

Die Kunstbauten der Albula- und der Berninastrecke

Autor(en): **Conzett, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bündner Monatsblatt : Zeitschrift für Bündner Geschichte, Landeskunde und Baukultur**

Band (Jahr): - **(2008)**

Heft 4

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-398914>

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.

Die Kunstbauten der Albula- und der Berninastrecke

Jürg Conzett

Der Wert der Kunstbauten der Bahnstrecken Albula/Bernina liegt weniger im Einzelobjekt als im jeweiligen Zusammenspiel der Bauwerke untereinander und in deren Beziehung zur übergeordneten Linienführung. Der Entscheid, die Kunstbauten der Bahnanlagen wo immer möglich in Stein zu errichten, hatte sowohl technische als auch ökonomische und architektonische Gründe. Die geglückte Synthese scheinbar gegensätzlicher Elemente in der Verkehrserschliessung einer touristisch bedeutsamen Landschaft war neu und führte bei einer dem technischen Fortschritt gegenüber grundsätzlich kritisch eingestellten Öffentlichkeit zu einer grundlegend veränderten Haltung gegenüber Verkehrsanlagen. Ausserordentlich war die begeisterte Rezeption der betreffenden Bahnbauten durch die Heimatschutzbewegung, bemerkenswert auch ihre Ausstrahlung auf weitere Anlagen vor dem ersten Weltkrieg. Beweis für die hohe Qualität der hier diskutierten Kunstbauten ist auch, dass ihr grösster Teil noch heute praktisch unverändert dem Bahnbetrieb dient.

Bereits eine statistische Betrachtung der Kunstbauten der Albula- wie der Berninastrecke zeigt deren Bedeutung für die jeweilige Bahnlinie: Aneinandergereiht messen die 135 Brücken der Albulastrecke mehr als 3 km, was bezogen auf die offene Streckenlänge einem Anteil von 6.6 % entspricht.¹ Nun gilt eine Bahnlinie bereits ab einem Brückenanteil von 1.6 % als «brückenreich», das heisst, die Dichte an Brückenbauten ist bei der Albulastrecke ausserordentlich hoch. Ein hoher Wert ist auch bei den Tunnelbauten dieser Bahnlinie auszumachen; den knapp 6 km langen Albulatunnel nicht mitgerechnet, beläuft sich die Gesamtlänge der Tunnel – es sind deren 39 – auf über 10 km, was einem Anteil von 18.5 % der Streckenabwicklung entspricht. Die Grenze für eine «tunnelreiche» Strecke liegt bei 10%.² Obwohl vornehmlich zur Erschliessung der touristischen Zentren im Engadin bestimmt, sollte die Albulabahn gemäss den Aussagen des verantwortlichen Oberingenieurs Friedrich Hennings durchaus auch «als Glied eines grösseren Bahnnetzes» verstanden werden, «das, nach Erstellen seiner Anschlüsse nach Italien und dem Tirol

[...] einem wichtigen Transitverkehr» dienlich sein könnte.³ Aus diesem Grund wurde auf eine Linienführung mit relativ grossen Kurvenradien und vergleichsweise geringen Steigungen Wert gelegt, was im stark durchfurchten Terrain des Albulatals den Bau vieler Brücken und Tunnel erforderte.

Ein grundsätzlich anderes Bild zeigt die Berninalinie. Hier erfolgte der Betrieb auf der bis zu 70‰ steilen Bahn mit kurzen, elektrisch betriebenen Zügen.⁴ Dies erlaubte eine schmiegsame Trassierung, die mit engen Kurven dem Terrain folgt. Trotz der extremen topografischen Bedingungen besitzt die Berninabahn auf ihre Länge bezogen wenige Kunstbauten. Lediglich 1.6 % ihrer Strecke liegen auf Brücken und 3.65 % in Tunnel.

Entlang der Albulastrecke sind die Kunstbauten, insbesondere die Brücken, ein prägendes Element, sowohl bautechnisch, als auch in der Wahrnehmung der Reisenden. Hermann Behrmann, Verfasser eines 1908 erschienenen Reiseführers, empfand im Albulatal eine neue Form von «Reisezauber», indem er sich, «obwohl für Naturschönheit ungemein empfänglich, [...] häufig genug durch die Einzelheiten der Bahnanlage selbst von dem herrlichsten Landschaftsbilde ablenken» liess.⁵ Für die Berninastrecke bestand die Aufgabe der Trassierung hingegen darin, Kunstbauten möglichst zu vermeiden. Die ökonomischen Gründe dafür sind offensichtlich, man kann darin aber auch den Willen erkennen, die Landschaft zu schonen und sie wo möglich nicht durch «Ingenieurskunst» in Form von auffälligen Einzelbauten zu beeinträchtigen.⁶

Die Kunstbauten der Albulastrecke

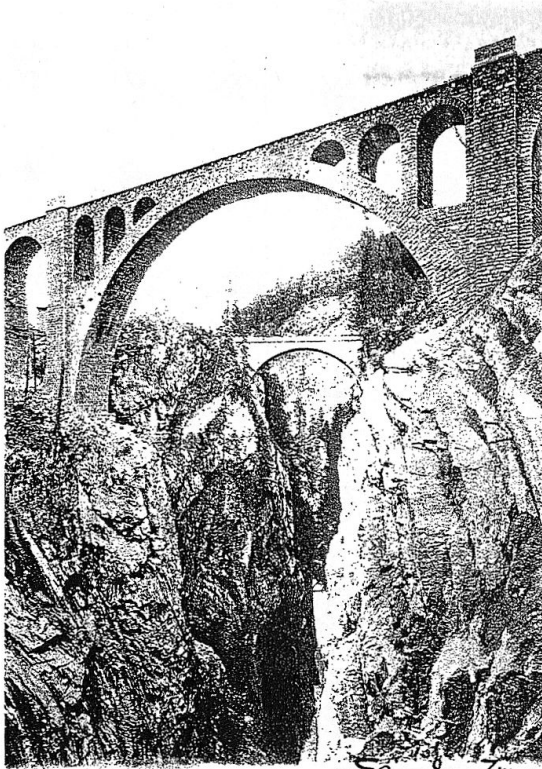
Brücken

Bei den allermeisten Brücken der Albulastrecke handelt es sich um steinerne Viadukte. Nur an ganz wenigen Stellen, wenn etwa ein Bach oder Fluss in geringer Höhe überquert werden musste, kamen eiserne Tragwerke zum Einsatz. Einige davon wurden später durch Betonkonstruktionen ersetzt. Prominentestes Beispiel dieser Art ist die Hinterrheinbrücke beim Bahnhof Thusis, wo die Bahn den Fluss ursprünglich auf einem 82 m weit gespannten eisernen Rautenfachwerk überquerte. Für die «steinerne» Albulabahn untypisch, war sie sozusagen eine letzte Referenz an die grossen rheinischen Flussbrücken zwischen den Niederlanden und Graubünden. Heute steht an ihrer Stelle eine Betonbogenkonstruktion.⁷

Albulastrecke. Der 42 m weit gespannte Solisviadukt im Bau (RhB).



Als bedeutendste Brücke der Albulalinie kann wohl der Solisviadukt angesprochen werden. Er liegt in der Schinschlucht und überbrückt die Albula mit einem 42 m weiten Gewölbe. Der Solisviadukt weist damit die grösste Spannweite der Albulabahnbrücken auf. Mit 85 m Höhe ist er zudem der höchste Viadukt der Rhätischen Bahn (RhB). Seine Gestaltung erfolgte dementsprechend etwas aufwändiger als bei den übrigen Brücken. Die Pfeiler über den Bogenwiderlagern sind verbreitert und mit gemauerten Brüstungsaufsätzen versehen, die eine Art Brückenköpfe bilden. Sockel und Deckplatten sind allseitig behauen. Der Viadukt be-



Albula-Bahn, Eisenbahnbrücke bei Solis, 90 m über dem Wasserspiegel
Saco un bel ponte. J'y suis passé pour venir à l'Engadine. J'en ai fait les calculs. Rob
 Engadin Press Co. Verli. No. 48

Postkarte des Solisviadukts mit handschriftlicher Bemerkung Robert Maillarts: «j'en ai fait les calculs» (in: David P. Billington. Robert Maillart's Bridges. The Art of Engineering. Princeton 1979).

steht aus Kieselkalksteinen, die in der Schinschlucht selbst gewonnen wurden. Kieselkalk ist ein festes Gestein, das «lagerhaft» (mit parallelen Flächen) bricht und deshalb Bausteine hervorragender Qualität liefert – sowohl was die Dauerhaftigkeit betrifft als auch hinsichtlich seiner Verarbeitung.

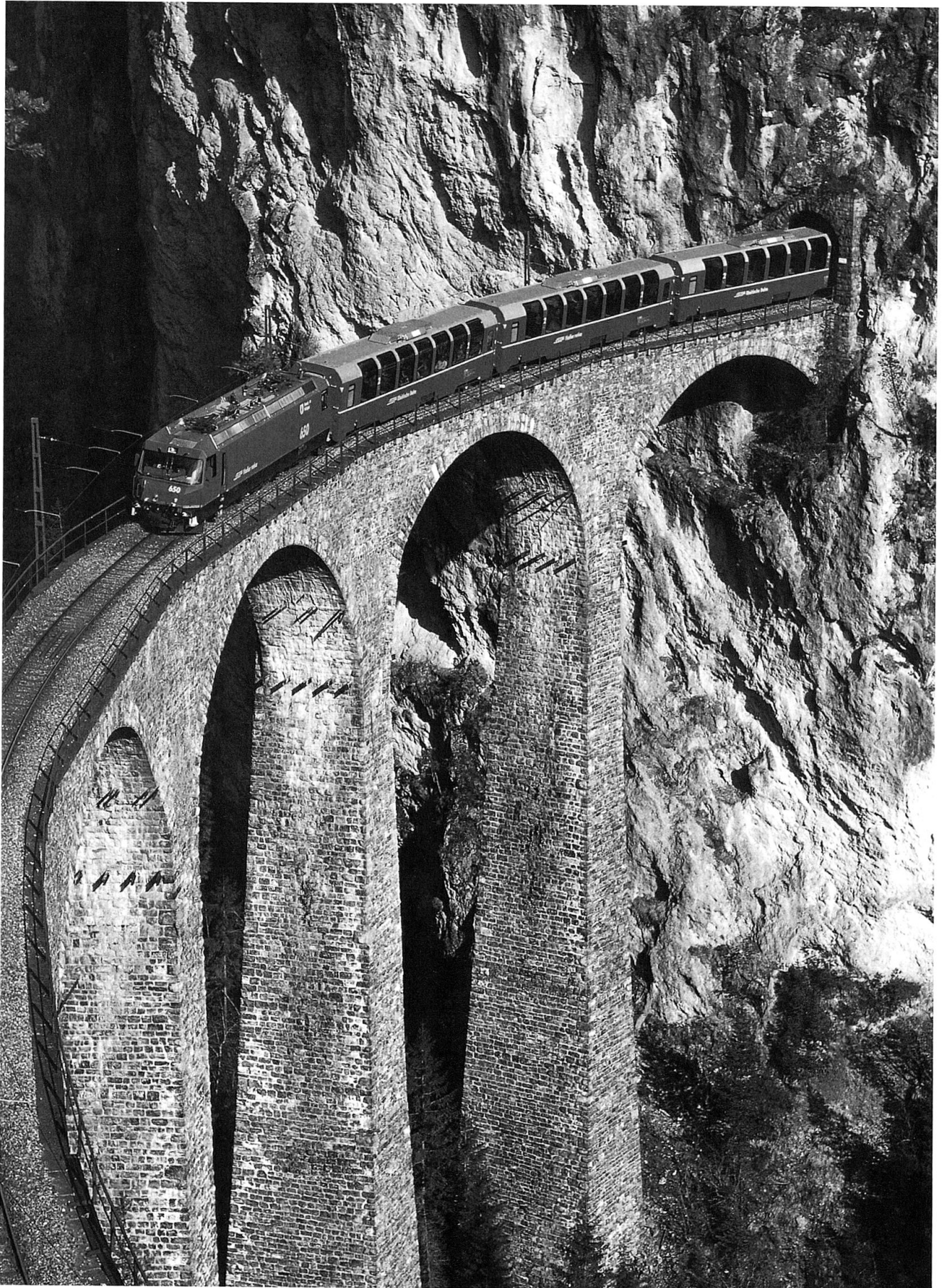
Die Ausführung eines derart grossen Bogens für eine Eisenbahnbrücke war seinerzeit in der Schweiz ein Novum und deshalb verwendete man für seine statische Berechnung die neueste verfügbare Methode: die Elastizitätstheorie nach dem grafischen Verfahren von Wilhelm Ritter. Neben Ingenieur Hans Studer⁸, dem späteren Spezialisten für steinerne Gewölbe in der Schweiz, arbeitete auch der junge Robert Maillart an diesen neuartigen Untersuchungen.⁹ Der Solisviadukt gehört zu den ersten «elastisch» bemessenen Steinviadukten. Paul Séjourné erwähnt in seinem Standardwerk «Grandes Voutes» lediglich drei grosse Gewölbebrücken in Österreich-Ungarn (Jaremcze, Jamna und Worochta an der damaligen Karpatenbahn Stanislau – Woronienka von 1893/94), die als Vorläufer des Solisviadukts zu betrachten sind.¹⁰ Das Lehrgerüst war ein Frühwerk des legendären Gerüstbauers Richard Coray. Es konnte relativ leicht ausgebildet werden, da die

Ausführung des Hauptbogens in drei konzentrischen, ineinander verzahnten Ringen erfolgte; das Gerüst brauchte deshalb nur auf das Gewicht des ersten Ringes bemessen zu werden.¹¹

Der Landwasserviadukt bei Filisur besitzt mit 9200 m³ die grösste Mauerwerk-Kubatur aller Brücken der Albulalinie; seine Masse ist rund dreimal grösser als jene des Solisviadukts. Der Grund dafür liegt in den mit 65 m ungewöhnlich hohen Pfeilern, die zudem in kurzen Abständen zueinander stehen, denn die Öffnungen der Bogen betragen lediglich 20 m. An ihrer Basis messen die beiden höchsten Pfeiler rund 8x8 m, das heisst, bei einem Achsabstand von 23.50 m ist zuunterst ein Drittel des Längenprofils des Tals zugemauert. Die kurzen Pfeilerabstände sind dadurch bedingt, dass die Bahn auf der Brücke eine ungewöhnlich enge Kurve mit einem Radius von nur 100 m durchfährt – sonst wurden auf der Albulastrecke Kurvenradien von minimal 120 m eingehalten. Um den daraus entstehenden vermehrten Fahrwiderständen Rechnung zu tragen, ist hier die Steigung von 25 ‰ auf 20 ‰ verringert. Die einzelnen Gewölbe verlaufen im Grundriss polygonal, sind also gegeneinander leicht abgeknickt. In den Pfeilern entstehen daraus nach aussen gerichtete Druckkräfte, da sich die horizontalen Kräftekomponenten der jeweiligen Gewölbe nicht exakt ausgleichen. Die Zentrifugalkräfte der darüberfahrenden Züge sind ähnlich gerichtet. Um diesen Einwirkungen widerstehen zu können, hat man die Pfeiler quer zur Bahnachse asymmetrisch geformt. Die enge Kurve ermöglichte es, die Längen des Landwasserviadukts und des direkt daran anschliessenden Landwassertunnels vergleichsweise gering zu halten. An dieser Stelle der Bahnanlage zeigt sich eindrücklich, wie stark die Bedingungen der Linienführung und der Topografie mit Fragen der Brückenbautechnik verknüpft sind und wie sich die verschiedenen Aspekte gegenseitig beeinflussen.

Der Landwasserviadukt ist aus Kalkdolomit-Steinen gemauert, die mit einer Baubahn aus einem nahe gelegenen Steinbruch zur Baustelle transportiert wurden. Bei dieser Brücke stellte sich ein Problem, das sonst nur flachliegenden Flussquerungen eigen ist, nämlich das knappe Durchflussprofil des Landwassers zwischen den beiden höchsten Pfeilern. Deshalb sah die ausführende Unternehmung davon ab, Gerüsttürme in den Bereich möglicher Hochwasser zu stellen und mauerte die Pfeiler gerüstfrei, mit Hilfe zweier Brückenkranen, deren Eisentürme mitten in den Pfeilern standen und fortlaufend in die Pfeiler eingemauert wurden. Am Pfeilerkopf liess man die untersten Gewölbeteile in einer Art Freivorbau soweit nach aussen kragen, dass als Lehrgerüste die

Albulastrecke. Der Landwasserviadukt bei Filisur (P. Donatsch/RhB).

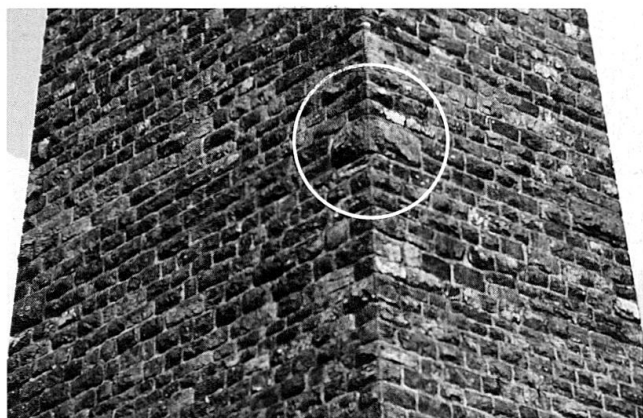




Die Pfeiler des Landwasser-
viadukts im gerüstfreien Bau,
Aufnahme 1901 (RhB).

Holzkonstruktionen des etwas kürzer gespannten, benachbarten Schmittentobelviadukts ein zweites Mal verwendet werden konnten, was Kosten sparte. Spuren dieses Bauvorgangs sind noch heute an den in zwei Reihen übereinander liegenden eisernen Befestigungen zu erkennen. Auch sind die Gewölbesteine der Untersicht im Freivorbaubereich gleich bossiert wie das Pfeilermauerwerk, während die Partie auf dem Lehrgerüst flächig behauen werden musste, um gut auf der Schalung aufzuliegen.¹²

Einen starken Bezug zum architektonischen Denken jener Jahre nach 1900 zeigt die auf den ersten Blick völlig schmucklose Ausbildung der Pfeiler und Bogen, die einzig durch die vergleichsweise filigran wirkenden Konsolen und Abdeckplatten des oberen Brü-



Detailansicht eines Pfei-
lers des Landwasser-
viadukts. Ein grösserer
Eckquader markiert die
Lage der inneren Aus-
gleichsschicht
(J. Conzett).

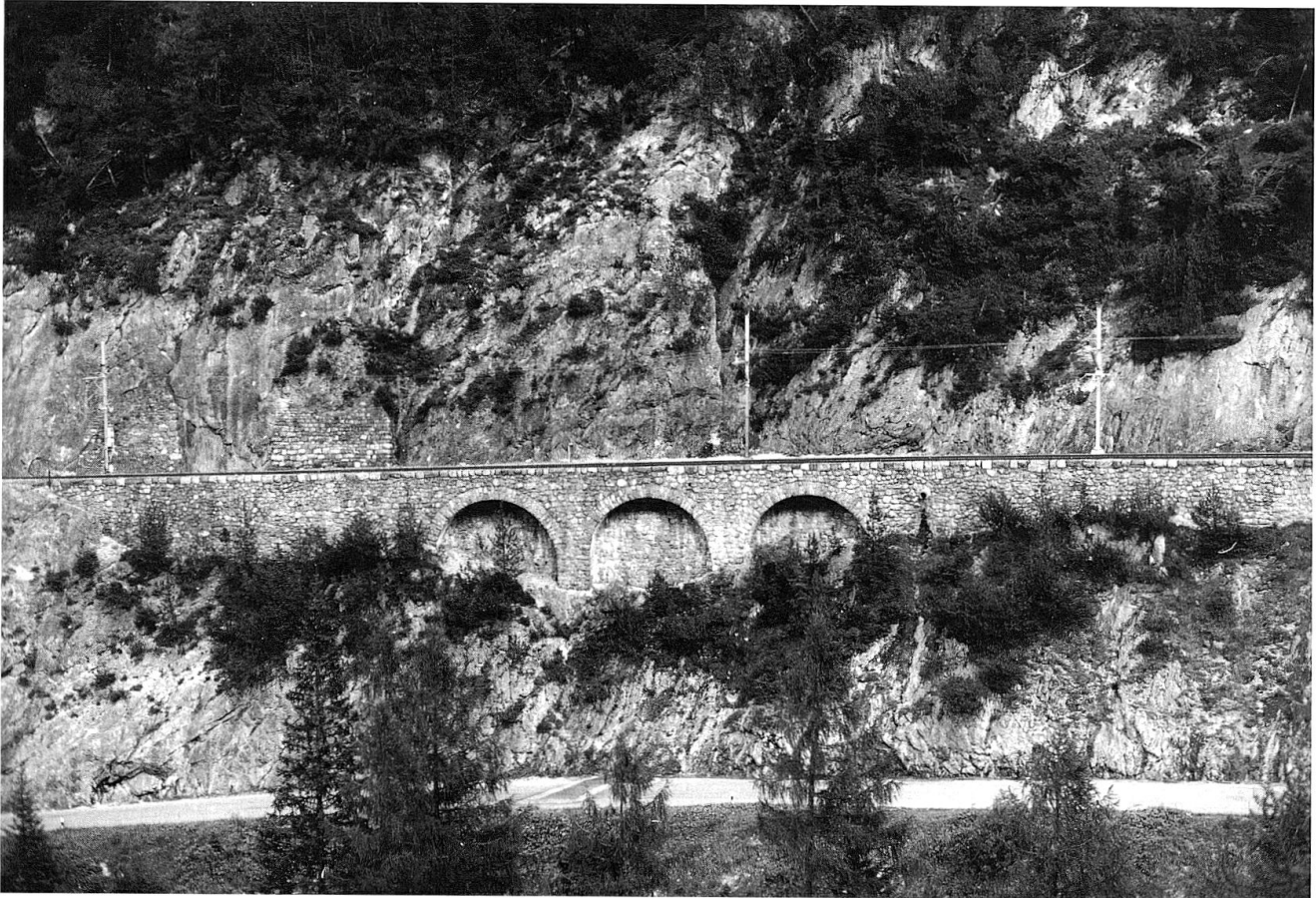
ckenabschlusses wirkungsvoll kontrastiert wird. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich eine weitere gestalterische Feinheit, die eine konstruktive Gegebenheit als Anlass zu einer subtilen Gliederung nimmt: In den Pfeilern des Landwasserviadukts sind die Lagen der inneren Ausgleichsschichten durch jeweils vier grössere Eckquader, die über zwei Kurshöhen reichen, markiert.

Weitere, bezogen auf die Spannweite bemerkenswerte Viadukte sind der Muttnertobelviadukt (30 m weit) vor Solis und der Mistailviadukt (27 m weit) vor Tiefencastel. Auch diese Gewölbe wurden mit hölzernen Lehrgerüsten erstellt und ähnlich wie beim Solisviadukt sparte man Gerüstkosten durch eine ringweise Herstellung der Bogen, die hier allerdings in nur zwei statt in drei Ringen aufgemauert wurden. Nur wenig kürzer als diese Viadukte sind die beiden Bogen über das Stulsertobel (25 m und 23 m) zwischen Filisur und Bergün/Bravuogn.

Die Konstruktion der Viadukte wurde für einige standardisierte Spannweiten typisiert, so dass ihre Abmessungen direkt einer Tabelle entnommen werden konnten. Zu dieser Kategorie von Viadukten gehört der Albulaviadukt III unterhalb von Preda (Öff-

Albulastrecke. Die Albulaviadukte II (vorne) und III (hinten) kurz nach ihrer Vollendung (RhB).





Albulastrecke. Die «drei Bogen»: Stützmauer bei Fuegna oberhalb Bergün/Bravuogn (J. Conzett).

nungen von 3x10 m, 3x20 m, 2x10 m), mit einem Volumen von 4090 m³ Mauerwerk die Brücke mit der zweitgrössten Kubatur an der Albulastrecke. Auch die folgenden Viadukte weisen Öffnungen von 20 m auf: Albulaviadukt II (drei Hauptöffnungen von je 20 m), Val Tisch oberhalb Bergün/Bravuogn (drei Hauptöffnungen von je 20 m) und Surmin oberhalb Filisur (eine Öffnung von 20 m, hier allerdings als Stichbogen). Den 16 m-Typ repräsentieren der Bendertobelviadukt (drei Öffnungen von je 16 m Weite), der Lochtobelviadukt in der Schinschlucht (5x16 m), und der Albulaviadukt IV unterhalb Preda (2x16 m). Dem nächst kürzeren Rastermass entspricht der Schmittentobelviadukt kurz vor dem Landwasserviadukt zwischen Alvaneu und Filisur (7x15 m).

Vor allem in der Schinschlucht neigen die obersten Hangschichten zu Kriechbewegungen. Gefährliche Anschnitte derartiger labiler Hangpartien konnten durch die Anlage von Lehnenviadukten vermieden werden. Die nur punktuell den Hang durchstossenden Fundamente erforderten den Bau tiefer Schächte, die – mit Holz ausgezimmert – bis zur stabilen Felsoberfläche abgeteuft werden mussten. So reichen beispielsweise die Gründungen des Lochtobelviadukts bis 14 m unter die Terrainoberfläche. Dank dieser

Vorkehrungen blieb die Albulastrecke vor späteren Instandsetzungsarbeiten infolge Geländesenkungen weitgehend verschont. Interessant sind auch die kleinen Brücken. Zwischen Bergün/Brauvuogn und Preda bewirkt die verschlungene Linienführung, dass die Bahnanlage in Vor- und Rückblicken den Reisenden stets präsent ist. Mit diesem Umstand mag es zusammenhängen, dass die Bahnbauer hier häufig auf dreibogige Unter- und Überführungen, ein in der Garten- und Parkarchitektur geläufiges Motiv, zurückgriffen. Einmal, bei Fuegna, erscheinen die «drei Bogen» sogar in einer Stützmauer, just an der Stelle, wo das Bahntrasse vor und nach dem Rugnux-Tunnel auf einem kurzen Abschnitt zu sich selbst parallel verläuft; es ist dies ein ungewöhnliches Beispiel für ein «kompositorisches» Vorgehen der projektierenden Ingenieure im Hinblick auf eine Klientel, die im Gesamtkunstwerk auch das Leitmotiv zu erkennen weiss.

Tunnel

Wichtigster Tunnel der Albulabahn ist der Albulatunnel.¹³ Er ist rund 5865 m lang, führt von Preda im Albulatal nach Spinas im Val Bever, durchstösst dabei die Wasserscheide zwischen Rhein und Inn und ist mit seinem Scheitelpunkt auf 1823 m ü.M. der höchstgelegene Alpendurchstich einer Vollbahn. Sein Bau erfolgte zwischen 1898 und 1903. Das Gestein besteht in der mittleren Zone des Tunnels aus festem Albulagranit, dem sich auf beiden Seiten schwieriger zu durchfahrende Formationen vorlagern. Auf der Nordseite sind dies eine 1100 m lange Schicht aus nassem Kalk- und Tonschiefer, 110 m Zellendolomit (die letzten 20 m davon in schwimmendem Sand) und 50 m fester Casannaschiefer; allein der Durchbruch des Zellendolomits erforderte elf Monate Arbeit. Auf der Südseite durchstösst der Tunnel in den ersten 170 m ein Bergsturzgebiet mit labilen grossen Blöcken; diese mussten während des Baus sorgfältig abgestützt werden. Nach weiteren 90 m in der Moräne erreichte man hier den Granit.

Für den Tunnelausbruch benutzte man druckwasserbetriebene Brandt'sche Bohrmaschinen. Diese Geräte waren im Pfaffensprung-Kehrtunnel der Gotthardbahn entwickelt worden. Später kamen sie im Arlbergtunnel zum Einsatz. Der Wasserdruck betrug 100 atü und die Versorgung der Bohrgeräte erfolgte mit starren Rohren und ebensolchen Formstücken. Der Bauvorgang (vgl. Abb. auf S. 303 im Beitrag von Gion Rudolf Caprez) erfolgte «österreichisch» mit Sohlstollenbetrieb, damit brauchte das Ausbruchsmaterial auf dem Weg nach aussen nicht umgeladen zu werden. Der Sohlstollen wurde anschliessend mit einem «Firstschlitz»

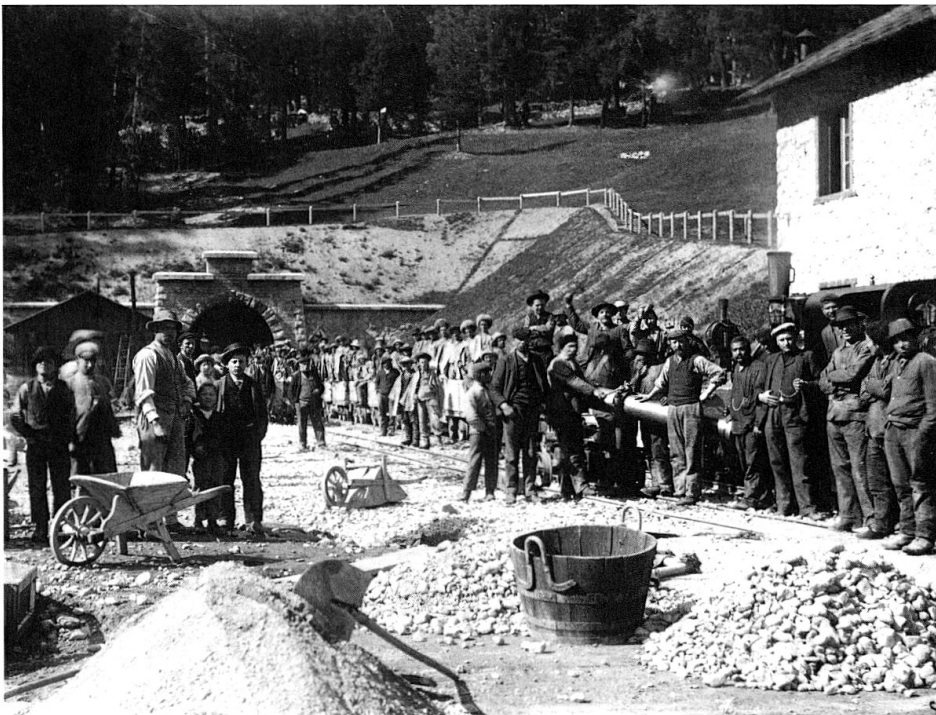


Albulatunnel. Die Bohrmannschaft mit der Brandt'schen Wasserbohrmaschine.

aufgeweitet, worauf sich wie üblich der Abbau der Kalotten, die Gewölbemauerung, der Abbau der Strossen und die Unterfangung der Gewölbewiderlager anschlossen. Im festen Albulagranit konnten weite Partien ohne Ausmauerung belassen werden. Weitere längere Tunnel finden sich in der Schinschlucht und in den Schleifen zwischen Filisur und Preda. Im Schin sind dies die Tunnel Runplanas (502 m), Versasca (694 m), Passmal (420 m), Solis (986 m) und Alvaschein (609 m). Die erwähnte instabile oberste Hangschicht im Schin erschwerte auch den Bau einzelner Tunnel. So musste beim oberen Ende des Versasca-Tunnels, wo dieser die instabile Schicht durchquert, eine verstärkte Tunnelauskleidung mit einem Sohlgewölbe eingebaut werden. Der Solistunnel hingegen durchdringt derart harte Kalkschichten, dass zwei Drittel seiner Länge unverkleidet bleiben durften. Zwischen Bergün/Bravuogn und Preda bot der Bau des Rugnux-Kehrtunnels (662 m), des ersten der drei Spiraltunnel in diesem Streckenabschnitt, besondere Schwierigkeiten, weil hier Kaltwasserquellen angestochen wurden, die den Baufortschritt ausserordentlich behinderten. Auch nach der Fertigstellung des Bauwerks bot die Eisbildung im Tunnel einen andauernden Missstand. Das Problem wurde schliesslich mit der Installation eines Tunneltors gelöst.

Die Kunstbauten der Strecke Muot – Preda bezeugen eine intensive Auseinandersetzung mit den geologischen und klimatischen Gegebenheiten der Gegend. Die ursprünglich linksufrig geplante doppelte Kehrschleife im Val Rots wurde zugunsten des rechtsufrigen Toua-Kehrtunnels (677 m) aufgegeben, weil das Trasse mit seinen Tunneln sonst in das ausgedehnte und nasse Trümmerfeld eines Bergsturzes zu liegen gekommen wäre¹⁴.

Mit Ausnahme des Albulatunnels wurden alle Tunnel nach der «belgischen Bauweise» mit Firststollen erstellt. Der Abbau erfolgte mittels Handbohrungen und Dynamit-Sprengungen. Die Portale sind alle in Naturstein gemauert. Bei bedeutenderen Tunneln ist das Mauerwerk zum Terrain hin in klassizistischer Art gestuft (Tunnelportale Solis Süd, Versasca Nord, Nisellas Süd, auch die Portale des Albulatunnel), im Regelfall folgen diese Umrisse jedoch polygonal dem anstossenden Gelände.



Bauarbeiter beim Südportal des Albulatunnels, um 1902 (Sammlung Peter Pfeiffer).

Weitere Kunstbauten

Zu den landschaftsprägenden Kunstbauten gehören auch Stützmauern und Lawinverbauungen. Die zahlreichen Stützmauern wurden ausschliesslich in Natursteinmauerwerk erstellt (als vermörtelte Mauern oder als Trockenmauerwerk) und bilden durch ihr Material und ihre Oberflächenbehandlung mit den Viadukten und Tunnelportalen eine Einheit.



Albulastrecke. Der Clixviadukt oberhalb Bergün/Bravuogn kurz nach seiner Fertigstellung. Links oben sind die Lawinverbauungen von Muot erkennbar (in: Friedrich Hennings. Projekt und Bau der Albulabahn. Denkschrift im Auftrage der Rhätischen Bahn. Chur 1908).

Im Hinblick auf die Wechselwirkung zwischen Kunstbauten und Trassierung ist die Traversierung des Talhangs von «Muot» oberhalb Bergün/Bravuogn besonders interessant, weil hier die offene Linienführung aussergewöhnliche Aufwendungen verursachte. Das erste Teilstück der Hangquerung erforderte die damals grösste Lawinverbauung der Schweiz. Der an diesen verbauten Hang anschliessende Lawinenzug «Blais Chanaletta» wird von der Bahn in einer gemauerten Galerie unterfahren. Man fragt sich, weshalb diese ausgesetzte Bahnstrecke nicht einfach in einen Tunnel gelegt wurde. Hennings vermerkte zu diesem Problem generell: «Wo eine Verbauung des Lawinengebietes möglich war, suchte man diese anzuwenden, teils der geringeren Kosten wegen, teils um den Touristen die in dieser schönen Umgebung doppelt unerfreulichen Tunnel nach Möglichkeit zu ersparen».¹⁵ Im vorliegenden Fall ergibt ein grober Kostenvergleich (mit Preisangaben von Hennings) jedoch folgendes Bild: Die von Lawinen bedrohte Strecke ist 700 m lang. Daran schliesst die 117 m lange Chanaletta-Galerie an. Die offene Strecke kostete Fr. 62 000.–, die Galerie Fr. 115 000.–, das ergibt zusammen Fr. 177 000.–. Dazu kamen die Kosten der Verbauung von Fr. 300 000.–. Die totale Bausumme dieser 817 m langen Strecke belief sich also auf Fr. 477 000.–. Ein entsprechend langer, normal ausgemauerter Tunnel hätte geschätzte Kosten von Fr. 347 000.– verursacht, wäre also wesentlich wirtschaftlicher als die offene Streckenführung gewesen. Auch unter Berücksichtigung der eidgenössischen Subvention von



Albulastrecke. Die Lawinenverbauung Muot im Jahr 1907. Rechts unten die Chaletta-Galerie (RhB).

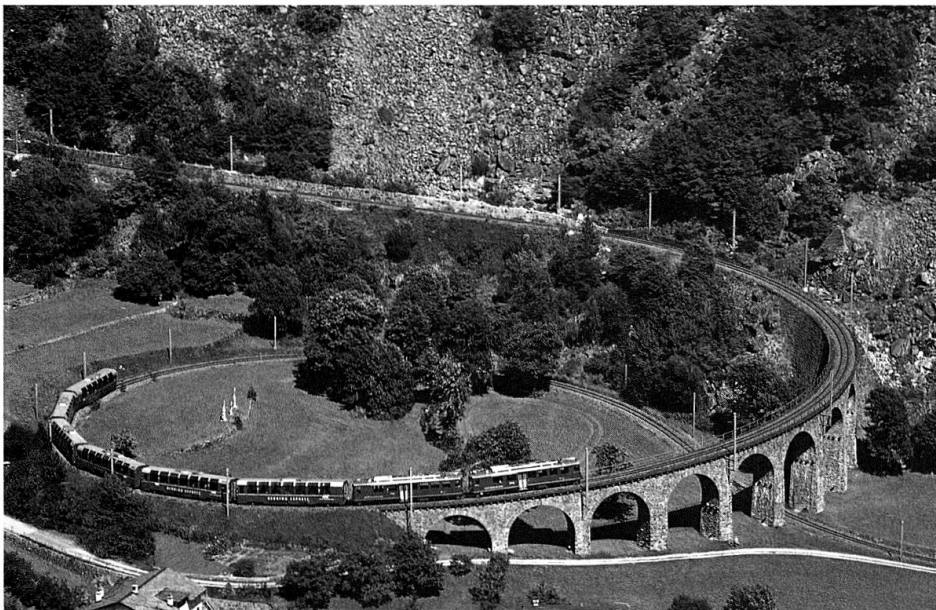
Fr. 137000.– an die Lawinenverbauung war die offene Strecke nicht billiger als ein Tunnel, besonders wenn man den teuren Unterhalt der Verbauungen in den Kostenvergleich mit einbezieht. Hier war also das Argument der touristischen Attraktivität für die Wahl der offenen Bahnanlage massgebend. Dies ist deshalb besonders bemerkenswert, weil an dieser Stelle in Muot das einzige Mal entlang der Albulabahn ein Konflikt zwischen touristisch attraktiver Linienführung einerseits und der Suche nach Wirtschaftlichkeit andererseits zugunsten der Touristen entschieden wurde. An allen übrigen touristisch besonders bedeutsamen Punkten der Strecke – genannt seien das eindrucksvolle Zusammenspiel der alten Strassenbrücke mit der jüngeren Eisenbahnbrücke bei Solis, der vom Zug aus dramatisch inszenierte Landwasserviadukt,

die aussichtsreichen und überraschende Perspektiven bietenden Schleifen zwischen Bergün/Bravuogn und Preda – deckten sich touristische und technisch-wirtschaftliche Kriterien weitgehend.

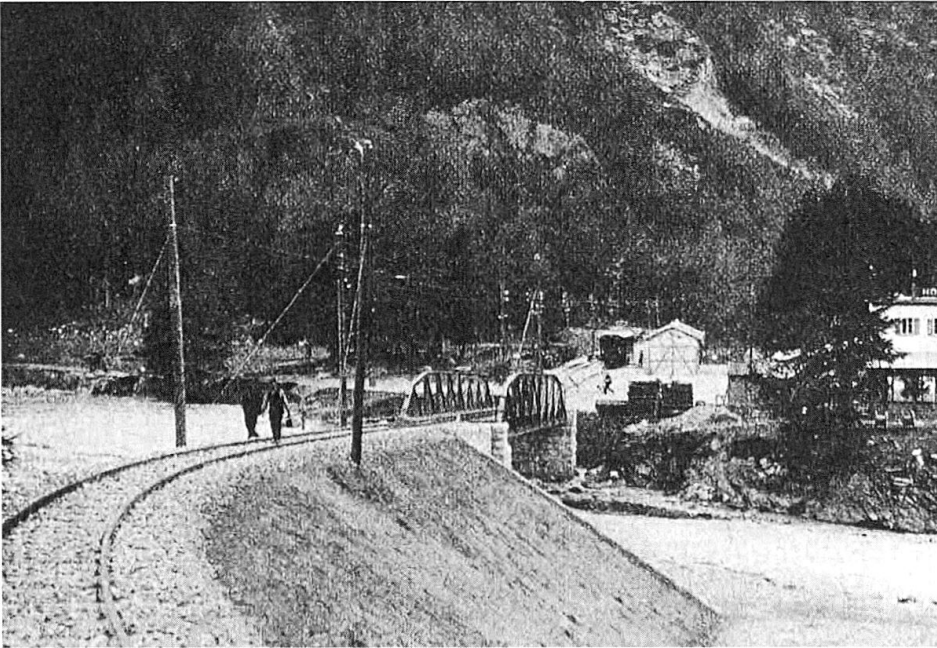
Die Kunstbauten der Berninastrecke

Brücken

Zur Ausbildung der Brücken der Berninalinie wurden die Normen der Albulastrecke weitgehend übernommen.¹⁶ Den unterschiedlichen Betriebsanforderungen entsprechend hat man lediglich einige Abmessungen leicht reduziert. Wie bei der Albula-bahn strebte man danach, steinerne Viadukte auszuführen. Die Brücken mit den grössten Spannweiten waren die zwei identisch ausgeführten Cavagliascoviadukte oberhalb Poschiavo, die je ein Gewölbe von 26 m Weite aufwiesen, für dessen Aufmauerung jeweils das gleiche Gerüst verwendet wurde. Leider erlitten beide Viadukte im Lauf der Zeit grosse Verformungen infolge Hangbewegungen. Der obere Cavagliascoviadukt wurde 1989 durch eine parallel liegende Stahl-Beton-Verbundbrücke und der untere Cavagliascoviadukt 2002 durch einen Stahlfachwerkträger ersetzt. Weitere grössere Spannweiten finden sich auf der Nordrampe: Es sind dies das 20 m weite Gewölbe über den Fluss Ova da Roseg und der 17 m weite Viadukt Ova da Bernina im Anstieg zwischen Morteratsch und Montebello. Dazu kommt der Innviadukt bei St. Moritz mit einer Hauptöffnung von 18 m. Grössere steinerne Viadukte der Südseite sind die Pilabachbrücke (10 m weit) zwi-



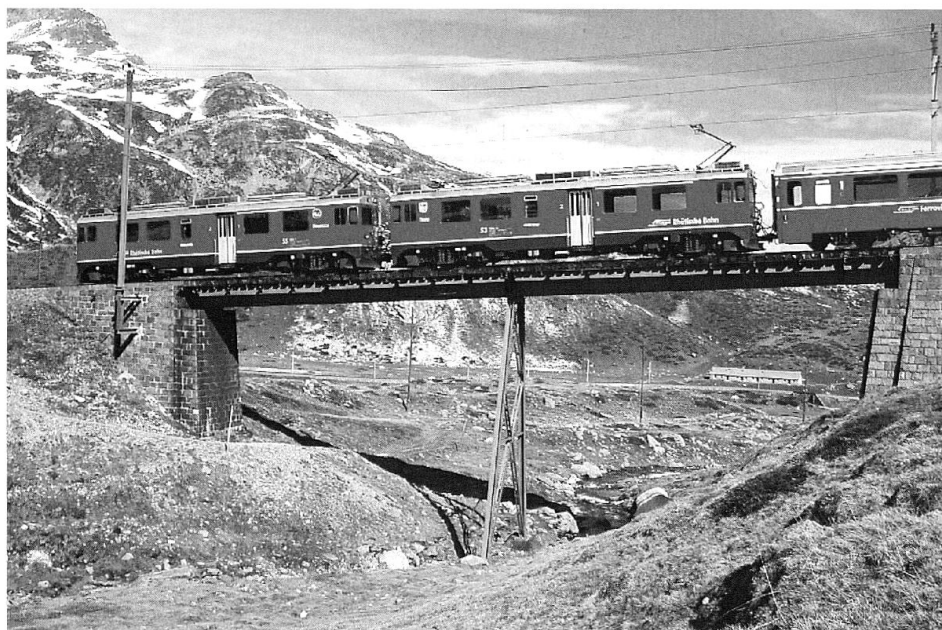
Berninastrecke. Der Kreisviadukt von Brusio (P. Donatsch/RhB).



Berninastrecke. Der inzwischen ersetzte Schwedlerträger in Morteratsch (in: E. Bosshard. Die Berninabahn. Zürich 1912 [Schweizerische Bauzeitung, Sonderabdruck]).

schen Ospizio Bernina und Alp Grüm und der prominente Val da Pila-Viadukt (3x10 m) oberhalb der Station Cavaglia. Dieser Viadukt konnte trotz starker Hangbewegungen erhalten werden, indem 2004 das untere Widerlager umgebaut und auf Gleitlager gestellt wurde. Brückenbautechnischer Höhepunkt der Berninastrecke ist der gemauerte Kreisviadukt von Brusio, der analog einem Kehrtunnel einen Höhensprung überwindet. Er besteht aus neun Öffnungen von je 10 m, die in einer Kurve mit einem Radius von 70 m liegen. Eine Öffnung quert die untenliegende Bahnlinie. Dieser Viadukt bedeutete gleichzeitig eine kostengünstige wie auch touristisch attraktive Lösung; in diesem Sinn ist das markante Bauwerk geradezu eine Verkörperung der den Bau der Berninabahn leitenden Zielsetzung. Neben den genannten Viadukten gibt es an der Berninalinie noch eine grosse Zahl gemauerter Durchlässe und Lehenbrücken. Die Steinbrücken wurden zumindest in den Aussenflächen in Granit aufgemauert, den man an verschiedenen Orten entlang der Bahnstrecke gewinnen konnte, so in Montebello oberhalb der Station Morteratsch wie auch bei Ospizio Bernina, Cavaglia und Brusio.

In verschiedenen Fällen waren steinerne Viadukte deshalb ungeeignet, weil die Bauhöhe zu gering war oder herstellungstechnische Schwierigkeiten bestanden. Die Ova da Morteratsch wurde ursprünglich mit einem eisernen Schwedlerträger von 22 m Spannweite überquert, der 1934 in einen ebenfalls eisernen Zweifeldträger umgebaut wurde. Der Poschiavino-Fluss wird bei Miralago mit einer 23 m weit gespannten, original erhaltenen Fachwerkbrücke



Berninastrecke. Obere Berninabachbrücke von 1934 (RhB).

überquert. Die Eisenbrücken des Streckenabschnitts zwischen Bernina Lagalb und dem Lei Nair-See entstanden erst später, nämlich 1934, als eine neue, lawinensichere Linienführung oberhalb der Alp Bondo gewählt wurde. In scharfem Gegensatz zu den ursprünglichen Gestaltungsprinzipien vermitteln die luftigen, mit direkter Schienenlagerung und teils nur mit einseitigen Geländern fast provisorisch wirkenden Brücken ein einprägsames Bild für die Schwierigkeiten des Bahnbaus und Unterhalts im Hochgebirge. Die erst 1949 ergänzte eiserne «Brücke am See» nach der Station Ospizio Bernina gehört in die gleiche Kategorie.

Tunnel

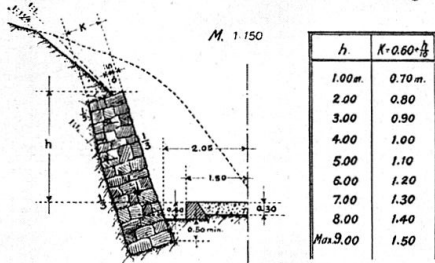
Der längste Tunnel der Berninabahn ist der 689 m lange Charnadüratunnel II bei St. Moritz (vis-à-vis des Charnadüratunnel I der Albulabahn); es ist dies der einzige Tunnel auf der Nordrampe der Linie. Dieser ursprünglich nicht vorgesehene Durchstich war nötig geworden, weil sich die Anlieger-Gemeinden und heimatschützerische Kreise gegen eine direkte Verbindung zwischen St. Moritz und Pontresina ausgesprochen hatten, da diese die Integrität der Moorlandschaft des Stazerwaldes beeinträchtigt hätte. Der Kampf gegen die ursprünglich geplante offene Linienführung war mit ein Auslöser für die Gründung der «Bündnerischen Vereinigung für Heimatschutz». Das Verhältnis dieses Vereins zu Bahnbauten war anfangs gespannt. Einige Jahre später allerdings sollte der Heimatschutz die Anlagen der RhB und der bündnerischen Privatbahnen als einzigartig und beispielhaft qualifizieren.



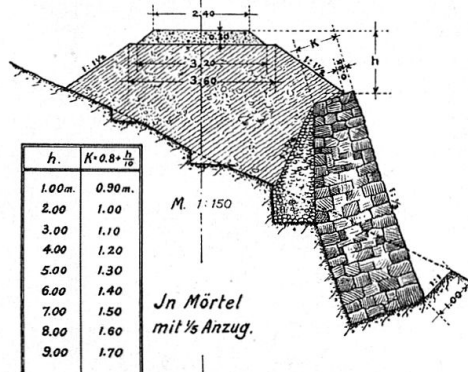
Tunnelbau an der Berninastrecke. Unteres Portal des Palütunnels während der Bauarbeiten (in: E. Bosshard. Die Berninabahn. Zürich 1912 [Schweizerische Bauzeitung, Sonderabdruck]).

Die Südrampe weist verschiedene zwar eher kurze, aber schwierig zu erbauende Tunnel auf. Sie wurden mit Handbohrung in «belgischer» Weise erstellt. Die wichtigsten liegen im Abschnitt Alp Grüm – Cavaglia, so der Wendetunnel Palü (254 m lang), der Stablinitunnel (289 m) und der Wendetunnel Pila (227 m). Auf geologisch bedingte Schwierigkeiten stiess man beim oberen Cavagliascotunnel (32 m), der von Beginn weg mit bis zu 2 m starken Mauern versehen wurde, um den Hangbewegungen standzuhalten. Dennoch musste er 1968 aufgeschlitzt und durch eine verankerte Stützwand ersetzt werden. Bei allen Tunneln sind die ersten 30 m ab den Portalen ausgemauert; diese Länge entspricht der Frostgrenze. In der Bergstrecke oberhalb Cavaglia stellten sich dem Tunnelbau besondere Probleme: Die Arbeitssaison dauerte nur kurz, denn die Tunnel waren zu wenig lang, als dass sie den Arbeitern im Winter genügend Schutz vor Kälte hätten bieten können. Während des Vortriebs der steilen Tunnel, der weitgehend von unten erfolgte, war die natürliche Durchlüftung mangelhaft. Deshalb wurden in dieser Bauphase nur Sprenggelatine und Dynamit verwendet. Die Handhabung des Dynamits verlangte grosse Vorsicht, da dieses rasch gefror und dann unter mechanischer Einwirkung leicht explodierte. Das sicherere Cheddit konnte aber jeweils erst nach dem Durchschlag der Richtstollen bei besseren Lüftungsverhältnissen eingesetzt werden.

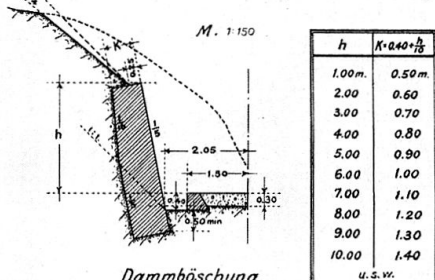
Futtermauer aus trockenem Mauerwerk mit 1/3 Anzug.



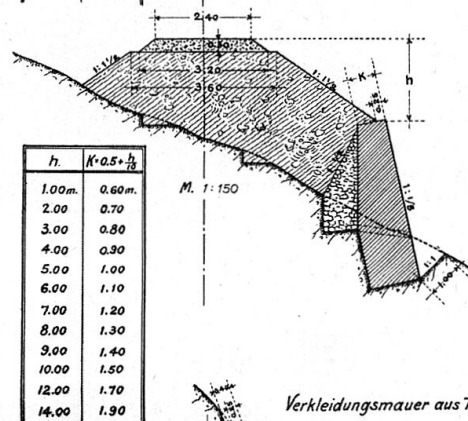
Stützmauern mit Überschüttung
Trocken mit 1/3 Anzug.



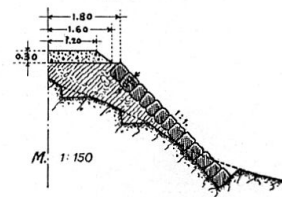
Futtermauer aus Mörtelmauerwerk mit 1/3 Anzug.



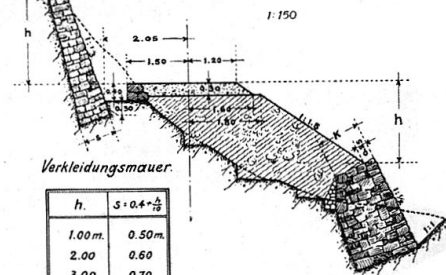
In Mörtel mit 1/3 Anzug.



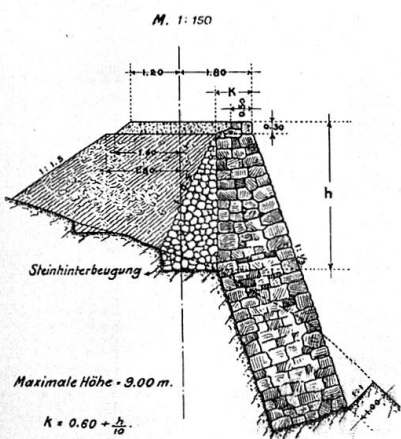
Dammböschung mit Trockenpflaster



Verkleidungsmauer aus Trockenmauerwerk & Steinsatz aus gut bindendem Steinmaterial.



Stützmauer mit 1/3 Anzug trocken.



Die Berninabahn.

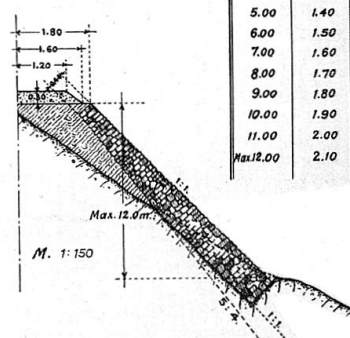
Abbildung 32.
Normalien für Stütz- und Futtermauern in Mörtel- und in Trockenmauerwerk; Böschungs-Verkleidungen.

Masstab 1 : 150.

Steinsatz.

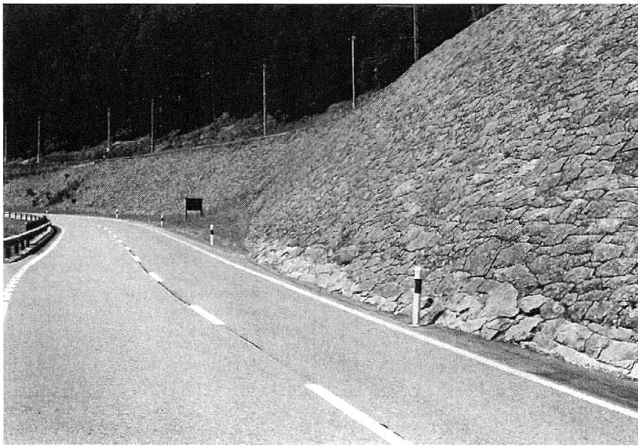
h	$K = 0.9 + \frac{h}{10}$
1.00m	1.00m
2.00	1.10
3.00	1.20
4.00	1.30
5.00	1.40
6.00	1.50
7.00	1.60
8.00	1.70
9.00	1.80
10.00	1.90
11.00	2.00
Max 12.00	2.10

Dammböschung mit Rollirung.



Weitere Kunstbauten

Stütz- und Futtermauern sind prägende Elemente der Berninabahn. Wo möglich verwendete man Trockensteinmauern mit einem Anzug von 1:3. Steiler geneigte Mauern wurden vermörtelt, normalerweise in 1:5-Neigung, teilweise sogar in senkrechter Ausführung. Ausgedehnte Mauern wurden für den gemeinsamen Unterbau Schiene-Strasse entlang des Lago di Poschiavo erbaut. Interessant sind auch die «Dammböschungen mit Trockenpflaster» in der Neigung 1:1 zwischen Miralago und Brusio, wo die Bahn über ein labiles Bergsturzgebiet geführt werden musste.



Berninastrecke. Böschungsrollierungen zwischen Bahn und Strasse zwischen Miralago und Brusio (J. Conzett).

Hintergründe zu den Kunstbauten

Typisierung

Die Kunstbauten der beiden Bahnstrecken sind Beispiele für ein ausgeprägtes konzeptionelles Denken. In einer an sich einfachen Massnahme, etwa der Wahl gemauerter Halbkreisgewölbe für Brücken, können unterschiedlichste Ausgangsgrössen verschmelzen. Im fertigen Produkt sind diese verschiedenen Einflussfaktoren nicht mehr voneinander zu unterscheiden – weil eben eine Art irreversibler, sozusagen «chemischer» Prozess stattgefunden hat. Welcher Aspekt dabei wie stark gewichtet wurde, ist gerade bei konzeptionell starken, viele Gesichtspunkte abdeckenden Massnahmen rückblickend schwer zu ermitteln. Gleichzeitig besteht die Gefahr, Entscheidungsprozesse zu banalisieren, indem man sie auf einfache Begründungen reduziert.

Die Brücken der Albulastrecke wurden fast ausnahmslos als Viadukte in Naturstein erstellt. Die topografischen und geologischen Eigenheiten des Albulatals boten ideale Bedingungen für diese Einheitlichkeit in der Brückenbau-Gestaltung; die zu überque-

Berninastrecke. Normalien für Stütz- und Futtermauern (verkleinerte Illustration aus: E. Bosshard. Die Berninabahn. Zürich 1912 [Schweizerische Bauzeitung, Sonderabdruck]).



Albulastrecke. Detail der Mauerkrone des Solisviadukts (J. Conzett).

renden Seitentäler sind zumeist tief eingeschnitten und erlaubten die Anlage hoher, mit Bogen versehener Viadukte. Ihre Abmessungen entsprechen tabellarisch festgelegten «Normalien». Die Brücken der Berninastrecke wurden ursprünglich nach ähnlichen Grundsätzen erstellt. Der andersgeartete Charakter der Bahn wie der durchfahrenen Landschaft und die späteren Ergänzungen und Umbauten erklären die grössere Vielfalt an Brückenkonstruktionen auf dieser Strecke.

Die Typisierung war jedoch mehr als blosses Arbeitsinstrument einer rationellen Planung und Ausführung, sie bildete ein gestalterisches Prinzip, das nebst den Viadukten auch Über- und Unterführungen, Bach- und Wegdurchlässe sowie Tunnelportale und Stützmauern umfasste. Innerhalb dieser Typisierung gibt es Differenzierungen: So wurde das Gelände bei fast allen Viadukten beider Bahnstrecken mit einem oberen Winkeleisen und einem mittleren Gasrohr standardisiert ausgebildet. Beim Solisviadukt aber wählte man eine Lösung mit Pfosten aus Flachstahl und Holmen aus Rohren. Diese Verfeinerung unterstreicht die Bedeutung die-

ser grossen Bogenbrücke. Darin zeigt sich auch, dass nicht nur die Perspektive des Bahnbenutzers, sondern auch der Blick des nicht bahnreisenden Touristen (oder Spezialisten), der in diesem Fall von der alten Strassenbrücke aus den Viadukt frontal betrachtet, in die Überlegungen miteinbezogen wurde; dem Bahnreisenden mussten aufgrund der Zugsgeschwindigkeit die angesprochenen gestalterischen Feinheiten verborgen bleiben.

Weitere Unterschiede ergeben sich aus dem verwendeten Baumaterial. Um grössere Transporte zu vermeiden, wurden die Bausteine für die Kunstbauten zumeist aus der nächsten Umgebung entnommen, sie widerspiegeln somit jeweils die Eigenschaften der lokalen Geologie. Bei den Bauten im Albulatal verändert sich die Gestalt des Mauerwerks mit zunehmender Meereshöhe in Richtung unregelmässigerer Steinformen: Dem Wechsel von den lagerhaften glatten Kieselkalken der Schinschlucht zu den bossierten Hauptdolomitblöcken zwischen Bergün/Bravuogn und Preda entspricht der Aufstieg vom kultivierten Flachland ins wilde Hochgebirge.

«Ehre dem Stein»

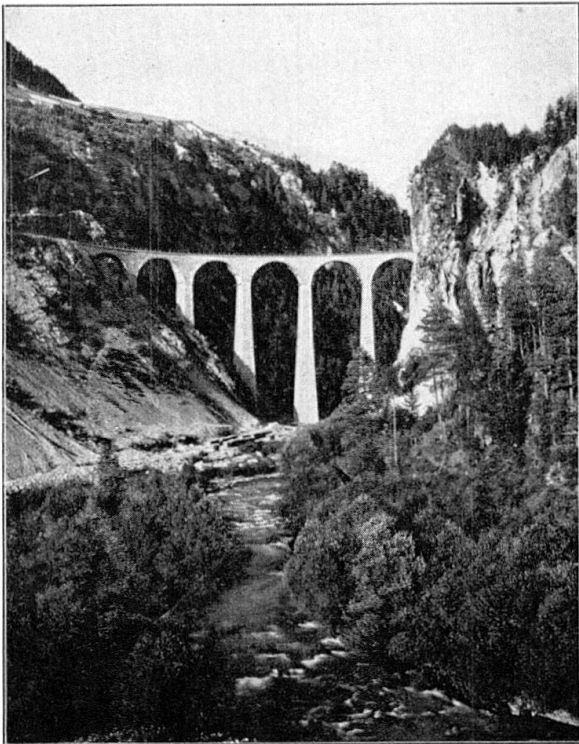
Die Brücken der Albulabahn bedeuteten den Anfang einer Renaissance des Steinbrückenbaus in der Schweiz, nachdem in den vorangegangenen fünfzig Jahren der Eisenbahnbrückenbau zumindest im Bereich der grösseren Spannweiten von eisernen Konstruktionen beherrscht worden war. Eine Tendenz zum Steinbau ist in der gleichen Zeit auch für Süddeutschland und Österreich-Ungarn festzustellen.¹⁷ In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hatte sich die Theorie der Fachwerke rasch entwickelt. Eisernen Brücken waren leicht, schnell zu montieren und entsprechend kostengünstig. Bei grösseren Brücken wurden die eisernen Fachwerkträger meist auf steinernen Pfeilern und Widerlagern abgestützt, so etwa bei den Brücken der Gotthardbahn (1882) oder jenen der Landquart – Davos-Bahn (1889). Erst in den neunziger Jahren traten die Nachteile der eisernen Brücken zu Tage. Die Lokomotiven waren immer kräftiger und schwerer geworden, die Züge verkehrten häufiger, Fragen der Ermüdung des Eisens wurden bedeutungsvoll. Dass lange nicht alle Eisenbrücken den steigenden Beanspruchungen gewachsen waren, zeigte sich 1891, als die Birsbrücke in Münchenstein unter einem vollbesetzten Zug einstürzte. Durch das Unglück aufgeschreckt, erliess das Eisenbahndepartement im Jahr 1892 eine neue Brückenbauverordnung, wonach sämtliche in der Schweiz bestehenden Eisenbrücken für aktualisierte Lasten nachgerechnet werden

mussten. Dies führte an bereits bestehenden Werken zu umfangreichen Verstärkungen. Neue Eisenbrücken wurden nun schwer und kräftig ausgebildet. Hatte man früher die Geleise mit Holzschwellen direkt auf die Konstruktion geschraubt, legte man sie jetzt, um die Stösse der Züge zu dämpfen, auch auf Brücken in ein Schotterbett. Dadurch wurde aber die Auflast der Brücken wesentlich erhöht, was wiederum mit einer Verteuerung einherging. Unter diesen Voraussetzungen begann Robert Moser (1838 – 1918), damals Obergeringieur der Nord – Ost-Bahn, seinen Missionszug für steinerne Brücken.

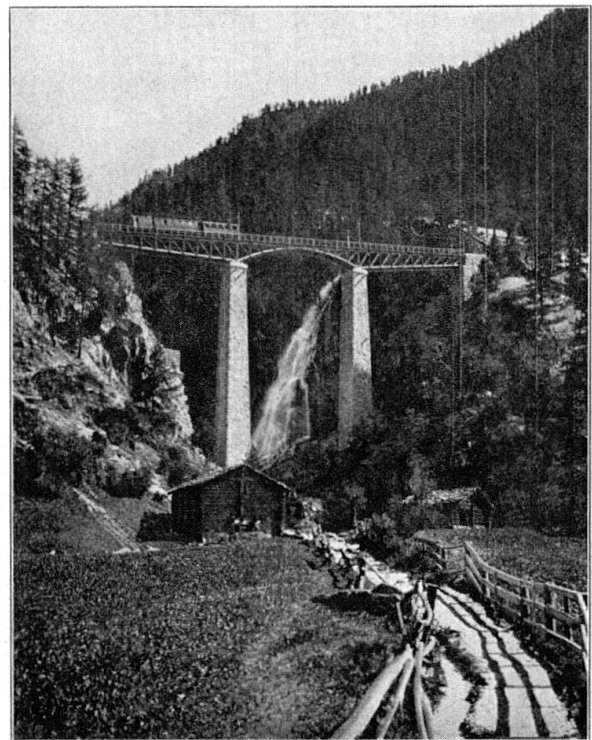
1897 gewann Moser zusammen mit Gustav Mantel den Wettbewerb für die Lorraine-Strassenbrücke in Bern.¹⁸ Der Entwurf trug das Kennwort «Ehre dem Stein». Fotos eines Gipsmodells des Projekts verschickte Moser an sämtliche schweizerischen Baudirektoren. Im Begleitschreiben wies er darauf hin, dass der Bau steinerner Brücken in der Schweiz bisher allzu sehr vernachlässigt worden sei und die Wahl zuweilen selbst dann zugunsten eiserner Brücken fiel, wenn dies im Vergleich zu einer Ausführung in Stein mit grösseren finanziellen Aufwendungen verbunden war. Er hätte sich zum Ziel gesetzt, der «nationalen und soliden» Bauweise neue Freunde zu gewinnen. Drei Jahre später publizierte Moser in der Schweizerischen Bauzeitung detaillierte und systematische Angaben «über Anlage und Kosten der Bahnviadukte», welche seine These von der Wirtschaftlichkeit der Steinbrücken bestätigten.¹⁹

Bei der RhB war neben Bahndirektor Achilles Schucan und Obergeringieur Friedrich Hennings auch Sektionsingieur Hans Studer ein Anhänger von Mosers Ideen. In seiner 1926 veröffentlichten Schrift «Steinerne Brücken der Rhätischen Bahnen» kritisierte Studer in Bezug auf die Gotthardbahn den «Einbau relativ zierlicher eiserner Fachwerke in die gewaltige, von Lawinen durchtoste, granitene Natur» als «etwas völlig Unorganisches» und lobte im Gegenzug die Albulabahn, wo «die hohe Auffassung massgebend» war, «durch möglichste Fernhaltung eines naturfremden und durch die Wahl eines im wahrsten Sinne des Wortes bodenständigen Brückenbaumaterials den Unterschied zwischen Menschenwerk und Natur so weitgehend als möglich zu verwischen, dieses Menschenwerk so unauffällig und bescheiden wie möglich in die Schönheit und Gewalt der hehren Gebirgsnatur einzupassen, ihre Harmonie nicht oder nur in geringstem Masse zu stören!»²⁰

Mit Ausnahme einiger niedriger Brücken und Durchlässe sind alle Viaduktbogen der Albulabahn Halbkreisgewölbe. Selbst beim weit gespannten Bogen des Solisviadukts bestand Hennings



DER LANDWASSER-VIADUKT DER ALBULABAHN
LIGNE DE L'ALBULA — LE PONT PRÈS FILISUR



DIE FINDELENBACH-BRÜCKE DER GORNERGRATBAHN —
LIGNE DU GORNERGRAT, TRAVERSANT LE FINDELENBACH

Photographien vom *Photographie-Verlag Wehrli A.-G.* in Kilchberg bei Zürich

auf der in diesem Fall statisch leicht ungünstigen Halbkreisform. «Es wäre besser, den Bogen der Drucklinie anzupassen», schrieb Prüfungingenieur Gustav Mantel vom Amt für Verkehr in einem aufschlussreichen Briefwechsel, er «denke nicht, dass dadurch die Ästhetik in den Bergen beleidigt worden wäre.»²¹ Was wenige Jahre später bei weiteren grossen Steinviadukten selbstverständlich wurde, nämlich die Anpassung an die statische Idealform, wird um 1900 aus ästhetischen Gründen noch in Frage gestellt. Parallel zur Anwendung der modernen Elastizitätstheorie ist hier seitens des Ingenieurs ein letztes «Kunstwollen im Kampf mit dem Gebrauchszweck» (Alois Riegl²²) spürbar.

Heimatschutz und Nationale Romantik

1905 wurde die «Bündnerische Vereinigung für Heimatschutz» gegründet.²³ Die Organisation beschränkte sich nicht nur auf das Bewahren von Volkskultur und Naturschönheiten, sondern förderte auch vehement die «Erziehung für das Schöne» und in diesem Zusammenhang die Erneuerung der Bündner Architektur. Die führenden Architekten Graubündens, Nicolaus Hartmann d. J.,

Plakative Gegenüberstellung des Landwasserviadukts der Albulabahn («gutes» Beispiel) und der Findelenbachbrücke der Gornergratbahn («schlechtes» Beispiel) in der Nullnummer der Zeitschrift Heimatschutz von 1905/06.

Emil Sulser, Otto Schäfer und Martin Risch, wie auch die Ingenieure Achilles Schucan und Gustav Bener waren Mitglieder des Heimatschutzes. Die vom Schweizer Heimatschutz, der Dachorganisation aller in der Schweiz agierenden Heimatschutz-Gruppierungen herausgegebene Zeitschrift «Heimatschutz» stellte verschiedene Male Brücken der Albulabahn als «gute» Beispiele «schlechten» Eisenbrücken gegenüber. Im Januarheft 1913 sinnierte Jules Coulin in Bezug auf die Rhätische Bahn über die «grossartige Heimatschutzarbeit einer Bahngesellschaft»: «Das Geheimnis der grossen Wirkung, die schliesslich nicht nur dem Unternehmen, sondern seiner engeren und weiteren Heimat Ehre einlegt, liegt in der individualisierenden Behandlung der einzelnen technischen wie architektonischen Aufgaben; aus dem Eingehen auf die feinsten Möglichkeiten der Materialbehandlung, des Formenrhythmus, der charakteristischen Bauweise sind jene Viadukte und Brücken der Rhätischen Bahn hervorgegangen, die für alle Zeiten nicht nur Wunder der Technik, sondern auch des Geschmacks bilden [...]».²⁴

Die Heimatschutzbewegung war Teil einer allgemeinen kulturellen Strömung, der Nationalen Romantik. Die «nationale Kunst in gutem, modernem Geiste», wie sie Richard Kuder 1900 mit Blick auf die skandinavischen Länder forderte, äusserte sich gleichzeitig in Malerei, Literatur, Architektur und nun eben auch im Brückenbau.²⁵ Typisch für die national-romantische Architektur waren die Vorliebe für regionale Materialien und Handwerks-traditionen, gedrungene Proportionen und Massenwirkungen, aber auch «der Geist sachlicher Konstruktion»²⁶. Im Brückenbau verweist nicht nur die Präferenz für den Stein auf die romantische Bewegung, auch in der Detailgestaltung zeigen sich Affinitäten hierzu. Sätze wie: «sie suchen die Wirkung der aufgetürmten Massen und des unverhüllten Stoffes [...] lieber nackte Wände als Fassaden im Kulissenstil, nur da reiche und zarte Details, wo es sein soll, aber nur auf bezeichnenden Stellen als Kontrast zu grossen Flächen»²⁷, die J.J. Tikkanen in der Schweizerischen Bauzeitung 1906 mit Blick auf die neue finnische Architektur äusserte, lesen sich wie ein Programm auch zur Gestaltung der steinernen Viadukte der hier zur Diskussion stehenden Bahnlinien. Darin liegt der Schlüssel zum ungewöhnlich starken formalen Bezug des damaligen Brückenbaus zur gleichzeitigen Architektur, weiter wird damit die Bedeutung des oberen Abschlusses der Viadukte mit den Abdeckplatten und Konsolen unterstrichen, die auch als ornamental wirkendes «reiches und zartes Detail» gelesen werden können.

Auswirkungen

In den Jahren zwischen dem Bau der Albulabahn und dem Ersten Weltkrieg wurden bei neu erstellten Eisenbahnlinien die Brücken immer häufiger als steinerne Viadukte erstellt: Steinbrücken finden sich an der Engadiner Linie der RhB, der Chur – Arosa-Bahn, der Bodensee – Toggenburg-Bahn, der Centovallina. Auch internationale Transitbahnen wie Lötschberg- und Tauernbahn erhielten eine grosse Zahl steinerner Brücken. Diese Brücken entsprachen meistens bis ins Detail den Typen der Albulabahn. Die Erfahrungen mit dem Bau grösserer steinerner Gewölbe liessen sich aber auch auf den Baustoff Beton übertragen. Das Konzept der aufgeständerten Beton-Bogenbrücken wurde vom Steinbau übernommen. Eine Entwicklungslinie führt vom Solisviadukt (Halbkreisgewölbe) über den Wiesenerviadukt (Druckliniengewölbe mit Betonsteinen) zum Langwieserviadukt (Drucklinienbogen mit zwei hochkantigen Betonrippen). Nach dem Ersten Weltkrieg wurde der Steinbau immer stärker durch die wirtschaftlichere Betonbauweise verdrängt. Doch für Brückenbauten von nationalem Anspruch kam immer noch der Stein zu Ehren. Die Brückenumbauten der Gotthardbahn wurden ab 1920 in Stein (oder zumindest in steinverkleidetem Beton) gebaut. Dasselbe gilt für die Brücken der Sustenpassstrasse (eröffnet 1946) und die neue Teufelsbrücke in der Schöllenschlucht (1956).

Hundert Jahre haben sich die steinernen Viadukte gut gehalten, sofern der Baugrund sich nicht allzustark bewegte. Heute ist die Abdichtung der Gewölbe meist nicht mehr intakt und es treten Frostschäden auf. Die Instandsetzung der steinernen Viadukte unter Wahrung ihrer architektonischen Eigenart bedeutet eine grosse Herausforderung für die kommende Zeit.

Jürg Konzett ist Teilhaber des Ingenieurbüros Konzett, Bronzini, Gartmann AG in Chur. Er hat 1989 für die Gesellschaft für Schweizerische Kunstgeschichte den Kunstführer über die Albulabahn verfasst. Mit dem Brückeningenieur der RhB und dem kantonalen Denkmalpfleger erarbeitete er das RhB-interne Papier «Umgang mit bestehenden Brücken». Gegenwärtig betreut er zusammen mit seinen Büropartnern die «Hauptinspektion» sämtlicher Brücken und Viadukte der Albulalinie.

Adresse des Autors: Jürg Konzett, dipl. Ing. ETH/SIA, Bahnhofstr. 3, 7000 Chur

Endnoten

- 1** Die Angaben zur Albulabahn basieren auf dem Standardwerk des Oberingenieurs des Bahnbaus: Friedrich Hennings. Projekt und Bau der Albulabahn. Denkschrift im Auftrage der Rhätischen Bahn. Chur 1908.
- 2** Die statistischen Grenzwerte für «brückenreiche» und «tunnelreiche» Bahnlinien sind entnommen aus: Günter Dinhold. Die Semmeringerbahn. Der Bau der ersten Hochgebirgsbahn der Welt. Wien 2003, S. 11.
- 3** Brief von Friedrich Hennings an die Direktion der RhB vom 25.9.1898 betreffend die Lage des Bahnhofes St. Moritz (Archiv RhB).
- 4** E. Bosshard. Die Berninabahn. Schweizerische Bauzeitung (SBZ). 10.2.1912, S. 73 ff. / 17.2.1912, S. 87 ff. / 24.2.1912, S. 99 ff. / 16.3.1912, S. 143 ff. / 23.3.1912, S. 157 ff. / 30.3.1912, S. 169 ff. / 6.4.1912, S. 181 ff.
- 5** Hermann Behrmann. Die Rhätische Bahn. Praktischer Reiseführer durch das schweizerische Hochland Graubünden. Hrsg. von der Direktion der Rhätischen Bahn. Chur 1908.
- 6** Die «paradoxe» Zielsetzung des Ingenieurs, Kunstbauten möglichst zu vermeiden, wird in der Trassierung von Gebirgsstrassen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhundert offensichtlich. Besonders deutlich zeigt sich dies bei der Grossglockner-Hochalpenstrasse. Vgl. dazu: Georg Rigele. Die Grossglockner-Hochalpenstrasse. Geschichte eines österreichischen Monuments. Wien 1998.
- 7** Jürg Conzett. Die Rheinbrücke der Albulabahn bei Thusis. In: Bündner Monatsblatt 4/1989, S. 262ff.
- 8** Nachruf in SBZ. 19.10.1957, S. 678.
- 9** David P. Billington. Robert Maillart's Bridges. The Art of Engineering. Princeton 1979. S. 19.
- 10** Paul Séjourné. Grandes Voûtes. 6. Bde. Bourges 1913–1916.
- 11** Gustav Bener. Gerüst- und Seilriesenbauer Richard Coray von Trins (Graubünden). Zu seinem erfüllten siebenzigsten Jahr. Chur 1939.
- 12** Friedrich Hennings. Die Albulabahn. Vortrag gehalten an der 40. Generalversammlung des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins vom 6. September 1903 in Chur. SBZ. 17.10.1903, S. 192 ff. / 24.10.1903, S. 195 ff.
- Sowie: Red. SBZ. Die neuen Linien der Rhätischen Bahn. Die gewölbten Brücken der Albulabahn. SBZ. 16.1.1904, S. 29 ff. / 23.1.1904, S. 41 ff. / 30.1.1904, S. 60 ff.
- 13** Friedrich Hennings. Die neuen Linien der Rhätischen Bahn. In: SBZ. 13.7.1901, S. 15 ff. Vgl. auch Anm. 1.
- 14** Jürg Conzett. Die Albulabahn. (Schweizerische Kunstführer GSK, Serie 47, Nr. 461/462). Bern 1989, S. 25.
- 15** Hennings. Albulabahn (wie Anm. 1). S. 27
- 16** Vgl. Anm. 4.
- 17** Robert Moser. Grosse Steinbrücken im Grossherzogtum Baden. SBZ. 21.12.1901, S. 271 ff.
- 18** Red. SBZ (Robert Moser). Steinerne Brücken. SBZ. 10.7.1897, S. 14.
- 19** Robert Moser. Über Anlage und Kosten der Bahnviadukte. SBZ. 30.6.1900, S. 279 ff.
- 20** Hans Studer. Steinerne Brücken der Rhätischen Bahnen. In: Schweizerische Ingenieurbauten in Theorie und Praxis. Internationaler Kongress für Brückenbau und Hochbau. Zürich 1926.
- 21** Briefwechsel im Archiv RhB.
- 22** Alois Riegl. Spätromische Kunstindustrie. Wien 1901. Zitiert nach: Bruno Reichlin. Die Schönheit der Berechnung. In: Structure as Space. Hrsg. von Mohsen Mostafavi. London 2006, S. 270.
- 23** Ludmila Seifert-Uherkovich. «Bündnerische Vereinigung für Heimatschutz» – die ersten 70 Jahre. In: Bündner Monatsblatt 5/2005, S. 414–448.
- 24** Jules Coulin. Die Rhätische Bahn. In: Heimatschutz 1/1913, S. 1 ff.
- 25** Richard Kuder. Konkurrenz-Betrachtungen. In: SBZ. 17.11.1900, S. 193.
- 26** Othmar Birkner. Die nationale Romantik der Schweiz. In: Werk. Werk-Chronik Nr. 5, 1967.
- 27** J.J. Tikkanen. Gesellius, Lindgren und Saarinen. In: SBZ. 12.05.1906, S. 227, 228.