

Die neuen Linien der Rhätischen Bahn: die gewölbten Brücken der Albulabahn

Autor(en): **K. M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **43/44 (1904)**

Heft 3

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-24664>

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 neuen Linien der Rhätischen Bahn. I. — Die St. Michaelskirche in Zug. III. (Schluss.) — Theoretische Betrachtung über eine neue Art der Umsetzung von Dampfenergie in mech. Arbeit. — Die Neugestaltung unserer eidg. techn. Hochschule. — Miscellanea: Elektrische Schmalspurbahn Brig-Gletsch. Ein Kunst- und historisches Museum in

Luzern. Eidg. Polytechnikum. Anlage eines Parkes in Oerlikon. — Konkurrenz: Vergrößerung des Kurhauses Interlaken. — Literatur: Der Zeitungskatalog für 1904 der Annoncen-Expedition Rud. Mosse. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ing. und Arch.-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung. Hiezu eine Tafel: Die St. Michaelskirche in Zug.

Die neuen Linien der Rhätischen Bahn.

Die gewölbten Brücken der Albulabahn.

I.

Von den Bauten der Albulabahn bieten die *Brücken* und *Viadukte* ein besonderes Interesse. Schon der Umstand, dass sämtliche Objekte der Nordseite, mit Ausnahme der 80 m weiten Rheinbrücke bei Thusis¹⁾ in Stein erstellt sind, verdient hervorgehoben zu werden.

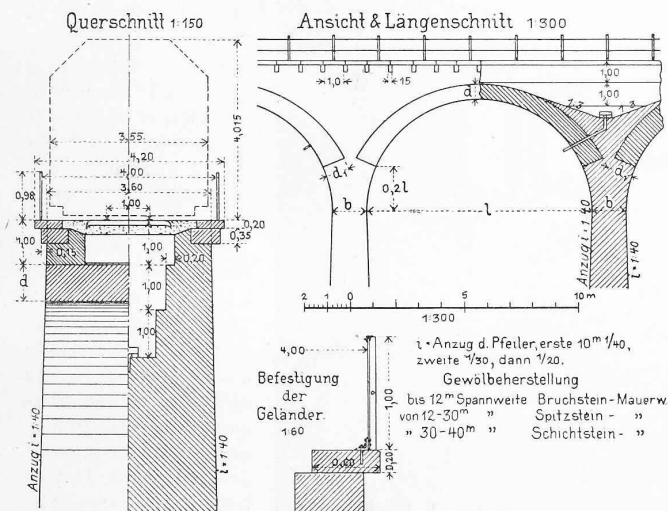


Abb. 1. Normalien für die Viadukte der Albulabahn.

Aber auch ihre grosse Anzahl (es gelangten nicht weniger als 121 gewölbte Objekte in einer Gesamtlänge von rund 3500 m auf der 44,5 km langen Strecke Thusis-Preda zur Ausführung) ist für eine Schmalspurbahn etwas ausserordentliches und verleiht der Albulabahn einen eigenartigen Charakter.²⁾

Bei 26 Objekten kommen Spannweiten von 10 m und darüber vor; es zeigen diese Brücken Spannweiten

von: 10 11 12 14 15 16 20 m	
bei: 33 3 7 1 16 14 15 Oeffnungen	
von: 22 25 27 30 42 m	
bei: 1 1 1 1 1 Oeffnungen	

Unter diesen Umständen war es eine der ersten Aufgaben der Bauleitung, schon mit Rücksicht auf den Kostenpunkt, sich über die zu wählenden Dimensionen der gewölbten Brücken genaue Rechenschaft zu geben.

Auf der Linie Landquart-Davos, der ersten im Jahre 1890 eröffneten Linie der Rhätischen Bahn, haben die gewölbten Objekte eine obere Breite von 3,40 m erhalten. Diese Abmessung erwies sich als sehr knapp, besonders da, wo noch Geländer anzubringen sind, und sie ist deshalb bei den Brücken der neuen Linie auf 3,60 m erhöht worden. Ausserdem hat man bei den grösseren Brücken auf Konsolen ruhende Deckplatten ange-

bracht, sodass eine Breite von 4 m zwischen den Geländern eingehalten werden konnte, was ganz abgesehen von der günstigeren architektonischen Wirkung, die damit erreicht wird, eine wesentliche Verbesserung darstellt (Siehe Abb. 1).

Die Dimensionen der Gewölbe im Scheitel und im Kämpfer, d. h. in einer Höhe von 0,2 der Spannweite über Gewölbeanfang, sowie der Pfeiler sind an Hand von graphischen Kräfteplänen ermittelt worden. Die Kräftepläne sind nach der für kleinere Gewölbe üblichen Methode von Mhéry durchgeführt, einzig für die 42 m weite Oeffnung der Solisbrücke (Abb. 4 bis 7) erschien es angezeigt, die Drucklinie auch nach der Elastizitätstheorie zu konstruieren.³⁾ Dies führte dazu, um den Spannungen bei grösseren Temperaturdifferenzen und allen theoretischen Bedenken Rechnung zu tragen, die Kämpferstärke dieses Gewölbes auf 2,60 m zu erhöhen und die Zwickel der an den Widerlagern anstossenden Sparbögen horizontal auszumauern, wie dies bei den neuern französischen Brücken mit grosser Spannweite meistens geschieht. Bei den grossen Pruthbrücken der österreichischen Staatsbahn, mit ähnlicher und noch grösserer Spannweite als jene der Solisbrücke, ist es bekanntlich nicht geschehen.

Zur Ermittlung der Drucklinie wurde eine einseitige volle Belastung angenommen und ist die Einwirkung der Temperatur für Schwankungen von $+10^{\circ}\text{C}$ bis -15°C der mittleren Temperatur während der Erstellung der Gewölbe in Rechnung gezogen worden.

Die Untersuchungen führten zur Aufstellung der in nachstehender Tabelle angeführten Werte in Metern:

Spannweite $l =$	8	9	10	12	15	20	25	30	42
Schlussstein . . d	0,55	0,60	0,70	0,75	0,86	0,90	1,00	1,20	1,40
Kämpferstein . . d_1	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,35	1,50	1,90	2,60
Pfeilerstärke bis 5 m Höhe . . b	1,20	1,35	1,50	1,70	2,00	2,70	3,60	—	—
Pfeilerstärke über 5 m Höhe . . b	1,40	1,55	1,70	1,90	2,20	2,40	3,80	—	—

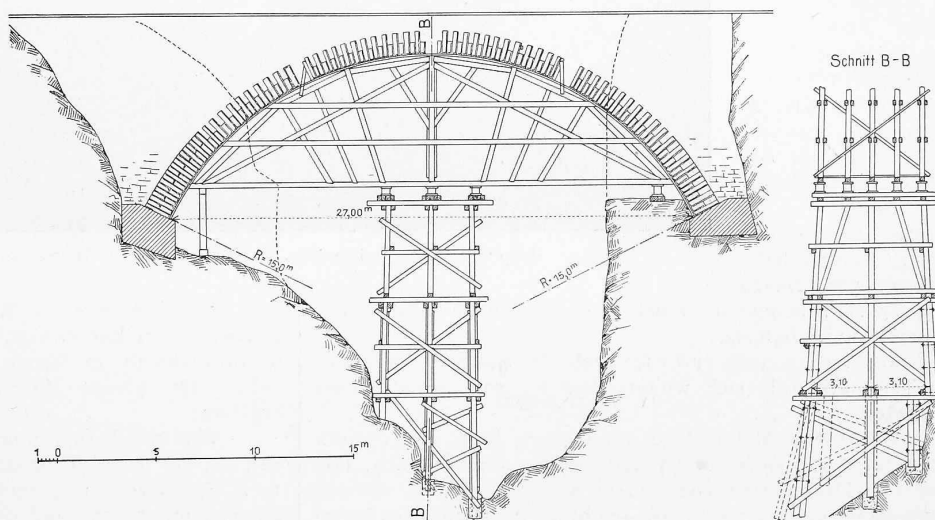


Abb. 2. Lehrgerüst der Mustailbrücke. — Masstab 1:350.

Die Objekte und Pfeiler erhielten einen seitlichen Anzug von $1/40$ für die ersten 10 m Höhe, von $1/30$ für die zweiten 10 m und von $1/20$ für die folgenden.

¹⁾ Bd. XXXIX S. 157.

²⁾ Bd. XXXVIII S. 5 u. ff.

³⁾ Wir verdanken diese allgemeinen Angaben der Gefälligkeit der Bauleitung der Rhätischen Bahn.

Einen stärkern Anzug erhielten nur die hohen Pfeiler der in scharfen Kurven liegenden Objekte des Schmittentobel- und des Landwasserviaduktes auf der äussern Seite und zwar:

Die bis 65 m hohen Pfeiler des Landwasserviaduktes ($R = 100\text{ m}$) Anzug durchgehend $1/20$,

die bis 35 m hohen Pfeiler des Schmittentobelobjektes ($R = 120\text{ m}$) Anzug durchgehend $1/30$.

Bei Objekten im Bogen, wie sie häufig vorkommen, gilt die angegebene Pfeilerstärke b für die innere Seite, was bei den kleinen Radien der Albulabahn einer wesentlichen Verstärkung gleichkommt.

Die Ausführung der Objekte ist den Materialverhältnissen angepasst. Die Bahneinschnitte und eine Anzahl neu eröffneter Steinbrüche längs der Linie lieferten geeignetes Steinmaterial, grösstenteils Kalkstein von allerdings sehr verschiedener Beschaffenheit und geologischem Herkommen.

Das beste Steinmaterial ergaben die harten Kalksteinschichten im Bündnerschiefer des Schyn, aus welchem die Solisbrücke und alle grössern Objekte zwischen Thusis und Tiefenkastrastel erstellt sind. Auch in der Nähe des Landwasser- und des Schmittentobelviaduktes, welche zwei Objekte rund $12\,000\text{ m}^3$ Mauerwerk erforderten, konnte im Kalkdolomit der linken Talseite ein ergiebiger Steinbruch eröffnet werden.

Zwischen Km. 27 und 30 ist der anstehende Felsen *Verucano*, der gut brauchbare Steine für die Surmintobel- und die zwei Stulsertobelbrücken von 20. 22 und 25 m Spannweite, sowie für zahlreiche Stütz- und Futter-Mauern lieferte.

Weniger günstig erwiesen sich der Hauptdolomit und die Triaskalke, die sich weiter oben bis zum Albulatunnel vorfinden.

Geeignetes Material zu Hausteinen kam in grössern Quantitäten nirgends zum Vorschein; es sind deshalb fast sämtliche Deckplatten von Andeer bezogen worden, wo der Roffnagneis ein sehr schönes, leicht zu bearbeitendes Material liefert.

Für die Brücken kam grösstenteils Mauerwerk aus Bruchsteinen ohne nennenswerte Anarbeitung und hydraulischer Mörtel zur Anwendung. Die Gesichtsfächen sind rauh gelassen und erhielten einen vertieften Fugenbestich aus Portlandzementmörtel. Grössere Zwickel, von innen heraus eingelegt, waren gestattet. Die sichtbar bleibenden Kanten, sowie die Gewölbestirnen sind mit rauh be-

arbeiteten Steinen nach Art des Schichtenmauerwerks hergestellt.

Zum Gewölbemauerwerk sind in der Regel in plattenförmiger Gestalt gewonnene und schon in den Brüchen roh zugerichtete Steine verwendet worden, nur für Gewölbe von 12 bis 30 m Spannweite war Spitzstein und für den 42 m weiten Bogen der Solisbrücke Schichtenmauerwerk vorgeschrieben.

Hohe Pfeiler erhielten in Abständen von 5 bis 10 m durchgehende, 0,50 m starke Quaderschichten, die bei einzelnen Objekten im Innern durch eine Betonlage ersetzt

wurden. Diese Quaderschichten haben hauptsächlich den Zweck, die Bildung von Rissen im Innern des Mauerkörpers zu verhindern, welche durch auf der äussern Seite und im Innern des Mauerwerks ungleichmässig stattfindende Erhärtung des hydraulischen Mörtels entstehen könnten.

Bei der wichtigen Rolle, welche dem Mörtel, namentlich bei Bruchsteinmauerwerk, zukommt, wurde auf eine sorgfältige Mörtelbereitung besonderer Wert gelegt und es waren sowohl die von den Unternehmern beigestellten Bindemittel wie auch die zahlreichen, auf den einzelnen Baustellen entnommenen Mörtelproben einer fortwährenden Kontrolle durch die Bauleitung unterworfen. Die gewöhnliche Mörtelmischung bestand aus 400 kg hydraulischem Kalk auf 1 m^3 Sand. Für Zementmörtel wurde das Mischungsverhältnis von Fall zu Fall vorgeschrieben.

Der hydraulische Kalk entstammte fast ausschliesslich der Zementfabrik Ennenda

und der „Seemühle“ in Wallenstadt. Die häufigen, auf Veranlassung der Bauleitung von der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt in Zürich vorgenommenen Untersuchungen haben für dieses Material durchgehend gute Resultate ergeben.

Was die Inanspruchnahme des Mörtelmauerwerks anbetrifft, so beträgt dieselbe bei Bruchsteingewölben bis 12 m Spannweite 10,5 und bei hohen Pfeilern bis $18,8\text{ kg/cm}^2$ im Maximum, während die Gewölbe der grössern Brücken in Spitzstein und Schichtenmauerwerk bei 15 m Spannweite mit 12,7, bei 20 m mit 15,8, bei 30 m mit 18,7 und bei der Solisbrücke von 42 m Spannweite mit $22,8\text{ kg per cm}^2$ im Maximum beansprucht sind.

Die Ausführung der Gewölbe bis zu 20 m Spannweite erfolgte in üblicher Weise von den Kämpfern aus unter entsprechender Belastung des Lehrgerüstscheitels. Bei dem Landwasserviadukt wurden die 20 m weiten Gewölbe von

Die gewölbten Brücken der Albulabahn.

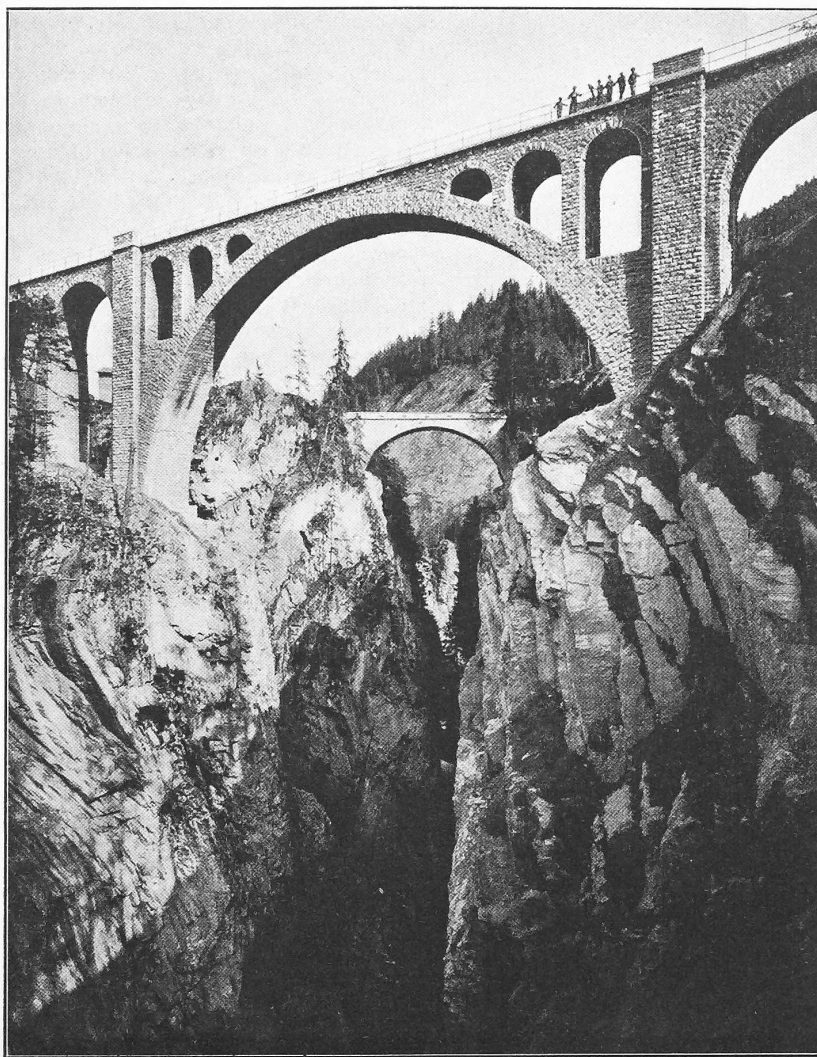


Abb. 4. Hauptöffnung der Solisbrücke, im Hintergrund die Strassenbrücke.

Die gewölbten Brücken der Albulabahn.

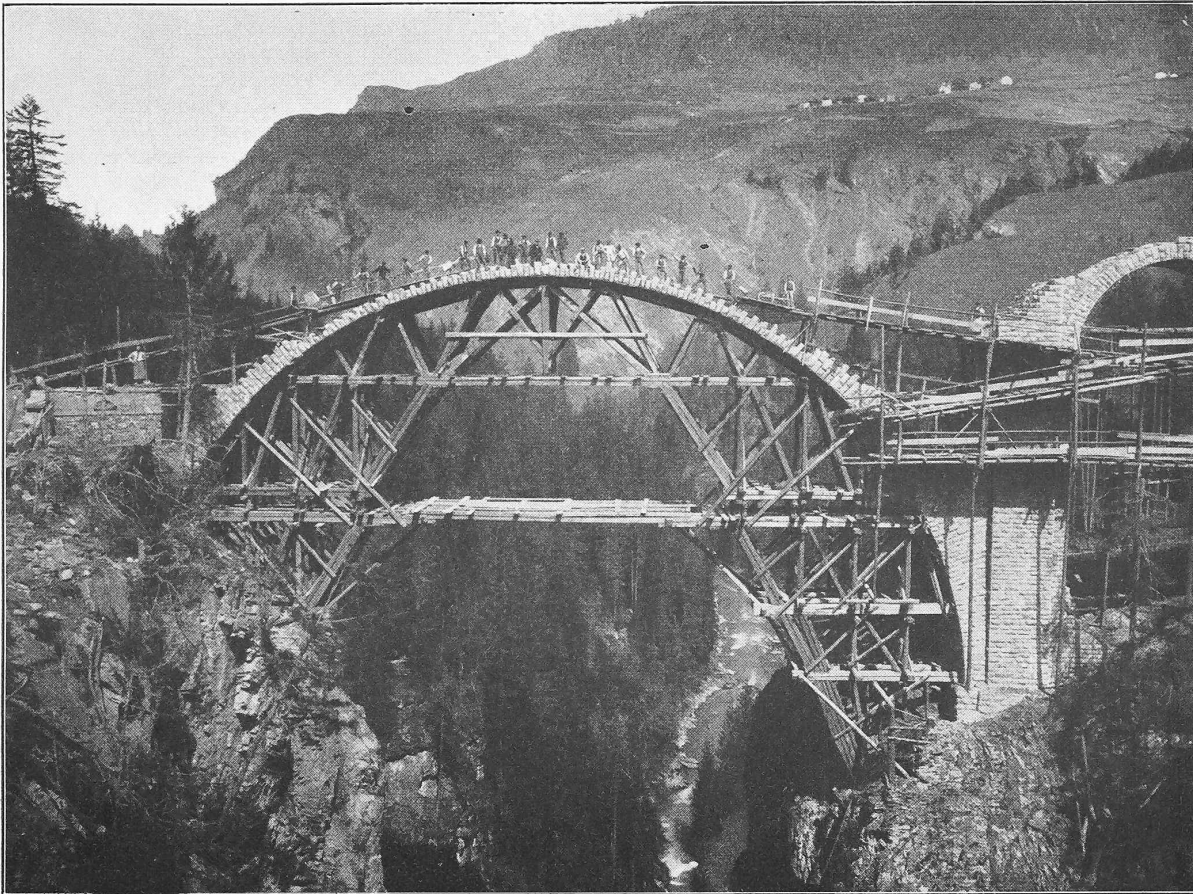


Abb. 6. Lehrgerüst der Hauptöffnung der Solisbrücke bei Schliessung des ersten Gewölberinges.

den Kämpfern und vom Scheitel aus in Angriff genommen und gleichzeitig an drei Stellen geschlossen.

Die Gewölbe der Mustailbrücke (Abb. 2) mit 27 m^1 und der Muttentobelbrücke (Abb. 3 S. 32) mit 30 m Weite wurden unter Verwendung von Portlandzementmörtel in zwei Ringen ausgeführt und der Schluss erfolgte an drei Stellen gleichzeitig, wodurch die während der Erstellung unver-

wurde am 10., die beiden andern wurden am 20. und am 31. Mai 1902 geschlossen. Die während der Wölbung des ersten Ringes eingetretene Senkung des Lehrgerüsts betrug im Scheitel 49 und an den Bruchfugen 20 und 25 mm . Nach Schluss des ganzen Gewölbes wurde eine weitere Senkung von 2 mm im Scheitel und 10 mm an den Bruchfugen konstatiert.

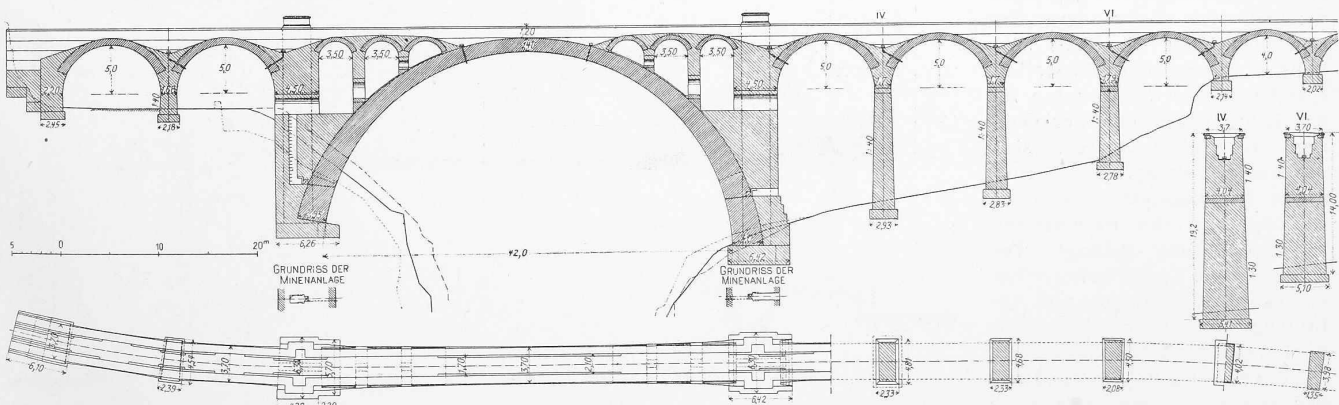


Abb. 5. Längenschnitt, Grundriss und Pfeiler der Solisbrücke. — Masstab 1:700.

meidlichen Setzungen der Lehrgerüste keinen nachteiligen Einfluss auf das Gewölbemauerwerk ausüben konnten.

Der gleiche Vorgang, jedoch unter Anwendung von drei Ringen, wurde bei Erstellung des grossen Bogens der Solisbrücke (Abb. 4 bis 7)²⁾ beobachtet. Der erste dieser Ringe

Bei der drei Wochen später vorgenommenen Lüftung der Gerüste ist keine Senkung mehr eingetreten. Aehnliche Resultate ergaben die Gewölbe der Mustail- und der Muttentobelbrücke.

Bezüglich des Ausrüstens der Gewölbe war angeordnet, dass ein Lüften der Lehrgerüste erst vorzunehmen sei, wenn der Mörtel eine genügende Festigkeit erlangt habe, um die im Gewölbe auftretenden Spannungen mit Sicher-

¹⁾ Siehe auch Bd. XLII, S. 141.

²⁾ Siehe auch Bd. XLII, S. 139.

heit aufzunehmen. Unter Zugrundelegung dieser Vorschrift konnten fünf Tage nach Gewölbeschluss Gewölbe von 12 m Spannweite ausgerüstet werden, wobei eine Setzung von 1 bis 2 mm beobachtet wurde. Bei Gewölben von 15 m gab die

Hälfte obiger Ueberhöhung. Besondere Beachtung verdient das Lehrgerüst der Solisbrücke über die 86 m tiefe Albula-schlucht (Abb. 6 u. 7). Es ist eine Kombination von Ständerwerken, Trapez- und Dreiecksprengwerken in drei Etagen eingeteilt, die zugleich auch als Bagerüste dienen. Durch diese Konstruktion war es möglich, ein sehr starres Lehrgerüst zu erhalten und die Einsenkungen, wie bereits mitgeteilt, auf ein Minimum zu beschränken. (Forts. folgt.)

Die gewölbten Brücken der Albulabahn.

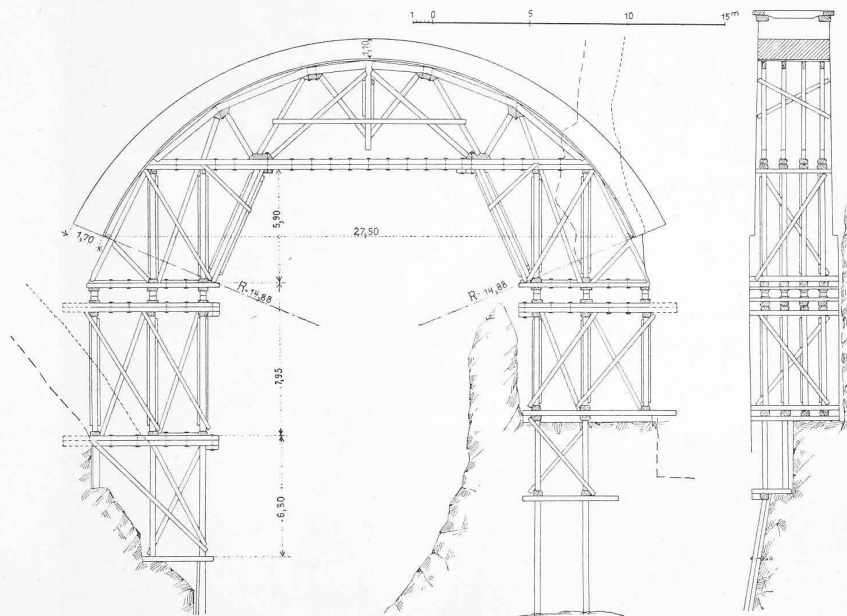


Abb. 3. Lehrgerüst des Muttentobel-Viaduktes. — Masstab 1:350.

Ausrüstung nach einer Woche ebenfalls gute Resultate. Dabei ist zu bemerken, dass die Witterung für die Erhärtung des Kalkmörtels eine Hauptrolle spielt; die oben mitgeteilten Resultate setzen gute Witterung voraus. Im Herbst und bei kalter Witterung geht das Binden des hydraulischen Kalkes viel langsamer vor sich und es musste an Stelle von fünf Tagen bis zu fünf Wochen oder noch mehr gewartet werden, um zu günstigen Resultaten zu gelangen. Auch die Sandfrage spielt selbstverständlich bei Ausführung des Mauerwerks eine Hauptrolle; es wurde genau darauf gesehen, nur schönen und gut gewaschenen Sand zu gebrauchen.

Bei Erstellung der Lehrgerüste ist mit aller Sorgfalt vorgegangen worden. Da die meisten der vorkommenden Viadukte sehr hohe Talübergänge darstellen, somit nur zwei Stützpunkte für die Lehrgerüste je einer Öffnung vorhanden waren, sind durchwegs freitragende Systeme, durch Kombination verschiedener Sprengwerke miteinander, zur Ausführung gelangt. Die Konstruktion dieser Lehrgerüste ist aus den Zeichnungen und Abbildungen ersichtlich. Einzig für das Lehrgerüst der Mustailbrücke (Abb. 2 S. 29) wurde in der Mitte der Spannweite ein etwa 15 m hoher Pfeiler aufgerichtet, sodass man dort, statt eines freitragenden, ein festes Lehrgerüst anwenden konnte, wodurch auch die Einsenkungen auf das geringste Mass beschränkt worden sind (max. 25 mm). Einer Setzung der Lehrgerüstkonstruktionen war in der Weise Rechnung getragen, dass bei gesprengten Lehrgerüsten diesen eine Ueberhöhung von $\frac{1}{100}$ der Spannweite minus der Pfeilhöhe gegeben wurde, bei direkt gestützten Lehrgerüsten die

ist die heilige Cäcilie, ein Werk des Professors M. Laeuger in Karlsruhe, dargestellt.

Die Kanzel (Abb. 16 S. 35), eine Arbeit des Bildhauers Karl Bissegger in Zug in Savonnierestein nach Modellen von Bildhauer H. Geene in St. Gallen schliesst sich der architektonischen Behandlung der Altäre an. Der Kanzelkorb, von fünf kräftigen Rundsäulen getragen, wird auf bequemer Treppe mit ornamental geziertem Geländer erstiegen und zeigt aussen die Reliefdarstellungen der vier grossen Propheten: Isaias,

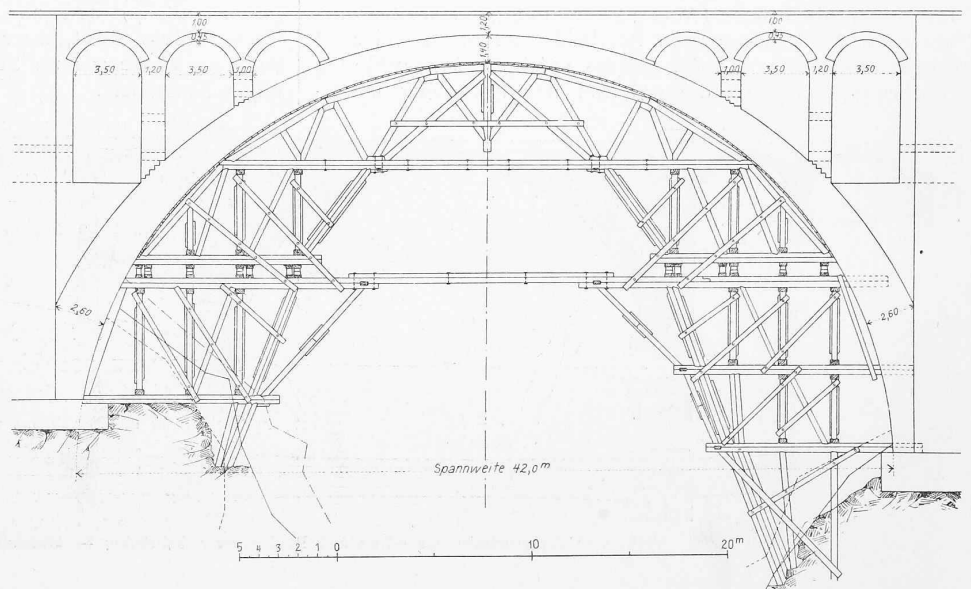


Abb. 7. Lehrgerüst für die Hauptöffnung der Solisbrücke. — Masstab 1:350.

Jeremias, Ezechiel und Daniel. Auf dem einfachen Schalldeckel erhebt sich die Figur Christi mit dem Kreuze.

Im Charakter des ganzen ist auch das schlichte Gestühl, das von verschiedenen Meistern des Schreinermeister-Vereins der Stadt Zug hergestellt wurde und die mit Schnitzwerk

Die St. Michaelskirche in Zug.

Von Karl Moser, Architekt in Firma
Curjel & Moser in Karlsruhe.
(Mit einer Tafel.)

III. (Schluss.)

Wendet man sich vom Chor zurück dem Haupteingang zu, so fällt der Blick auf die das Langschiff westlich abschliessende Orgelempore mit einfacher Masswerkbrüstung. (Tafel zu Nr. 2.) Darüber baut sich die Orgel mit 42 Registern auf, die von Orgelbauer Th. Kubn in Männedorf erstellt wurde und deren Pfeifen mit Rücksicht auf das dahinter gelegene gewaltige Radfenster wirkungsvoll gruppiert sind. Im mittleren Kreisbogen des letztern