

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69 (1951)
Heft: 39

Artikel: Brückenreparaturen auf der Strecke Chur-Arosa der Rhätischen Bahn
Autor: Mohr, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-58927>

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>

ihrem schmiedeisenernen Geländer passt zu diesem Charakter. «Hast etwass hie guts zrichten uss, so bis willkommen in diss Huss» steht ob dem Eingang, wo zudem eine an das Wappen der Visconti gemahnende kinderverschlingende Schlange und ein zerberusähnliches Untier als Schmuck der Vorlaubenträger auffallen. Besonders reich ist die Bemalung des südöstlichen Kellers, der einst als Trinkstube gedient haben dürfte. Jagdszenen, Bachus und Venus, neckische Sprüche und sogar Adam und Eva beleben Raum und Zugang. Ein grosses Wappen von Roll in diesem Trinkkeller scheint auf die Erbauer des Hauses zu deuten. Gänge und Treppenhaus waren ehemals durch eine polychrome Bemalung ausgeschmückt, und in den Wohnräumen fallen typische Balken- und Leistendecken auf.

Das Haus Dr. Vinzenz Müller in Altdorf muss als frohmütigster Sitz an der Herrengasse gelten. Der innere Ausbau weist keine besondern Akzente auf. Baulich interessanter ist das malerische Oekonomiegebäude. Die

offene Loggia des Mittelteiles mit ihren Säulen verrät eher slowenischen als italienischen Einfluss. Der reichskulptierte sechseckige Brunnentrog mit der Jahrzahl 1750 und der Löwe mit dem Wappen der Brand auf dem Brunnenstock erinnern an die einstigen Besitzer der Liegenschaft.

Der Fremdenspital in Altdorf gehört zu den imposantesten Bauten der Ortschaft. Er besteht aus einer Gebäudegruppe von zwei querparallelen Häusern und einer Kapelle, die einen stilvollen kleinen Innenhof umrahmen. Die Treppengiebel der beiden Spitalhäuser und das grosse Hofportal mit dem verwitterten Relief des Pilgerpatrons St. Jakob und des barmherzigen St. Martin mit dem Bettler deuten sinngemäss auf Zweck und Alter des «Hospital». Beim grossen Dorfbrand fiel auch diese Anlage dem rasenden Element zum Opfer; sie wurde aber schon im Jahre 1803 in der ursprünglichen Form wieder aufgebaut, wobei das ausgebrannte Mauerwerk benützt wurde.

Brückenreparaturen auf der Strecke Chur-Arosa der Rhätischen Bahn

Von Dipl. Ing. C. MOHR, Sektionsingenieur der Rhätischen Bahn, Chur

DK 624.62.00467 (494.26)

Eine Fahrt auf der Linie Chur-Arosa der Rhätischen Bahn bietet dem Reisenden neben dem landschaftlichen Reiz des Schanfiggertales viel Interessantes in bezug auf die kühnen Bahnanlagen mit ihren vielen Kunstbauten, grossen Steigungen und engen Kurven. Mit einigen Zahlen sei auf diese Besonderheiten hingewiesen: Meterspur, Adhäsionsbahn, Betriebslänge 25,67 km, Höhendifferenz von Chur bis Arosa 1154 m, kleinster Kurven-Halbmesser 60 m, gerade Strecken 14,09 km, gekrümmte Strecken 11,58 km oder 55 bzw. 45% der Gesamtlänge, 22 Tunnel mit einer Gesamtlänge von 2607 m sowie 40 Brücken mit 1747 m Totallänge. Die insgesamt 145 Brückenöffnungen sind gebildet wie folgt: 111 gemauerte und betonierte Massivgewölbe, 16 Felder in Stahl und 18 Felder in Eisenbeton-Konstruktionen.

Die Bahn führt durch ein geologisch äusserst mannigfaltiges Gebiet. Im untersten Teil des Ost-West geöffneten Tales durchfährt sie eine tiefeingeschnittene Schlucht, deren Steiflanken aus Bündnerschiefer aufgebaut sind. Der junge Flysch weist viele ausgeprägte Fältelungen auf und wechselt zwischen bankigen, gesunden Schichten und blättereigartigen Kalk-Tonschiefern. Durch Erosion sind am rechten Plessurhang, der durch die Bahnlinie auf seiner ganzen Länge angeschnitten wird, eine ganze Reihe von tiefen Tobeln entstanden, die alle mehr oder weniger die gleichen Querprofil-Formen aufweisen und nur in ihrer Längen- und Breitenausdehnung verschieden sind. Wohl als Ursache des Einfallens dieser Schichten nach Osten sind die Ostflanken dieser äusserst tief erodierten Seitentäler des Schanfiggs sehr steile, oft fast senkrechte Felswände, während die Westseite und die Bachsohle durch mächtige Schuttmassen mit lehmigen Einschlüssen überdeckt sind. Die vielen Viadukte, die diese Seitentäler der Plessur überbrücken, sind in der Regel auf dem östlichen oder orographisch gesprochen linken Talhang auf verwitterten aber standfesten Bündnerschiefer abgestellt, während auf der rechten Tobelseite die Widerlager und Pfeiler möglichst tief in die kriechende Erdmasse fundiert sind.

Das mittlere Schanfigg ist von ausgedehnten und mächtigen Moränen überdeckt, die auch der topographischen Beschaffenheit dieser Gegend ein ganz eigenartiges Gepräge geben. An den über 300 m hohen und kahlen Flanken der «Runcsrüfi» südlich des Dorfes Molinis sind in scharfer Trennung die verschiedenen Ablagerungen der sich aufeinanderfolgenden Gletscher der verschiedenen Eiszeiten selten schön zu beobachten. Die Moränen bilden gute, standfeste Fundamente. Da sie aber dem reissenden Wasser nur geringen Widerstand bieten, werden die Moränenhänge am Fusse oft unterspült, und es treten Gleichgewichtsstörungen auf, die sich auf Hoch- und Tiefbauten sehr nachteilig auswirken. Von der Strasse aus sind zwischen St. Peter und Langwies viele Ställe und Bauten sichtbar, die sich in der Richtung der Falllinie neigen. Alles Zeugen dieser Bodenbewegungen.

Im obersten Teil des Plessurtales, von Langwies bis Arosa, durchfährt die Bahn ein geologisch ganz anderes Gebiet, das sich besonders durch die grossen Bergstürze und die Mannigfaltigkeit der Gesteinsarten auszeichnet. Es ist die Aroscher Schuppenzone.

Beim Bau der Bahnanlagen¹⁾ in den Jahren 1912 bis 1914 galt der Grundsatz, möglichst vorhandenes Baumaterial (Holz für die Hochbauten, Steine, Sand und Kies für die Kunstbauten) zu verwenden. Die äusserst schwierigen Wegverhältnisse im Schanfigg, dazu die Ablegenheit der Bahnlinie von der Talstrasse zwangen zu dieser Massnahme. Nur einige Stahlbrücken und die zwei Eisenbetonbrücken, der 276 m lange Talübergang bei Langwies und der eingespannte Bogen über das Gründjetobel, bilden die wenigen Ausnahmen von dieser Regel. Das Fehlen solider Mauersteine, speziell im mittleren und vorderen Schanfigg, führte dazu, an den vielen gemauerten Viadukten die Gewölbe aus vorgefabrizierten Betonquadern zu erstellen. An einzelnen Orten verwendete man Stampfbeton. Auch die vielen, teilweise sehr hohen Brückenpfeiler weisen hin und wieder einen Betonkern auf. Während beim Bau des Langwieser-Viaduktes alles daran gesetzt wurde, um Qualitätsbeton zu erreichen, was glücklicherweise noch heute dieses Bauwerk kennzeichnet, war an anderen Orten, wohl in Ermangelung geeigneter Kies- und Sandgruben, die Korn-Zusammensetzung des Betons und des Mörtels nicht einwandfrei. Der Beton, speziell aber der Mörtel, ist nicht dicht, und wo Wasser hinzutritt, beginnt die Zerstörung sehr rasch. Hat das Wasser noch zementaggressive Eigenschaften, dann verliert der Mörtel rasch jegliche Festigkeit und fällt wie ungebundener Sand aus den Mauerwerkfugen.

Die vielen Geländebewegungen in diesem geologisch noch jungen Tal und die eben genannten Eigenschaften des Betons und des Mörtels bilden neben den Steinschlagverheerungen und der ungewöhnlich grossen Abnutzung der Kurvenschienen die Hauptursachen der äusserst vielen und kostspieligen Unterhaltarbeiten an der Linie Chur-Arosa. Bei schwerwiegenden Zerstörungen an Mauern, Brücken und Tunnelverkleidungen wird nur eine Neukonstruktion oder ein Totalumbau wie z.B. am Castieler-Viadukt im Jahre 1941²⁾ in Frage kommen. Bei kleineren Bewegungen und bei rechtzeitigem Eingreifen kann eine gründliche Reparatur die Lebensdauer eines Objektes wesentlich verlängern. Als Auszug aus dem Tagebuch eines Bahningenieurs sei nun im Folgenden die Reparatur einiger gemauerter Brücken beschrieben.

Der Schmalztobel-Viadukt

Dieser zwischen Chur und Lügen gelegene Massivbau aus Mauerwerk hat eine Totallänge von 61,8 m, mit sechs Gewölben von je 8 m Lichtweite. Die Brücke liegt in einer Krümmung von einem Halbmesser von 60 m. Die Nivelette ist horizontal; die Pfeiler sind gemäss Massbuch auf dem Talhang Seite Chur auf «stark verwitterten Fels» abgestellt, Seite Arosa auf Fels (Bild 1). Der eigenartige Name «Schmalztobel» weckt beim Ingenieur wohl den Verdacht von Bewegungen oder nicht stabilem Baugrund, doch lehren uns die Ortsnamenforscher, dass der Ausdruck «Schmalz» für Lokalbezeichnungen in Graubünden häufig auftritt, aber einen mehr ironischen als wirklichen Ausdruck für Schmalz bedeute. Es sind dies nämlich die Stellen, wo früher die Tierleichen ins Tobel geworfen oder verscharrt wurden.

¹⁾ Vgl. die Berichte von G. Bener, SBZ Bd. 60, S. 263*; Bd. 62, S. 281* und Bd. 65, S. 265* und S. 277*.

²⁾ Siehe H. Conrad in SBZ Bd. 124, S. 255*, 281* und 293* (1944).

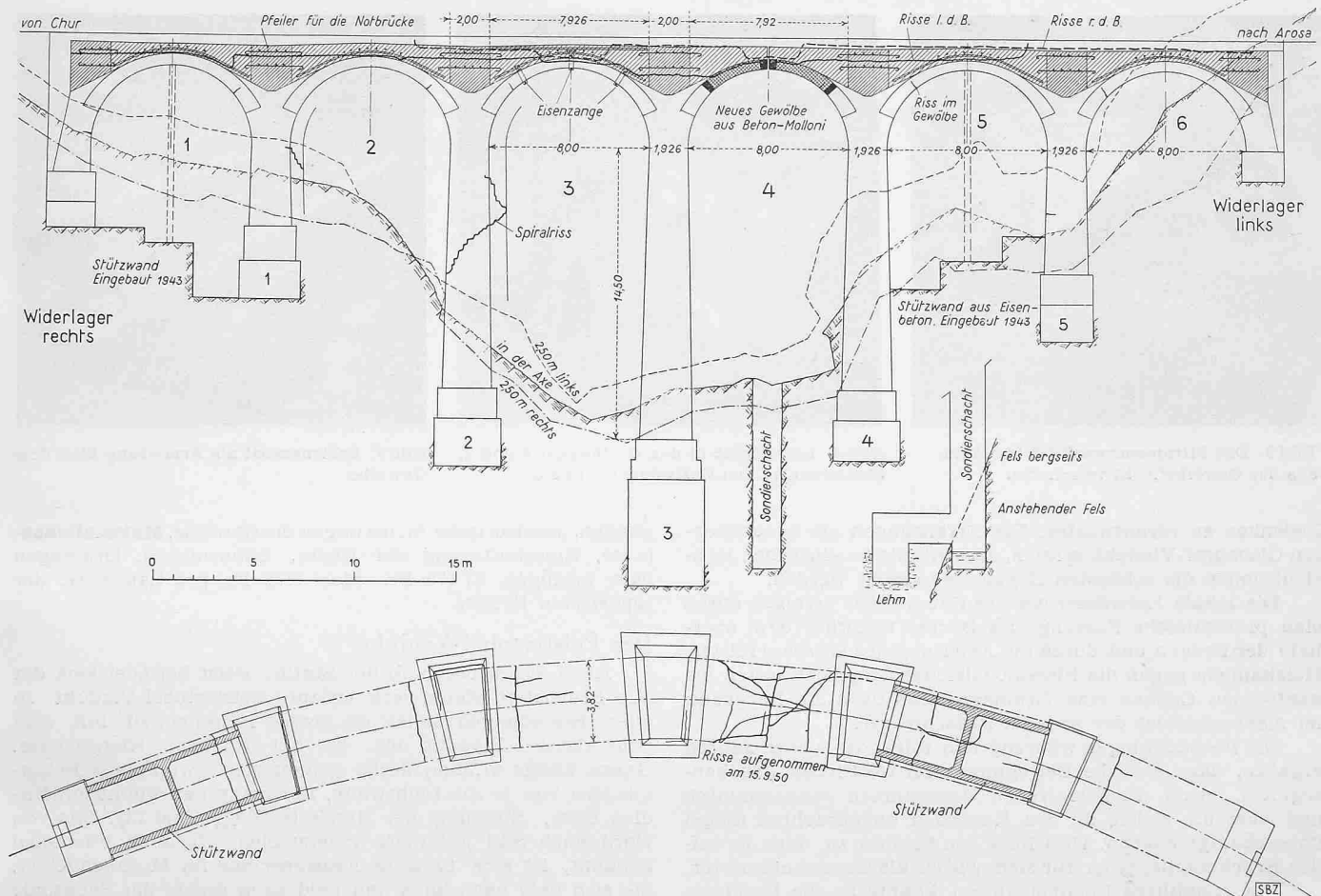


Bild 1. Schmalztobel-Viadukt, Uebersichtsplan 1:350. Im Längsschnitt sind die Risse links der Bahnaxe voll, diejenigen rechts der Bahnaxe gestrichelt eingetragen. Neue Teile schraffiert

Die eingehende Untersuchung des Schmalztobel-Viaduktes im Jahre 1941 ergab folgende Beschädigungen am Objekt: Die Gewölbe 1, 2 und 6 wiesen im unteren Gewölbeviertel unbedeutende Querrisse auf, die Gewölbe 3 und 5 zusätzlich noch einige Längs- und Diagonalrisse. Das Gewölbe 4 war ganz zerstört, die Risse im Betonquader-Mauerwerk wie ein Spinnennetz auf die ganze Gewölbe-Unterseite verteilt. Der Pfeiler 1 hatte leichte, der Pfeiler 2 ausgeprägte Risse im Mauerwerk, die sich spiralförmig von oben nach unten hinzogen (Bild 1). Auf der ganzen Brückenlänge waren die Stirnmauern beidseits des Brückentroges in verschiedenen Höhenlagen abgeschert, und die gelösten Mauerstücke wiesen Verschiebungen bis zu 13 cm in horizontaler Richtung gegen das Kurvenäussere auf (Bilder 2 und 3). Die gemessenen Setzungen der Gewölbescheitel 1, 2 und 3 betrugen 22, 19 und 7 cm; das Gewölbe 4 hatte sich hingegen um 19 cm gehoben, während in den Gewölben 5 und 6 das Nivellement keine vertikale Bewegung ergab (Bild 2).

Die Ursachen dieser Veränderungen am Bauwerk sind in Geländebewegungen am rechtsseitigen Berghang zu suchen. Prof. Dr. J. Cadisch schliesst den Bericht seiner geologischen Untersuchung wie folgt: «Der Schmalztobel-Viadukt überbrückt die Grenzfläche zwischen der mächtigen Spondetschuttschmasse im Westen und dem festen Bündnerschieferfels des Gitzisteingebietes im Osten. Da die Rutschmasse sich in Bewegung befindet, ist der Viadukt weitgehend defekt geworden. Er ist durch die Zerstörung des vierten Bogens in zwei Segmente zerfallen, welche sich mehr oder weniger selbständig bewegen. Die im rutschenden Terrain fundierten Pfeiler weisen Setzungserscheinungen auf und sind teilweise wohl auch gedreht oder gekippt worden».

Rätselhaft ist heute noch die Art der Bewegung der abgescherten Stirnmauern. An vielen ähnlichen Objekten werden diese Stirnmauern als Folge der Wirkung der Zentrifugalkraft der Verkehrslasten, der Frosteinwirkung und des aktiven Druckes der Brückenfüllung brüchig. Die Tatsache, dass die bogeninnere Mauer sich gegen die Brückenaxe verschob (Bild 2), liess der Vermutung Raum, dass die beiden Stirnmauern ein horizontales Zwillingsgewölbe über die ganze Brückenlänge bilden

Die akute Gefahr des Ausbruchs einzelner Steine oder eines ganzen Kranzes am Gewölbe 4 führte dazu, dieses durch ein solides Lehrgerüst aus Fichtenholz, dimensioniert zur Aufnahme der ständigen und der Verkehrslasten, zu sichern. Dazu sollten vier äusserst stark dimensionierte Druckriegel aus Kantholz, eingebaut über den Gewölbekämpfern, dem Wandern des Pfeilers 3 gegen den Pfeiler 4 entgegenwirken (Bild 4). Acht kräftige Bauwinden erzeugten in den Druckriegeln eine Vorspannung. Als vorsorgliche Massnahme erhielt auch das Gewölbe 3 ein leichtes Lehrgerüst mit einer Gewölbeschulung, um allfällig losen Gewölbequadern ein Herausfallen zu verunmöglichen. Die Gewölbeöffnungen 1 und 5 wurden mittels je zwei parallel zur Bahnaxe gestellten, 30 cm starken Stützwänden aus Eisenbeton ausgefüllt (Bild 4). Unten auf ein verbreitertes Fundament aus Bruchstein-Mauerwerk abgestellt und oben satt der Gewölbeleibung angepasst, sollen diese Wände dem ganzen Objekt in der Längsrichtung eine grössere Steifigkeit verleihen und zur Entlastung der Fundamentpressungen der anschliessenden Widerlager und Pfeiler beitragen. Aus Gründen der Aesthetik war im Schmalztobel die Ausmauerung von zwei Gewölbeöffnungen ohne

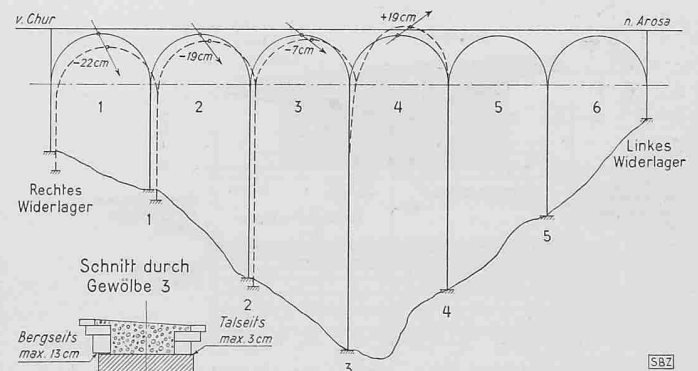


Bild 2. Schema der am Schmalztobel-Viadukt eingetretenen Verschiebungen

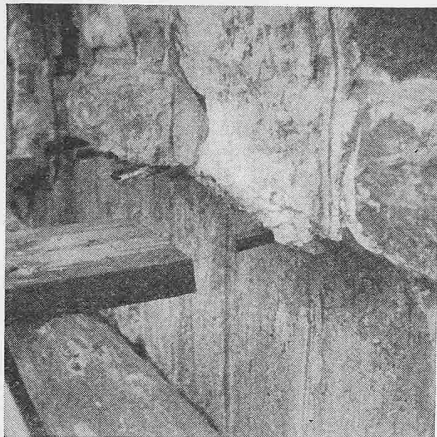


Bild 3. Das Stirnmauerwerk ist bis 13 cm aus der Gewölbe flucht verschoben

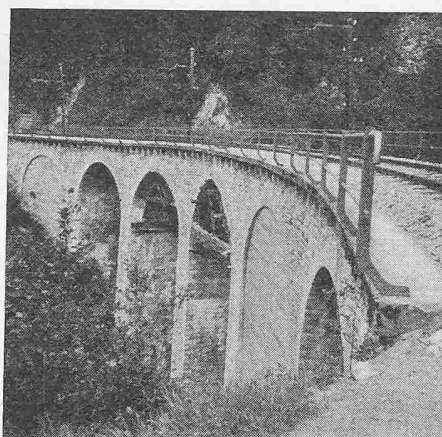


Bild 4. Lehrgerüst in den Öffnungen 3 und 4, Stützwand in den Öffnungen 1 und 5

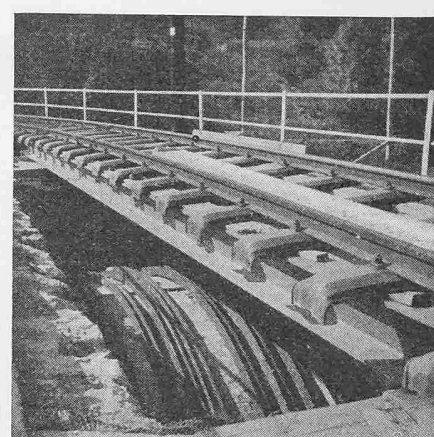


Bild 7. Schienenrost als Armierung über dem Gewölbe

Bedenken zu verantworten. Die Erfahrungen am benachbarten Glasaurer-Viadukt zeigten, dass mit diesen einfachen Konstruktionen die schönsten Ergebnisse erzielt werden.

Die lokale Entwässerung des Baugrundes erfolgte durch eine provisorische Fassung des Baches ungefähr 60 m oberhalb der Brücke und durch die Ableitung des Wassers mittels Holzkänneln gegen die Plessur. Gleichzeitig projektierten die kantonalen Organe eine Drainage hoch oben am Berghang im Anbruchgebiet der grossen Rutschmasse.

Die Beobachtungen während den folgenden sieben Jahren ergaben, dass sich die Bewegungen im westlichen Brückensegment durch die getroffenen Massnahmen verlangsamten und dass die vielen an den Riststellen angebrachten Siegel unbeschädigt blieben. Dies liess den Schluss zu, dass die beiden Brückenteile, jeder für sich, wieder als Ganzes arbeiteten.

Die endgültige Rekonstruktion konnte an die Hand genommen werden. Ohne Unterbrechung des Bahnverkehrs erfolgte nun auf der ganzen Brückenlänge der Abbruch der teilweise stark beschädigten Stirnmauern, parallel dazu der Aushub des Einfüllmaterials über den Gewölben und Pfeilern sowie die nachträgliche Ausfüllung des Brückentroges (Bilder 5 und 6) mittels Beton und nachheriger Bruchsteinverkleidung. Der dabei eingehaltene Bauvorgang ist im nächsten Kapitel näher beschrieben. Der leicht armierte Beton über den Pfeilern und ein Rost aus Eisenbahnschienen, der der Form der oberen Gewölbeleibung angepasst ist (Bild 7), dürften zusammen mit den Gewölben einen möglichst starren Riegel bilden.

Das Gewölbe 4 wurde ganz abgebrochen und aus Beton-Molloni PC 400 kg neu erstellt, wobei ein Bleigelenk im Gewölbescheitel die ungehinderte Drehung der beiden Brückensegmente ermöglicht (Bilder 8 bis 11). Drei Zangen aus Stahlstangen senkrecht zur Brückenlängsaxe, satt der oberen und unteren Gewölbeleibung angepasst, wirken der Weiteröffnung der Längsrisse im Gewölbe 3 entgegen. Bemerkenswert ist noch das leichte Baugerüst links und rechts der Brücke, mit der konsolartigen Konstruktion der zweistöckigen Gehstege.

Die total aufgewendeten Kosten für Studien, sämtliche Bauarbeiten in den Jahren 1941 bis 1950, Gleis-Unterfan-

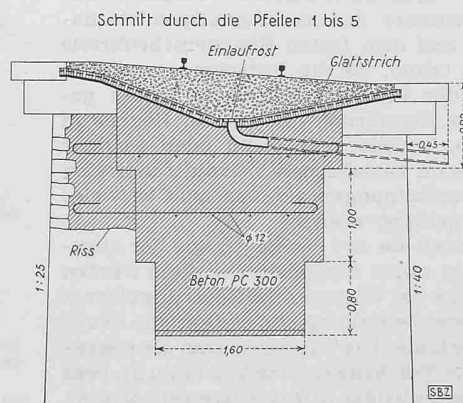
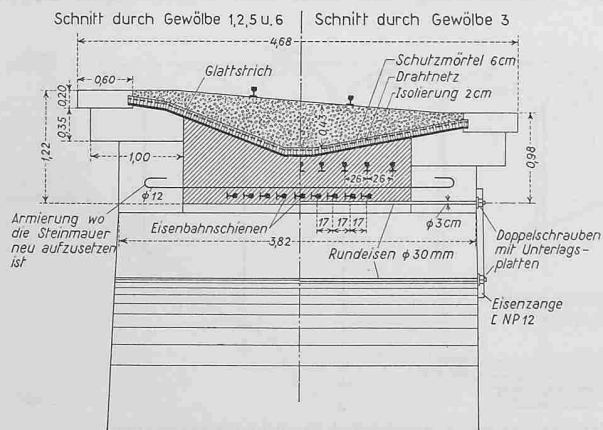
gungen, provisorische Sicherungen der Gewölbe, Materialtransporte, Einschotterung der Gleise, Bahnwachen, Drainagen usw. betrugen 87 175 Fr. oder 1410 Fr. pro Laufmeter der reparierten Brücke.

Der Peistertobel-Viadukt

Rund 300 m oberhalb der Station Peist befindet sich der aus Bruchstein-Mauerwerk erbaute Peistertobel-Viadukt. In allen Beziehungen weist er grosse Ähnlichkeit mit dem Schmalztobel-Viadukt auf. Er hat folgende Hauptmasse: Ganze Länge 67,22 m, sechs gemauerte Gewölbe aus Betonquadern von je 8 m Lichtweite, Längsaxe gekrümmt mit Radius 60 m, Steigung der Nivelette 20‰ (Bild 13). Das von Nord nach Süd geöffnete Peistertobel, oft auch Farbtobel genannt, ist eine typische Erosionsrinne im Moränengebiet, die sich bald nach links und bald nach rechts der Bachsohle erweitert. Schon an der Oberfläche der Talflanken sind die ausgedehnten Rutschzonen zu erkennen: Wülste im Humus, kahle Runsen, frische Rufen, geneigte Bäume, Risse an den Hochbauten des Dorfes Peist und ein grosses Schotterdelta vor der Einmündung des Seitenbaches in die Plessur. Das westliche Widerlager und die drei ersten Pfeiler liegen in der Stirnzone der grossen Rutschmasse unter dem Dorfe Peist, doch widerstehen sie der kriechenden Erdmasse. Pfeiler 4 ruht auf einem freistehenden Felsvorsprung, während Pfeiler 5 und das östliche Widerlager vermutlich auf Moräne abgestellt sind. Eine Wasserader, die wenige Meter unter dem Widerlager 2 zu Tage tritt, dürfte auf der Berührungsfläche zwischen dem nach Osten eintauchenden Bündnerschiefer und der darüberliegenden Moräne das unerwünschte Schmiermittel bilden.

Zerstörungen an der Brücke traten im Jahre 1948 auf in Form starker Rissbildungen an der Unterseite der Gewölbe 5 und 6. Während sich im Gewölbe 5 in wenigen Wochen ein ausgeprägter Diagonalriss bildete, der sich rasch erweiterte, beobachtete man am Gewölbe 6 das Entstehen von Längs-, Quer- und Schrägrissen, die aber nicht beängstigend wirkten. Der stark sich öffnende Diagonalriss schuf die Möglichkeit, dass ein Teil des Gewölbe-Mauerwerkes sich löse,

weshalb eine ständige Beobachtung des Bauwerkes und ein rascher Entschluss über die zu treffenden Massnahmen sich aufdrängten. Nach Prüfung verschiedener Varianten entschied man sich für die lokale Reparatur der Gewölbe 5 und 6. Der Aushub des Schotterbettes und der Steinpackung über den Gewölben sowie über den Pfeilern 4 und 5 und dem Widerlager 2 erlaubte es, den genauen Verlauf der



Bilder 5 und 6. Schmalztobel-Viadukt. Querschnitte durch den Brückentrog, 1:80

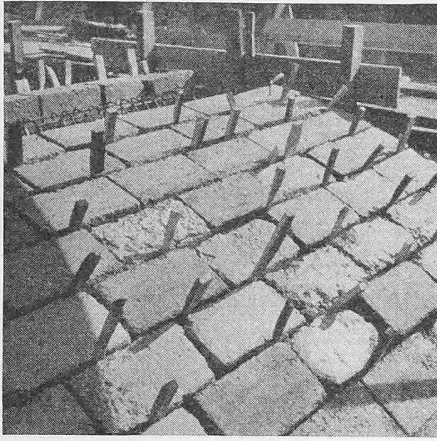


Bild 8. Rekonstruktion des Gewölbes 4 in Beton-Molloni

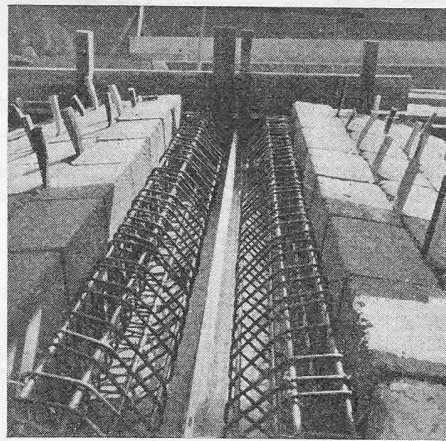


Bild 9. Armierung des Gelenkes im Gewölbescheitel 4

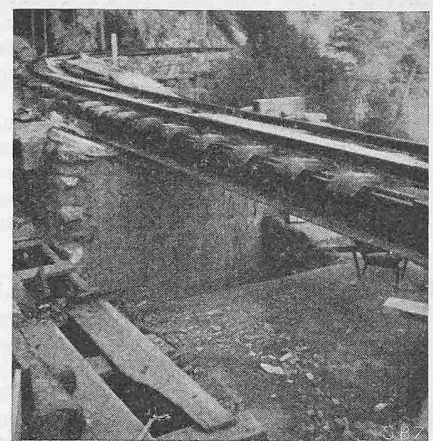


Bild 12. Notbrücke auf dem Peistertobel-Viadukt

Risse aufzuzeichnen. Nach gründlicher Reinigung des Gewölberückens und dem Entfernen der alten, stark beschädigten Dachpappe-Isolierung erhielt auch das Gewölbe 5 drei starke Zangen, die Längsverschiebungen im Diagonalriss verunmöglichen. Die Risse selbst wurden sorgfältig gereinigt und dann ausgegossen. Durch den Einbau eines äusserst starken Rostes aus Eisenbahnschienen, die in der Längsrichtung genau der Krümmung des Bogens folgen, sowie von je 7 Schienenabschnitten quer zur Gewölbelängsaxe ist einerseits die feste Verbindung zwischen dem Gewölbe und dem betonierten Ueberbau gesichert und andererseits die Rissbildung im homogen wirkenden Brückenaufbau praktisch ausgeschlossen. Wie schon erwähnt, ist das Brückeninnere mit Beton PC 300 ausgefüllt, wobei die noch gut erhaltenen Stirnmauern den Einbau von Schalungen erübrigten. Zur Aufnahme allfällig auftretender Zugkräfte im Beton des Gewölbeüberbaues dient eine Armierung aus 9 Eisenbahnschienen unter dem Schottertrug. Das Oberflächenwasser wird unter dem Schotter in der einseitig geneigten Brückenlängsaxe gesammelt und durch je ein radial zu den Gewölben eingesetztes Zementrohr abgeleitet.

Die ganze Reparatur erfolgte nach der bewährten Methode der Erstellung von 2m breiten Pfeilern aus Beton PC 300 über den Zwickeln der Gewölbe in der Verlängerung der Brückenpfeiler-Axen. Unter den eisernen Schwellen des Bahngleises wurden Balken aus Rundholz eingezogen zur Ueberbrückung der rd. 3m breiten Aushuböffnungen für den Bau der Pfeiler. Nach Abwarten der nötigen Abbindezeiten wurden auf die Pfeilerköpfe je zwei Differdingerträger Profil 36 verlegt, als Notbrücken über die 7,5m weiten Öffnungen über den Gewölben (Bild 12). Das Gleis ruhte unmittelbar auf diesen Trägern, unter denen sich die Bauarbeiten ohne Störung des Bahnverkehrs genau nach Programm abwickelten. Gerüste sind bei diesem Bauvorgang nicht nötig.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte man der Isolierung des Brückentrog. Nach einem Voranstrich der Betonober-

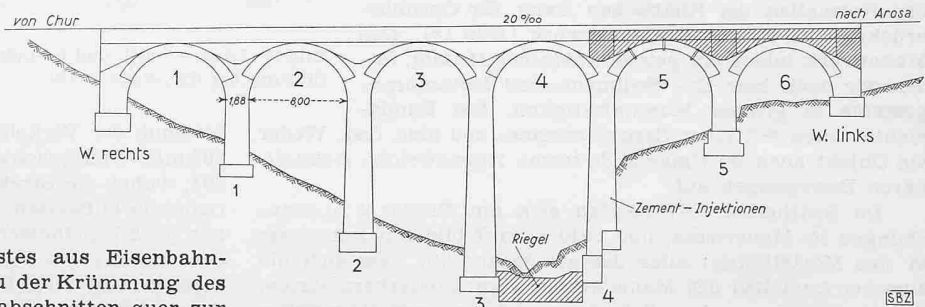


Bild 13. Peistertobel-Viadukt, Uebersicht 1:600, neue Teile schraffiert

fläche mit teerfreier Masse wurden zwei Lagen Jutegewebe mit Zwischen- und Deckanstrich angebracht. Darüber kam eine 6cm starke Mörtelschicht mit Drahtnetzeinlage und zu oberst ein Zement-Glattstrich. Bei solchen Isolierarbeiten sind besonders die Anschlüsse zwischen den Deckplatten und dem Betonaufbau und die Anschlüsse bei den Entwässerungsrohren sorgfältig auszuführen.

Eine starke Sperre, erstellt in der Bachsohle aus Beton PC 250 mit behauener Granitquader-Verkleidung erfüllt den doppelten Zweck, einerseits der Erosion in der Nähe des Viaduktes entgegenzuwirken und andererseits einen starken Druckriegel zwischen den Fundamenten der Pfeiler 3 und 4 zu bilden. Dieser Umbau ist erst abgeschlossen nach Einbau weiterer Sperren unter- und oberhalb der Brücke, der Drainage des östlichen Talhanges oder der Sicherung dieses Hanges durch ein Längswuhr. Die Kosten des Umbaus im Jahre 1950 belaufen sich auf 24 000 Fr. oder auf 1100 Fr. pro Laufmeter der verstärkten Brücke.

Ergänzend sei noch berichtet, dass schon im Jahre 1935 der Pfeiler 5 dieses Objektes einer Reparatur bedurfte. Am Pfeiler bildeten sich in mittlerer Höhe deutliche Ausbauchungen, da der Verband des Mauerwerkes Mängel aufwies und der Mörtel jede Festigkeit verloren hatte. Zur Behebung dieser recht unangenehmen Erscheinung wurden allein in

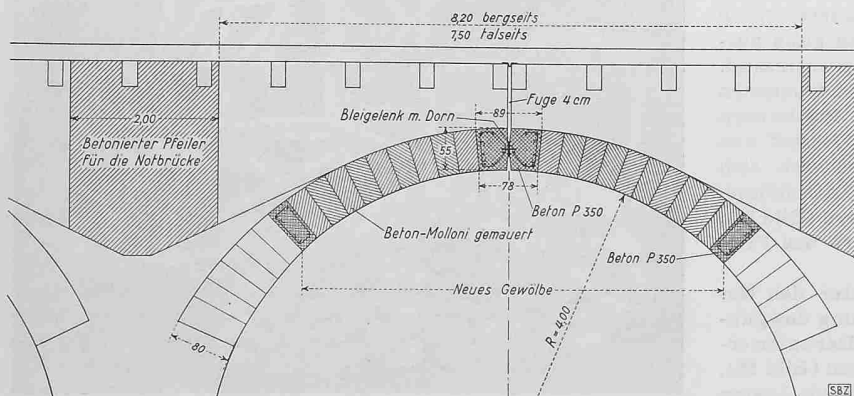


Bild 10. Schmalztobel-Viadukt, Rekonstruktion von Gewölbe 4, 1:100

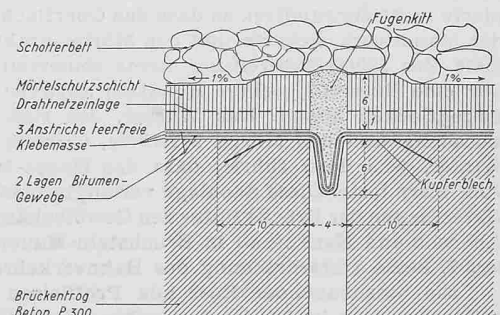


Bild 11. Fuge im Fahrbahntrog über Gewölbescheitel 4, Masstab 1:8

diesen Pfeiler über 1000 Sack Portlandzement an 85 verschiedenen Stellen injiziert, um den inneren Verband des Mauerwerkes wieder sicherzustellen. Am Mauerwerk traten seither keine ausserordentlichen Deformationen mehr auf.

Einen fast gleichen Umbau erfuhr auch der Geisseggen-Viadukt, nur 100 m oberhalb dem Peistertobel-Viadukt, doch sei, um Wiederholungen zu vermeiden, auf einen ausführlichen Beschrieb dieser an und für sich auch interessanten Reparatur verzichtet.

Die Bahnüberführung bei Km. 21,900

Mitten in den Kehren der Bahnentwicklung oberhalb der Station Litzirüti verbindet diese Ueberführung zwei rd. 9 m hohe Dämme. Die gemauerte Brücke zählt vier Gewölbe aus Beton-Molloni zu je 8 m Lichtweite, wobei unter dem ersten Gewölbe die Hauptstrasse nach Arosa durchführt. Die Brückenlängsaxe liegt im Gefälle von 60 ‰ und in einer Kurve von 60 m Radius. Die Konstruktion entspricht den Normalien der Rhätischen Bahn für Gewölbekonstruktionen aus Bruchstein-Mauerwerk (Bild 18). Das Mauerwerk bildet ein petrographisches Mosaik, finden wir doch hier Ur-, Sediment- und Metamorphgesteine in grosser Mannigfaltigkeit. Die Fundamente ruhen auf einer Bergsturzmasse und sind fest. Weder am Objekt noch im Umgebende traten irgendwelche feststellbaren Bewegungen auf.

Im Spätherbst 1947 zeigten sich am Pfeiler 2 Ausbauchungen im Mauerwerk, und bald darauf bildeten sich Risse in den Mörtelfugen; alles deutete darauf hin, dass sich die äusseren Lamellen des Mauerwerkes vom Pfeilerkern lösten, was natürlich zu einer Schwächung des ganzen Bauwerkes führte. Angesichts der vorgerückten Jahreszeit war es nicht angezeigt, in dieser Höhe von 1500 m ü. M. noch eine Baustelle zu eröffnen, weshalb als erste vorsorgliche Massnahme der Pfeiler 2 auf seiner ganzen Höhe kräftig einbandagiert wurde. Fünf Bandagen, bestehend aus je zwei Eisenbahnschienen und je einem Rundeisen $\varnothing 45$ mm mit Gewinden zum Spannen drückten den Rost aus senkrecht gestellten Eichenschwellen gegen den Pfeiler, was weitere Ausbauchungen ausschloss. So blieb der Pfeiler über den Winter stehen. Andere Schäden wies die Brücke nicht auf, ausser einem unbedeutenden Riss längs den Gewölbekränzen in den Brückenöffnungen 2 und 3. Solche Risse sind aber keine seltene Erscheinung und waren hier vermutlich keine Folge der Beschädigungen des Pfeilers 2.

Die Wiederherstellung des schadhaften Mauerwerkes sollte durch Abbruch schmaler Lamellen und dem sofortigen Wiederaufbau erfolgen, wobei die geschwächte Pfeilerpartie jeweils mittels Stützen gesichert worden wäre. Diese Methode hätte den Umbau des Pfeilers ohne gänzliche Lösung der Bandagen gestattet. Als nun aber die ersten Steine des Mauerwerkes gelöst wurden, zeigte es sich, dass der Pfeilerkern praktisch keine Festigkeit mehr aufwies, da er aus losen Steinen, eingebettet in ein Sandgemisch, bestand. Der vorgesehene Abbau des Pfeilers in Lamellen war angesichts dieser Feststellung ausgeschlossen. Die nähere Untersuchung des Pfeilerinneren ergab, dass die einzelnen Steine unregelmässig in Mörtel verlegt worden waren, wobei der Verband jedoch fehlte. Die Isolierung auf den Gewölben war mangelhaft, und auch der Wasserabzug über dem Pfeiler funktionierte nicht einwandfrei, so dass das Oberflächenwasser durch das Mauerwerk sickerte und den Mörtel praktisch ganz auflöste. Zur Mörtelzubereitung diente seinerzeit Serpentin sand, der eine äusserst geringe Kohäsion aufweist und trockenen Seifenflocken ähnelt. Das Wasser, das sich im Pfeilerkern sammelte und den Mörtel zerstörte, vereiste im Herbst und Winter, was dazu führte, dass das Haupt-Mauerwerk sich vom Kern löste. Diese Sachlage verlangte rasche Entschlüsse: Unterfangen der Brücke unter den Gewölbekämpfern (Bild 14), Abbruch und Neuaufbau in Bruchstein-Mauerwerk des Pfeilers 2, keine Unterbrechung des Bahnverkehrs.

Ein einzubauender Rost aus Profileisen unter den Gewölbekämpfern im Pfeiler 2 erlaubte die Abstützung des ganzen mittleren Brückenteiles auf ein Holzgerüst. Darunter erfolgte der Abbruch des Pfeilers und dessen Neuaufbau (Bild 15). Die rechnerischen Untersuchungen ergaben folgende Lasten und Kräfte: Eigengewicht und Verkehrslast 335 t; Horizon-

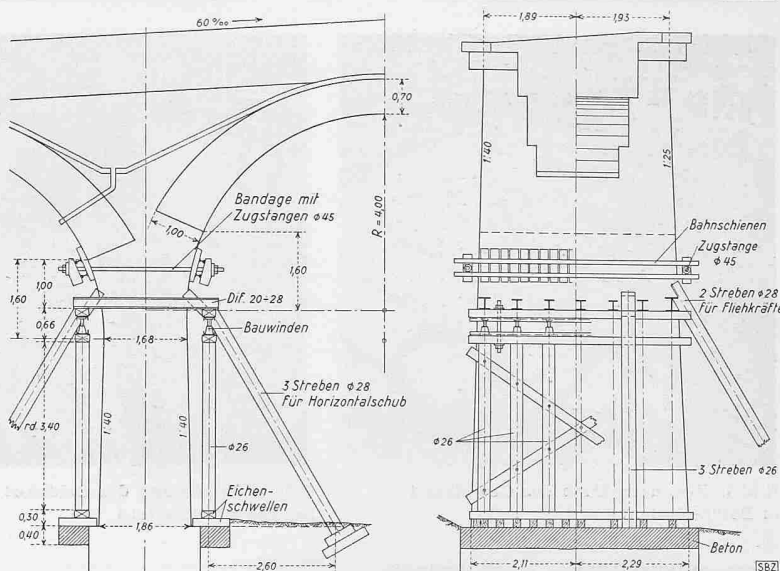


Bild 14. Längsschnitt und Grundriss des schadhaften Pfeilers 2 der Bahnüberführung bei Km. 21,900, 1:150

talschub der Verkehrslast 30 t; Zentrifugalkraft bei maximal 20 km/h Fahrgeschwindigkeit 2,15 t; Strebenkraft einseitig 60 t, wobei die Streben eine Neigung von 60° gegen die Horizontale aufweisen. Nach dem Stellen der Ständer, bestehend aus je 8 Rundhölzern $\varnothing 26$ bis 30 cm und den dazugehörigen Lagern am Fuss und am Kopf, sowie nach Einbau der Streben und aller Diagonal- und Querverstrebungen begann der sorgfältige Abbruch des Pfeilerkopfes zum Einziehen der einzelnen Differdingerträger. In der Reihenfolge: äusserste, mittlere und dann symmetrisch von aussen nach innen wurde Träger um Träger eingezogen und nach satter Betonierung des Hohlraumes zwischen dem oberen Flansch und dem alten Mauerwerk mittels Bauwinden kräftig vorgespannt (Bild 16). Das Durchbrechen des Mauerwerkes bot seiner Qualität entsprechend keine Schwierigkeiten. Eine Bandage satt unter den Gewölbekämpfern sollte allfälligen Rissbildungen im Pfeilerkopf entgegenwirken. Nach dem Einbau dieser Träger und der Abstützung auf die Holzkonstruktion erfolgte nun

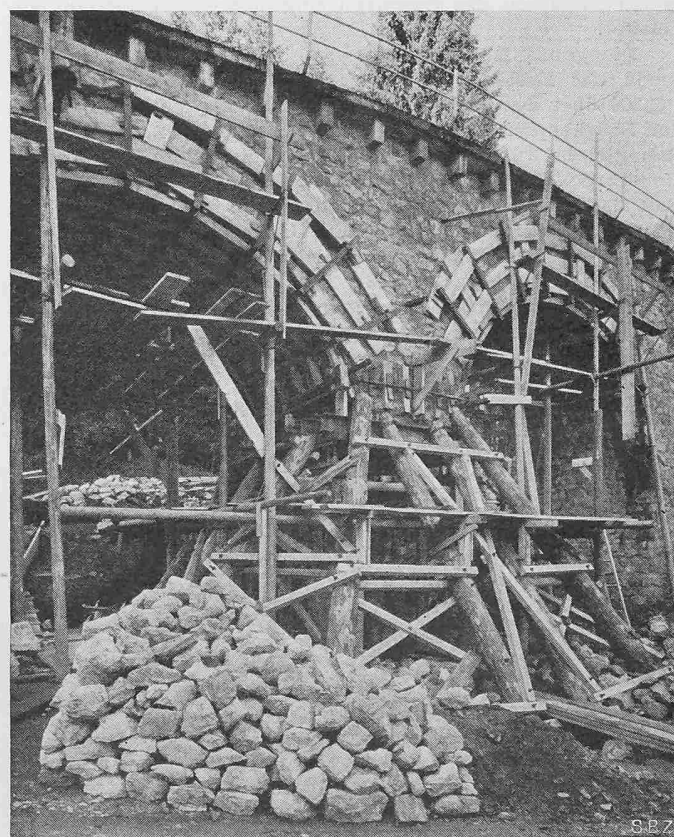


Bild 15. Pfeiler 2 abgebrochen, Brücke auf Gerüst abgestützt

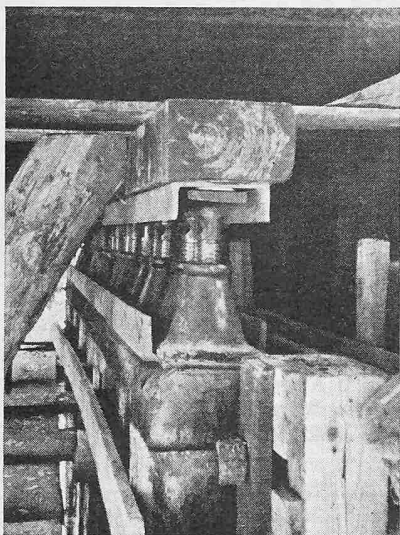


Bild 16. Mittels je 14 Bauwinden auf jedem Ständer wurden die horizontalen Träger vorgespannt

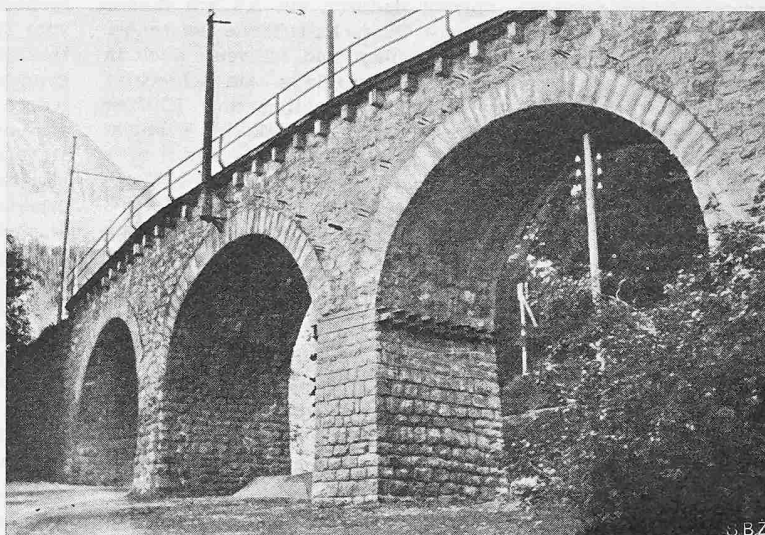


Bild 18. Die Bahnüberführung nach Vollendung der Reparatur

der totale Abbruch des Pfeilers bis auf die noch gut erhaltenen Fundamente (Bild 17), wobei keine feststellbaren Setzungen auftraten. Bei langsamfahrenden Zügen waren weder auf der Brücke noch am Stützgerüst ausserordentliche Schwingungen oder Setzungen wahrzunehmen; bei rasch fahrenden Zügen traten leichte seitliche Schwingungen im oberen Brückenteil auf.

Der Aufbau des Pfeilers in Stampfbeton PC 250 kg mit Verkleidungsmauerwerk, wobei Mauersteine aus dem Steinbruch Campi bei Sils i. D. zur Verwendung gelangten, sowie der Anschluss an das alte Mauerwerk und die T-Träger boten keine Schwierigkeiten. Die genaue Beobachtung der Nivelette vor, während und nach dem Abbruch des Mauerwerkes sowie nach der Abstützung der Gewölbe auf den neuerstellten Pfeiler (Bild 18) und der Entlastung des Gerüsts ergab, dass keine mit dem Nivellierinstrument messbaren Setzungen oder Bewegungen auftraten. Auch am Bauwerk selbst entstanden weder Risse noch Deformationen. Ähnlich wie an den übrigen schon beschriebenen Viadukten wurde auch bei

dieser Ueberführung der Hohlraum zwischen den Stirnmauern des Brückenaufbaues mittels Magerbeton ausgefüllt und der Schottertrog isoliert.

Die Kosten des Pfeilerumbaus, sämtliche Gerüstungen eingeschlossen, ausgeführt zu den üblichen Regieansätzen, betrugen 19 573 Fr.

Die Tiefbauarbeiten am Schmalztobel-Viadukt führte die Firma C. Marazzi & Co., Arosa, aus, diejenigen am Peistertobel-Viadukt und an der Bahnüberführung die Bauunternehmung J. Caprez, Arosa.

MITTEILUNGEN

Das Kraftwerk Péyrat-le-Château, etwa 40 km östlich Limoges im Einzugsgebiet der Maulde (Nebenfluss der Vienne) gelegen, weist einige interessante Einzelheiten auf. In dem stark modulierten Granitgebirge werden auf etwa 700 m über Meer die Abflüsse verschiedener Bäche zusammengeführt und in das Becken von Vassivière (Stauraum 130 Mio m³) geleitet. Es waren dazu zwei kleine Staudämme sowie Kanäle und Stollen von zusammen etwas über 3 km Länge zu erstellen. Eine 16 m hohe Talsperre ist bei Chammet als Steindamm mit wasserseitiger Betonverkleidung zur Ausführung gelangt. Ein zweiter Talabschluss bei Faux-la-Montagne ist als stark armierte Reihengewölbemauer ausgebildet, die durch die Feinheit ihrer Konstruktion auffällt. Bei einer grössten Höhe von 17 m und einer Kronenlänge von 130 m wurden für ihren Bau nur 1450 m³ Beton benötigt. Sie ist der 1926 erstellten Umfassung des Ausgleichbeckens von Marécottes (Kraftwerk Vernayaz) bis in die Einzelheiten nachgebildet worden. Hier sind die schrägen Gewölbe bei etwa gleicher Wandstärke von 8 bis 14 cm Dicke 6,4 m weit gespannt (bei Marécottes 4,6 m), und zwar wurden sie auf eine innenseitige Schalung in mehreren Schichten gunitiert. In den erwähnten Stauhaltungen, die gleichzeitig als Hochwasserschutzbecken dienen, können zusammen ungefähr 4 Mio m³ Wasser für die Energiegewinnung in einem kleinen Nebenkraftwerk ausgenützt werden. In diesem ist eine Maschinen-Gruppe mit vertikalaxiger Francisturbine installiert, die eine Leistung von 2300 kW aufweist. Bei einem Bruttogefälle von 35,5 m schluckt die Turbine 8 m³/s. Zum Hauptkraftwerk gehört der Stausee von Vassivière mit einem Nutzinhalt von 103 Mio m³, hervorgerufen durch den Bau einer 30 m hohen Gewichtsmauer, für die 70 000 m³ Beton eingebracht werden mussten. Der anschliessende rd. 2,6 km lange Druckstollen hat einen Innendurchmesser von 3,55 m und ist durchgehend 20 cm stark mit Beton ausgekleidet, für den wegen des erheblichen Andranges aggressiver Wässer während der Bauzeit Spezialzement verwendet werden musste. Die ganz eingedachte Druckleitung geht in ihrem untersten, 140 m langen Teil in einen Druckschacht über, da die Zentrale etwa 70 m tief unter dem Boden in einer Kaverne untergebracht ist. Sie ist durch einen 400 m langen Schrägschacht mit dem freistehenden Kommandogebäude verbunden. Diese Anordnung hat sich für die vollständige Ausnützung des verfügbaren Gefälles als



Bild 17. Bauzustand nach dem Abbruch des Pfeilers, Innenbild