

# Neuere Brückenbauten im Tessin

Autor(en): **Krüsi, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **75 (1957)**

Heft 38

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-63419>

## **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.

## Neuere Brückenbauten im Tessin

Von **Walter Krüsi**, Dipl. Ing. ETH, Cassarate-Lugano

DK 624.21:624.012.47

Im Tessin sind in den vergangenen Jahren im Zuge der Kantonsstrassen zwei Brücken aus vorgespanntem Beton gebaut worden, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen. Es sind dies die 1954 erstellte Sordo-Brücke über den Tessin-Fluss an der Gotthard-Strasse, zwischen Airolo und Ambri, sowie eine Brücke an der Lukmanierroute über den Brenno, zwischen Dongio im Bleniotal und Acquarossa (Winterhalbjahr 1955/56). Beide Brücken wurden im Auftrage des Baudepartements des Kantons Tessin ausgeführt.

Bei diesen Ueberbauten wurden Flusspfeiler der starken Hochwasser wegen nicht zugelassen. Es ergab sich aus dieser Bedingung, zusammen mit der beschränkten Bauhöhe, die Rahmenkonstruktion als günstigstes Tragsystem.

### 1. Ponte Sordo

Die Sordo-Brücke wurde im Zusammenhang mit der Strassenkorrektur Ambri-Airolo erstellt. Sie ersetzt eine ältere Steinbrücke, die wegen ihrer Linienführung des öftern zu Verkehrsunfällen Anlass gab. Die neue Brücke überquert den Tessin unter einem schiefen Winkel; sie hat eine Gesamtbreite von 9,80 m und eine Gesamtlänge von 61,30 m. Die Strasse bildet auf der Brücke eine leichte Kurve mit Gegenkurve; die Brücke hat somit an den beiden Enden entgegengesetztes Quergefälle, was aus Bild 1 sowie aus den Gefällsangaben in Bild 2 ersichtlich ist. Die Bilder 2 bis 4 zeigen Grundriss, Längsschnitt und Querschnitt der Brücke.

Die Brücke bildet einen Zweigelenkrahmen von 58,2 m Stützweite und einer Stielhöhe von rd. 7 m. Der Querschnitt besteht aus vier Trägern und einer Eisenbetonplatte von 23 cm Stärke. Die Konstruktionshöhe beträgt im Scheitel 1,40 m (einschliesslich des Gehweges) und an den Widerlagern 2,75 m. Die Rahmenstiele sind in armiertem Beton, d. h. ohne Vorspannung ausgeführt worden (Bild 5). Der Rahmenriegel wurde vorgespannt nach dem Verfahren BBRV. Insgesamt wurden 34 durchlaufende Spannglieder mit beidseitig beweglichem Ankerkopf und einer anfänglichen Vorspannkraft von je 90 t eingelegt. Jedes Spannglied bestand aus 42 hochwertigen Stahladrähten  $\varnothing$  5 mm (Zugfestigkeit min. 17 000 kg/cm<sup>2</sup>), welche in Blechrohren von  $\varnothing$  60 mm frei beweglich lagen. An beiden Brückenenden sind noch je 6 Stück kurze Spannglieder mit je 56 t anfänglicher Spannkraft eingelegt worden. Die totale anfängliche Vorspannkraft betrug also in Brückenmitte rd. 3000 t

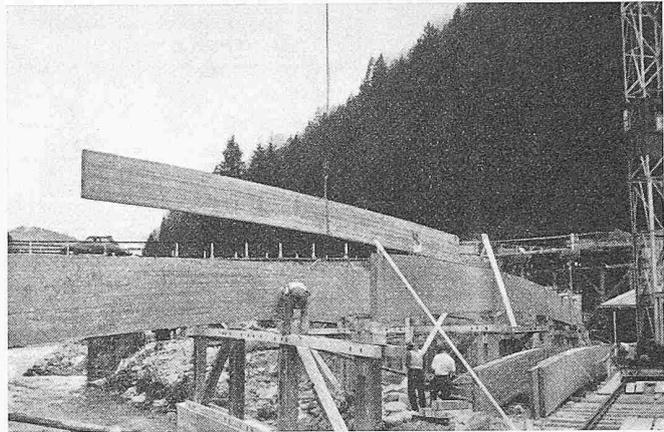


Bild 9. Ponte Sordo, Lehrgerüst aus Hetzertträgern

und am Auflager rd. 3400 t. Durch Kriechen und Schwinden des Betons reduziert sich diese Vorspannkraft um rd. 10 %.

Bezüglich des statischen Systems (Zweigelenkrahmen) ist zu bemerken, dass für die vorliegenden Verhältnisse (langer Balken mit niedrigen Stielen) ein eingespannter Rahmen wegen der grossen Steifigkeit nicht in Frage kommt: die Deformation in Richtung des Schubes für  $H = 1$  t ist klein, die Kraft aus den Längenänderungen der Träger infolge Schwinden, Temperaturänderung usw. wird sehr gross und führt in denselben zu beträchtlichen Ueberbeanspruchungen. Für den Zweigelenkbogen hingegen ergeben sich statisch keine besonderen Schwierigkeiten.

Für die statische Berechnung interessiert u. a. der Schubverlust, der beim Vorspannen der Kabel entsteht. Durch die Vorspannung krümmt sich der Rahmenriegel im mittleren schlanken Teil nach oben und vermindert so den Horizontal Schub am Fussgelenk. Der Verlust beträgt 148 t, was 28 % des Schubes aus ständiger Last ausmacht ( $H_0 = 528$  t).

Ferner ist von Interesse der Einfluss eines allfälligen seitlichen Ausweichens der Fundamente. Ein Ausweichen um je einen cm der Stützenfüsse erzeugt einen Schubverlust von 14 t und eine entsprechende Zugspannung im Scheitel unten von 20 kg/cm<sup>2</sup>. Auch die Kräfte aus Schwinden, Temperaturabfall, Zusammendrückung des Trägers durch die Normalkräfte usw. ergeben namhafte Beanspruchungen, so dass es bei dem vorhandenen Verhältnis von Spannweite zu Stielhöhe angezeigt war, den einen Stützenfuss verschieblich auszubilden, um durch

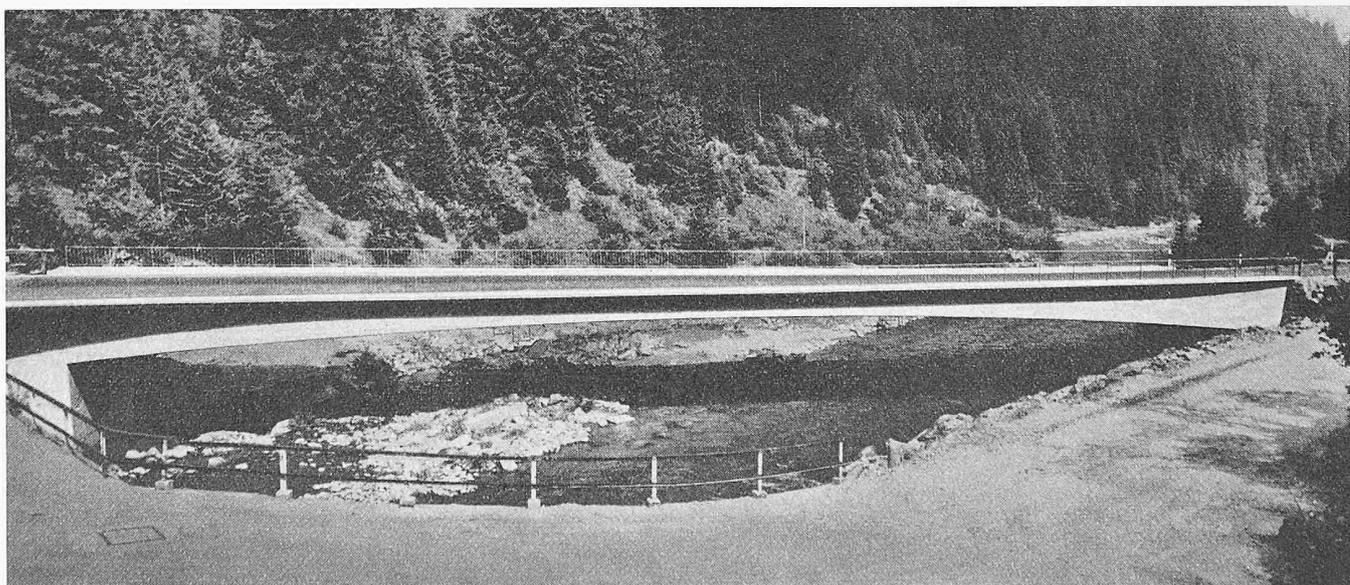


Bild 1. Ponte Sordo, Ansicht aus Südwesten, Oberstromseite, vorn links die alte Brücke

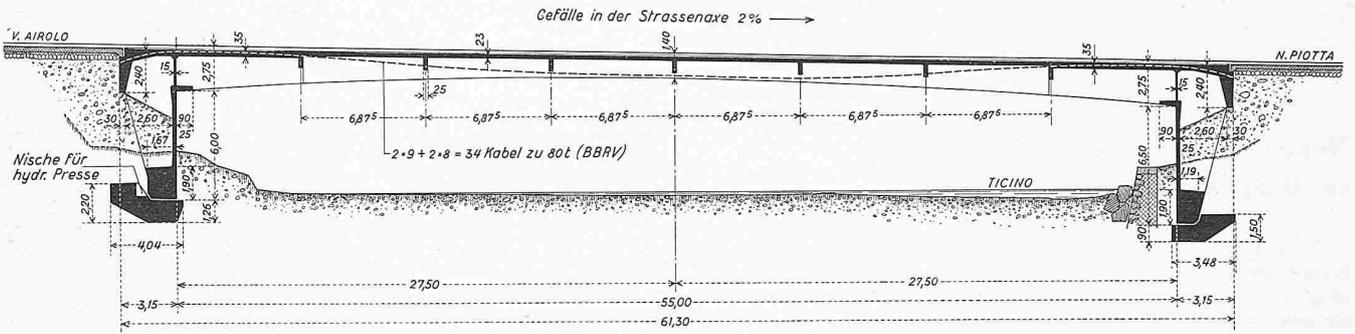


Bild 3. Längsschnitt 1:400

Sordo-Brücke zwischen Airolo und Ambri

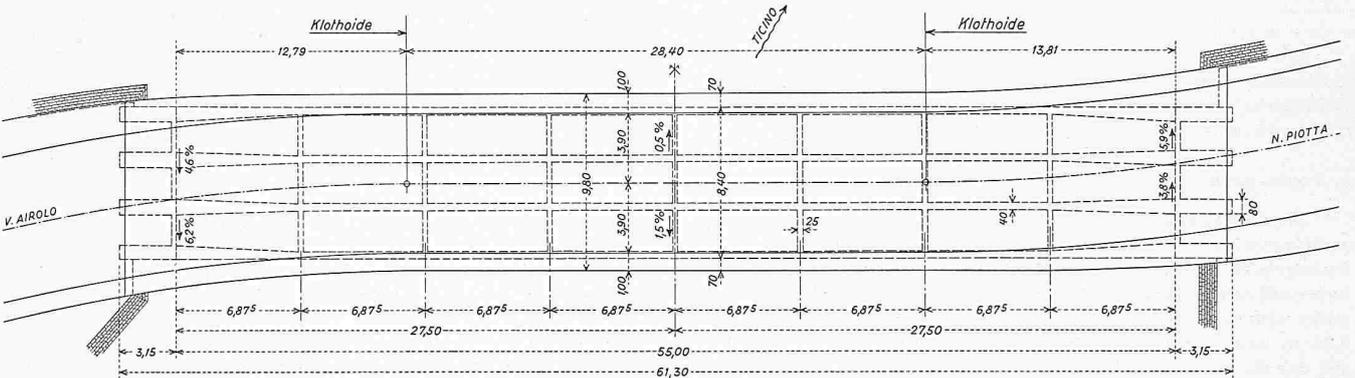


Bild 2. Grundriss 1:400

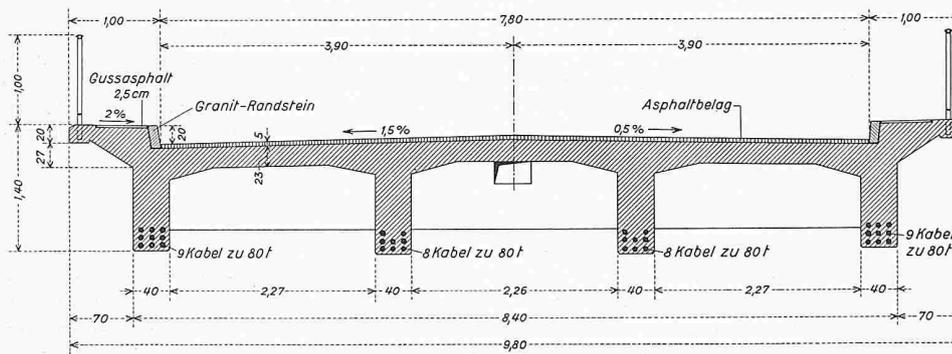


Bild 4. Querschnitt im Scheitel, Masstab 1:80

dessen Verschiebung diese Einflüsse regulieren zu können. Diese Verschiebung wurde 8 Monate nach Beendigung der Betonarbeiten vorgenommen. Sie betrug 40 mm, ergab eine Hebung des Scheitels von 29 t. Die aus dieser Verschiebung entstandenen Spannungen sind in Bild 6 dargestellt. Durch das Kriechen des Betons wird allerdings ein Teil dieser durch das Verschieben erzeugten Spannungen wieder abgebaut. Eine Kriechberechnung zeigt, dass bei einem 8 Monate alten Beton schon rund 2/3 des Kriechens abgeklungen sind, so dass rd. 50 % der durch die Fussverschiebung erzeugten Spannungen auf die Dauer wirksam bleiben. Bild 7 gibt die Darstellung des beweglichen Gelenkes; auf Bild 8 ist eine der hydraulischen Pressen während der Stützfussverschiebung abgebildet.

Eine wichtige Frage betrifft den Betonierungsvorgang der Platte und der Träger. Es ist wirtschaftlich, wenn die Träger in den Zugzonen keine Arbeitsfugen aufweisen, da in diesem Falle die Biegezugfestigkeit des Betons in Rechnung gesetzt werden darf (siehe eidg. Vorschriften 1956, Art. 69). Die Bedingung kann erfüllt werden, indem man Träger und Fahrbahn als Ganzes, ohne Unterbrechung, betoniert (Tag- und Nachtbetrieb). Es können indessen Gewitter oder heftige Regen zu einem Unterbruch im Betonieren führen,

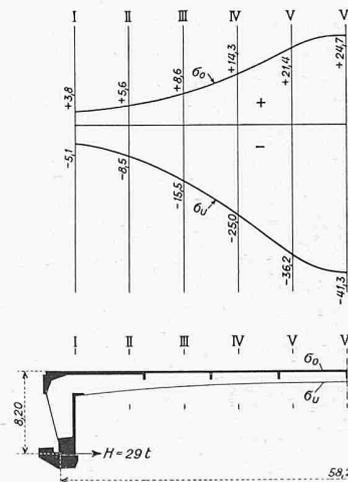
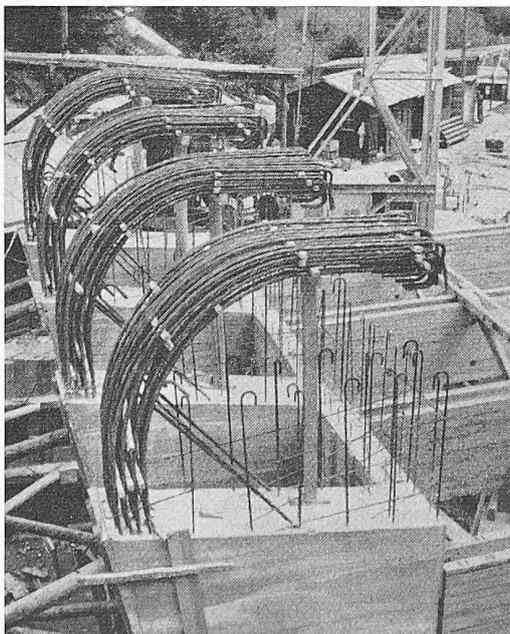


Bild 6. Spannungen in den Hauptträgern infolge H = 29 t

Bild 5. Armierung der Rahmenstiele

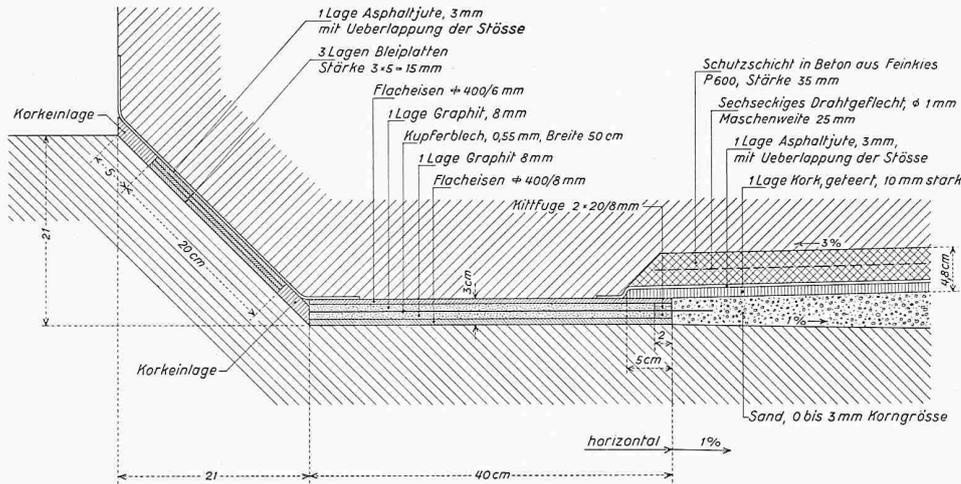


Bild 7. Ponte Sordo, verschiebliches Gelenk, Längsschnitt 1:8

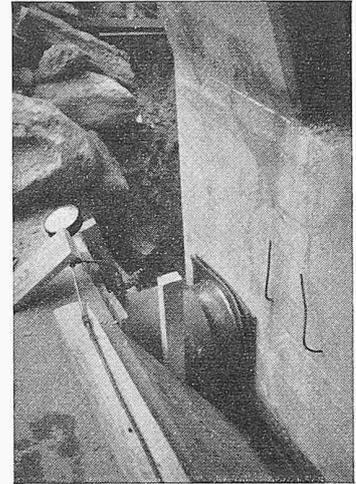


Bild 8. Presse am Widerlager

so dass die der Rechnung zugrunde gelegte Rissicherheit der vorgeschriebenen nicht mehr entspricht. Empfehlenswerter ist das Betonieren jedes einzelnen Trägers bis zur Unterkante der Fahrbahnplatte. Es handelt sich dabei für Brücken wie Sordo um Betonmengen von rd. 30 m<sup>3</sup> pro Träger. Die Platte kann hernach mit beliebig vielen Arbeitsfugen betoniert werden; Platte und Gehwegkonsolen sollten dabei ohne Fugen zur Ausführung gelangen. Das kurze Stück über den Auflagern mit den Ankerplatten der Vorspannkabel soll zwischen Trägern, Platte und Gehwegkonsolen keine Arbeitsfugen aufweisen (Einleitung der Vorspannkräfte). Bei diesem Betonierungsvorgang müssen die Hauptzugspannungen in der Arbeitsfuge zwischen Träger und Fahrbahnplatte durch Bügel aufgenommen werden. Da diese Spannungen gering sind (für die Sordo-Brücke betragen sie max. 3,6 kg pro cm<sup>2</sup>), ist dies ohne weiteres möglich.

Die Bauarbeiten dauerten vom Frühjahr bis zum Herbst. Der Hochwassergefahr wegen wurde für das Lehrgerüst eine Hetzer-Konstruktion verwendet (Bild 9). Die Hetzerträger hatten das Gewicht der Betonträger aufzunehmen, und darnach, in Zusammenarbeit mit den erhärteten Beton-Trägern, das Gewicht der Fahrbahnplatte. Zwei im Monat August eingetretene aussergewöhnliche Hochwasser fügten dem Lehrgerüst keinen Schaden zu.

Die Vorspannung wurde etappenweise aufgebracht: 20 % eine Woche nach Beendigung des Betonierens, 80 % vor dem Ausrüsten, 100 % nach dem Ausrüsten. Der plötzlich eintretenden Kälte wegen wurde die Injektion der Kabel auf das Frühjahr 1955 verschoben.

Die Brücke wurde im Sommer 1955 dem Verkehr übergeben, nachdem aus den Messungen der EMPA ihr einwandfreies elastisches Verhalten hervorgegangen war. Die Belastung mit sechs Lastwagen von 90 t Gesamtgewicht ergab eine Durchbiegung des Scheitels von 15 mm, eine Druckspannung im Scheitel von 28 kg/cm<sup>2</sup> an der Oberfläche des Gehweges und eine Zugspannung an der Trägerunterkante von 41 kg/cm<sup>2</sup>. Diese Werte stehen mit den gerechneten in guter Uebereinstimmung. Die Eigenfrequenz betrug 2,4 Schwingungen pro Sekunde. Beim Sprungversuch (ein Camion fuhr mit 25 km/h über ein Brett von 42 mm) entstand ein Ausschlag von 5 mm. Am Tage der Messungen war der Asphalt auf der Fahrbahn noch nicht aufgebracht.

Die Kosten der Brücke stellten sich auf 740 Fr./m<sup>2</sup> Grundfläche, ausschliesslich der Stützmauern und der Verbauungen im Flussbett. An der Ausführung der Brücke beteiligten sich die Firmen *Vicari S. A.*, *Impresa Costruzioni*, *Cassarate-Lugano*, und *Stahlton AG.*, Zürich, letztere für die Vorspannarbeiten.

## 2. Ponte sul Brenno

Auch diese Brücke (Bild 10) überquert den Fluss schiefwinklig. Sie ersetzt eine ältere Eisenbrücke, welche bereits zu Beginn des letzten Krieges durch Holz verstärkt wurde. Die Bilder 11 bis 13 zeigen Grundriss, Ansicht, Längsschnitt und Querschnitt der Brücke. Das statische System ist wie bei Sordo ein Zweigelenkrahmen, hier mit einer Stützweite von 52,80 m

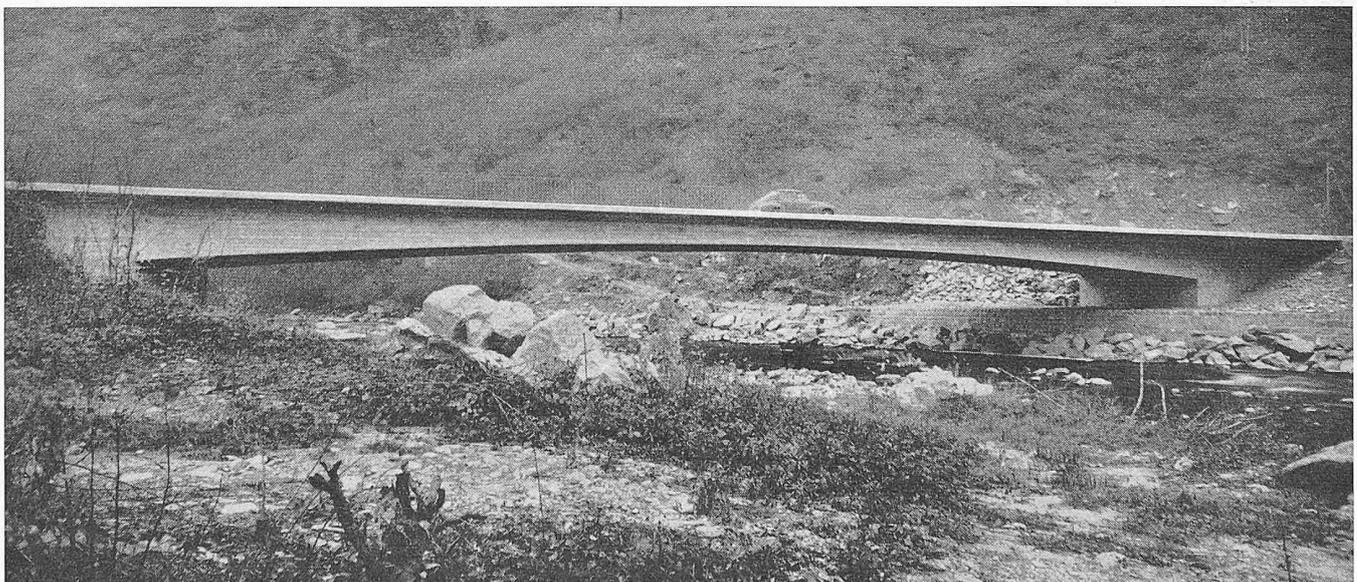


Bild 10. Ponte sul Brenno, Ansicht von der Unterstromseite

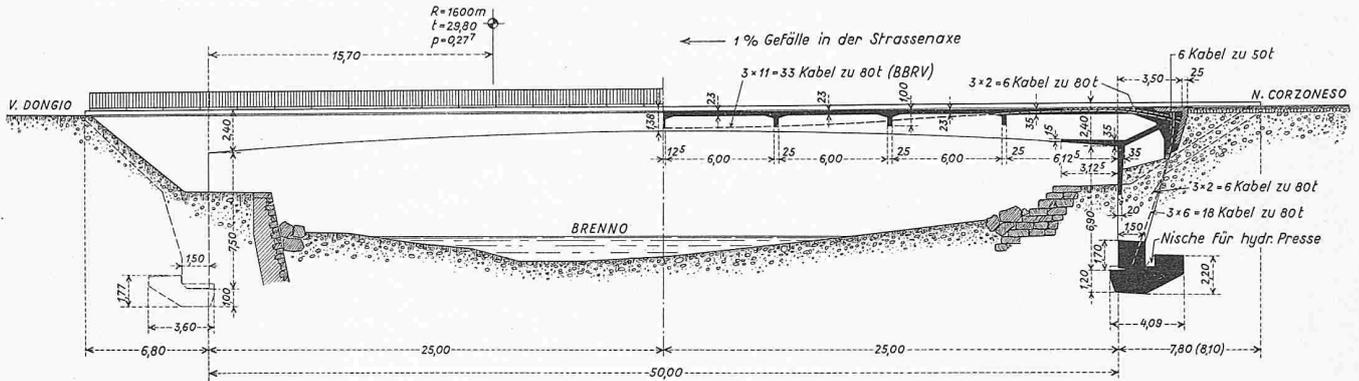


Bild 12. Ansicht und Längsschnitt 1:400

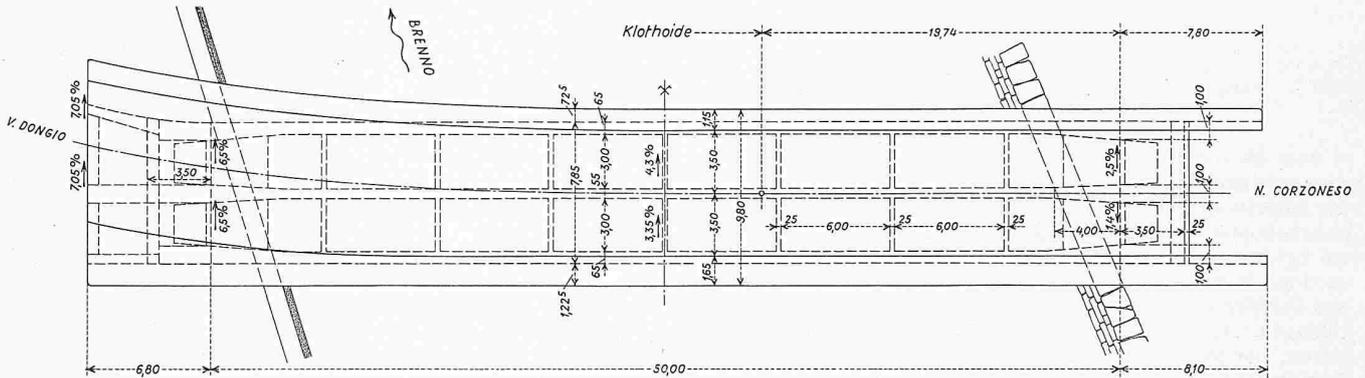


Bild 11. Grundriss 1:400

Brenno-Brücke bei Dongio

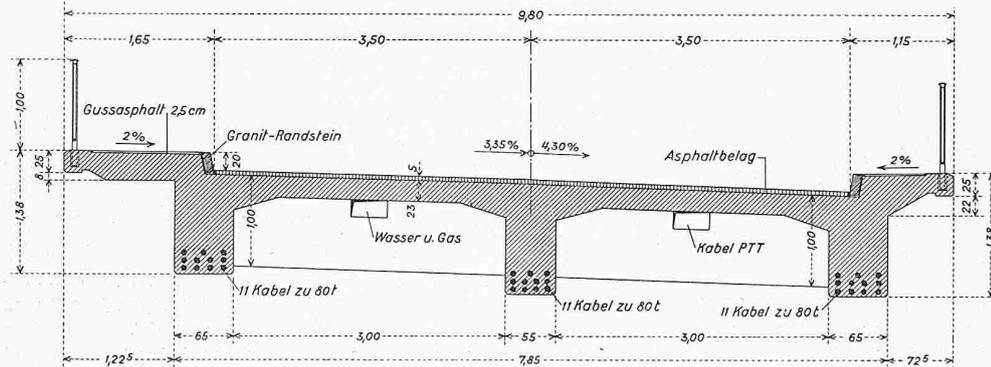


Bild 13. Querschnitt im Scheitel, Masstab 1:80

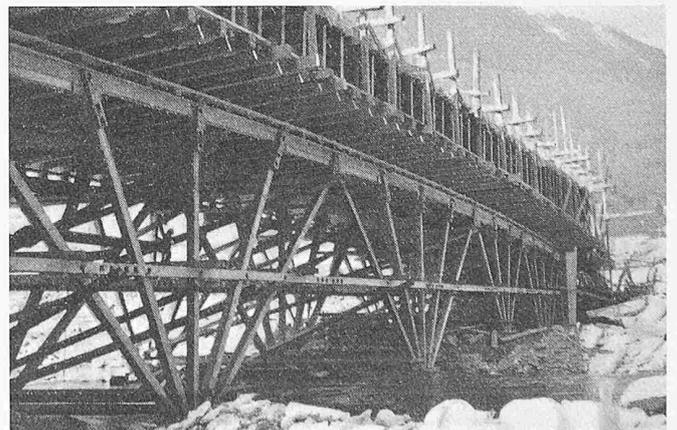
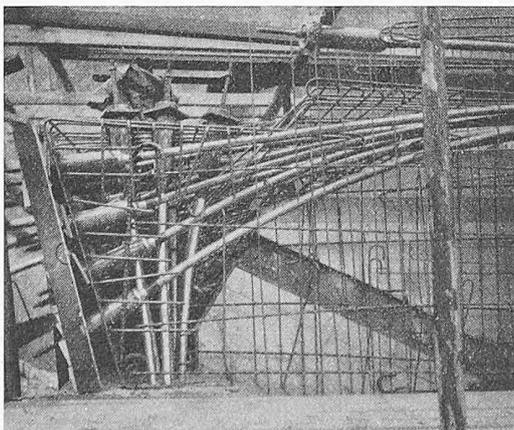
Bild 14 (links unten). Horizontale und vertikale Spannkabel in der Rahmenecke der Brenno-Brücke  
Bild 15 (rechts unten). Lehrgerüst der Brenno-Brücke

(von Gelenk zu Gelenk) und einer Stielhöhe von 8 m im Mittel. Die Stiele wurden hier, im Gegensatz zur Brücke bei Sordo, vorgespannt. Die Konstruktion wurde dadurch einheitlich: die Anhäufung der Rundeseisen im Einspannungsquerschnitt ist vermieden.

Der Träger besitzt 33 durchgehende Spannkabel BBRV von 90 t Anfangs-Spannung und zusätzlich sechs kurze Kabel in der Platte an den Auflagern. In den Stielen befinden sich

total 24 Kabel zu 90 t. Die endgültige Vorspannkraft in Brückenmitte beträgt rd. 2600 t. Bild 14 zeigt die Durchdringung der horizontalen und der vertikalen Kabel an der Rahmenecke. Die Fahrbahnbreite der Brücke beträgt 7 m, die Totalbreite, einschliesslich der Gehwege, 9,80 m. Auch bei dieser Brücke wurde ein Fussgelenk verschiebbar ausgebildet.

Die Brückenarbeiten wurden im Herbst des Jahres 1955 begonnen und im Frühjahr 1956 beendet. Das Lehrgerüst wurde



in der ersten Woche des Monats Mai entfernt. Bei diesem Bauprogramm genügt die Ausführung eines einfachen und wenig kostspieligen Lehrgerüsts, da es den Hochwassern nicht ausgesetzt ist (Bild 15). Der Betonierungsvorgang und das etappenweise Vorspannen der Kabel erfolgte ähnlich wie bei der Sordo-Brücke. Anschliessend an das Ausrüsten wurden die Kabel injiziert.

Die erste der zweimaligen Stützfussverschiebungen diente hier nebst der Regulierung des Horizontalschubes auch zum Ausrüsten der Brücke. Während des Verschiebens hob sie sich gleichmässig vom Lehrgerüst ab und verhinderte dadurch ein lokales Aufliegen der Träger auf dem Gerüst.

Des Aussehens wegen wurde bei dieser Brücke die Kurve der Trägerunterkante flacher gehalten als bei Sordo; dadurch wird die Wirkung des Trägers betont und die Wirkung des

Bogens abgeschwächt. Das Verhältnis zwischen der Trägerhöhe am Auflager und in Brückenmitte beträgt 1,72.

Die Kosten der Brücke betragen 615 Fr./m<sup>2</sup> Grundfläche, ausschliesslich der Korrekturen im Flussbett.

Die Unternehmerarbeiten hat die Firma Ing. M. Taddei, Castagnola, ausgeführt, die Vorspannarbeiten die *Stahlton A.G.*, Zürich.

Es sei noch erwähnt, dass die Brücken in Sordo und Dongio die zwei weitest gespannten massiven Rahmenbrücken der Schweiz sind. Beide Brückenkonstruktionen unterstanden dem Baudepartement des Kantons Tessin; die Oberbauleitung lag in den Händen des Ufficio tecnico cantonale des Baudepartements. Projekt und örtliche Bauleitung waren dem Verfasser übertragen.

Adresse des Verfassers: Dipl. Ing. W. Krüsi, Cassarate-Lugano

## Neubauten der Klinik St. Anna in Luzern

Pläne und Bauleitung: **A. Boyer**, dipl. Arch. S. I. A., Luzern  
Ingenieurarbeiten: **H. Bachmann**, dipl. Ing. S. I. A., Luzern

Hierzu Tafeln 41—43

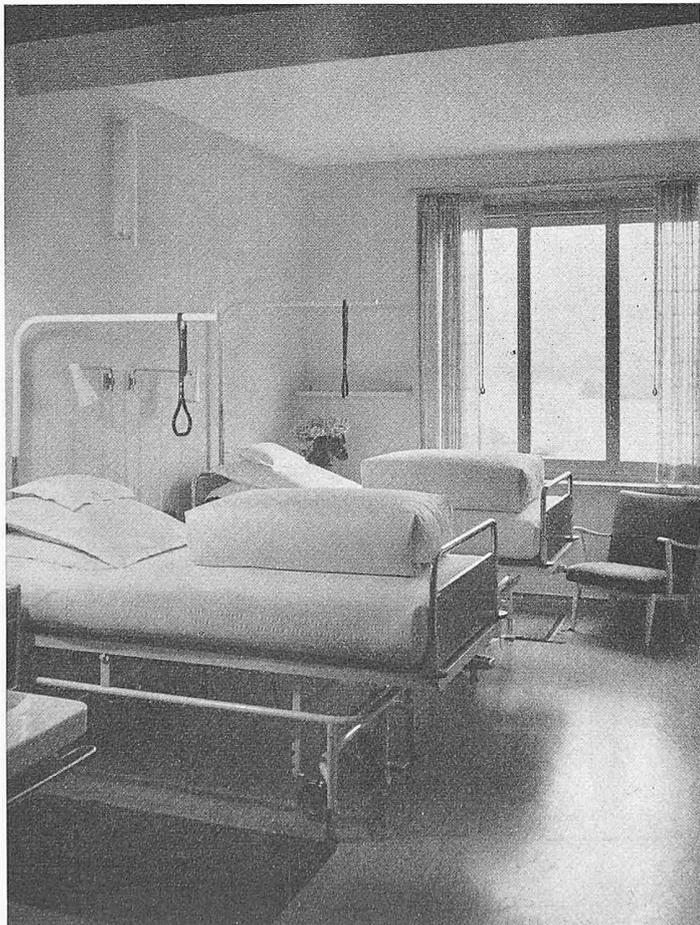
DK 725.51

Vor dem 1955 in Angriff genommenen Umbau konnten im Notfall wohl bis über 230 Patienten untergebracht werden, doch waren die Zimmer und Säle stark belegt und für Notfälle oft keine Reserven mehr vorhanden. Für den vermehrten Bedarf an Pflegepersonal und um jeder Schwester ein eigenes Zimmer zur Verfügung stellen zu können, waren zusätzliche Schwesternzimmer im Neubau erforderlich. Die Maternité mit total 30 Erwachsenen- und 30 Säuglingsbetten bedurfte keiner Erweiterung.

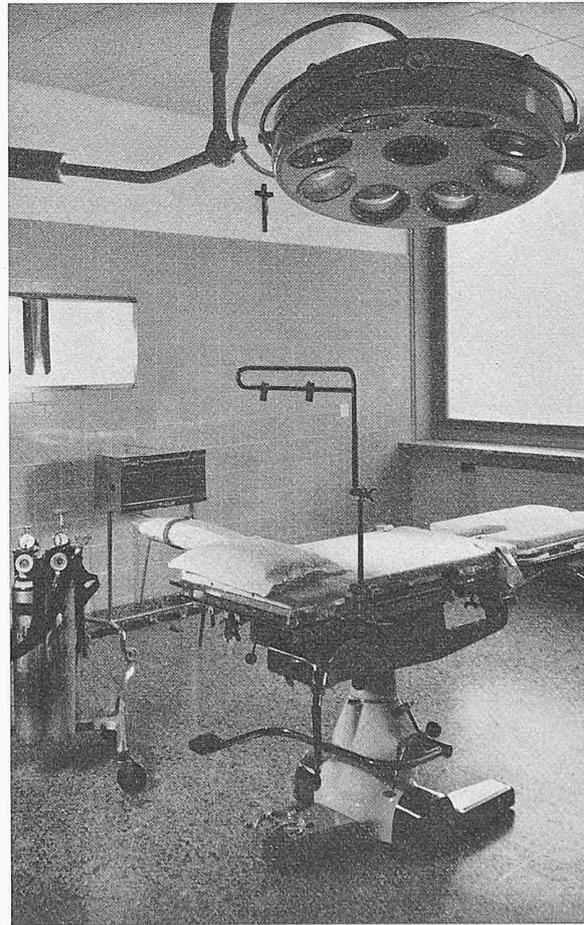
Die vorhandene Kapelle auf der Nordseite des Erdgeschosses fasste nur 90 Personen. Weitere Nachteile der bestehenden Bauten waren: Zu kleine Röntgenabteilung, ein einziger Schulraum für die Pflegerinnenschule, veraltete Opera-

tionssäle mit zu wenig und zu engen Vorräumen. Während die Küche im Jahre 1947 grosszügig disponiert und umgebaut wurde, waren alle Offices zu klein. Die Wäscherei und deren Nebenräume waren zu eng und zu knapp dotiert mit Apparaten, so dass die Vermehrung der Bettenzahl auch einer bedeutenden Erweiterung der Wäscherei rief. Ein Personenlift fehlte, der vorhandene Bettenlift reichte nur noch knapp für den sich stets erweiternden Betrieb im Altbau, die alte Heizanlage hatte ausgedient. Alle diese Mängel riefen einem Studium im Hinblick auf grosszügige bauliche Erweiterung und Umbauten im alten Klinikgebäude.

*Bauprogramm:* Rd. 60 neue Patientenbetten in Einer- und Zweierzimmern mit allen erforderlichen Nebenräumen. Etwa



Normales Zweibett-Krankenzimmer



Operationssaal