

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 128 (2002)
Heft: 45: Bernina - Bankok

Artikel: Die Brücke aus der Kiste: mit einer in Rekordzeit zusammengebauten Militär-Notbrücke wird die Sommersaison der Rhätischen Bahn gerettet
Autor: Rota, Aldo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80502>

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

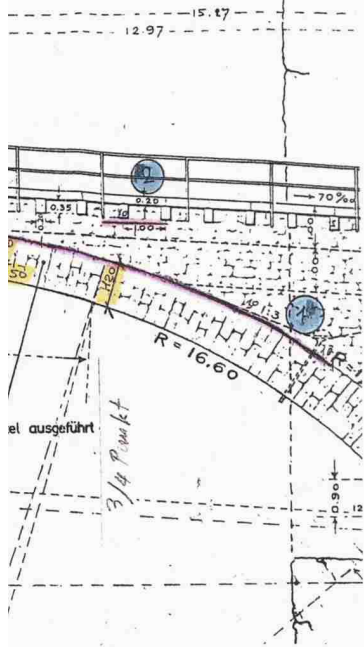
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

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: 01.04.2025

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



1

Linke Seite: Rissaufnahme bergseits vom September 2001. Die beobachteten Risse sind auf der Kopie eines Originalplans aus dem Erstellungsjahr 1908 eingetragen (Bilder: Rhätische Bahn)



2

Ansicht vom Widerlager Seite Bernina. Die Anhebung des Bogens in Brückenmitte infolge mit dem Hang talwärts rutschender Widerlager ist deutlich erkennbar

was zu unzulässigen Spannungskonzentrationen führt. Zudem besteht auf beiden Seiten der Brücke ein langer Riss zwischen Gewölbe und Aufmauerung.

Die statische Überprüfung der Natursteinbrücke erfolgt einerseits mit einer Stabstatik und andererseits mit einem Scheibenmodell. Auch mit gegenüber der Norm SIA 160 reduzierten Lastfaktoren für Eigenlasten, Auflasten und Bahnlasten ergeben sich stark exzentrisch wirkende Druckkräfte und entsprechende klaffende Risse auf bis zu 50 % der Bogenhöhe. Eine normgemässe Tragsicherheit wird nicht mehr erreicht, die im Stahl- und Betonbau üblichen Partialsicherheiten auf den Eigen- und Nutzlasten können bei weitem nicht mehr eingehalten werden. Aufgrund der beobachteten Schäden und der durchgeführten Überprüfungen steht Mitte 2002 ausser Zweifel, dass die Brücke Cavagliasco II zur Gewährleistung der Betriebssicherheit nach der Sommersaison ersetzt oder verstärkt werden muss.

Die Situation wird kritisch

Als Sofortmassnahmen (Ausführung am Ende der Sommersaison), die zumindest eine Restnutzungsdauer von etwa fünf Jahren ermöglichen sollen, werden drei Möglichkeiten untersucht:

- Verstärkung der bestehenden Brücke durch einen trogförmigen, mit dem Mauerwerk verübelten, bewehrten Spritzbetonmantel.
- Abstützung der bestehenden Brücke auf ein Lehrgerüst aus zwei Stahlfachträgern, die direkt vor den Bogenkämpfern fundiert werden. Dieses Lehrgerüst kann bei Versagen der bestehenden Brücke deren Eigenlast, die Auflasten und die Bahnlasten übernehmen.
- Abbruch der bestehenden Brücke und Ersatz durch eine Stahl-Hilfsbrücke.

Als optimale und rasch realisierbare Lösung kristallisiert sich eine einfach gelagerte Stahl-Balkenbrücke mit höhenverstellbaren und auswechselbaren Lagern heraus. Im Hinblick auf die Ausführung im Herbst wird Mitte Jahr mit der Projektierung begonnen. Es ist geplant, durch eine Vergrößerung der Spannweite auf 48 m das Widerlager Seite Bernina in einen stabileren Hangbereich zu legen.

Als Alternative zur Erstellung einer neuen Stahlbrücke wird zu diesem Zeitpunkt von RhB-Mitarbeitern der Einsatz einer Militär-Notbrücke aus dem 2. Weltkrieg ins Spiel gebracht. Man erinnert sich an ein Exemplar, das in einem Lager in Castrisch bei Ilanz eingemottet sein soll.

Entscheidung in der Krise

Im Rahmen der intensivierten Überwachung der Betriebssicherheit wird in der Nacht vom Donnerstag, 11. Juli 2002, bei einer Risskontrolle eine deutliche Zunahme der Schädigung der Tragkonstruktion gegenüber der im September des Vorjahres durchgeführten Zustandsaufnahme festgestellt. Insbesondere wird eine bedeutende Zunahme der Weite der Trennrisse zwischen Bogen und Aufmauerung und eine weitere Auflockerung der Aufmauerung mit Zerstörung einzelner Steine beobachtet. Die Veränderungen werden als so gravierend beurteilt, dass die Applikation von Rissesiegeln und die geodätische Überwachung der Brücke und der angrenzenden Schluchtflanken umgehend angeordnet wird. Zu diesem Zeitpunkt wird erstmals eine Sperrung der Brücke in Erwägung gezogen.

In der Nacht von Freitag, 12. Juli, werden an den grösseren Rissen Kontrollriegel angebracht. Am Samstagabend, 13. Juli, ergibt deren Überprüfung den alarmie-

renden Befund, dass im problematischen Bereich der Brücke drei Siegel gerissen sind. Am Sonntag, 14. Juli, ist ein weiteres Siegel gerissen. Bei Zugsauffahrt von oben werden relevante Querschnittsverformungen unter dynamischer Last beobachtet. Am nächsten Tag beurteilen Projektverfasser und Prüfenieur das Risiko eines Einsturzes als zu gross. Der Gesamtprojektleiter entscheidet, den Bahnbetrieb am 15. Juli um 17 Uhr einzustellen.

Die Lösung konkretisiert sich

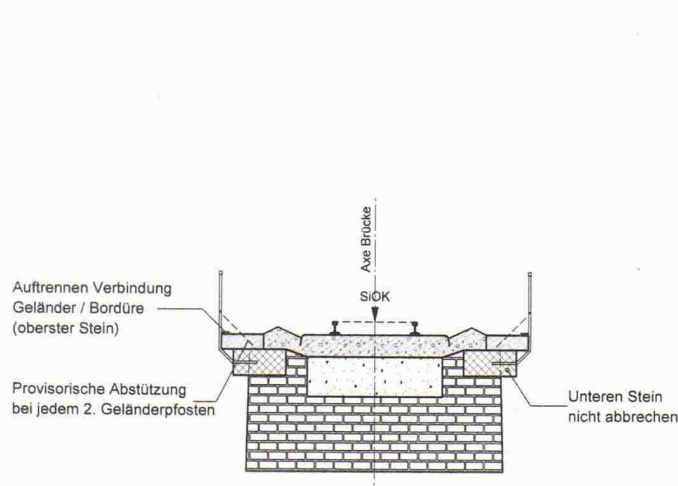
Da Planung und Produktion der vorgesehenen Ersatzbrücke zu viel Zeit in Anspruch nähmen, wird beschlossen, die Variante mit der Militär-Notbrücke zu prüfen. Am 16. Juli wird die in Castrisch eingelagerte Armeebrücke Modell 1936 inspiziert. Das Material ist vollständig vorhanden, vor Korrosion geschützt und in einsatzfähigem Zustand. Als Glücksfall erweist sich, dass bereits im Jahr 1993 eine Brücke dieses Typs in Erstfeld erstellt worden ist. Die entsprechenden Montagepläne und die Tragfähigkeitsberechnungen über die benötigte Spannweite von 48 m sind verfügbar. Da die Tragsicherheit damals für SBB-Normalspurlasten nachgewiesen wurde (siehe weiter unten), ist keine Nachrechnung für die wesentlich geringeren Lasten der RhB-Meterspur erforderlich. Der lokale Verkehr wird nach der Sperrung mit Autobussen aufrechterhalten, die zwischen dem Bahnhof Poschiavo im Süden und einem Niveauübergang unterhalb Cadera im Norden der gesperrten Brücke pendeln. Die Schnellzüge werden durch einen Busbetrieb zwischen Pontresina und Poschiavo oder Tirano ersetzt. Lastwagen wickeln den Güterverkehr ebenfalls über die Bernina-Passstrasse ab.

Alte Brücke als Lehrgerüst

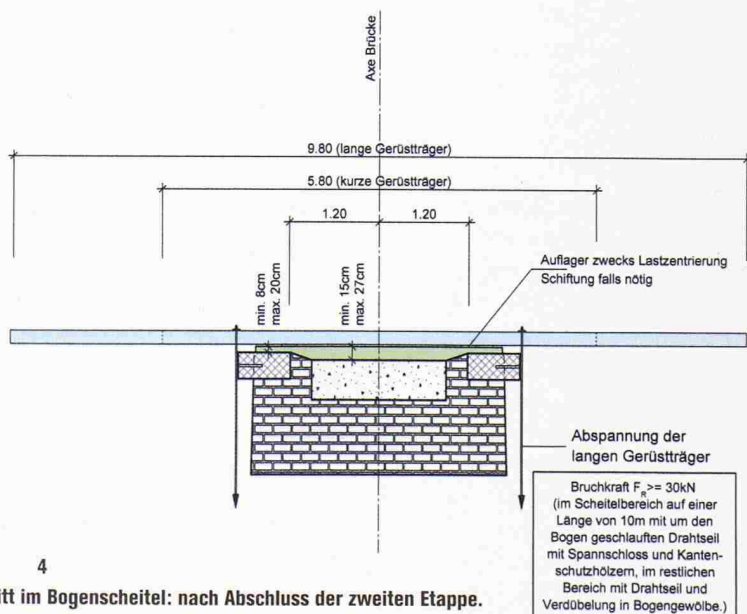
Am 17. Juli beginnt die Demontage der Gleise und der Fahrleitungen im Brückenbereich, gefolgt von Rodungs- und Felssicherungsarbeiten bei Widerlagern und Brückenden. Einen Tag später wird mit dem Felssabbau zur Vergrößerung des Lichtraumprofils für

die neue, längere Brücke begonnen. Am 19. Juli erfolgt der probeweise Zusammenbau eines Brückenelements in Castrisch. Am 20. Juli werden als Sicherungsmassnahme und zur Vergrößerung des Lichtraumprofils Felssprengungen vorgenommen. Am 24. Juli beginnt der gestaffelte Transport von rund 130 t Brücken-Einzelteilen von Castrisch zur Baustelle. Da diese für Fahrzeuge nicht zugänglich ist, werden auch alle anderen Material- und Personaltransporte durch die RhB und, in geringerem Ausmass, per Helikopter ausgeführt. Insgesamt werden rund 250 t Material auf dem Schienenweg zur Baustelle transportiert. Am 28. Juli wird die automatische geodätische Überwachung der Bogenbrücke aufgenommen. Von zwei Standorten aus werden mit Hilfe motorisierter Roboter-Tachymetern die Koten von insgesamt 16 Messpunkten im Halbstundenrhythmus mit einer Genauigkeit von 0,1 mm gemessen. Damit ist sichergestellt, dass bei unzulässigen Verformungen der bestehenden Brücke die Bauleitung sofort informiert würde. Während der gesamten Montagezeit tritt jedoch kein derartiger Alarmfall ein. Der Bauablauf sieht vor, die Ersatzbrücke direkt auf der stillgelegten Steinbogenbrücke zusammenzubauen und Letztere anschliessend abzureissen (Bilder 3 bis 8). Als Unterlage für die Montage der Stahl-Fachwerkbrücke giesst man auf der Steinbogenbrücke vorgängig eine ebene Betonplatte. Darauf wird ein breiterer Stahl-Trägerrost mit Holzbeplankung und seitlichen Arbeitsgerüsten aufgelegt und darauf die neue Brücke aus den Einzelteilen zusammenschraubt. Parallel dazu werden neue Widerlager betoniert, wobei das nordöstliche in einen Bereich mit stabilem Felsuntergrund zurückverlegt wird (Bild 9). Die Brückenlänge erhöht sich dadurch von ursprünglich 35 m auf rund 42 m.

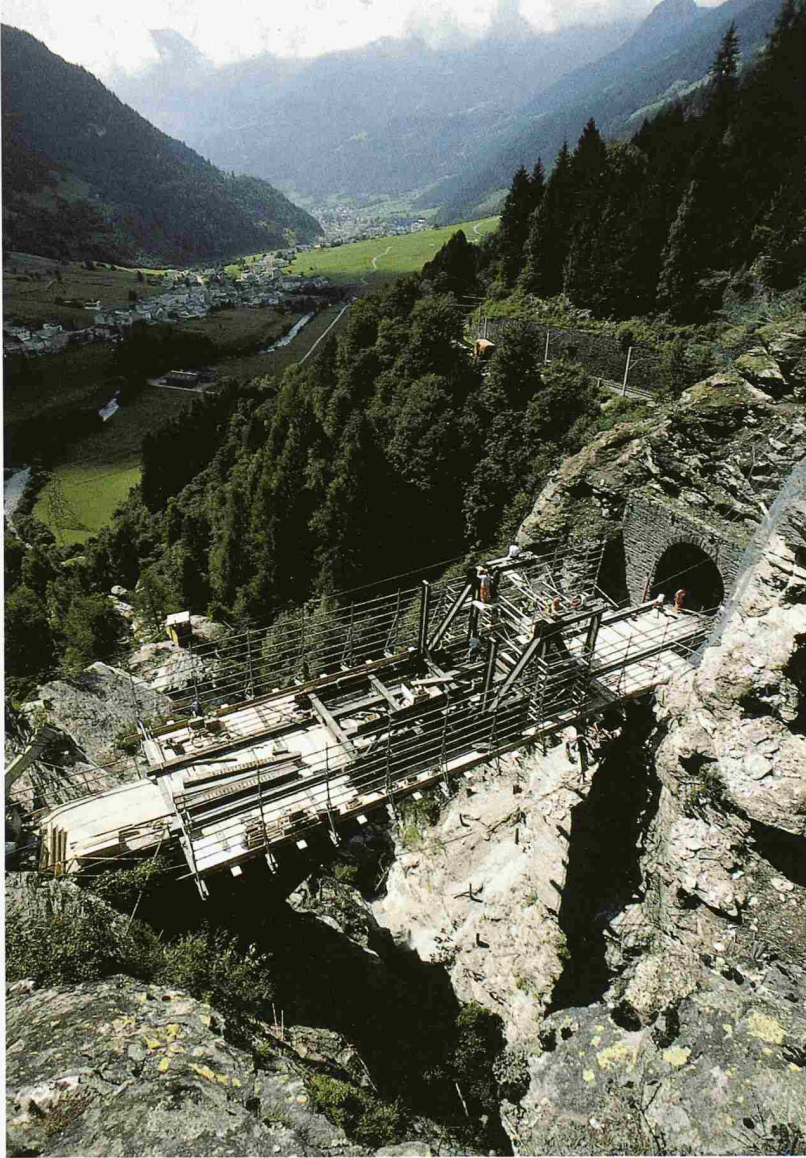
Während der Montage wird rund um die Uhr gearbeitet, zeitweise sind über 50 Personen gleichzeitig im Einsatz. Es müssen rund 15 000 Schrauben, die Mehrzahl davon Passschrauben, mit einem Gesamtgewicht von rund zehn Tonnen eingesetzt und angezogen werden (Bild 10).



3
Querschnitt im Bogenseitel. Erste Etappe des Bauablaufs mit Sicherungsmassnahmen. Mst. 1:100

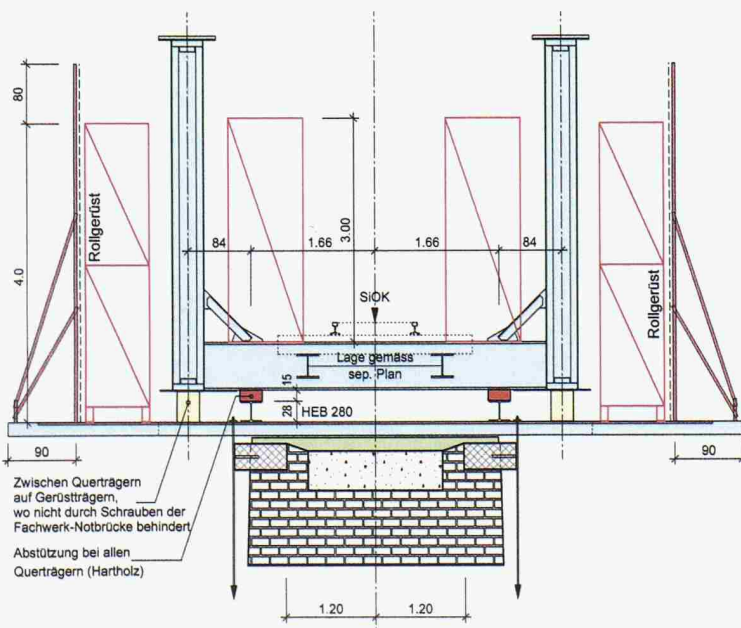


4
Querschnitt im Bogenseitel: nach Abschluss der zweiten Etappe. Auf der neu erstellten Betonplatte (grün) sind die Gerüstträger (blau) für die Arbeitsplattform aufgelegt. Mst. 1:100



5

Montagebeginn der Notbrücke Modell 1936 auf der Arbeitsplattform. Links ist die vorgängig auf der Natursteinbrücke aufgebraachte Betonplatte erkennbar (Bild: T. Keller)

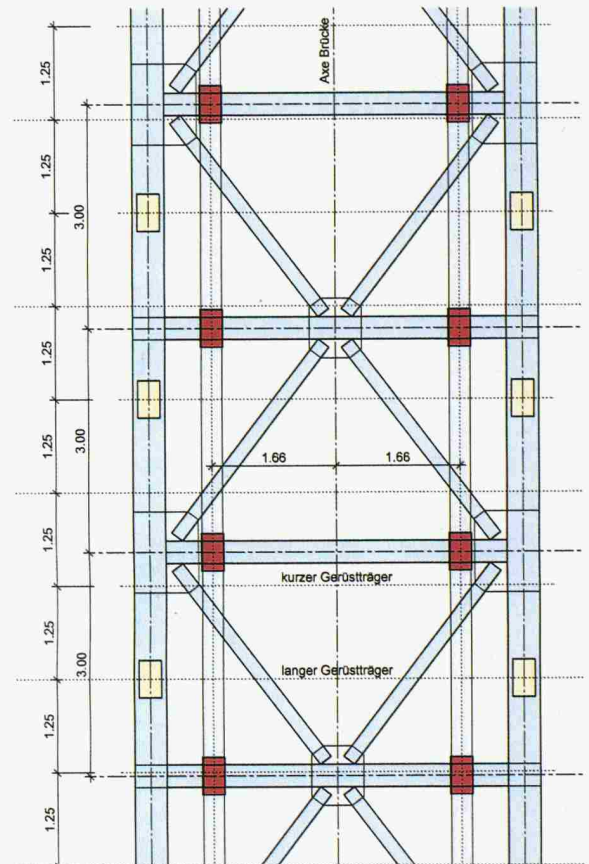


7

Querschnitt im Bogenseitel: Montage der Fachwerk-Notbrücke. Mst. 1:100

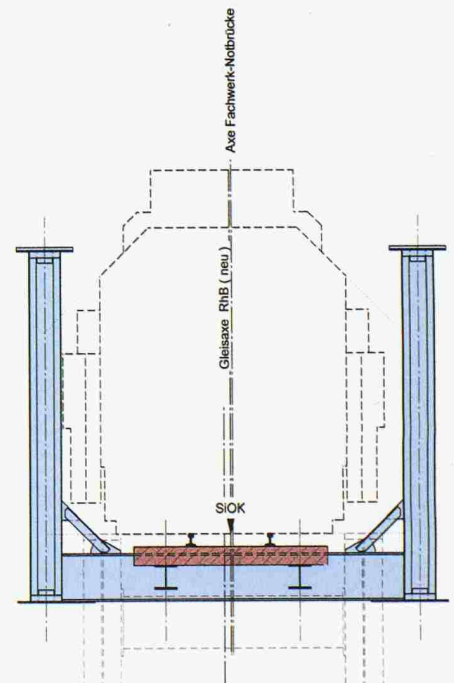
6

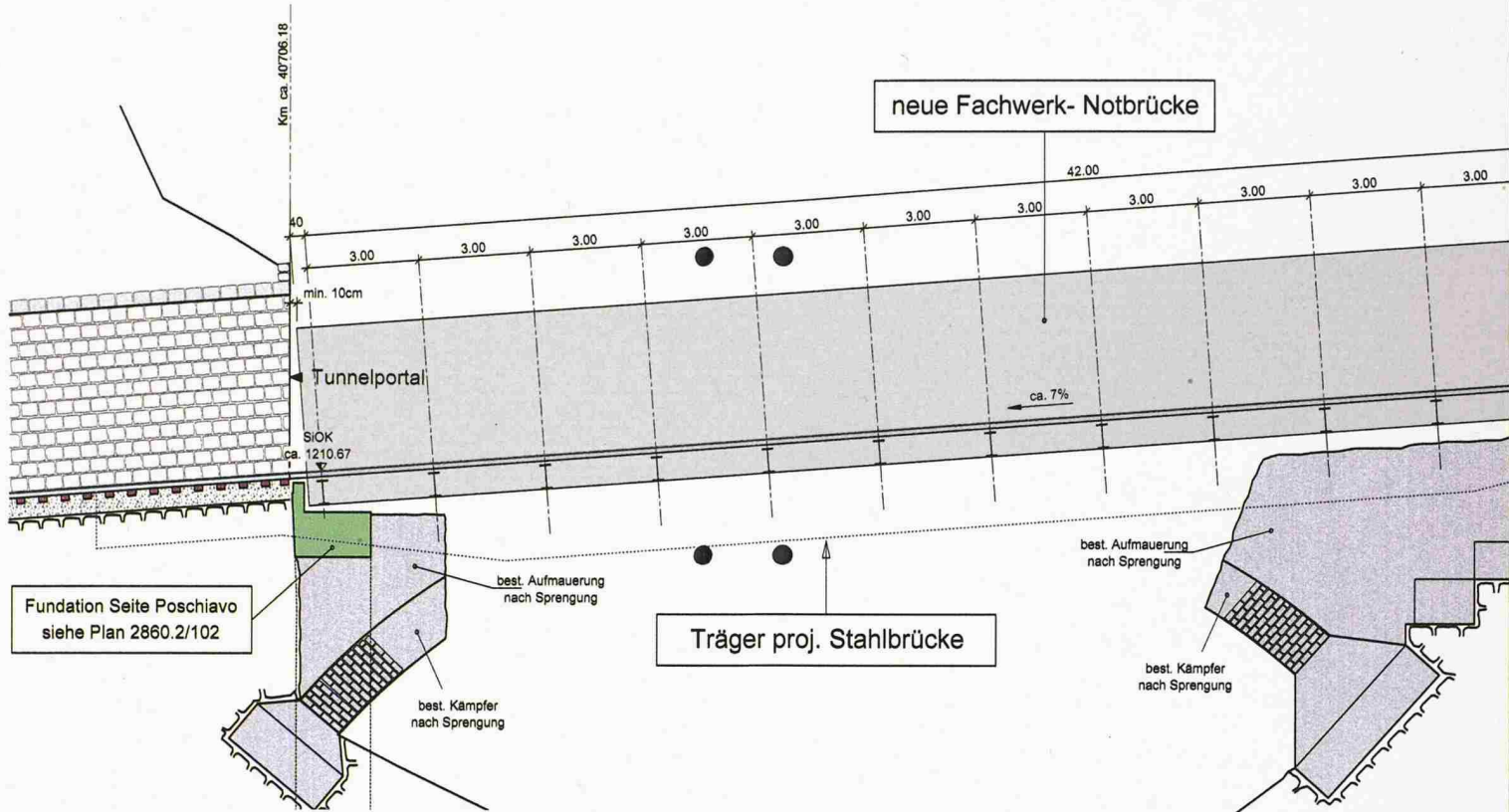
Grundriss der Fachwerk-Notbrücke während der Montage auf der Arbeitsplattform mit den Abstützungen auf den Gerüstträgern (rot und gelb). Mst. 1:100



8

Querschnitt der fertig gestellten Fachwerk-Notbrücke. Nach der Sprengung der alten Bogenbrücke auf das endgültige Niveau abgesenkt. Mst. 1:100



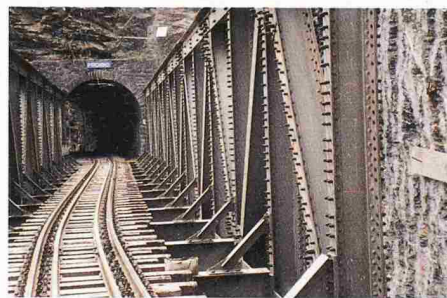


9

Längsschnitt durch die neue Brücke. Links die Tunnel-
einfahrt, rechts das nach hinten in einen stabileren
Hangbereich verlegte Fundament. Der Mittelteil der
alten Bogenbrücke ist weggesprengt, die alten
Brückenköpfe werden später entfernt. Mst. 1:200

10

Blick auf die fertige Notbrücke Richtung Poschiavo.
Innert weniger Tage wurden 15 000 Schrauben mit
einem Gesamtgewicht von 10 Tonnen montiert



Finale mit Feuerwerk

Nach Abschluss der Montage wird der Trägerrost an der Notbrücke fixiert und zusammen mit dieser mittels hydraulischer Pressen angehoben. Am 7. August wird die alte Steinbogenbrücke mitsamt der Arbeits-Betonplatte mit minimaler Lademenge und ohne Beschädigung der Talflanken gesprengt. Anschliessend wird die neue Brücke auf das Gleisniveau abgesenkt. Die Gleise werden mit direkter Lagerung der Holzschwellen auf zwei sekundären Längsträgern verlegt sowie die Fahrleitungen montiert. Der Stahl-Trägerrost mit der Arbeitsplattform unter der Brücke und den beidseitigen Arbeitsgerüsten wird noch belassen, da diese für die Ausführung des definitiven Korrosionsschutzes der Schrauben nach der Sommersaison noch benötigt werden. Am 5. August um 10 Uhr kann der durchgehende Bahnbetrieb wieder aufgenommen werden.

Die unverhofft aus ihrem Dämmer Schlaf geholt Brücke hat sich bisher bewährt. Gegenwärtig wird geprüft, ob sie aus betrieblicher und landschaftspflegerischer Sicht allenfalls sogar als definitive Lösung beibehalten werden könnte.

AM BAU BETEILIGTE:

BAUHERR

Rhätische Bahn (RhB)

GESAMTPROJEKTL EITUNG

RhB Geschäftsbereich Infrastruktur

PROJEKTVERFASSER

Edy Toscano AG, Pontresina

PRÜFINGENIEUR

Dr. M. Grenacher, Brugg

GEOLOGE

T. Rüegg Ingenieurgeologie/Hydrogeologie, Chur

GEO DÄTISCHE ÜBERWACHUNG

Grünenfelder und Partner AG, Domat/Ems

UNTERNEHMER

M. Pirovino & Söhne, Le Prese

STAHLBAU

Tuchs Schmid AG, Frauenfeld

BRÜCKENLAGER

SBB

SPRENGTECHNIK

Schwarz Sprengtechnik AG, Silvaplana

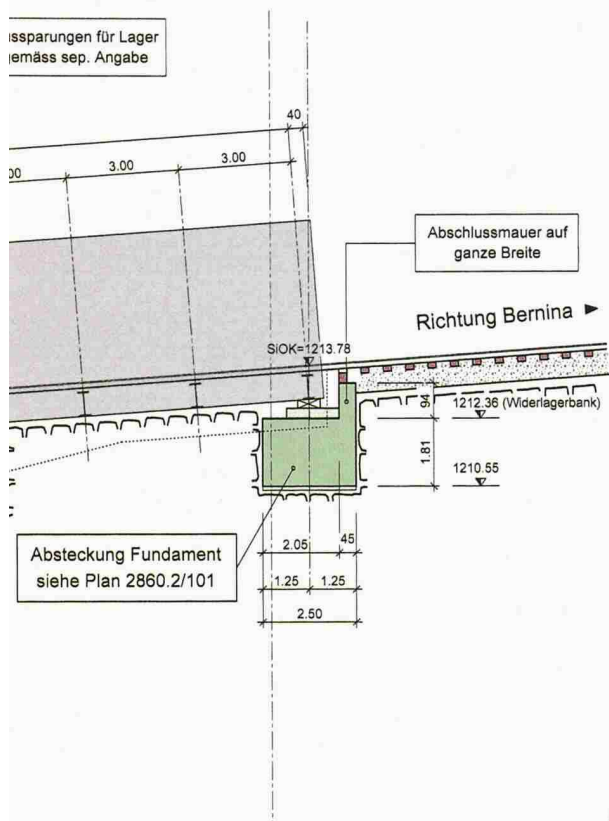
HELIKOPTERTRANSPORTE

Air Grisca Helikopter AG, Samedan

Literatur

- 1 P. Püntener, M. Tschumi, W. Meyer und P. Roos: Militär-Notbrücken für Werkgleis. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 32, 1994.
- 2 Notbrücke auf der Berninalinie. Schweizer Eisenbahn-Revue Nr. 10, 2002.

Massen-
Einsparungen für Lager
gemäß sep. Angabe



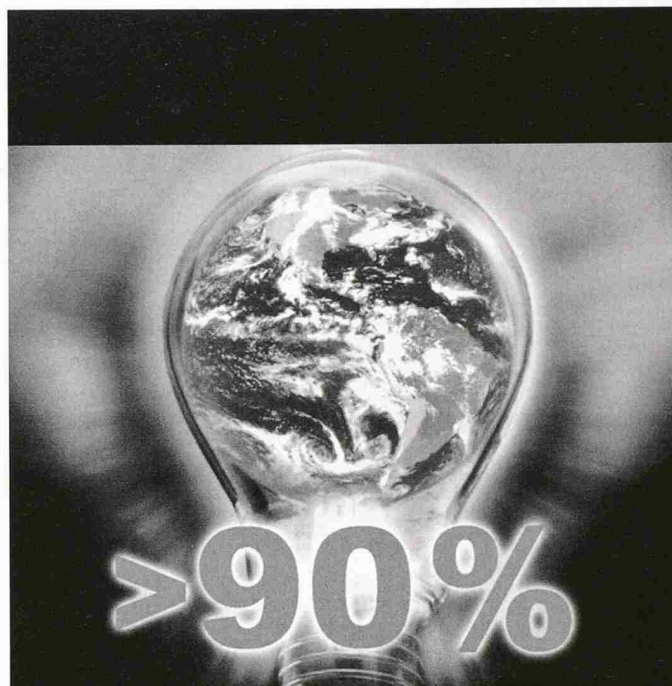
Armee-Notbrücke Modell 1936

Die Produktion der Militär-Notbrücke 1936 wurde kurz vor dem Zweiten Weltkrieg aufgenommen. Von dieser elementweise zusammensetzbaren Fachwerkbrücke wurde bis 1953 eine Totallänge von ca. 425 m beschafft. Von der Armee später als nicht mehr notwendig erachtet, wurde sie zuerst an die SBB und anschließend teilweise an die RhB weitergegeben. Seither lagern die Einzelteile zerlegt, mit einem Korrosionsschutzanstrich versehen, in Ölpapier eingewickelt und in Kisten verpackt einsatzbereit in diversen Lagerplätzen.

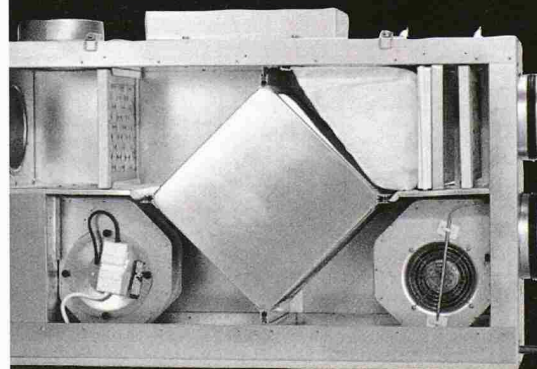
Das seinerzeit auch als Fritz-Stüssi-Eisenbahnbrücke bekannte Modell 1936 war für die Überbrückung grösserer Spannweiten von 30 m bis 78 m ohne Zwischenunterstützung bestimmt. Es wurde aus dem im Ersten Weltkrieg häufig verwendeten System Roth/Wagner der ehemaligen Österreichischen Armee entwickelt. Die einfache Tragkonstruktion besteht aus zwei fachwerkförmigen Hauptträgern im Abstand von 5 m, die einen Fahrbahnrost aus Quer- und Längsträgern tragen, der nach Bedarf unten oder oben angeordnet werden kann. Die Hauptträger können ein- oder zwei-stöckig, d. h. mit 4,5 m oder 9 m Systemhöhe, gebaut werden, womit für Normalspur maximale Stützweiten von 57 m beziehungsweise 78 m realisiert werden können. Die Streben sind gleich lang und vollständig vertauschbar, die Gurtelemente sind dagegen in Längen von 3 m und 6 m vorhanden, damit Spannweiten von 30 m bis 78 m in 3-m-Stufen variiert werden können. Die Gurtungen können entsprechend den Gurtkräften mit Lamellen verstärkt werden. Die genormten Elemente haben eine Länge von maximal 6,4 m (langer Endgurt) und eine Masse von maximal 830 kg (Querträger). Die Masse der Stahlkonstruktion beträgt rund 3 t/m. Haupt- und Querträger bestehen aus Stahl St 52 (FeE 355), Längsträger und Verbände aus Stahl St 37 (FeE 235).

Alle Montageverbindungen sind mit Passschrauben und speziellen Hutmuttern geschraubt. Im Mittel sind ca. 300 Schrauben pro Brückenmeter vorhanden, was einer Schraubenmasse von rund 250 kg/m Brücke entspricht.

Das Brückenmodell 1936 hatte zum Zeitpunkt der Beschaffung den Vorteil, dass die Elemente im Vergleich zu anderen Notbrückenkonstruktionen leicht waren. Es erforderte aber sehr viele Einzelteile und damit sehr viel Arbeit. Ursprünglich ist dieses System vor allem für den Freivorbau konzipiert worden, wozu auf den Obergurten fahrbare leichte Derrickkrane vorhanden waren.



Die Weltmeister im Energiesparen.



Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung von Helios leisten jetzt traumhafte Wirkungsgrade bis über 90%. In Kombination mit dem neuen EC-Motor wird die Type KWL EC 350 sogar zum wahren Weltmeister im Energiesparen und damit zum «Muß» in jedem Niedrigenergie- und Passivhaus.

Verbrauchte Luft wird abgeführt und vorgewärmte, gefilterte Außenluft strömt in Wohn- und Schlafräume. Egal, ob im Einfamilienhaus, der Etagenwohnung oder in Gewerberäumen. Bei Helios finden Sie die passende Systemlösung für jeden Bedarfsfall.

Unsere Helios-Spezialisten beraten Sie gerne vor Ort. Worauf warten Sie noch?



Helios Ventilatoren AG · Steinackerstr. 36 · 8902 Urdorf/ZH
Tel. 01/735 36 36 · Fax 01/735 36 37
www.helios.ch · E-Mail: info@helios.ch