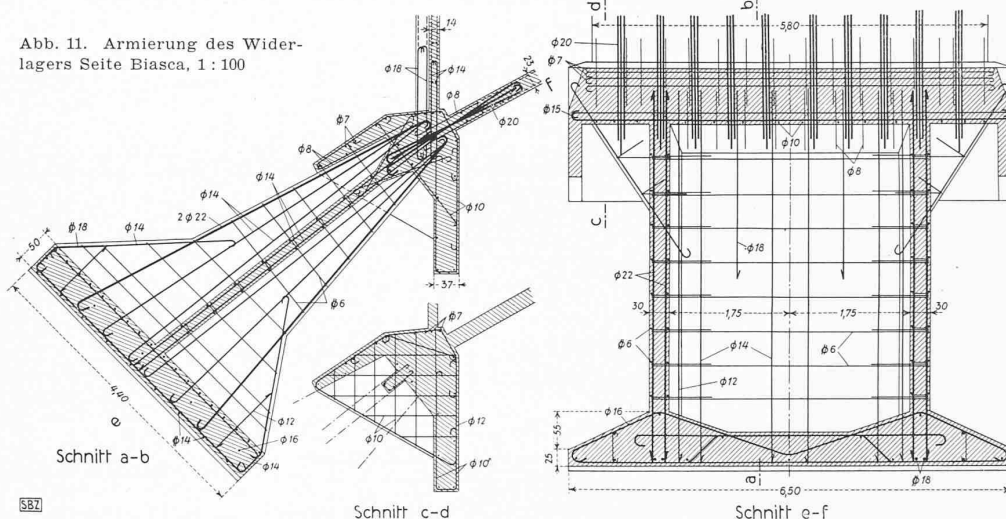


Abb. 10. Längs- und Querschnitte 1:300, Scheitelschnitt 1:120

der Fahrbahn in der Folge an den in den Bögen einbetonierten Zugstangen aufgehängt. Das Betonieren der Fahrbahn hatte nach einem vorgeschriebenen Schema zu erfolgen, da die Gewichte der Fahrbahnsegmente auf die Bögen wie zufällige Lasten wirkten. Ein aussergewöhnliches Hochwasser anfangs Juni 1938 liess die Notwendigkeit dieser Vorsichtsmassnahme erkennen.

Die Fahrbahnplatte wurde mittels Asphaltoid gegen das Eindringen von Wasser isoliert. Der Belag der Fahrbahn und der Gehstege besteht aus Topeka von 5, bzw. 3 cm Stärke, das Gelände aus geschweissten Röhren. Als Armierungseisen wurden

Abb. 11. Armierung des Widerlagers Seite Biasca, 1:100



für die Bögen gewöhnliche Rundeisen verwendet, für die übrigen Konstruktionsteile in der Hauptsache Istegeisen. Die verwendeten Materialien umfassen: Eisenbeton (300 kg/m<sup>3</sup> fertiger Beton) 888 m<sup>3</sup>, Rund- und Istegeisen 78 t, Schalung 2700 m<sup>2</sup>; für das Lehrgerüst wurden 88 m<sup>3</sup> Rund- und Kantholz verwendet. Der Bau wurde durch die Unternehmung Lorenzo Riva in Lugano ausgeführt; die Gestehungskosten beliefen sich einschliesslich der seitlichen Anschlüsse für eine Gesamtlänge von rd. 100 m auf rd. 150 000 Fr. oder rd. 136 Fr./m<sup>2</sup> überbrückte Fläche.

Die Brenno-Brücke gehört zu den weitest gespannten ihrer Art auf dem Kontinent und ist die grösste Brücke dieser Art in der Schweiz. In ästhetischer Hinsicht wäre es wünschenswert gewesen, den Durchmesser der Hängestangen, trotz ihrer niedrigen Beanspruchung von 950 kg/cm<sup>2</sup>, von 65 mm auf etwa 75 mm zu erhöhen. — Die Verformungsmessungen wurden unter der Leitung von Prof. Dr. Ing. M. Roß, Direktionspräsident der EMPA Zürich, durchgeführt. Sie erstreckten sich auf die Messungen während des Baues und am Tage der Kollaudation. Die Ergebnisse nebst den Schlussfolgerungen sind im Bericht Nr. 99 der EMPA (Versuche und Erfahrungen an ausgeführten Eisenbetonbauwerken in der Schweiz) dargestellt; die Untersuchungen und ihre wertvolle wissenschaftliche Auswertung gewähren einen Einblick in die Wirkungsweise dieses Brückensystems.

Es seien davon folgende Daten hier wiedergegeben:

1. Bogenrüstung: Lotrechte Durchbiegung im Scheitel 11 mm; horizontale Verschiebung (Ausweichen der Widerlager) total 10 mm, unverändert geblieben; Drehung der Widerlager (für Seite Biasca) 15 Winkelsekunden a. T., nach aussen; Druckspannung im Scheitel, obere Faser, 37 kg/cm<sup>2</sup>.

2. Die Messungen zwischen dem Ausrüsten der Bögen (28. April 1938) und dem Tag der Belastungsversuche (17. Nov. 1938) ergaben grosse Einflüsse der Temperatur, des Schwindens und des Kriechens des Betons auf die Bögen.

3. Belastungsversuche, mit acht Lastwagen von total 94 t:

Durchbiegungen im Scheitel, am Bogen gemessen + 5,34 mm  
— 0,87 mm  
Durchbiegungen im Viertel, am Bogen gemessen + 7,66 mm  
— 6,10 mm

Durchbiegungen im Viertel, unter der Fahrbahn gemessen

+ 9,17 mm  
— 5,70 mm

Grösste Drehungen am Widerlager

3 Winkelsekunden a. T.

Grösste Drehungen im Viertel

114 Winkelsekunden a. T.

Grösste Spannung im Scheitel, oben

— 22,1 kg/cm<sup>2</sup>

Grösste Spannung im Scheitel, unten

+ 11,8 kg/cm<sup>2</sup>

Grösste Spannung im Viertel, unten

— 18,2 kg/cm<sup>2</sup>

+ 9,0 kg/cm<sup>2</sup>

Grösste Spannungen in einem der oberen Querriegel bei der Stellung der Lasten in der Mitte der Strasse (in Querrichtung)

+ 1,9 kg/cm<sup>2</sup>

— 0,2 kg/cm<sup>2</sup>

Desgleichen nach dem Randstein hin verschoben

+ 6,3 kg/cm<sup>2</sup>

— 2,7 kg/cm<sup>2</sup>

Grösste Spannung in der Hängestange

+ 222 kg/cm<sup>2</sup>

Gemessener Stosszuschlag bei der Fahrt eines Lastwagens von 14,4 t Gewicht und einer Geschwindigkeit von 25 km/h:

im Scheitel des Bogens etwa 27 ‰

im Viertel des Bogens etwa 20 ‰

Sprungversuche über zwei Bretter von je 25 mm Stärke = 50 mm, bei einer Fahrgeschwindigkeit des Lastwagens von 20 km/h:

Eigenschwingungsdauer des Bogens im Scheitel etwa 2,6 Hertz

Eigenschwingungsdauer des Bogens im Viertel etwa 2,0 Hertz

Die Dämpfung erfolgt langsamer als bei Brücken mit Ueberbau.

Entsprechender Stosszuschlag im Scheitel rd. 50 ‰

Entsprechender Stosszuschlag im Viertel rd. 37 ‰

**Schlussfolgerungen:** Die Verformungen sind regelmässig; die bleibenden Deformationen betragen 2 bis 3 ‰. Die gemessenen Verformungen der Bögen sind etwas grösser als bei Brückensystemen mit Fahrbahnaufbau. Ebenso werden die Bögen leichter zum Schwingen angeregt, was bei einer Eisenbahnbrücke berücksichtigt werden müsste. Die grössten Durchbiegungen der Bögen betragen etwa 1/10 000 der Stützweite. Die Drehungen der Widerlager zufolge Verkehrslast betragen im Maximum 3 Winkelsekunden; die Bögen können somit als eingespannt betrachtet werden. Der Grösstwert der Betonspannungen des Bogens infolge sämtlicher Einflüsse beträgt rd. 90 kg/cm<sup>2</sup>.



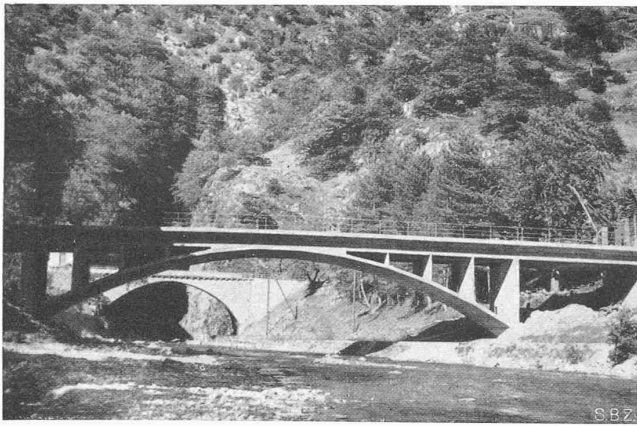


Abb. 9. Stabbogen-Brücke und alte Steinbrücke über den Orino bei Malvaglia. — Bew. lt. BRB 3. Okt. 1939 am 14. Nov. 1940

## II. Brücke über den Orino in Malvaglia.

Die Brücke liegt im Zuge der Lukmanierstrasse, zwischen Biasca und Acquarossa. Sie ersetzt die in den Jahren um 1820 bis 1824 erbaute alte Steinbrücke, die wegen schlechter Strassenführung ausgeschaltet wurde (Abb. 9). Projekt und Bauleitung waren dem Verfasser übertragen; die Oberbauleitung lag in den Händen des Kantons. Die Brücke ist nach den Normen des S. I. A. 1935 für eine Strasse erster Ordnung berechnet, mit Fahrbahn von 6,00 m Breite und einem Gehsteg von 1,05 m; auf beiden ist ein Belag von Gussasphalt aufgebracht.

Als Tragsystem wurde gewählt ein Stabbogen von 31,35 m Spannweite und 4,75 m Pfeilhöhe, 20 bis 23 cm stark und versteift durch drei Träger von 81 und 86 cm Höhe, die aus Schönheitsgründen in gleicher Höhe über den Seitenöffnungen durchlaufen; diese sind vom Bogen durch Dilatationsfugen getrennt (Abb. 10). Die Träger ruhen auf durchgehenden Wänden; die Widerlager sind konsolartig vorgebaut.

Der Stabbogen besitzt obere und untere durchgehende Eisen-Einlagen; es sind also keine Federgelenke vorhanden mit Ausnahme bei den Kämpfern (Abb. 11). Hier wurde indessen zur Erreichung einer gleichmässigen Verteilung allfälliger Risse im Beton in der untern und obern Leibung des Bogens eine schwache Armierung aus  $\varnothing 8$  mm Eisen angeordnet, die die hohen zusätzlichen Spannungen von etwa  $\pm 25 \text{ kg/cm}^2$  erklärt. Die gemessenen Nebenspannungen zufolge der Steifigkeit der Knotenpunkte stimmen mit den gerechneten Werten gut überein.

Die Belastungsproben wurden ebenfalls unter der Leitung von Prof. Dr. M. Roß durchgeführt, anschliessend an die Messungen an der Brennobrücke in Biasca. Der Lastenzug bestand aus vier Lastwagen mit einem Gesamtgewicht von 54 t. Die gerechneten Durchbiegungen und Spannungen bezogen sich auf den Stabbogen mit Gelenken; die gemessenen Werte sind wesentlich kleiner infolge der in Wirklichkeit auftretenden Einspannungen und infolge des Zusammenwirkens der gesamten Konstruktion.

Es betragen:

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| die Durchbiegungen im Scheitel | + 1,64 mm |
|                                | — 0,00 mm |
| die Durchbiegungen im Viertel  | + 4,38 mm |
|                                | — 2,57 mm |

Die maximale Durchbiegung entspricht etwa 1/7000 der Stützweite des Stabbogens. Bei Belastung ausserhalb Flussmitte gegen den talseitigen Gehweg hin ergab sich zufolge der Quersteifigkeit durch die Querwände ein Unterschied der Durchbiegungen zwischen der Unterwasserseite und der Oberwasserseite des Bogens von nur 1,16 mm. Die bleibenden Verformungen erreichten 3 bis 4 ‰.

Die grössten Spannungen betragen im Bogen:

|                                              |                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| im Scheitel                                  | — 4,6 kg/cm <sup>2</sup> , + 3,0 kg/cm <sup>2</sup> (gleichzeitig Untergurt der Versteifungsträger)       |
| im Viertel                                   | — 6,3 kg/cm <sup>2</sup> , + 1,0 kg/cm <sup>2</sup>                                                       |
| am Kämpfer                                   | — 28,1 kg/cm <sup>2</sup> , + 23,2 kg/cm <sup>2</sup> (zufolge der erwähnten Armierung gegen Rissbildung) |
| am talseitigen Versteifungsträger im Viertel | — 21,1 kg/cm <sup>2</sup> , + 42,5 kg/cm <sup>2</sup>                                                     |

Die Spannungen an der dritten Vertikalwand, vom linksufrigen Widerlager aus gerechnet, betragen für

|                                               |                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| die obere Einspannstelle                      | — 33,5 kg/cm <sup>2</sup> , + 30,1 kg/cm <sup>2</sup> |
| die Wandmitte                                 | — 4,0 kg/cm <sup>2</sup> , + 2,6 kg/cm <sup>2</sup>   |
| Die maximalen Drehungen am Kämpfer erreichten | 23 s a. T.                                            |

Bei den Sprungversuchen über ein 47 mm Brett in Brückenmitte mit einem Lastwagen und 25 km/h Fahrgeschwindigkeit ergaben sich Stosszuschläge von 120 ‰ für den Scheitel und 17 ‰ im Viertel. Die Eigenfrequenz für den Scheitel ergibt sich dabei zu etwa 7 Hertz, für den Viertel zu etwa 4 Hertz.

Die Brücke wurde im Jahre 1938 von der Unternehmung F.lli. Giulio e Antonio Vicari, Lugano-Cassarate, ausgeführt. Ihre Baukosten beliefen sich auf rd. 52000 Fr., für die Gesamtlänge der Brücke einschliesslich der Flügelmauern von rd. 59 m, bzw. nur etwa 117 Fr./m<sup>2</sup> überbrückter Fläche. W. K.

\*

Dass schon die alten Tessiner Meister waren im Steinbrückenbau<sup>1)</sup>, zeigt untenstehendes Bildchen, gleichzeitig als Meisterwerk photographischer Kunst bemerkenswert (Aufnahme aus rd. 1 1/2 km Entfernung mit Teleobjektiv von 60 cm Brennweite, Blende 36). Es ist zu finden in doppelter Grösse nebst 82 andern markanten Aufnahmen Heinigers in seinem, soeben bei Fretz & Wasmuth (Zürich) erschienenen Prachtwerk «Tessin, Ein Bilderbuch» (Format 22 × 29 cm, in Leinen geb. Fr. 13,50), das wir bei dieser Gelegenheit als Weihnachtsgeschenk angelegentlich empfehlen möchten. Red.

## Aktuelle Fragen der Arbeitsbeschaffung

(Schluss von Seite 282)

Der Bericht stellt ferner fest: «Die Intellektuellen werden im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogrammes weitgehend Betätigung finden. Architekten, Ingenieuren, Technikern und Geometern bieten sich aber schon bei der Vorbereitung der Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen willkommene Arbeitsgelegenheiten. Soll die Aktion rasch und unverzüglich einsetzen, wenn der Arbeitsmarkt überflutet wird, sind ohne Säumen Projektstudien zu machen, Projekte aufzustellen und Detailpläne auszuarbeiten. Hierfür werden sich vorab die selbständigen Architektur- und Ingenieurbureaux eignen.»

Was die Finanzierung der Arbeitsbeschaffung anbetrifft, ist die Kommission der Ansicht, dass Arbeitsbeschaffung in der heutigen Zeit wirtschaftliche Landesverteidigung sei. Sie muss der militärischen Landesverteidigung in ihrer

<sup>1)</sup> Vgl. auch Melezza-Brücke im Centovalli, «SBZ» Bd. 94, S. 5\* (1929).

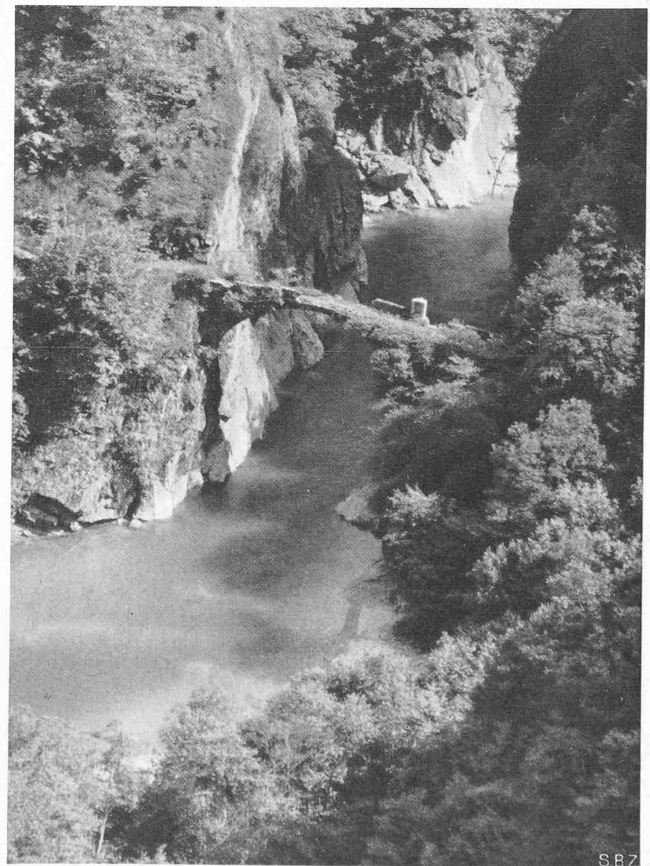


Abb. 12. Altes Steinbrücklein im Onsernonetal (Tessin) Aufnahme von E. A. Heiniger, aus seinem «Tessin, Ein Bilderbuch»