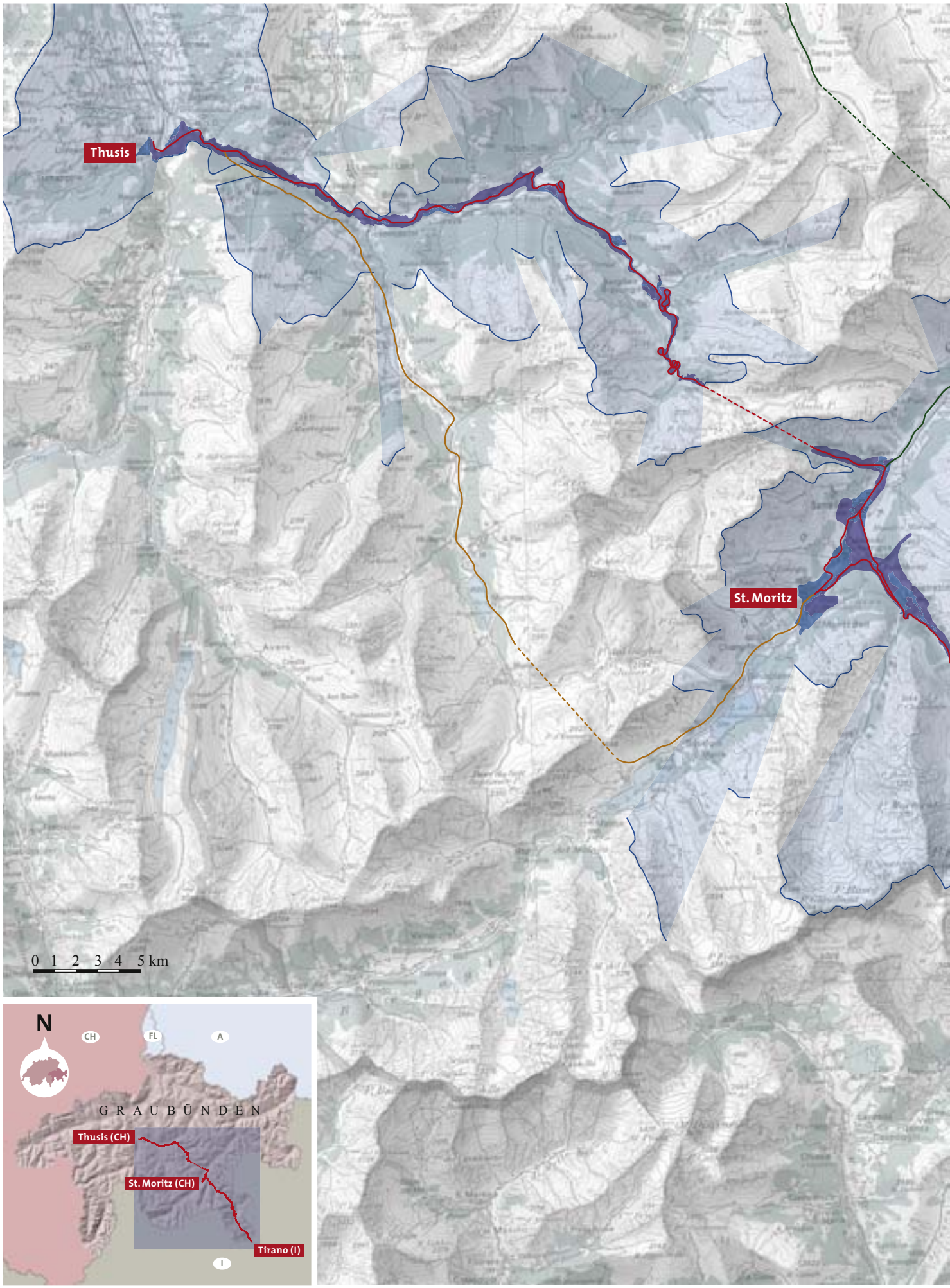
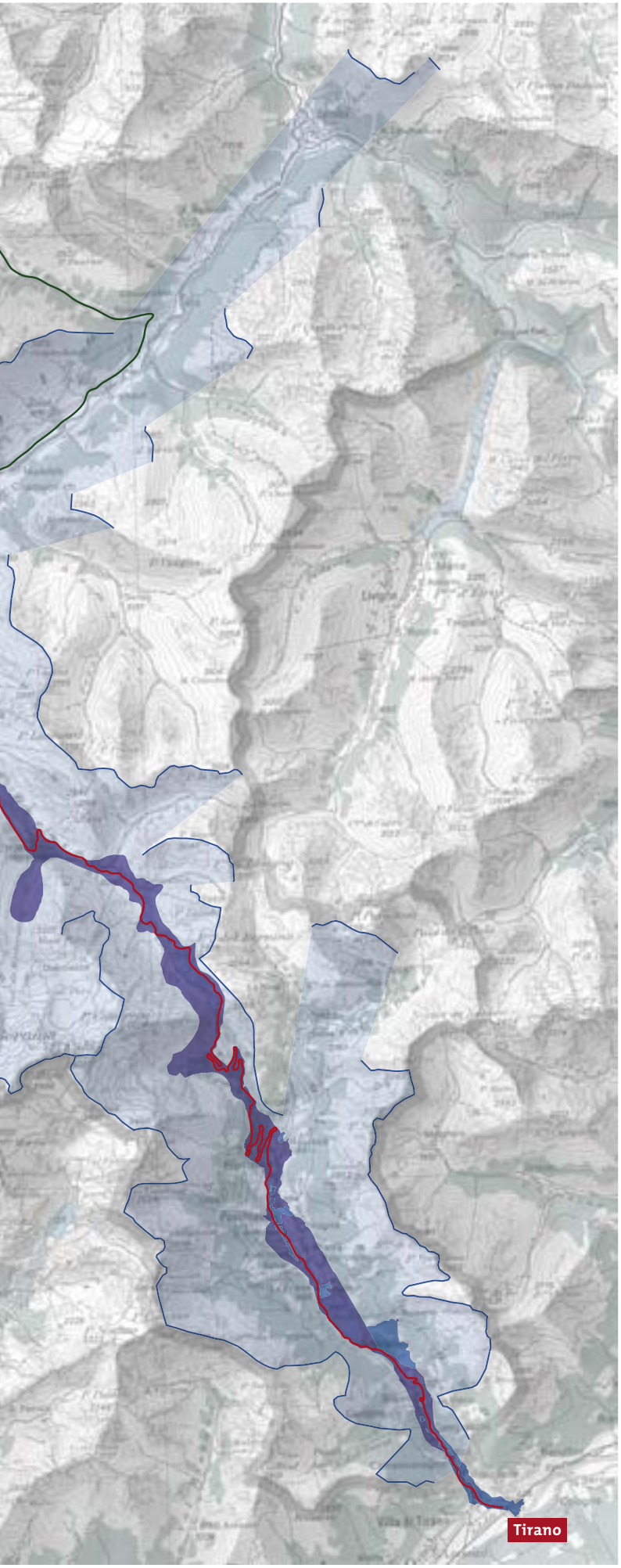

Thusis
St. Moritz
0 1 2 3 4 5 km
N
CH
FL
A
GRAUBÜNDEN
Thusis (CH)
St. Moritz (CH)
Tirano (I)
I



Projekte zur bahntechnischen Erschliessung des Engadins

- Scalettabahn 1890
- Scalettatunnel
- Julierbahn 1897
- Grevasalvastunnel

Kernzone

- Kernzone mit Bahn und Kulturlandschaft

Pufferzone

- Pufferzone im Nahbereich
- Pufferzone im Fernbereich
- Horizontlinie

Quellen:
Basiskarte: PK 200'000 swisstopo, Wabern
Geodaten: Amt für Raumentwicklung Graubünden
Thematische Angaben: Gian Brüngger / Gion Rudolf Caprez
Grafik: Süsskind, SGD, Chur
Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BM062220)

2.b.6 Bahnbau und Betrieb

Die Albulalinie wurde zwischen 1898 und 1904 als leistungsfähige Schmalspurbahn zu den Tourismuszentren des Oberengadins erstellt. Die ursprünglich mit Dampflokomotiven betriebene Strecke wurde 1919 elektrifiziert. Trotz stetiger Anpassungen an sich ändernde Anforderungen hat sie sich in ihrer originalen Linienführung fast vollständig erhalten und dient immer noch ihrem ursprünglichen Zweck.
Die Berninabahn entstand in den Jahren 1906 bis 1910 als elektrische Überlandbahn im Zusammenhang mit den Kraftwerkbauten an der Südseite des Berninapasses und zur besseren Erschliessung der touristisch attraktiven Naturlandschaft. Für die ganzjährige Befahrbarkeit waren Modifizierungen in der Linienführung und Innovationen für den Schutz der Bahn und die Schneeräumung nötig.

Albulalinie

Entwicklung des Projekts

Um 1860 bestand in Europa ein zusammenhängendes Netz von Haupteisenbahnen, das bis an den Fuss der Alpen reichte. Fahrten in alpines Gebiet wurden dadurch deutlich erleichtert, wenn auch der letzte Teil der Reise immer noch per Postkutsche oder zu Fuss zu bewältigen war. Die Erschliessung hochgelegener Kurorte mit Schmalspurbahnen, wie sie in der Schweiz 1890 für Davos oder 1891 für Zermatt erfolgte, bedeutete hinsichtlich der Erreichbarkeit des Hochgebirges eine enorme Qualitätssteigerung. Tourismuszentren ohne Bahnverbindung befanden sich fortan in einem komparativen Nachteil und suchten diesen aufzuheben.
In diesem Zusammenhang ist auch der Bau der Albulalinie von Thusis nach St. Moritz zu sehen. Um ins Oberengadin zu gelangen, das sich bei der ausländischen Klientel seit der Mitte des 19. Jahrhunderts einer wachsenden Beliebtheit als Feriendestination erfreute (vgl. Kap. 2.b.9), konnten die Reisenden zwar ab Chur die Postkutsche benutzen, für Güter wie Kohle und das für die Hotelbauten benötigte Baumaterial aber war die Bahnverbindung über Gotthard – Milano – Chiavenna mit anschliessendem Strassentransport über den Malojapass vorteilhafter: Die Überführung einer Wagenladung Kohle kostete für die Strecke Saarbrücken – Chiavenna CHF 223.–, für jene von Chiavenna nach St. Moritz CHF 250.–!
Der Entscheid, die Bahn ins Engadin durch das Albulatal führen zu lassen, stand am Ende eines langen Selektionsprozesses (vgl. Kap. 2.b.5). Gegenüber den anderen zur Diskussion stehenden Varianten, der Scaletta- oder der Julierbahn, bot die Albulalinie Vorzüge sowohl in topographischer wie auch in verkehrstechnischer Hinsicht. Die von Davos ausgehende Scalettabahn stiess vor allem wegen ihrer peripheren Lage auf Widerstand, sowohl in den zentralen Regionen des Kantons wie auch im Engadin selbst; gewünscht wurde in den genannten Gebieten eine eigene, direkte Anbindung an die Normalspurbahn, die seit 1858 in Chur ihren Endpunkt hatte. Eine ab Tiefencastel durchs Oberhalbstein geführte Julierbahn schied aus finanziellen Gründen aus; allein der Scheiteltunnel hätte wegen seiner grossen Länge immense Kosten verursacht.

Albulastrecke > Bau der Brücke über den Hinterrhein bei Thusis, 1901.
Rhätische Bahn

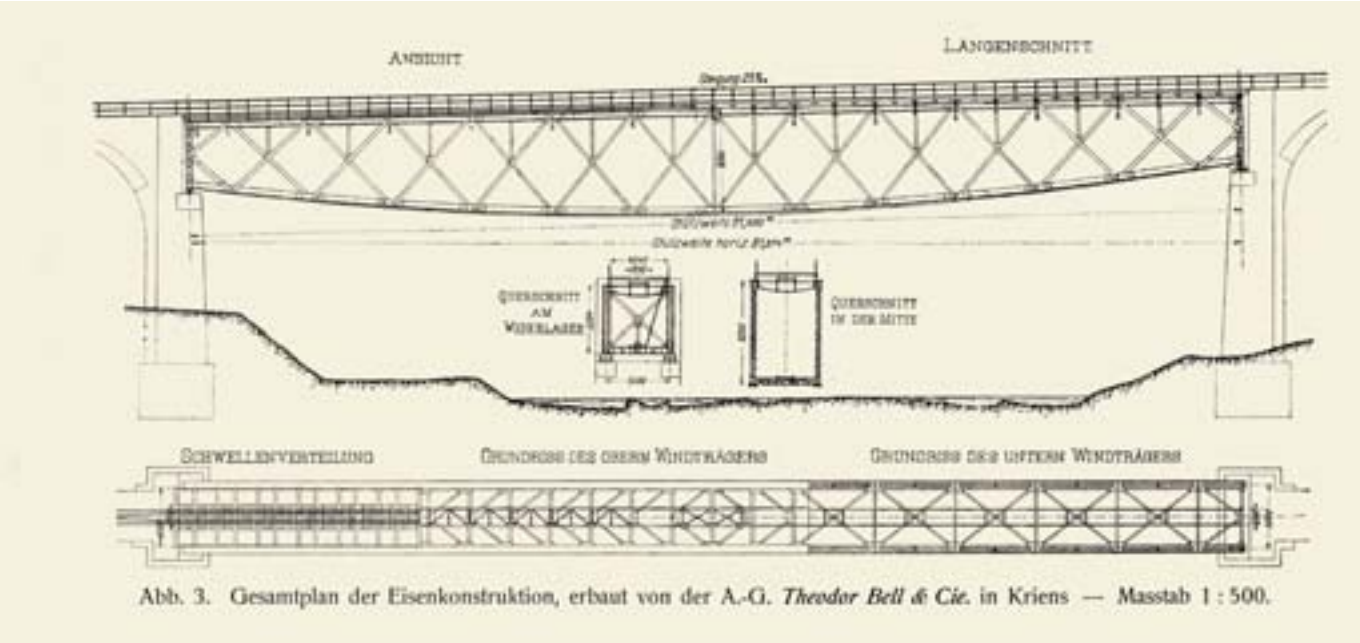


Abb. 3. Gesamtplan der Eisenkonstruktion, erbaut von der A.-G. *Theodor Bell & Cie.* in Kriens — Masstab 1 : 500.

Plan der Eisenkonstruktion für die Brücke über den Hinterrhein bei Thusis. Verkleinerte Illustration aus Friedrich Hennings: *Albulabahn. Denkschrift*, Chur 1908.

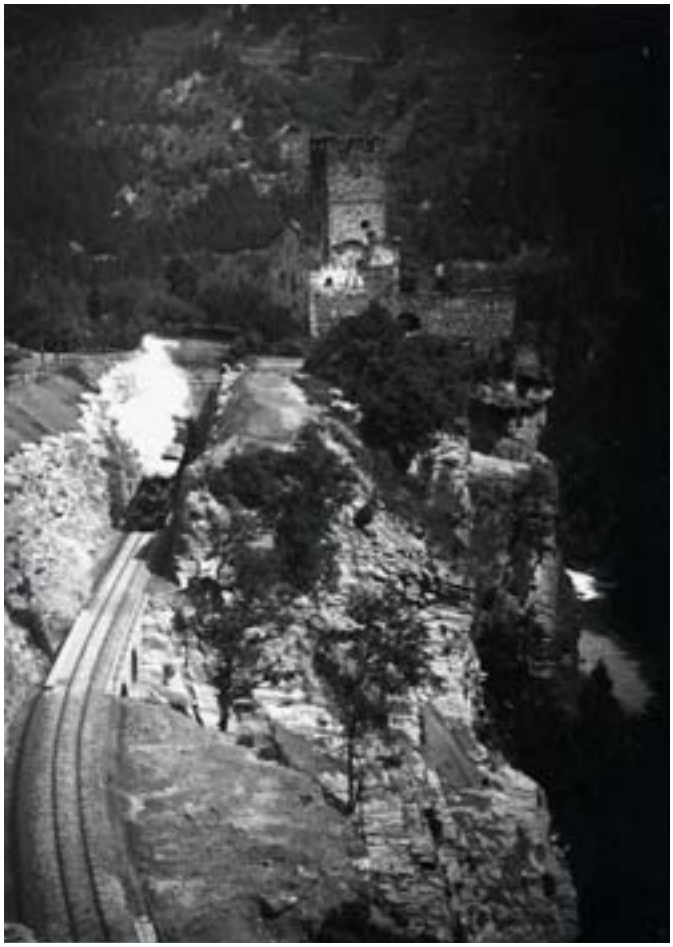
1889 hatte der Bündner Kantonsingenieur Giovanni Gilli ein erstes Projekt für die bahntechnische Erschliessung des Engadins durch das Albulatal erarbeitet. Seine Pläne für eine schmalspurige Albulalinie Filisur – Samedan zeigen aber noch eine wenig leistungsfähige Bahn: Auf einer Länge von 11,4 km hätte sie gar als Zahnradbahn mit 90 ‰ Steigung betrieben werden sollen und der Scheiteltunnel lag derart hoch, dass ein Winterbetrieb kaum möglich gewesen wäre. 1890 konstituierte sich in Bergün/Bravuogn ein Albulabahn-Komitee mit Persönlichkeiten aus Politik und Hotellerie, das Ingenieur Robert Moser beauftragte, ein «Gutachten über die Anlage einer Albulabahn und die zweckmässigste Bahnverbindung mit dem Engadin» zu erstellen. Darin kam Moser zum Schluss, einer Albulalinie sei als «dem von der Natur klar vorgezeichneten Weg» der Vorzug gegenüber den Konkurrenzrouten zu geben. Sein Projekt sah eine Schmalspurbahn mit 45 ‰ Steigung vor, ähnlich jener von Landquart nach Davos. Eine neuerliche Überarbeitung des Projektes durch Moser zeigte, dass mit geringen Mehrkosten die Steigung auf 35‰ verringert und die Bahn entscheidend leistungsfähiger gemacht werden konnte. Auf der Basis dieses Projektes erfolgte 1897 der Baubeschluss durch die Rhätische Bahn und 1898 der Baubeginn unter der Leitung von Ingenieur Friedrich Hennings.

Finanzierung

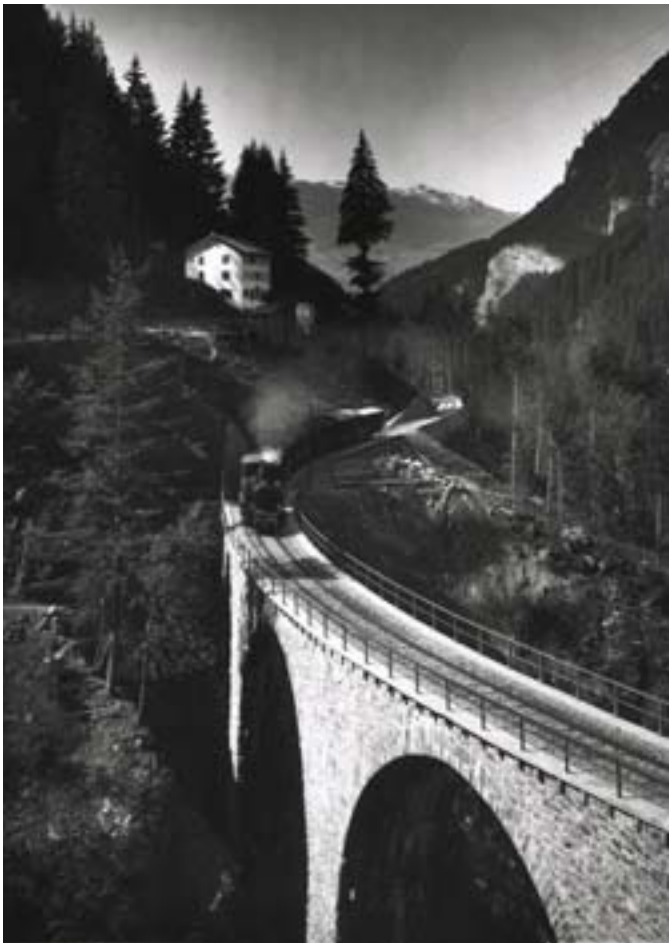
Die erste Schmalspurbahn Graubündens, die 1889/90 eröffnete Linie Landquart – Klosters – Davos, wurde im wesentlichen von der zu diesem Zweck in Basel gegründeten Schweizerischen Eisenbahnbank finanziert, die eine Mehrheit der entsprechenden Aktien und Obligationen besass (vgl. Kap. 2.b.5). Es ist anzunehmen, dass die Investoren einen Gewinn in Form von Dividenden oder Zinsen auf Obligationen erwarteten, oder zumindest hofften, bestehende Investitionen in Hotels absichern zu können. Im Gefolge strengerer staatlicher Regulierung drohte 1895 ein Absprung der privaten Aktionäre aus den Bündner Eisenbahnaktien. Mit dem kantonalen Eisenbahngesetz von 1897 übernahm der Kanton die im Besitz der Eisenbahnbank befindlichen Aktien der in der Zwischenzeit in «Rhätische Bahn» umbenannten Landquart – Davos -Bahn und regelte die Finanzierung der so genannten «Prioritätslinien»; als solche wurden jene Bündner Bahnstrecken bezeichnet, deren Realisierung man unverzüglich an die Hand nehmen wollte, nämlich die Linien Reichenau – Ilanz und Thusis – Oberengadin. Diese wurden nun nicht mehr als profitable Investitionen, sondern als Mittel der Wirtschafts- und Territorialpolitik betrachtet.

Die auf 26 Mio. CHF veranschlagten Kosten für den Bau dieser Prioritätslinien wurden durch Aktienzeichnung von Bund (8 Mio. CHF), Kanton (4.3 Mio. CHF) und Gemeinden (3.6 Mio. CHF) sowie durch Obligationen in der Höhe von 10.2 Mio. CHF gedeckt.

Der Kostenvoranschlag für die Albulabahn betrug 21.2 Mio. CHF, die Endabrechnung ergab 25.8 Mio. CHF, was einem Betrag von CHF 418’000.– pro Kilometer entsprach. Im Vergleich zur 1882 eröffneten Gotthardbahn (1.1 Mio. CHF/km) und der 1913 fertig gestellten Lötschbergbahn (1.6 Mio. CHF/km) kam die eingleisige Schmalspurbahn durchs Albulatal ins Engadin deutlich günstiger zu stehen, sowohl betreffend der Zufahrtsrampen wie auch des Scheiteltunnels. Die Schmalspurbahn Landquart – Davos allerdings hatte lediglich 150’000 CHF/km gekostet. Kostenmässig bewegte sich die Albulalinie also ungefähr in der Mitte zwischen einer einfachen Schmalspurbahn und einer



Albulastrecke > Linienführung unterhalb der Ruine Campi bei Sils i.D., Aufnahme 1903.
Rhätische Bahn



Albulastrecke > Passmalviadukt in der Schinschlucht, Aufnahme um 1903/04.
Sammlung Wehrli, Eidgenössisches Archiv für Denkmalpflege, Bern

Albulastrecke > Lehrgerüst von Richard Coray für den Bau des Solisviadukts, Aufnahme 1901.
Rhätische Bahn

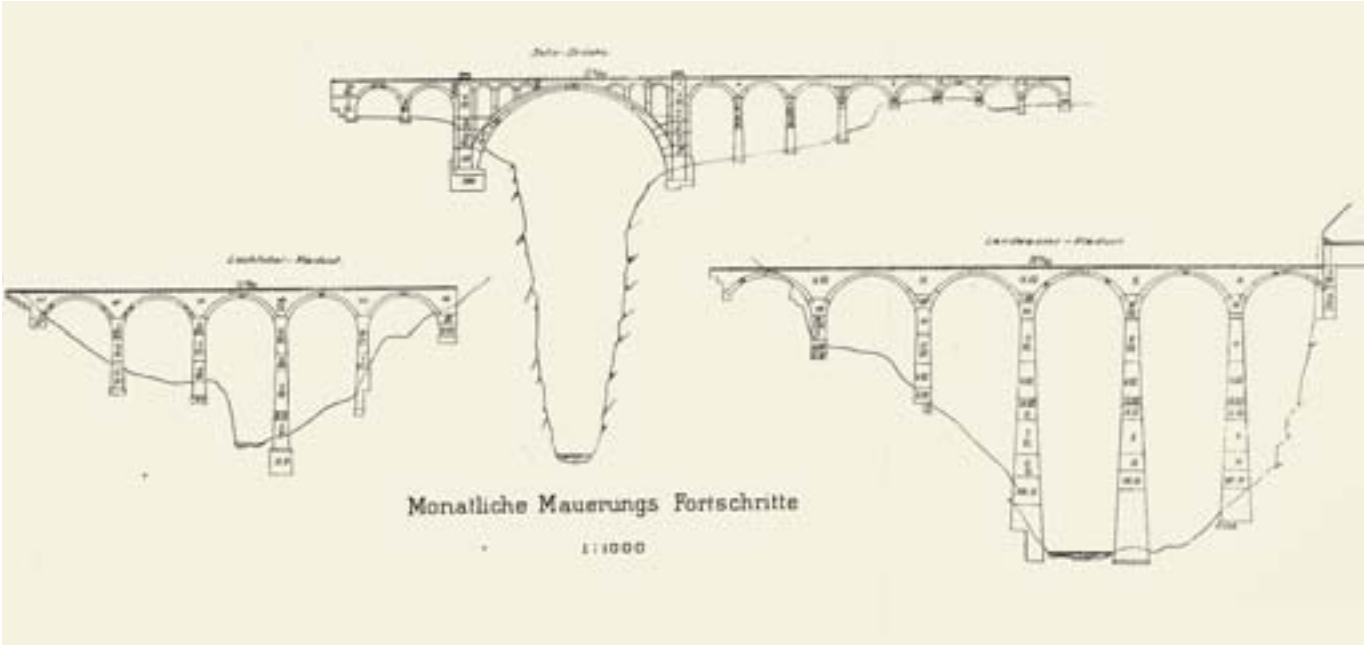
Gebirgs-Vollbahn.
Oberingenieur Friedrich Hennings verteidigte die Kostenüberschreitung von 4.6 Mio. CHF 1906 in einer Denkschrift mit dem Hinweis auf die geologisch bedingten Schwierigkeiten beim Bau des Albulatunnels und anderer Durchstiche, die gegen 3 Mio. CHF Mehrkosten verursacht hätten, und die während der Bauzeit erfolgten Projektverbesserungen hinsichtlich der Bewältigung eines grösseren Verkehrsaufkommens, mit denen sich die Albulalinie in ihrer Bauausführung noch mehr den grossen Alpenbahnen anglich.

Der Bau der Bahn

Im Juli 1898 nahm das Baubüro in Chur unter Leitung von Hennings und dem zu seinem Stellvertreter bestimmten Giovanni Gilli die Tätigkeit auf. Die Aufgabe bestand zunächst darin, aus dem generellen Trasseeverlauf des Projekts von Robert Moser den genauen Weg der Bahn im Gelände zu bestimmen. Hennings nahm dabei verschiedene Änderungen vor, die der Erhöhung der Sicherheit dienten. Auch wurden damals die für die spätere Bauausführung und -qualität entscheidenden Normen erstellt (vgl. Kap. 2.a.3 und 2.a.4). Auf dieser Basis arbeitete man die Unterlagen für die Bauausschreibung an die Unternehmer aus. Bei der Festlegung der Stationen war neben technischem auch politisches Geschick gefragt, zumal die Bahnhöfe nicht immer so nah an die bestehenden Siedlungen geführt werden konnten, wie deren Repräsentanten es sich gewünscht hätten. Eine Schätzung der benötigten Bauzeit liess erkennen, dass der Bau des Albulatunnels die bestimmende Grösse für den Zeitpunkt der Eröffnung der Bahn werden würde. Deshalb begann die Rhätische Bahn selbst bereits im Oktober 1898 – also noch vor der Bauvergabe an einen Unternehmer – mit der Absteckung der Tunnelachse und dem Bau des Sohlstollens von beiden Endpunkten aus. Nur mit einem so frühen Baubeginn am Scheiteltunnel konnte man eine Eröffnung der Strecke für die Sommersaison 1903 ins Auge fassen.
Die Gesamtstrecke wurde in drei Sektionen aufgeteilt: Die erste umfasste die Lose 1 – 4 von Thusis bis Filisur, die zweite die Lose 5 – 8 von Filisur bis Mitte Albulatunnel, während die Sektion 3 die Lose 9 – 11 von Mitte Albulatunnel bis St. Moritz beinhaltete. Jede Sektion stand unter der Leitung eines eigenen Sektionsingenieurs. Ein Bauführer und ein Assistent, beides Ingenieure, überwachten den Bau jedes Loses. Die Planauflage in den Gemeinden, die Ausschreibung und Vergebung der Unterbauarbeiten fanden im Sommer 1900 statt. Ausschreibung und Vergabe der Brücke über den Hinterrhein bei Thusis, der Hochbauten und des Oberbaus erfolgten auf separatem Weg.
Die Eisenkonstruktion der Thusner Rheinbrücke wurde von der in Kriens (Kanton Luzern) beheimateten Brückenbaufirma Theodor Bell & Cie. berechnet, entworfen und auch ausgeführt. Im Winter 1900/01 wurde das Montiergerüst erstellt. Die Montage dauerte von Anfang Mai bis Mitte August 1901, die Brückenprobe fand am 10. Dezember 1901 statt.
Für die Strecke zwischen Thusis und Solis wurde eine Variante gewählt, die keine künstliche Linienentwicklung in die Viamala erforderte. Dies hatte allerdings zur Folge, dass man in der Schinschlucht durchwegs unterhalb der Strasse bleiben und die für die Anlage eines Bahntrassees günstigen Terrassen von Campi und Freihof untertunneln musste. Dafür liegt die Fahrbahn nun im Bereich des festen Gesteins und blieb von Rutschungen weitgehend verschont. Die Lage der Bahn unterhalb der Strasse vereinfachte auch die Versorgung der Baustellen.

Albulastrecke > Zum Bau des Landwasserviadukts bei Filisur wurden Kranbrücken eingesetzt, Aufnahme 1901.
Rhätische Bahn

Albulastrecke > Blick aus dem Landwassertunnel auf die im Bau befindlichen Brückenpfeiler des Landwasserviadukts, 1902.
G. Lorenz



Die monatlichen Fortschritte beim Bau des Lochtobel- und des Landwasserviadukts sowie der Solisbrücke wurden genau protokolliert und grafisch dargestellt. Verkleinerte Illustration aus Friedrich Hennings: *Albulabahn. Denkschrift*, Chur 1908.

Beim Lochtobelviadukt traten am dritten Mittelpfeiler, der durch die bewegliche steile Überlagerung hindurch unmittelbar auf Fels gestellt werden musste, besondere Schwierigkeiten bei der Fundation auf: Die 14 m bis zum Felsanstoss mussten mit einer sehr umständlichen Zimmerung gefestigt werden, zudem wurde die begonnene Baugrube noch während der Aushubarbeiten infolge eines Murgangs verschüttet.
Um den Bau der Brücke über das Muttnertobel zu vereinfachen und ein schwieriges Bahnstück zu vermeiden, wurde unter Verbesserung der Trassierung während des Baus eine Verlängerung des Solistunnels um 127 m auf 987 m vorgenommen.
Die schönen harten Kalksteinquader des Solisviadukts konnten in unmittelbarer Nähe der Brücke gewonnen werden. In der kurzen Zeit von einem Jahr wurde die Brücke von der Firma Munari, Cayre und Marasi gebaut. Die Baukosten beliefen sich auf CHF 125'000.–.
Der Nisellastunnel war ursprünglich nur auf eine Länge von 89 m projektiert gewesen, wurde dann aber auf 274 m verlängert, um eine steinschlaggefährdete Halde zu hinterfahren.
Bei der Anlage der Station Filisur waren verschiedene Komponenten entscheidend: Zum einen musste sie so situiert werden, dass der Anstieg auf die Höhe des Engadins möglichst kurz gehalten werden konnte. Zu berücksichtigen war zudem die geplante Bahnlinie Filisur – Davos; nur bei einer relativ hohen Lage des Filisurer Bahnhofs konnte auf der Strecke Schmelzboden/Monstein – Filisur das Maximalgefälle von 35 ‰ eingehalten werden. Anderseits wiederum musste man verhindern, dass die 35 ‰-Steigung nicht schon vor der Station Surava einsetzte, denn damit wäre man dort und im anschliessenden Streckenabschnitt in steile und schwierige Hänge geraten, zudem hätte der Landwasserviadukt noch höher konstruiert werden müssen. Ausserdem musste die Station auch in erreichbarer Entfernung zum Dorf stehen; die Höhendifferenz zwischen Bahnhof und Siedlung konnte schliesslich nicht unter 50 m gebracht werden.
Gemäss dem bei Gebirgsbahnen üblichen Grundsatz, die Bahnlinie möglichst dem Talboden entlang zu führen, hätte die notwendige künstliche Entwicklung zwischen Filisur und Bergün/Bravuogn erst an der Steilstufe des Bergünersteins angelegt werden müssen. Vergleichende Studien ergaben aber, dass man mit einem Anstieg im Gelände oberhalb Filisur mit kürzeren Tunnels auskommen und so Kosten sparen konnte. Die besseren geologischen Verhältnisse wurden erkauft durch die schwierige Versorgung der Baustellen, die nun bis zu 150 m über dem Talgrund lagen. Dazu dienten vorhandene und neu erstellte Wege sowie eine Standseilbahn von Bellaluna zum Stulsertobel. Wegen der hohen Lage der Baustellen wurde anfallendes Ausbruchsmaterial nicht fortgeschafft, sondern an Ort deponiert und beim Mauerwerk wo immer möglich auf den Einsatz von Mörtel verzichtet.
Der Bau des Landwasserviaduktes dauerte rund 13 Monate. Er umfasst rund 9'200 m^3 Mauerwerk und kostete CHF 280'000.–. Die Zuführung von Material für den Bau der hohen Pfeiler erforderte eine komplexe Organisation. Innerhalb der Pfeiler standen Stahlgerüste, die mit Kranbrücken verbunden waren. Mit den elektrischen Aufzügen und Mischmaschinen gehörte die Landwasserviadukt-Baustelle zusammen mit jenen des Albulatunnels, wo Bohrmaschinen zum Einsatz kamen, zu den damals noch seltenen Beispielen eines mechanisierten Bauplatzes.
Bei der Ausmauerung des Greifensteintunnels stürzte am 9. August 1901 nahe beim oberen Por-

Albulastrecke > Streckenführung zwischen dem Tuoa- und dem Zuondra-Spiraltunnel, 1902. Die für den Bau notwendigen Terrainveränderungen sind heute kaum mehr sichtbar.
Rhätische Bahn

Albulastrecke > Bau des Clix-Viadukts, 1902.
Rhätische Bahn

Albulastrecke > Unten Albulaviadadukt I, oben Rugnux-Lehnenviadukt.
Rätisches Museum, Chur

tal das Tunnelgerüst ein; vier Arbeiter wurden unter den Schuttmassen begraben. Der die Rettungsarbeiten leitende Sektionsingenieur Perbs wurde von einem Nachsturz überrascht und getötet.

Der 333 m lange Glatscherastunnel wurde erst nach Betriebseröffnung in der Zeit vom 9. September 1903 bis zum 28. Januar 1904, also in nur 144 Tagen ganz in festem Fels erstellt. Ursprünglich führte die Linie hier parallel zur Kantonsstrasse durch eine Schutthalde, die im Frühling 1903 allerdings in unaufhaltsame Bewegung geriet. Um den Bahnbetrieb sicherzustellen, entschloss man sich nachträglich zum Bau dieses Umfahrungstunnels. Die Kosten betrugen CHF 178'000.–.

Im schwierigen Streckenabschnitt zwischen Muot und Preda mussten verschiedene Möglichkeiten der Linienführung sehr sorgfältig gegeneinander abgewogen werden, um schliesslich die in Bezug auf Bodenverhältnisse, Steinschlaggefährdung, Lawinenzüge, Rüfen, Besonnung und nicht zuletzt Baukosten optimalste Lösung zu finden. Die definive Lage der Entwicklungsschleifen unterscheidet sich wesentlich von der ursprünglich geplanten.

Der Bau des Albulatunnels wurde an die Bauunternehmung Ronchi & Carlotti vergeben und ab Frühling 1901 von der Rhätischen Bahn in Regie weitergeführt. Er bedingte umfangreiche Bauinstallationen an den Angriffspunkten Preda und Spinas. Es mussten Unterkünfte für die Arbeiter, Aufseher und Ingenieure geschaffen werden; neben den Magazinhäusern und Werkstätten gesellten sich hierzu auch noch Bauten für die Verpflegung der Arbeiter, für Bad, Gottesdienst, Schule, Post usw. So entstand beidseits des Durchstichs je eine Wohnkolonie, die mit Wasserleitung und Hydranten, in Preda gar mit elektrischem Licht ausgestattet war. Auch die Stationshochbauten in Preda und Spinas wurden gleich bei Aufnahme der Arbeiten am Tunnel errichtet; sie dienten bis zur Eröffnung der Strecke als Baubüro und boten eine zusätzliche Unterkunftsmöglichkeit.

In Preda war ein Bahnarzt angestellt und ein Spital errichtet worden. Letzteres wurde von italienischen Schwestern besorgt, die zudem für die in der Wohnkolonie lebenden Kleinkinder eine Vorschule führten. Die älteren Kinder wurden von Lehrern unterrichtet, für welche die Gemeinden Bergün/Bravuogn und Bever aufkamen. In Spinas bestand nur ein Krankenzimmer, da bei Bedarf das nahe gelegene Kreisspital Samedan zur Verfügung stand.

Im Juli 1902 erreichte die Zahl der am Bau des Albulatunnels beschäftigten Arbeiter ihren Höchststand; damals standen insgesamt 1316 Mann im Einsatz, 984 davon im Tunnel, 332 im Freien.

Für den Tunnelvortrieb wurden mit Druckwasser von 100 atü betriebene Bohrmaschinen (System Brandt) eingesetzt. Das erforderliche Wasser wurde auf der Nordseite dem Palpuognasee, auf der Südseite dem Fluss Beverin entnommen. Man erwartete auf der Nordseite 200 PS, auf der Südseite 150 PS zu gewinnen, doch war die ganze Anlage von der Unternehmung allzu knapp dimensioniert worden und musste später, als der Baubetrieb intensiviert wurde, vielfach umgestaltet werden. Erst nachträglich wurde klar, dass im strengsten Wintermonat Februar mit Wasserkraft auf der Nordseite nur 140 PS, auf der Südseite nur 100 PS gewonnen werden konnten. Man sah sich also genötigt, in Spinas noch zwei Dampfmaschinen von 25 PS in Reserve aufzustellen, welche beim kleinsten Wasserstand einzugreifen hatten. Für Preda wurde das Wasser des Palpuognasees in einem 560 m langen geschlossenen Holzkanal von 0.35 m Weite und Höhe

Albulatunnel > Bohrmannschaft mit der Brandt'schen Wasserbohrmaschine.

Albulatunnel > Die Baumannschaft und die Ingenieure sind vor den Werkgebäuden beim Nordportal Preda zum Fototermin versammelt, um 1902.
Rhätische Bahn

Albulatunnel > Grossaufmarsch für den Fotografen beim Südportal, um 1902.
Sammlung Peter Pfeiffer

mit fünf Luftschächten längs der Kantonsstrasse zum Wasserschloss oberhalb des Tunnelportals geführt, von wo anfangs nur eine eiserne Druckleitung von 0.3 m Weite zur Turbine des Maschinenhauses führte. Für den Regiebetrieb wurden später aus dem Wasserschloss noch drei zusätzliche, 0.2 m weite Druckröhren abgezweigt, von denen jede zu einer Turbine führte, die ihrerseits einen von drei hintereinander gekuppelten Ventilatoren mit 1.5 m Durchmesser anzutreiben hatte. Für die Tunnellüftung war es unerlässlich, dass Ventilation und Maschinenbohrung unabhängig voneinander funktionierten. Die Ventilatoren brachten bei 3'000 m Leitungslänge und 1'550 Umdrehungen pro Minute durch eine schmiedeiserne Röhre von 350 bis 400 mm Weite zum Schluss noch mindestens 1 m^3 Luft pro Sekunde vor Ort. Dies genügte, weil der Tunnelquerschnitt nur geringfügig durch Gerüste versperrt war und im letzten Kilometer vor dem Durchschlag nicht gemauert wurde. Die Druckhöhe zwischen dem Wasserschloss und den Turbinen betrug 75 m. Die Wasserspiegeldifferenz zwischen dem Palpuognasee und dem Wasserschloss belief sich auf 53 m und musste auch während des Regiebaus unbenutzt bleiben, da man zu dieser Zeit nicht mehr die ganze Anlage umgestalten konnte. Die Hauptturbine war für 160 PS konstruiert, die Ventilationsturbinen für je 30 PS, die Beleuchtungsturbine für 15 PS.

Auf der Südseite des Tunnels wurde der Fluss Beverin an einer Stelle, wo das Flussbett im gewachsenen Fels liegt, durch ein gemauertes Wehr abgesperrt und das so entstandene Wasserbecken zum Schutz vor Lawinen und Steinschlag mit Baumstämmen überdeckt. Daran schloss sich ein Klärbecken mit Leerlauf und Überlauf an. Ein 1'200 m langer geschlossener Holzkanal von 70 cm Breite und 50 cm Höhe führte zum Wasserschloss, von welchem die Druckleitungen mit 60 m Druckhöhe und 250 m Länge zu den Turbinen abzweigten.

Die Werkstätten vor den beiden Tunnelportalen waren mit Drehbank, Bohrmaschine, Fräsmaschinen usw. ausgerüstet. An sie schlossen sich für Maschinenbohrungen noch zwei grössere Schmieden und eine kleine Gelbgiesserei an, während für die Handbohrung und die Herstellung sonstiger Werkzeuge spezielle Schmieden eingerichtet waren. Die Platzwahl für die Dynamitmagazine und deren Einrichtung unterlag strengen behördlichen Vorschriften; die Manipulation wurde stets ordnungsgemäss abgewickelt.

Die für den Tunnelbau verwendete Bahn hatte eine Spurweite von 750 mm. Es wurden etwa 10 km Gleise mit einem Gewicht von 15.5 kg pro Meter verlegt. 330 Rollwagen standen zur Verfügung, davon 75 ohne Bremse. Zur Beförderung der Rollwagen wurde eine Lokomotive mit 40 PS, deren zwei mit 30 PS und zwei weitere mit 25 PS angeschafft.

Auf der Südseite führte der Sohlstollen zunächst durch wasserhaltigen Bergschutt mit grossen Findlingen und Sand, was die Bölzung sehr ungleich beanspruchte und Verschiebungen des Einbaues zur Folge hatte. Nach 133 m Vortrieb stellte man die Durchsticharbeiten ein, um den Tunnel fürs Erste bis zu diesem Punkt fertig auszubauen. Der Vollausbruch ging in diesem beweglichen Gebirge nur mühsam voran. Am 19. November 1899, als man bei Tunnelmeter (Tm) 108 angelangt war, gab der Einbau der beiden letzten Ringe nach und stürzte auf 12 m Länge ein. Dabei bildete sich ein 25 m hoher Einbruchtrichter, der bis an die Erdoberfläche reichte. Menschen kamen glücklicherweise keine zu Schaden. Die Rekonstruktion wurde von der Bauleitung der Rhätischen Bahn auf

Albulatunnel > Die Bauarbeiter vor ihren einfachen Behausungen in Spinas.
Staatsarchiv, Chur

Übersichtsplan des Bauplatzes Spinas. Illustration aus Friedrich Hennings: *Albulabahn. Denkschrift*, Chur 1908.

Rechnung der Unternehmung Ronchi & Carlotti durchgeführt und war erst Ende Juli 1900 vollendet. Bereits im März 1900 hatte man im vorgetriebenen Firststollen bei Tm 170 die feste Grundmoräne erreicht und bei Tm 260 den Granit. Dies ermöglichte die Aufnahme der Maschinenbohrung auf der Südseite am 17. Oktober 1900. Die Bauunternehmung fühlte sich den Schwierigkeiten des Tunnelbaus nicht mehr gewachsen und wünschte, vom Auftrag entbunden zu werden. Am 1. April 1901 begann nach kürzeren Verhandlungen der Regiebetrieb der Rhätischen Bahn unter der Leitung von Ingenieur Weber aus Zürich mit der Fortsetzung der Arbeiten.

Zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Maschinenbohrung auf der Nordseite, am 25. August 1901, bei Tm 1260, stand man auf der Südseite bei Tm 1485, es fehlten also noch 3'120 m Stollenlänge. Um die verlorene Zeit einzuholen, wurde die Anzahl der Brandt'schen Bohrmaschinen erhöht; auf beiden Seiten standen gleichzeitig je drei Geräte im Einsatz. Als Alternative zum teuren und zeitraubenden, auch bezüglich der Lüftung Schwierigkeiten bietenden Firststollenvortrieb führte Ingenieur Weber im November 1901 bei Tm 1320 ab Nordportal die Methode des Firstschlitzes ein; diese wurde ab April 1902 auch auf der Südseite angewandt. Mit Hilfe leichter Gerüste gelangte man durch eine zweimalige Erhöhung im Schlitz bis zur Tunneldecke mit unter 45° schräg gegen das Portal gerichteten Bohrkronen. Der Herstellung des Firstschlitzes folgte der Vollausbruch und diesem die Mauerung, sofern eine solche in dem über weite Strecken sehr harten Granit überhaupt notwendig war. Auf der Südseite wurden die Arbeiten zur Verhütung eines Unglückfalls am 23. Mai 1902 eingestellt. Der Durchbruch erfolgte am 29. Mai 1902 von Preda her, 3030.5 m ab dem Nord- und 2'835 m ab dem Südportal. Der Durchschlag ergab die äusserst geringe Abweichung von 50 mm in Längsrichtung und 48 mm in der Höhe. Im Januar 1903 wurden in der Nähe der Durchschlagsstelle die letzten Mineurarbeiten ausgeführt und Ende Februar war auch die Mauerung vollendet.

Das Ausbruchmaterial des Albulatunnels konnte zur Erstellung der teilweise hohen Dämme und für die Aufschüttung der Stationsanlagen verwendet werden. Damit wurde der Bahnkörper vor dem in der Oberengadiner Ebene nur wenig unter der Oberfläche liegenden Grundwasser geschützt (vgl. Kap. 2.a.3).

Die Vollendung des Abschnitts zwischen Celerina und St. Moritz wurde wegen der Diskussion um den Standort des Bahnhofes St. Moritz verzögert. Die Gemeinde wünschte, dass der Bahnhof oberhalb der englischen Kirche, auf 1'800 m ü. M. gebaut würde, weil so das Dorf zentral erschlossen und die freie Sicht auf den See gesichert gewesen wäre. Die Rhätische Bahn hingegen wollte den Bahnhof mit Blick auf eine mögliche Weiterführung der Linie Richtung Chiavenna am oberen Ende des Sees anlegen. Der definitive Standort wurde schliesslich von der Schweizerischen Landesregierung im Sinne eines Kompromisses am 5. November 1901 festgelegt. Bis Celerina wurde die Albulabahn am 1. Juli 1903 eröffnet, das restliche Teilstück bis St. Moritz konnte wegen des späten Entscheids erst am 10. Juli 1904 in Betrieb genommen werden.

Rollmaterial von der Eröffnung bis zur Elektrifizierung

Durch die Landquart – Davos-Bahn besass die Rhätische Bahn Erfahrung mit dem Betrieb einer schmalspurigen Gebirgsbahn mit Dampflokomotiven. Aufgrund der geschätzten Reisenden-

Tenderlokomotive der Bauart Mallet, (1'B)B, 1903.
Rhätische Bahn

1'D - Dampflokomotive 102.
Rhätische Bahn

1'D - Dampflokomotive 112.
Rhätische Bahn

frequenzen und Gütertonnagen wurden auf die Eröffnung der Prioritätslinien (Reichenau – Ilanz und Thusis – St. Moritz) hin zwölf Dampflokomotiven, 64 Personen-, acht Gepäck- und 129 Güterwagen angeschafft. Ihre Ausführung basierte auf den Typen, welche die Rhätische Bahn bereits besass. Für leichte Aufgaben wurden Tenderlokomotiven 1'C mit drei Triebachsen, für den schweren Dienst an der Albularampe die Tenderlokomotiven (1'B)B der Bauart Mallet beschafft. Diese besassen zwei gelenkig verbundene Triebachsgruppen von je zwei Achsen, um die engen Kurven besser befahren zu können.
Die Personenwagen waren zweiachsig und hatten offene Endplattformen. Die Wagen der dritten Klasse wiesen offene Innenräume mit Mittelgang auf, die Wagen der Polsterklassen teilweise Einzelabteile mit Seitengang. Alle für die Eröffnung der Albulalinie beschafften Personenwagen waren mit elektrischer Beleuchtung ausgestattet. Im Winter konnten sie mit Dampf der Lokomotive beheizt werden. Unter den Güterwagen gab es sowohl geschlossene wie auch offene, mit niedrigen und halbhohen Wänden. Bezüglich Tragkraft (10 t) und Grösse waren sie identisch mit jenen der damaligen Normalspurwagen, was den Umlad von durchgehender Fracht erleichterte. Alle Fahrzeuge waren mit der automatischen Hardy-Vakuumbremse ausgerüstet. Dies erlaubte eine effizientere Betriebsführung, da auf den Güterzügen kein Bremspersonal mehr benötigt wurde und talwärts schneller gefahren werden konnten. Die Geschwindigkeit bergwärts fahrender Züge war durch die Leistung der Lokomotive begrenzt und erreichte 15 – 30 km/h.
Schon nach kurzer Betriebszeit zeigte sich, dass die Albulalinie mehr Verkehr als kalkuliert anzog. Die Mallet-Dampflokomotiven, die sich auf der kürzeren Strecke Landquart – Davos bewährt hatten, genügten für den Albulabetrieb nicht. Um die Reisenden der normalspurigen Anschlusszüge der Schweizerischen Bundesbahnen weiterbefördern zu können, war eine stärkere und für längere Strecken geeignetere Maschine notwendig.
Schon im Herbst 1902 waren auf dem Netz der Rhätischen Bahn Probefahrten mit einer 1'D-gekuppelten Lokomotive der Bauart Consolidation durchgeführt worden, welche die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) in Winterthur für die Bahn Djibouti – Addis Abeba in Abessinien (heute Äthiopien) entwickelt hatte. Diese besassen vier gekuppelte Triebachsen, von denen zwei im selben Rahmen seitenverschiebbar waren. Die Verlegung der Wasser- und Kohlevorräte auf einen Schlepptender ermöglichte es, den Kessel und damit die Leistung der Lokomotive zu vergrössern, ohne dass sich deren Gewicht erhöhte. Von einer modifizierten Version dieser «abessinischen» Lokomotiven beschaffte sich die Rhätische Bahn zwischen 1904 und 1915 insgesamt 29 Einheiten. Die 1'D-Dampflokomotiven trugen bis zur Elektrifizierung die Hauptlast der Zugförderung am Albula. Sie beförderten in Doppeltraktion einen Zug von 190 t, dessen Länge gerade jener der Kreuzungsgleise von 200 m entsprach. Zwei Lokomotiven dieses Typs und mehrere Wagen aus der ersten Betriebszeit sind noch heute funktionsfähig.
Auch die Wagenbeschaffung trug der Verkehrsentwicklung und den Komfortansprüchen Rechnung. Neue Personenwagen waren vierachsig, für die Schnellzüge besorgte die Rhätische Bahn sogar Wagen mit geschlossenen Faltenbalgübergängen nach dem Vorbild der europäischen Luxuszüge. Der Engadin-Express von 1913, der nur Wagen erster Klasse und einen Gepäckwagen führte, benötigte mit einer 1'D-Lokomotive nur noch 2 Stunden 42 Minuten von Chur nach St. Moritz! Güterwagen der Lieferungen nach

Albulastrecke > Die Lawinenmauern und Schneerechen oberhalb Muot sind teilweise vollständig eingeschneit.
Rhätische Bahn

Albulastrecke > Am 23.12.1919 verschüttete die Crasta Mora Lawine das Trassee im Val Bever und riss die Fahrleitung herunter. Mit einer Dampfschneeschleuder wird der kompakte Lawinenschnee beseitigt.
Rhätische Bahn

Albulastrecke > Crasta Mora Lawine 23.12.1919. Bevor die Dampfschneeschleuder zum Einsatz gelangen konnte, musste zuerst die oberste Schicht des Lawinenschnees weggeschaufelt werden.
Rhätische Bahn

1911 wiesen wie die neueren Wagen der Normalspur eine Tragfähigkeit von 15 t auf.

Winterbetrieb

Zum Zeitpunkt der Projektierung der Albulalinie verfügten die Ingenieure über 30 Jahre Erfahrung im Winterbetrieb von Dampfbahnen im Gebirge. Die amerikanische Transkontinentalbahn in der Sierra (eröffnet 1869), die Gotthard- und die Arlbergbahn sowie die Strecke Klosters – Davos der Rhätischen Bahn sind von Moser und Hennings auf ihre Charakteristiken untersucht worden. Nach der Idee ihrer Erbauer sollte die Albulastrecke ganzjährig mit grosser Sicherheit und mit möglichst geringem Aufwand betrieben werden können. Tatsächlich ist die Albulabahn ein herausragendes Beispiel für eine Bahn, bei der dank vornweg richtiger Anlage der Aufwand im Winterbetrieb auf ein Minimum reduziert werden konnte. Oberingenieur Hennings' Fähigkeit, Naturgefahren abzuschätzen und ihnen angemessen zu begegnen, verdient grosse Bewunderung. Zur Erhöhung der Wintersicherheit hat man den Scheiteltunnel in einer möglichst niedrigen Lage angesetzt, die Zufahrtsstrecken wurden jeweils auf die sonnenexponierte Seite der Talschaften gelegt. Auf den Abschnitten mit grosser Lawinengefahr zwischen Bergün/Bravuogn und Preda wie auch zwischen Spinas und Bever führten gründliche Geländebegehungen zu Optimierungen der Linienführung. Spezielle Bauten und Massnahmen erhöhten die Wintersicherheit: die Verbauung des Hangs von Muot mit Mauern und Aufforstungen, die gemauerten Lawinengalerien in Muot und Maliera sowie weitere Lawinengalerien aus Stahl und Holz, Ablenkdämme und Schutzmauern.
Für den Streckenabschnitt zwischen Spinas und Bever wurde die von beiden Talflanken ausgehende Lawinengefahr als so hoch eingeschätzt, dass die Bahn auf einen Damm in die Mitte der Talsohle gelegt wurde. Erfahrungen mit dem Schneepflugbetrieb Klosters – Davos führten zum Entscheid, zwischen Gleis und Futtermauer genügend Platz für die Schneeablagerung zu schaffen und bei Hanglagen möglichst beidseitig Schneegräben vorzusehen. In den Tunnels war darauf zu achten, dass das ablaufende Bergwasser nicht gefror, um eine Entgleisung der Züge zu verhindern. Zu diesem Zweck hat man den Albula- und den Rugnuxtunnel nach der Durchfahrt eines Zuges jeweils mit Toren verschlossen, das Eis auf den Schienen von Arbeitergruppen entfernen lassen und die Ablaufgräben zur Isolierung mit Schnee zugedeckt.
Auch die Fahrzeuge waren für den Winterbetrieb ausgerüstet. Die Erfahrung lehrte, im Winter auf der Bergstrecke nur die stärkeren Lokomotiven einzusetzen und diese mit einem fest angebauten Schneepflug auszurüsten. So konnte der Neuschnee laufend vom Gleis entfernt werden. Die dabei entstehenden Schneewälle auf der Bergseite des Gleises wurden anschliessend von Arbeitergruppen weggeschaufelt. Bei starkem Schneefall wurde zur Räumung der Strecke der Keilpflug mit einer Schiebelokomotive eingesetzt. So genannte Spurpflüge (angeschafft ab 1906) entfernten den harten Schnee zwischen den Schienen, der zu grossem Rollwiderstand oder gar zu Entgleisungen führen konnte. 1913 beschaffte die Rhätische Bahn zwei Dampfschneeschleudern, womit der Schnee nicht nur zur Seite gedrückt, sondern in einer grösseren Breite geräumt und ausgeworfen werden konnte. Mit ihnen konnte auch kompakter Lawinenschnee entfernt werden.
Diese Einrichtungen für den Winterbetrieb haben sich bewährt. Ausser nach seltenen grossen Lawinenniedergängen ist die Albulalinie bis heute ohne längere Unterbrüche ganzjährig be-

Elektrifizierung Albulastrecke > Albulatunnel-Portal Spinas, Dampdflok G 3/4 vor Montagezug Kummler & Matter.
Archiv Hermann Kummler

Elektrifizierung Albulastrecke > Fahrleitungsbau-zug zwischen Surava und Tiefencastel, Aufnahme um 1918.
Sammlung G. Brüngger

Elektrifizierung Albulastrecke > Station Tiefencastel, Aufnahme 1919.
Archiv Hermann Kummler

trieben worden. Ergänzungen der Schutzbauten wurden im Bereich der Lawinenverbauungen Muot, Maliera und Alpetta vorgenommen. Bei der Elektrifizierung schützte man die exponierten Fahrleitungsmasten mit Lawinenbrechern aus Holz oder Beton.
1958 wurde für die Schneeräumung mit der Beschaffung einer Diesel-Schneeschleuder Pionierarbeit geleistet. Das im Vergleich zur Dampfmaschine leichtere und schnell laufende Aggregat leistet mehr und lässt sich seitlich verschieben, womit der Fahrkanal verbreitert werden konnte.

Elektrifizierung und Rollmaterial nach 1919

Zur Bauzeit der Albulalinie hatte man noch nicht an eine Elektrifizierung der Strecke gedacht. Die Trassierung, die Anlage der Zwischenstationen und die Werkstätte in Samedan waren denn auch ganz auf den Betrieb mit Dampflokomotiven ausgerichtet. Auch mit dem Verkehrsanstiegs in den Betriebsjahren bis 1914 scheinen die Anforderungen der Zugförderung nicht über der Leistungsfähigkeit der modernen 1'D-Dampflok gelegen zu haben.
1905 trat die Rhätische Bahn der Schweizerischen Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb bei, die für die Hauptbahnen das geeignete System bestimmen sollte. 1910 entschied der Verwaltungsrat der Rhätischen Bahn, die im Bau befindliche Linie Bever – Scuol und die bestehenden Linien Bever – St. Moritz und Samedan – Pontresina mit dem von der Studienkommission empfohlenen Einphasensystem von 10 kV 16 2/3 Hz zu elektrifizieren. Die Elektrifizierung der Rhätischen Bahn entsprach hinsichtlich der Systemwahl, der festen Anlagen und der Triebfahrzeuge dem damaligen Stand der Technik für leistungsfähige elektrische Hauptbahnen. Die Stromversorgung erfolgte durch die Kraftwerke Brusio AG (heute Rätia Energie AG) mit einer über den Berninapass zur neuen Umformerstation in Bever geführten Hochspannungsleitung. Die Fahrleitungsanlage wurde von der deutschen Firma Siemens erstellt und bestand aus Stahlmasten mit Auslegern, Tragseil und Fahrdraht. Die zwei Lokomotivtypen 1'B1' und 1'D1' entsprachen in ihrem Leistungsprogramm den vorhandenen Dampfloktypen 1'C und 1'D. Wegen des Verkehrsrückgangs nach 1914 kam die elektrische Unterengadiner Linie nie an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit, sie brachte der Rhätischen Bahn dennoch wertvolle Erfahrungen zum Betrieb einer elektrischen Bahn im Gebirge und Vergleichsmöglichkeiten verschiedener Lokomotivtypen im Hinblick auf deren Eignung.
Der Kohlenmangel während des Ersten Weltkriegs führte zum Beschluss, dass die Eisenbahnen in der Schweiz rasch und vollständig zu elektrifizieren seien. In erster Priorität sollten bereits vorhandene Elektrifizierungen verlängert werden. Dies galt auch für die Rhätische Bahn. In der um 1920 in Graubünden geführten Debatte, ob die Nutzung der Wasserkräfte im Kanton auf privatwirtschaftlicher oder staatlicher Basis geschehen sollte, ergriff die Rhätische Bahn nicht offen Partei. Sie erstellte keine eigenen Kraftwerke, sondern bezog den benötigten Strom von mehreren Kraftwerkgesellschaften (vgl. Kap. 2.b.7). 1919 war die Elektifizierung auf der Strecke zwischen Bever und Thusis abgeschlossen, der Betrieb wurde vorerst mit vorhandenen Lokomotiven und der Energie des Umformerwerks Bever und dem Viamalakraftwerk der Rätischen Werke für Elektrizität in Thusis aufrecht erhalten. Die Konstruktion der Fahrleitungen orientierte sich am Modell der Unterengadiner Linie, mit dem Unterschied,

C'-C'-Lokomotive > Die «Krokodil»-Lokomotiven sind zu einem Sinnbild der Rhätischen Bahn geworden. Im Bild ein Exemplar kurz nach seiner Ablieferung vor dem Depot in Landquart, um 1921.
Rhätische Bahn

Bo'Bo' > Nach 1947 verkehrten Reisezüge mit den schnellen Bo'Bo'-Lokomotiven.
Sammlung G.Brüngger

Ge 4/4 III > Die neuste Elektrolok-Generation.
P. Donatsch

dass die Masten wegen Materialknappheit nicht aus Stahl, sondern aus Holz gebaut wurden. An mehreren Stationen erstellte man gemauerte Schalthäuschen nach dem Engadiner Vorbild.
Die Rhätische Bahn bezifferte die Kosten für die Elektrifizierung der Linien Bever – Thusis und Filisur – Davos 1920 auf CHF 64'000.– pro km; diese Summe dürfte allerdings nur das Erstellen der Leitungen abgedeckt haben, die Lokomotiven und die notwendigen Unterwerke waren ja bereits vorhanden. Kostenvergleiche zwischen dem Dampf- und dem elektrischem Betrieb wurden während der Ausführungsarbeiten und nochmals zehn Jahre später angestellt, sie ergaben keinen eindeutigen Vorteil zugunsten der elektrischen Traktion. Erst unter Einbezug weiterer Faktoren, wie dem Wegfall des Rauchs in den Tunnels war die elektrische Variante vorzuziehen.
Bei der Beschaffung neuer Lokomotiven für die elektrifizierte Albulalinie war die Steigerung von deren Leistungsfähigkeit das entscheidende Kriterium. Die ab 1921 in Betrieb genommenen Lokomotiven der Bauart C'C', von denen 15 Exemplare angeschafft worden waren, leisteten einzeln soviel wie zwei der stärksten Dampfmaschinen zusammen und konnten allein einen Zug befördern, welcher der Länge der vorhandenen Kreuzungsgleise entsprach. Je nach Anhängelast erreichten sie auf einer Strecke mit 35 ‰-Steigung eine Geschwindigkeit von 30 – 45 km/h und waren zudem einmännig zu bedienen. Die C'C'-«Krokodil»-Lokomotiven sind geradezu zum Sinnbild der Rhätischen Bahn geworden; einst waren sie Zeichen für Modernität, heute verbreiten sie einen Hauch von Nostalgie.
Nach 1939 verkehrten Reisezüge mit Leichttriebwagen, ab 1947 mit den Bo'Bo'-Lokomotiven. Schnellzüge und Güterzüge der Albulalinie verkehren heute mit der neusten Triebfahrzeuggeneration Ge 4/4 III. Diese erreichen mit einer Vollast von 300 t auf der Albularampe eine Geschwindigkeit von 50 km/h.
Die Fahrleitungsanlage wurde nach 1930 mit Stahlmasten versehen und nach 1980 vollständig erneuert. Die Energieversorgung geschieht heute über eine 66 kV-Ringleitung. Für die Albulalinie besteht ein Einspeisepunkt beim Kraftwerk Sils i.D. Somit sind zwar kaum materielle Zeugen der Elektrifizierung der Albulabahnstrecke erhalten, doch wird die Bahn immer noch mit dem vor einem Jahrhundert gewählten Stromsystem betrieben. Damit ist die Möglichkeit gegeben, weiterhin Fahrzeuge der ersten Generation des elektrischen Betriebs einzusetzen.

Veränderungen

Die Albulalinie ist seit ihrer Bauzeit kaum verändert worden. Die notwendigen Leistungssteigerungen konnten bis heute mit der Elektrifizierung, der Verlängerung von Kreuzungsgleisen, neuen Steuerungs- und Sicherungsanlagen, neuem, stärkeren Oberbau und neuem Rollmaterial erzielt werden. Mit der Inbetriebnahme der zweiten Bahnverbindung ins Engadin durch den Vereinatunnel im Jahr 1999 gelang eine weitere Steigerung der Bahnkapazität, ohne dass die Substanz der Albulastrecke angegriffen worden wäre. Damit ist die Albulabahn in ihrem heutigen guten Erhaltungs- und Betriebszustand sicher vor den zwei grossen Gefahren, von denen historische Eisenbahnlinien in der Regel bedroht sind: der Stillegung wegen mangelnder Nachfrage oder der vollständigen Neutrassierung und Überformung wegen zu viel Verkehr.
Die Zwischenstationen der Albulastrecke sind in Anzahl und Lage unverändert geblieben. Die auf 120 m bemessene Ausweichslänge bei den Kreuzungsstationen war ursprünglich für einen Zug

Preda > Verlängerte doppelspurige Abschnitte, wie hier in Preda, erlauben eine Zugskreuzung ohne Halt.
A. Badrutt

Landquart > Die Nordseite der Albulabahn wird seit 2005 vom Rail Control Center (RCC) in Landquart aus gesteuert.
P. Donatsch

mit zwei Lokomotiven und zehn Anhängewagen konzipiert, wie er der damals prognostizierten Auslastung genügt hätte. Nach Beschaffung der längeren und stärkeren Schlepptenderlokomotiven sind bis 1908 die meisten Kreuzungsstationen auf 200 m verlängert worden; diese Ausweichlänge reichte auch nach der Elektrifizierung noch für Jahrzehnte. Zwischen 1965 und 1990 wurde die Kreuzungslänge bei allen Stationen etappenweise auf 250 – 300 m erhöht. Die Einführung des Taktfahrplans Bahn 2000 erforderte an den Kreuzungsstellen der Schnellzüge, in Thusis, Filisur und Preda, verlängerte doppelspurige Abschnitte, für eine Zugskreuzung ohne Halt.
Die Zwischenstationen, die ursprünglich alle von mehreren Bediensteten besetzt waren und im Personen- und Güterverkehr alle Dienstleistungen anboten, sind bis heute mit wenigen Ausnahmen in unbediente, ferngesteuerte Kreuzungsstationen umgebaut worden. Bei den Schnellzugsstationen Thusis, Tiefencastel, Filisur, Bergün/Bravuogn, Preda, Bever, Samedan, Celerina und St. Moritz erfolgte ein Ausbau der Anlagen mit höheren Bahnsteigen, teilweise schienenfreien Zugängen und erneuerten Gebäuden, die kleineren Stationen hingegen waren von einem Abbau betroffen.
Die Kapazität der Albulalinie ist ein erstes Mal durch die Elektrifizierung markant erhöht worden. Eine weitere Steigerung der Zugsdichte war dank des von 1961 bis 1969 in Etappen eingerichteten Streckenblocks möglich. Zur Unterteilung von längeren Streckenabschnitten wurden fünf Blockstellen gebaut. Nachdem der Bahnhof St. Moritz bereits im Jahre 1951 ein elektrisches Schalterstellwerk erhalten hatte, sind mit Einführung des Streckenblocks auch alle übrigen Bahnhöfe und Kreuzungsstationen mit Spurplanstellwerken des Typs Integra Domino 55 ausgestattet worden.
1968 entstand beidseits des Albulatunnels je eine Fernsteuerung: in Filisur für die Nordseite der Strecke und in Samedan für die auf der Südseite gelegenen Stationen Bever und Spinas. Im Jahre 2005 wurde die Fernsteueranlage in Filisur ausser Betrieb gesetzt. Die Nordseite der Albulabahn wird seither vom Rail Control Center (RCC) in Landquart aus gesteuert.
Bis 1989 bestand das Betriebskonzept der Albulalinie in teilweise ganzjährig, teilweise nur saisonal verkehrenden Schnellzügen, ganzjährig verkehrenden Regionalzügen mit Güterbeförderung sowie Güterzügen, teilweise mit Personenbeförderung. Eine Spezialität der Albulalinie ist der Transport von Autos auf Flachwagen zwischen Thusis und Samedan. Bei schlechten Strassenverhältnissen erfordert dies sogar den Einsatz von Extrazügen.
Der seit 1982 in Etappen eingeführte Taktfahrplan der Schweizer Bahnen brachte auf der Albulastrecke ganzjährig ein stündlich verkehrendes Schnellzugspaar. Zwischen den Schnellzügen verkehren seither nur mehr Güterzüge und während der Hochsaison die Glacier- und Bernina-Express-Züge.

Zukunft

Das bestehende Betriebskonzept der Rhätischen Bahn sieht für die Albulastrecke auch künftig einen stündlich verkehrenden RegioExpress-Zug in beiden Richtungen vor. Aufgrund des aktuellen Fahrplans ist die Strecke Bever – Samedan stark belastet, was zuweilen zu Verspätungen führt. Um diesem Problem beizukommen, wurde ein Projekt entwickelt, das zwischen dem Val Bever und Samedan eine Neutrassierung mit kurzem Tunnel vorsieht. Eine andere Variante sieht den Ausbau der Strecke Bever – Samedan auf zwei Gleise vor. In diesem Zusammenhang wäre auch der Bahnhof Bever zu modernisieren.

Berninastrecke > Seit ihren Anfängen setzt die Berninabahn im Sommer offene Güterwagen als Aussichtswagen ein. Eine Komposition um 1920 in der Montebello-Kurve.
A. Steiner / Rhätische Bahn

Die Gleisanlagen und Sicherungsanlagen in Bergün/Bravuogn entsprechen weder den heutigen Sicherheitsbestimmung noch den aktuellen Kundenansprüchen. Auch hier wird mittelfristig ein schienenfrei zugänglicher Mittelperron notwendig werden. Das leer stehende Zeughaus hinter dem Bahnhofsgebäude wird zum «Bahnmuseum» umgenutzt (vgl. Kap. 5.h) und auf dem Bahnhofplatz entsteht eine moderne Fahrzeughalle für historisches Rollmaterial mit Gleisanschluss.
In St. Moritz ist eine Entflechtung der Anlagen für den Reise- und Güterverkehr unbedingt notwendig. 1999 wurde in Samedan eine moderne Güterumschlagsanlage für das ganze Oberengadin gebaut; dadurch ist der Bedarf für den Güterumschlag in St. Moritz nicht mehr sehr gross. Ein Richtplan für den Bahnhof St. Moritz sieht zudem eine Verbesserung der Anlagen der Berninalinie vor.
Die Kunstbauten der Albulabahn sind fast vollständig und unverändert erhalten. Der einzige Verlust ist die Stahlbrücke über den Hinterrhein bei Thusis, die 1991 durch eine zweispurige Betonbogenbrücke ersetzt wurde. Allerdings sind viele der über hundertjährigen Viadukte und Tunnels der Albulabahn sanierungsbedürftig (vgl. Kap. 4.a.1). Bei Sanierungen werden die Viadukte künftig mit einem Betontrog versehen, der das Eindringen von Wasser und damit Schäden am Mauerwerk verhindern soll. Auch die Gewölbe der Tunnels müssen erneuert werden. Vor allem der Albulatunnel bedarf einer technischen Sanierung; die Anpassung an die heute bestehenden Sicherheitsbestimmungen für lange Bahntunnels wird nur mit einem weitgehenden Umbau oder dem Neubau eines parallelen Tunnels möglich sein.

Berninalinie

Entwicklung des Projekts und Finanzierung

Als Verbindung Graubündens mit dem Veltlin und Venedig hatte der Berninapass einst überregionale Bedeutung (vgl. Kap. 2.b.3). 1865 war die Fahrstrasse von Samedan bis Tirano fertiggestellt. Der Bau einer Bahnlinie über den Berninapass aber wurde wegen des hoch gelegenen Passrückens und des steilen Südabfalls lange Zeit nicht in Erwägung gezogen; für die Weiterführung der Bahnstrecke aus dem Engadin Richtung Italien schien der Weg über den Malojapass weitaus geeigneter.
Die Konzession für eine entlang der Strasse Samedan – Tirano trassierte elektrische Bahn wurde 1899 an die Bauunternehmung Froté & Westermann vergeben. Das System der Gleichstrom-Überlandbahn mit allein verkehrenden Triebwagen ermöglichte den Bau von Bahnstrecken, die sich hinsichtlich Gefälle und Kurvenradien an den bei Strassen gängigen Grössenordnungen orientieren konnten und nicht den für Dampfbahnen üblichen Beschränkungen unterlagen. Nach dem Bau der grossen Eisenbahnlinien hatte man allgemein angenommen, der Hauptverkehr würde sich von der Strasse auf die Schiene verlagern; in der Errichtung einer Strassenbahn wurde daher auch eine Möglichkeit gesehen, die kurz zuvor erstellten Alpenstrassen einer neuen Nutzung zuzuführen und so das darin investierte Kapitel zu amortisieren.
Gleichzeitig mit der Aufnahme der Planungen für den Bau einer Strassenbahn über den Bernina wurde die Nutzung der Wasserkraft im Puschlav ins Auge gefasst (vgl. Kap. 2.b.7). 1904 konstituierten sich die Kraftwerke Brusio AG (KWB; heute Rätia Energie AG) und die Berninabahn mit denselben Aktionären, nämlich der in Basel

Pontresina > Ein Dampfzug auf der von der Rhätischen Bahn erbauten Strecke von Samedan nach Pontresina, dem Ausgangspunkt der Berninalinie.
Engadin Press

Pontresina > Der Bahnhof, um 1910.
A. Steiner / Rhätische Bahn

Berninastrecke > Der Winterbetrieb gestaltete sich äusserst schwierig. Der Triebwagen mit der Nummer 5 kann nur noch durch eine enge Gasse den Verkehr aufrecht erhalten. Aufnahme 1926.
A. Steiner / Rhätische Bahn

ansässigen Schweizerischen Eisenbahnbank. Da die Berninabahn im Bündner Eisenbahngesetz von 1897 nicht vorgesehen war, erfolgte ihre Finanzierung vollständig privat, also ohne Beteiligung des Kantons. Bahn- und Kraftwerkprojekt wurden je nach Zeitpunkt verschieden gewichtet. Zu Beginn der Projektierung stand die Bahn im Vordergrund, später sollte diese bezüglich Kapitalisierung, Rendite und wirtschaftlicher Bedeutung von den Kraftwerken überholt werden. Bis 1905 überarbeitete die Bauunternehmung Albert Buss & Co. AG das erste Berninabahnprojekt und schlug eine wesentlich leistungsfähigere Bahn vor, als sie ursprünglich geplant gewesen war. Statt einfach nur der Passstrasse zu folgen, sollte die Linie vom Berninapass bis Poschiavo auf einem eigenen Trassee via Alp Grüm geführt werden. Diese Route war touristisch attraktiver und auch geeigneter für die Materialtransporte der Kraftwerkstufen oberhalb von Poschiavo. Letztlich war die Entstehung der Berninabahn erst mit dem definitiven Entscheid für die Realisierung der KWB garantiert. Die Finanzierung erfolgte in beiden Fällen durch die Elektrizitätsgesellschaft Alioth in Münchenstein, Basel. Die notwendigen Gelder wurden bereits 1905 beschafft, so dass im Jahre 1906 mit dem Bahnbau begonnen werden konnte.

Die Generalunternehmung Buss & Co. übernahm den Bau der Berninabahn pauschal für 12 Mio. Fr, die je zur Hälfte durch Aktien und Obligationen abgedeckt waren. Im Geschäftsbericht 1910 werden die bis zur Betriebseröffnung aufgelaufenen Baukosten von rund 14 Mio. CHF folgendermassen aufgegliedert:

> Unterbau	6.2 Mio. CHF
> Oberbau	1.9 Mio. CHF
> Hochbauten	0.7 Mio. CHF
> Elektrische Einrichtungen	2.2 Mio. CHF
> Rollmaterial	1.5 Mio. CHF

Von den 2.2 Mio. CHF, die für die elektrischen Einrichtungen ausgegeben worden waren, entfielen deren 0.2 auf die Umformerstationen, 0.7 auf die Maschinen in den Kraftstationen und 1.3 auf die Leitungen. 2/3 der Rollmaterialkosten, also 1.0 Mio. CHF, wurden für die Motorwagen ausgegeben.

Der Vergleich mit den Baukosten der zur gleichen Zeit erbauten Strecken der Rhätischen Bahn ist aufschlussreich. So kamen die elektrischen Einrichtungen der Unterengadiner Linie (Bever – Scuol) mit hochgespanntem Wechselstrom und Hauptbahn-Fahrleitung sogar etwas günstiger zu stehen als die einfachen Gleichstromanlagen mit Holzmasten der Berninabahn. Das eigentliche Sparpotential der als kostengünstig geltenden Überlandbahn liegt in der Trassierung, die wegen des Einsatzes von Triebwagen einfach gehalten werden kann. Tatsächlich kostete die Anlage des Trassees bei der durchs Hochgebirge fahrenden Berninabahn lediglich CHF 135’000.– pro km, wohingegen bei der für den Betrieb mit Lokomotiven gebauten Unterengadiner Linie der Kilometer auf mehr als CHF 300’000.– zu stehen kam; hier war der Anteil an Kunstbauten höher.

Bis 1914 beliefen sich die Baukosten allerdings auf 16 Mio. CHF, wovon 2.7 Mio. als kurzfristige Bankschuld finanziert werden mussten. Die Budgetüberschreitung erklärte sich durch die notwendig gewordenen Ausbauten der Anlagen und Fahrzeuge und die zusätzlichen Investitionen für die Wintersicherheit. Zur Schuldentilgung wurde das Aktienkapital nach der Einigung mit der Generalunternehmung teilweise abgeschrieben und es mussten Prioritätsaktien ausgegeben werden. Nachdem schon 1913 öffentliche Subventionen an Lawinenverbauungen entlang der Berninalinie ausgerichtet worden waren, musste die Berninabahn in den 1920er und 1930er Jahren für die

Berninastrecke > Lehnenviadukt gleich neben der unteren Cavagliascobrücke. Illustration aus E. Bosshard: *Die Berninabahn*, Zürich 1912 (*Schweizerische Bauzeitung*, Sonderdruck).

Berninastrecke > Eine Tramway- Dampflokomotive G3/3 überquert als Baulok die weitgehend vollendete Brücke. Aufnahme um 1908. Illustration aus E. Bosshard: *Die Berninabahn,* Zürich 1912 (*Schweizerische Bauzeitung*, Sonderdruck).

Berninastrecke > Blick auf Poschiavo und den Lago di Poschiavo. Illustration aus E. Bosshard: *Die Berninabahn*, Zürich 1912 (*Schweizerische Bauzeitung*, Sonderdruck).

Aufrechterhaltung des Winterbetriebs erneut um Beiträge der Gemeinden und des Kantons ersuchen. Als sich – nach 30 Betriebsjahren – die Erneuerung der Fahrzeuge, Gleisanlagen und der Energieversorgung aufdrängte, die Einnahmen infolge des Zweiten Weltkriegs sanken, gleichzeitig aber auch der ununterbrochene Betrieb aus politischen und militärischen Gründen sichergestellt werden musste, sah sich die Berninabahn nicht mehr in der Lage, den Betrieb selbständig weiter zu führen. 1944 erfolgte die Übernahme durch die Rhätische Bahn.

Der Bau der Bahn

Die Berninabahn wurde zwischen 1906 und 1910 erstellt. Die erwähnte Baufirma Buss & Co. fungierte als Generalunternehmerin, die Lieferung und die Errichtung der elektrotechnischen Anlagen oblag der Elektrizitätsgesellschaft Alioth, die auch für das Rollmaterial zuständig war.
Basis des Bauvertrags war das von Buss überarbeitete, 1905 aufgelegte Projekt. Es enthielt im Vergleich zum Vorprojekt folgende kostensteigernde Änderungen: Streckung des Trassees, Reduktion der Maximalsteigung von 82 ‰ auf 70 ‰, Eliminierung der bei Pontresina und Cavaglia ursprünglich vorgesehenen Spitzkehren, Verlängerung der nutzbaren Ausweichlängen von 45 m auf 90 m, Einschaltung neuer Haltestellen und neuer Ausweichgleise und die Schaffung der Möglichkeit einer nachträglichen Einschaltung von Ausweichstellen an verschiedenen Punkten der Linie ohne beträchtliche Zusatzkosten. Diese Verbesserungen waren von den Investoren der KWB gefordert worden, welche die Berninabahn nicht nur für touristischen Personenverkehr, sondern auch als Güterzubringerbahn für ihren Kraftwerkbau entlang der Strecke nutzen wollten.
Zur Leitung des Bahnbaus bestanden zwei getrennte Baubüros, eines in Celerina, für die Arbeiten auf der Nordseite, das andere in Poschiavo. Am Bau waren bis zu 2500, meist italienische Arbeiter beteiligt. Zu den gewohnt harten Arbeitsbedingungen im Bahnbau kamen in diesem Fall Erschwernisse durch die abgelegenen Baustellen und das alpine Klima hinzu. Im Mai 1907 beteiligten sich 1000 Arbeiter der Engadiner Baustellen an einem Streik, der schliesslich mit einem Militäreinsatz gebrochen wurde.
Als Steinmaterial für die Sichtflächen der Kunstbauten kam fast ausschliesslich Granit zur Verwendung, der sich an verschiedenen Stellen in der Nähe des Trassees in vorzüglicher Qualität vorfand; so bei Montebello, bei Ospizio Bernina, bei Cavaglia und bei Brusio. Die Belieferung der Baustellen mit dem Steinmaterial bedingte allerdings die vorgängige Fertigstellung des Oberbaus.
Technisch anspruchsvoll waren der Bau des Charnadüratunnels, des einzigen längeren Tunnels dieser Linie, und die Tunnel- und Brückenbauten in der Cavagliascokehre. Auch die kürzeren Tunnels boten Schwierigkeiten, weil in der grossen Steigung aufwärts vorangetrieben werden musste und daher die Lüftung schwierig war. Die tiefen Temperaturen auf der Bergstrecke liessen das Dynamit gefrieren und hoch explosiv werden.
Noch vor der Fertigstellung der ganzen Linie wurden Teilstrecken eröffnet, im Sommer 1908 die Abschnitte Pontresina – Bernina Suot und Poschiavo – Tirano, im Sommer 1909 jene von St. Moritz – Pontresina und Bernina Suot – Ospizio Bernina. Am 5. Juli 1910 war die Berninabahn durchgehend befahrbar.

Der Bau des elektrischen Teils

Die Lieferung der elektrischen Energie erfolgt durch das 1906/07 fertig gestellte Kraftwerk

Berninastrecke > Stablinikurve vor dem Palügletscher und dem Piz Cambrena. Aufnahme kurz nach Eröffnung der Berninabahn, um 1910.
A. Steiner / Rhätische Bahn

Berninastrecke > Gleich einem Tram durchfährt die Berninabahn den Weiler S. Antonio. Aufnahme vom 7. April 1927.
A. Steiner / Rhätische Bahn

Pontresina > BCe 4/4 3. Aufnahme vom 4. August 1948.
Sammlung G. Brüngger

Campocologno, als Reserve stand seit 1910 das Kraftwerk Robbia bei Poschiavo zur Verfügung. Beide Anlagen gehörten den KWB. Von den zwölf Generatoren in Campocologno arbeiteten drei für die Stromlieferungen an die lokalen Netze und die Berninabahn. Die Energie wurde mit der Ausgangsspannung der Generatoren von 7000 V/50 Hz an die Umformerstation beim Bahnhof Campocologno geliefert, dort auf 23'000 V hinauftransformiert zur Einspeisung in die Hochspannungsleitung Campocologno – Pontresina, welche die drei weiteren Umformerstationen in Poschiavo, Ospizio Bernina und Pontresina mit Strom versorgte. Ein Teil wurde wieder auf 500 V heruntertransformiert und betrieb den Umformer zur lokalen Gleichstromeinspeisung in die Fahrleitung.

Der Bau der Hochspannungsleitung Campocologno – Pontresina war unabhängig vom Bahnbau unternommen worden; sie sollte rechtzeitig verfügbar sein, denn es war geplant, einzelne Bahnabschnitte auf der Nordseite sofort nach deren Fertigstellung in Betrieb zu nehmen. In den Sommermonaten der Jahre 1907 und 1908 wurde die Leitung von Arbeitergruppen, die in Zeltlagern untergebracht waren, erstellt. Lebensmittel, Masten, Isolatoren, sogar Zement, Wasser und Sand mussten mühsam mit Maultieren auf zum Teil neu angelegten Wegen oder verbesserten alten Saumpfaden transportiert werden.

Die vier Umformerstationen mit Pufferbatterien dienten der Versorgung der Fahrleitung mit Gleichstrom von 750 V. Die einzelnen Anlagen waren untereinander identisch, sowohl in der technischen Einrichtung wie auch in der Architektur. Beim Gebäude in Ospizio Bernina ist das Bruchsteinmauerwerk sichtbar belassen, bei den anderen Bauten sind die Fassaden verputzt, Fenstersimse und Stürze bestehen aus Sichtbackstein. Eigentlich hätten diese Stationen dort errichtet werden sollen, wo der Stromverbrauch am grössten ist, also bei den Steilrampen. Dass sie auf den grösseren Stationen zu stehen kamen, erklärt sich aus der Notwendigkeit, die rotierenden Umformergruppen stets durch einen Maschinisten überwachen zu lassen; in Ospizio Bernina befindet sich deshalb neben dem Umformergebäude auch ein Wohnhaus für den Maschinisten. Kurz nach der Betriebsaufnahme zeigte sich, dass die Stromversorgung bei starkem Verkehr nicht genügte, worauf sowohl die Nord- wie auch die Südseite zusätzlich mit einer reinen Batteriestation bestückt wurde, die nur mit der Gleichstrom-Speiseleitung verbunden war.

Die Fahrleitung entsprach der von der Firma Alioth entwickelten Normalausführung für Gleichstrombahnen: An imprägnierten Holzmasten waren einfache geschwungene Ausleger aus T-Eisen befestigt. Die an Querdrähten aufgehängte Fahrleitung bestand aus zwei nebeneinander liegenden Rundkupferdrähten. Bei Kreuzungsstationen wurde jeweils ein Draht über jedes Gleis geführt, auf grösseren Stationen waren die Querdrähte zwischen eiserne Gittermasten gespannt. Eine zusätzliche Speiseleitung war an den Masten befestigt. Wo die Bahn in Schleifen trassiert ist, verlief die Speiseleitung oft auf einem Abkürzungstrassee. Die Stromrückführung wurde über die Schienen bewerkstelligt, die an den Stössen mit Kupferbändern verbunden waren. Um Kupferdiebstahl vorzubeugen, hat man die Bänder unter den Schienenlaschen versteckt angebracht.

Da sich die Freileitung über den Pass bewährt hatte, entschied sich auch die Rhätische Bahn, die Energie für ihre elektrisch betriebene Linie ins Unterengadin von den KWB zu beziehen. Zu diesem Zweck übernahmen die KWB 1912 die Hochspannungsleitung von der Berninabahn und erstellten auf separatem Trassee eine zweite Leitung bis zum Umformerwerk Bever.

Berninastrecke > Die erste elektrische Schneeschleuder der Rhätischen Bahn von 1943 im Einsatz zwischen Arlas und Ospizio Bernina.
Rhätische Bahn

Berninastrecke > Historische Aufnahme der Schneeräumung an der Station Alp Grüm.
Rhätische Bahn

Berninastrecke > Die Dampfschneeschleuder R 1051 von 1911 vor dem Aufnahmegebäude Alp Grüm.
Rhätische Bahn

Fahrzeuge

Als Triebfahrzeuge wurden bis 1911 17 Drehgestell-Triebwagen beschafft mit Abteilen zweiter und dritter Klasse; drei Triebwagen verfügten zusätzlich über ein Gepäckabteil. Mit vier Motoren von 75 PS waren sie verhältnismässig stark. Auf den Steilstrecken konnte ihnen eine Last von 17 t angehängt werden, was zwei zweiachsigen Personenwagen oder einem beladenen Güterwagen entspricht; damit wurde in grosser Steigung noch eine Geschwindigkeit von 18 km/h erreicht. Die Bedienung mehrerer Triebwagen in Vielfachsteuerung war nicht vorgesehen. Da das gleichzeitige Aufschalten von zwei gekuppelten, unabhängig bedienten Triebwagen in der Steigung heikel war, standen die Triebwagenführer mit einer Klingeleinrichtung in Verbindung. Die Zug- und Stossvorrichtung und die Hardy-Vakuumbremse waren mit jenen der Rhätischen Bahn kompatibel. Die Triebwagen wiesen zudem eine Kurzschluss-Widerstandsbremse und Magnetschienenbremsen auf.
Zusätzlich besass die Berninabahn einen zweiachsigen Gütertriebwagen und zwei zweiachsige Vorspannlokomotiven. Die Anzahl Anhängewagen für Personen und Güter war verhältnismässig klein; sie betrug 16, bzw. 28 Stück.

Winterbetrieb

Anders als bei aufwändigen Gebirgsbahnen konnte man bei der mit relativ geringem Kapitaleinsatz erstellten Berninabahn nicht schon in der Projektierungsphase alle für die Wintersicherheit notwendigen Massnahmen berücksichtigen; das Ziel eines durchgängigen Betriebs war hier nur durch nachträgliche Eingriffe unter Berücksichtigung der praktischen Erfahrung zu erreichen. In den ersten beiden Betriebsjahren war die Berninastrecke während der Wintermonate zwischen Ospizio und Poschiavo unterbrochen; die Beförderung der Fahrgäste wurde auf diesem Abschnitt per Schlitten bewerkstelligt. In der Wintersaison 1911/12 konnte der Schlittenbetrieb auf das Teilstück Alp Grüm – Cavaglia reduziert und im darauf folgenden Jahr gar nur noch auf wenige Tage beschränkt werden. Erst ab 1913/14 war für die gesamte Strecke zwischen St. Moritz und Tirano der ganzjährige Betrieb sichergestellt. Die hierfür notwendigen Vorkehrungen bestanden im Bau von Schneegalerien an exponierten Stellen des Passes, der Verlängerung der Tunnels durch Schneegalerien, dem Ersatz der Keilpflüge durch Dampfschneeschleudern, der seinerseits wiederum die Verstärkung von Brücken und die Errichtung von Wasserstationen und Drehscheiben notwendig machte. Die Hänge von Alp Grüm wurden nach dem Vorbild der Albulalinie mit Mauern und Aufforstungen gesichert.
Neue Investitionen in den Winterbetrieb fielen in die Jahre nach 1927; sie betrafen die Verlegung zweier exponierter Streckenabschnitte im Bereich der Passhöhe, die Anschaffung einer speziellen Schneepfluglok, eines Räumers (was wiederum eine Erweiterung des Bahntrassees bedingte) und die Auslösung von Lawinen mit Minenwerfern. In den schweren Wintern der 1930er Jahre drohte die Bahngesellschaft, den Winterbetrieb über den Bernina einzustellen, sollte eine Subventionierung durch die öffentliche Hand ausbleiben. Ab 1950 unternahm die Rhätische Bahn bedeutende Anstrengungen, um die Wintersicherheit der Strecke zu erhöhen. Im Abschnitt zwischen Alp Grüm und Cadera wurden zum Schutz der Strecke Galerien errichtet. Mit neuen, elektrisch angetriebenen Schneeschleudern und Spurpflügen liess sich die Räumgeschwindigkeit erhöhen und gleichzeitig Personal einsparen.
Noch heute lässt sich die Berninastrecke nur

Berninastrecke > Morgenstimmung am Lago Bianco.
R. Pedetti

Berninastrecke > Hochalpine Winterlandschaft zwischen Bernina Lagalb und Arlas.
P. Donatsch

durch harten Einsatz von Menschen und Maschinen auch im Winter offen halten.

Veränderungen

Von St. Moritz bis Montebello und von der Scala bis Tirano verkehrt die Berninabahn grösstenteils noch auf dem ursprünglichen Trassee; nur an wenigen Stellen wurde dieses etwas begradigt. Entlang des Lago di Poschiavo ist sogar ein längeres Stück ursprünglicher Strassen-Seitenlage erhalten (vgl. Kap. 2.a.3). Im Bereich der Passhöhe allerdings, zwischen Montebello und Scala, erfuhr die Strecke verschiedentlich Anpassungen: Um der Gefahrenzone beim grossen Lawinenhang am Piz Alv auszuweichen, wurde die Linie 1934 an die vor Wind und Lawinen besser geschützte Talseite der Alp Bondo verlegt. Bei der Scala, zwischen Ospizio Bernina und Alp Grüm, erwies sich die ursprüngliche Streckenführung als für den Winterbetrieb zu aufwändig. 1923 entstand hier eine neue, auf einem Damm liegende Linie mit einer Überquerung der alten Strecke, die danach während der Sommerperiode noch für einige Jahre in Betrieb blieb.
Mit Aufkommen des Automobilverkehrs entstanden zunächst nur dort Probleme, wo die Schienen wie bei einem Tram direkt in die Strasse eingelassen waren, mit zunehmender Verkehrsdichte ergaben sich Schwierigkeiten auch an Stellen, wo die Bahn, im Sinne einer Überlandbahn, seitlich entlang der Strasse führte. Verhältnisse wie bei einer Strassenbahn sind heute nur noch in S. Antonio, Le Prese, Campocologno und Tirano anzutreffen. Direkt neben der Strasse verläuft die Linie noch zwischen Montebello und Bernina Suot und zwischen Li Curt und Le Prese.
Technische Fortschritte im Elektrizitätswesen machten es möglich, die aufwändigen Umformer durch kleinere und viel leistungsfähigere Quecksilberdampfgleichrichter zu ersetzen. Nachdem die Fahrleitung erneuert und deren Querschnitt erhöht worden war, konnte 1936 die Fahrleitungsspannung von 750V auf 1000V heraufgesetzt werden. Unter Beibehaltung des Gleichstrombetriebes ist die Energieversorgung im Laufe der Zeit ständig erneuert und der neusten Technik angepasst worden. Mit der Inbetriebnahme der neuen Triebwagen ABe 4/4 III mussten alle Gleichrichterstationen verstärkt und neue dazugebaut werden. Heute findet sich zwischen Pontresina und Tirano auf praktisch jeder Kreuzungsstation ein statischer Gleichrichter, der direkt Strom in die Fahrleitung speist.
Um die Kapazität zu erhöhen, wurde 1971 der Zugfunk eingeführt, der den direkten Kontakt zwischen den Bahnhöfen und den Zügen ermöglichte. Insbesondere bei der Schneeräumung hat sich dieses Instrument ausgezeichnet bewährt. Letztlich ist aber eine Kapazitätssteigerung ohne Streckenausbau nur mit der Einrichtung eines Streckenblocks möglich. 1977 wurde der Streckenblock von St. Moritz bis Poschiavo in Betrieb genommen. Die Zwischenbahnhöfe werden seither von Pontresina aus überwacht und ferngesteuert. Zunächst wurden nur die Ausfahrsignale (Blocksignale) in die Sicherungsanlage aufgenommen. Die Fortsetzung des Streckenblocks von Poschiavo nach Tirano erfolgte im Jahre 1985. Zurzeit werden alle Zwischenbahnhöfe mit einem fernsteuerbaren Stellwerk ausgerüstet; diese Arbeiten sollten 2008 beendet sein. Alle Weichen der Hauptgleise werden mit elektrischen Antrieben versehen und die Bahnhöfe zusätzlich mit Einfahrsignalen ausgestattet. Dadurch lassen sich alle Kreuzungsstationen vom Rail Control Center (RCC) in Landquart, künftighin auch von dem in Planung befindlichen Fernsteuerzentrum in Samedan aus bedienen.
Die Fahrzeuge der Berninabahn waren maxi-

Berninastrecke > Die Fahrt mit dem Bernina Express bietet ein eindrückliches Landschaftserlebnis.
P. Donatsch / Rhätische Bahn

Berninastrecke > Auf der Berninastrecke werden Reise- und Güterverkehr gemeinsam abgewickelt.
P. Donatsch / Rhätische Bahn

Berninastrecke > Die Fahrt über den Kreisviadukt von Brusio gehört zu den Höhepunkten einer Bahnreise von St. Moritz nach Tirano.
P. Donatsch / Rhätische Bahn

mal 2.5 m breit und damit 0.2 m schmaler als jene der Rhätischen Bahn. Um die Fahrzeuge der Rhätischen Bahn frei einsetzen zu können, wurde die Linie sukzessiv auf eine Fahrzeugbreite von 2,7 m ausgerüstet; vor allem in den Tunnels und bei Stützmauern und Felspartien dauerten die Anpassungsarbeiten mehrere Jahre.
Das Konzept der Berninabahn als Überlandbahn erlaubte es, Haltepunkte nach Belieben neu zu eröffnen oder aufzuheben. Mit dem Bau der Luftseilbahnen nach Diavolezza und zum Piz Lagalb entstanden in der Nähe der Talstationen neue Haltestellen. Die beiden eng beieinander liegenden Haltepunkte S. Antonio und Annunziata vereinte man in der Haltestelle Li Curt.
Die ursprünglich beschafften elektrischen Personenmotorwagen mit vier Achsen und die zweiachsigen Anhängewagen erwiesen sich sowohl in ihrer Anzahl wie in ihrer Leistungsfähigkeit als für den Betrieb der Berninabahn geeignet. Ergänzungen des Rollmaterialparks waren nur in Einzelfällen notwendig (und finanziell tragbar). 1928 wurde für die Transporte zum Kraftwerkbau eine Güterzugslokomotive angeschafft. Im gleichen Jahr erfolgt die Lieferung von zwei Speisewagen; diese setzte man zusammen mit zwei bereits vorhandenen, mit Faltenbalg-Übergängen versehenen Personenwagen bei den Schnellzügen St. Moritz – Tirano ein.
Seit 1973 gibt es im Fahrplan der Rhätischen Bahn eine direkte Zugsverbindung von Chur über Pontresina nach Tirano, den so genannten «Bernina-Express»; dieser ist in den letzten Jahren zum eigentlichen Markenzeichen der Berninalinie avanciert. Die im Jahre 2000 hierfür angeschafften Panoramawagen lassen dem Fahrgast die Fahrt von Chur bis Tirano zum eindrücklichen Landschaftserlebnis werden.

Zukunft

Wegen der engen Kurven und der in Steigungen notwendigen Zugkräfte ist die Zugslänge auf der Berninalinie in beiden Richtungen auf 200 m beschränkt. Um die Möglichkeiten der Bahn bestens auszunutzen, versucht die Rhätische Bahn, alle Kreuzungsstationen auf mindestens 200 m Nutzlänge auszubauen. Die Anpassung der Stationen auf die heute geforderten Gleisabstände und Perronhöhen wird das Erscheinungsbild der bislang weitgehend im Originalzustand erhaltenen Stationen verändern.
Die Rhätische Bahn beschafft in den nächsten Jahren 15 dreiteilige Zweisystemtriebzüge für das Stammnetz und die Berninalinie. Diese Fahrzeuge werden zusammen mit den ABe 4/4 III den künftigen Verkehr auf der Berninabahn aufrechterhalten.
Trotz ständigem Unterhalt sind die bald hundertjährigen Kunstbauten sanierungsbedürftig (vgl. Kap. 4.a.1). Die Viadukte werden unter dem Gleisschotter mit einem Trog versehen, welcher das Eindringen von Wasser verhindern und so die Korrosion ausschliessen soll. Die Metallgalerien müssen entrostet werden. Allmählich werden auch die Gewölbe der Tunnels eine umfassenden Sanierung nötig haben.