

«DER ALTE ALBULATUNNEL BLEIBT TEIL DES SYSTEMS»

Titelbild:

Sicht auf den Albulatunnel, von Spinas kommend. Der Tunnel verbindet in gerader Linie das Hochtal von Preda und das Val Bever.
(Foto: RhB)

Der rund sechs Kilometer lange Einspurtunnel zwischen Preda und Spinas auf der Albualinie genügt den heutigen Anforderungen an Bahntechnik und Sicherheit nicht mehr. Ab 2014 soll ein neuer Albulatunnel gebaut, der bestehende ab 2021 als Sicherheitstunnel genutzt werden. Eine nachvollziehbare Entscheidung, die aber auch Wehmut auslöst. TEC21 hat sich mit Projektbeteiligten über Gestaltung, Erhalt und Neubau der Anlage unterhalten.

TEC21: Der Bau eines neuen Albulatunnels ist beschlossen, das Genehmigungsverfahren läuft, der Baubeginn ist für 2014 geplant. Ist noch mit relevanten Einsprachen zu rechnen?

Christian Florin (C.F.): Wir haben früh den Dialog mit Vertretern der Denkmalpflege, der Raumplanung und verschiedener Umweltverbände gesucht, um Überraschungen während des Verfahrens zu vermeiden. Wir rechnen zwar mit Auflagen, aber nicht mit einem No-Go. Nach intensiven Diskussionen unterstützt nun auch das Bundesamt für Kultur (BAK) den Neubau. In einem Gutachten der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege (EKD) vom Dezember 2010 im Auftrag des BAK bevorzugten die Autoren die Instandsetzung des bestehenden Albulatunnels. Wir haben diese Variante geprüft, uns dann aber mit Zustimmung der Denkmalpflege für den Neubau entschieden.

TEC21: Was passiert mit dem alten Tunnel?

Werner Kradolfer (W.K.): Der alte Tunnel ist als Sicherheitstunnel Bestandteil des Systems. Er wird nicht zu einem Denkmal ohne Nutzen.

Paul Loser (P.L.): Auch Unterhaltsarbeiten lassen sich so besser planen und leichter erledigen.

Jürg Konzett (J.C.): Das Positive an der Entscheidung, einen neuen Tunnel zu bauen, ist, dass der alte als Ganzes erhalten bleibt. Nun muss man sorgfältig mit ihm umgehen. Es leuchtet ein, dass ein Neubau der Instandsetzung unter Betrieb vorgezogen wird. Zu wissen, dass es hier einen Tunnel gibt, der die Bautechnik um 1900 dokumentiert, das ist doch etwas Wertvolles. Wichtig sind die Fragen: Wie erhält man den alten Tunnel? Was passiert nachher dort drin? Wie werden die Portalbereiche gestaltet?

TEC21: Was sagt die Bündner Denkmalpflege dazu?

Johannes Florin (J.F.): Der Albulatunnel ist ein wesentlicher Teil des Unesco-Welterbes. Die Welterbekandidatur lief 2008 parallel zu den Anfängen der Projektierung. Schon damals stand fest, dass der Tunnel an die heutigen Anforderungen angepasst werden muss. Die Befürchtung, ihn nicht anrühren zu dürfen, lag in der Luft. Deshalb gab es von Anfang an eine intensive Zusammenarbeit mit der EKD. Was bedeutet eine Baumaassnahme für die Kandidatur? Geht es um die Bausubstanz? Muss der Tunnel seine Funktion behalten? Die EKD schlug eine Variante vor, bei der der alte Tunnel die Funktion behält und ein neuer Fluchtstollen gebaut wird, also die alte Linie mit neuer Bahntechnik weiter besteht.

TEC21: Das heisst, die Rhätische Bahn (RhB) gewichtete andere Argumente höher als den Betriebserhalt des bestehenden Tunnels?

P.L.: Die bautechnische Beurteilung inklusive Kosten, die Sicherheit und die Nachhaltigkeit des Bauvorhabens wurden mit unabhängigen Sachverständigen diskutiert. Bei der Sicherheit haben wir schnell gesehen, dass ein Neubau in Kombination mit dem bestehenden Tunnel

GESPRÄCHSTEILNEHMER

Jürg Konzett, Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Partner Ingenieurbüro Konzett, Bronzini, Gattmann AG, Chur, Hauptarbeit für die RhB: Erhaltungskonzept der Brücken der Albualinie, Ersteller der Studie Gestaltung Portalbereich

Christian Florin, Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Wirtschaftsingenieur NDS/FH, Leiter Geschäftsbereich Infrastruktur bei der RhB, seit 2007 am Projekt beteiligt, Leiter Projektsteuerung

Johannes Florin, Dipl. Architekt ETH, selbstständiger Architekt und Bauberater bei der Denkmalpflege Graubünden, Mitglied der Arbeitsgruppe Denkmalpflege Albulatunnel

Werner Kradolfer, Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Ingenieurgesellschaft «PV Alvra» Rothpletz Lienhard+Cie AG, Olten, Projektleiter Tunnelbau seit 2011.

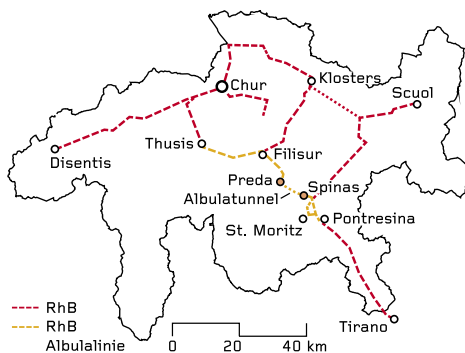
Paul Loser, Bauingenieur HTL, seit 2006 bei der RhB, Verantwortlicher Instandsetzung, Neubauten Tunnelbauten auf dem gesamten Netz.



01

01 Der Meterspurtunnel wurde vor 110 Jahren in nur knapp vier Jahren grösstenteils mithilfe hydraulisch angetriebener Bohrmaschinen ausgebrochen. Im Vordergrund ist das ganze Profil mit Gewölbe ausgemauert. Dahinter sind nur die Widerlager ausgemauert, wie dies mehrheitlich im Tunnel der Fall ist. (Foto: RhB)

einen Sicherheitsstandard bietet, der die Anforderungen heute und künftig erfüllt und mit dem die Fahrgäste im Ereignisfall durch den zusätzlichen Fluchttunnel eine faire Überlebenschance haben. Demgegenüber wurde das Sicherheitsniveau der Variante «Instandsetzung» als sehr schlecht beurteilt. Hinsichtlich der Rettung von Passagieren aus dem Tunnel bei Brand würde das Sicherheitsniveau dem vor 110 Jahren entsprechen. Der Neubau hat dagegen ein hohes Sicherheitsniveau. Brandszenarien bei Zügen beziehungsweise Lokomotiven kommen zwar selten vor, aber heute werden alle modernen Bahnsysteme auf diese Szenarien ausgerichtet. Aufgrund des höheren Sicherheitsniveaus und trotz der höheren Kosten hat sich die RhB für die Variante «Instandsetzung» entschieden.



02 Die Albulalinie von Thusis nach St. Moritz und die anschliessende Berninalinie bis Tirano gehören seit 2008 zum Unesco-Welterbe. (Grafik: alw)

TEC21: Wie stark unterscheiden sich die Kosten für die Instandsetzung und den Neubau?

P. L.: Wir haben einen Preisunterschied von 10 bis 15% ermittelt. Für das vorliegende Neubauprojekt inklusive Umbauten an den Bahnhöfen Preda und Spinas rechnen wir mit rund 345 Millionen Franken.

TEC21: Diese Differenz ist erstaunlich klein. Heisst das, der Neubau fällt günstig aus?

P. L.: Nein, eine Instandsetzung unter Betrieb ist sehr aufwendig und teuer. Wir hätten neue elektro- und bahntechnische Anlagen einbauen, die Sohle absenken und instand setzen, einzelne Gewölbeabschnitte ersetzen und die Gleise neu verlegen müssen.

C. F.: Die Lebenszykluskosten zeigen vor allem, dass sich der Neubau langfristig auszahlt. Bei den Sicherheitsüberlegungen spielt auch die Sicherheit während des Baus eine entscheidende Rolle. Ausserdem bedeutet Bauen unter Betrieb in einem Einspurtunnel nur rund fünf Stunden produktive Arbeit pro Nacht – das bedeutet fast zehn Jahre Bauzeit.

P. L.: Wir haben bei Instandsetzungen unter Betrieb auch schon schlechte Erfahrungen gemacht. Beim Tasnattunnel im Unterengadin kam es zu einem Tagbruch. Die Linie musste

«Das Positive an einem neuen Tunnel ist, dass der alte als Ganzes erhalten bleibt.»

Jürg Konzett

«Der Wert einer Eisenbahn ist auch, dass sie sich verändern kann.»

Paul Loser

neun Monate stillgelegt werden. Das Risiko, für sieben bis acht Jahre am Albulatunnel keinen sicheren Betrieb zu haben, floss in die Güterabwägung ein.

TEC21: Oft ist die Vorgeschichte interessant. Gab es weitere Projektideen?

C. F.: Eine Idee war, einen neuen Fluchttunnel zu bauen und den alten Bahntunnel instand zu setzen. Aber der wäre danach nicht mehr der alte, denn das heutige Lichtraumprofil reicht nicht aus. Gewisse Güterzüge könnten die Strecke nicht mehr befahren. Auf diese Wertschöpfung sind wir aber angewiesen.

P. L.: Wir haben diskutiert, ob der neue Tunnel rechts oder links vom heutigen Tunnel liegen soll und wie die Einführung in den Berg aussehen könnte. Die aktuelle Lösung ist technisch ausgereift und überzeugt gestalterisch auch aus Sicht der Denkmalpflege.

J. F.: Abschliessend muss die Unesco-Kommission in Paris beurteilen, ob dieser Eingriff in das Streckendenkmal den Welterbestatus in Frage stellt. Die Gefahr gilt aber als gering. Die Diskussion zeigte vor allem, dass sich die denkmalpflegerischen Aspekte nicht nur auf den Tunnel beziehen, sondern auf die gesamte Strecke.

P. L.: Eine Eisenbahn muss sich verändern und weiterentwickeln können, das ist ein Wert einer kulturellen Anlage. Bei der Eingabe des Unesco-Dossiers hat die RhB darauf hingewiesen, dass ein Neubau im Rahmen des Weltkulturerbes möglich sein müsse.

TEC21: Wie sieht der Innenausbau des Sicherheitsstollens aus?

W. K.: Die Gleise werden entfernt und durch eine befahrbare Piste ersetzt. Seitlich bleibt ein Schotterstreifen für die Entwässerung erhalten. Das gemauerte Gewölbe bleibt so weit wie möglich unangetastet. Wo es nötig ist, werden wir es ersetzen, sodass der Tunnel während der kommenden 50 Jahre benutzt werden kann. Problematisch ist nicht das vorhandene Mauerwerk, sondern die Sanierungsmassnahmen der letzten 40 bis 50 Jahre.

P. L.: Damit der Fluchtweg im Ereignisfall unter Überdruck gesetzt werden kann, werden im Abstand von 200 m vom Portal auf der Seite Preda und 400 m ab Portal auf der Seite Spinas zwei Lüftungszentralen mit je einem Ventilator und einer Durchgangsschleuse angeordnet. Wir haben viele Schäden an unseren Bauten durch eindringendes Wasser oder Frost, durch die Schleusen verbessern sich die klimatischen Verhältnisse im Tunnel. Heute friert er von beiden Seiten rund zwei Kilometer ein. Das zehrt an der Substanz.

W. K.: Zwei Kavernen und zwölf Querverbindungen im Abstand von 425 m, 435 m bzw. 460 m werden an geologisch günstigen Stellen gebaut. Der Bau der Kavernen bedingt Eingriffe in die bestehende Bausubstanz auf 20 bis 25 m. Der grosse Teil des Albulatunnels bleibt aber erhalten – unverkleidet bleibt der nackte Fels weiterhin sichtbar. Als Bahntunnel hätte der bestehende Tunnel vollständig neu ausgekleidet werden müssen. Als Sicherheitstunnel sind die Anforderungen nicht mehr ganz so hoch. Durch seine Funktion wird er weiterhin unterhalten, ohne eine Funktion würde er mit der Zeit Schaden nehmen.

TEC21: Herr Konzett, Sie haben die Vorstudie für die Gestaltung der Portalbereiche erarbeitet, die dem Wettbewerb als eine Art Testplanung diente. Was war das Ergebnis?

J. C.: Das Ziel war, die Gleisgeometrie der Röhren so zu legen, dass man keine Sachzwänge produziert, die man später bereut. Wichtig war die Anordnung der neuen Portale. Rückblickend hätten wir mehr diskutieren können. Ich habe bei einigen Punkten nur angemerkt, dass wir darüber reden sollten – zum Beispiel, dass die eine Röhre ein Gleis hat und die andere nicht. Wie wirkt ein Tunnelloch ohne ein Gleis? Wie geht man mit diesem schwarzen Loch um? Heute bedauere ich, dass wir das nicht detaillierter betrachtet haben.

C. F.: Viele Abhängigkeiten sehen wir erst heute. Jürg Konzett hatte einen klaren Auftrag, und wir mussten mit einem Modell oder einer Visualisierung zeigen, was die Doppelportale bedeuten. Heute schauen wir es mit einer gewissen Distanz an.

P. L.: Distanz ist ein gutes Stichwort. Es dauert noch, bis die Arbeiten 2021 am Sicherheitstunnel beginnen, und wir haben ausreichend Zeit, die Gestaltungsplanung zu reflektieren.

C. F.: Ideen für eine Nutzung werden viele an uns herangetragen, ob als wintersichere Auto-

«Man darf die Attraktivität des bestehenden Tunnels auch nicht überschätzen.»

Werner Kradolfer

«Die überwältigende Einfachheit kann nicht erhalten bleiben. Das ist ein Verlust. Chancen sind aber sehr wohl vorhanden und müssen berücksichtigt werden.»

Jürg Conzett

«Ich wehre mich dagegen, dass wir eine Museumsbahn werden.»

Christian Florin

verbindung oder als Schleichweg, z. B. für Jäger. Als Sicherheitstunnel kann er nicht für jedermann offen sein, denn durch die Querschläge gelangt man direkt auf das Streckengleis.

J. C.: Öffentliche Führungen durch den Tunnel bei besonderen Anlässen, im Zusammenhang mit Aktivitäten des Bahn museums Bergün, erscheinen mir im Interesse einer Vermittlung sonst unzugänglicher Ingenieurleistungen sinnvoll.

W. K.: Man darf die Attraktivität aber auch nicht überschätzen. Wer nicht bautechnisch versiert ist und interpretieren kann, was warum und wie gebaut wurde, schaut auf ein Loch, das über den Grossteil der Strecke gleich aussieht. Ausserdem existieren solche schwarzen Löcher auch anderswo und stören dort nicht. Beim Simplon- oder Gotthardtunnel zum Beispiel sind die früheren Eingänge der Richtstollen noch als schwarze Löcher zu sehen. Sie haben heute auch eine andere Funktion. Unbefriedigend an der Situation am Albula ist, dass die neue Nutzung des alten Tunnels künftig nicht ersichtlich ist. Das ist eine herausfordernde Aufgabe für die Arbeitsgruppe Gestaltung.

TEC21: Die zwei Tunnelportale sind technisch eine Symbiose und gestalterisch ein Zwilling. Ist das ein konzeptionelles Problem?

J. F.: Ja, in Preda beispielsweise führen die Gleise direkt auf das alte Portal zu, biegen dann leicht links in den nach hinten versetzten neuen Tunnel ab, das vordere Portal ist leer. Eine Lösung könnte sein, dieses mit zwei Holztoren analog der heutigen Schneetore zu schliessen. Zwar wäre dies gestalterisch umsetzbar, doch bisher funktioniert das mit der Lüftung nicht. Die Überlegungen, wie wir mit der Symbolik umgehen, müssen noch reifen.

J. C.: Mich fasziniert der Zusammenhang Station, Tunnel, Berg. Wenn man von Preda zum Tunnel schaut, sieht man dahinter in einer Linie den Berg, auf dem seinerzeit das Vermessungssignal stand. Das zeigt, wie die Menschen im 19. Jahrhundert gebaut haben: Sie mussten gerade durch den Berg. Erstens, weil so vermessen wurde, und zweitens, weil man die Geologie nicht differenziert genug kannte. Das ist etwas, was jeder begreift. Eine klare Aufgabe, die im Einzelnen unendlich schwierig war. Diese Bauten hatten und haben eine überwältigende Einfachheit und Grösse. Diese Einfachheit kann nicht erhalten bleiben. Das ist ein Verlust. Chancen sind aber vorhanden und müssen berücksichtigt werden, wie bei den Mauerwerksviadukten auf der Albulastrecke, die sehr wohl instand gesetzt werden können. Dort haben wir das Glück, dass die Bausubstanz, die man auch aus kulturellen Gründen erhalten möchte, genügend Möglichkeiten bietet. Beim Tunnel ist die Problematik allerdings eine andere und vergleichbar mit dem Farbtobelviadukt in Peist, der die gestellten Anforderungen nicht mehr erfüllen konnte. Dort entschied sich die RhB, eine neue Brücke neben der alten zu bauen. Die historische Natursteinbrücke bleibt als Denkmal erhalten.

BESTEHENDE BAUSUBSTANZ

(cvr) Seit der Inbetriebnahme wurde der Albula-tunnel mehrmals ohne substanzielle Eingriffe den sich wandelnden Anforderungen des Bahnbe-triebs angepasst. Die wichtigsten Anpassungen waren die Elektrifizierung 1919, die Absenkung der Sohle in mehreren Etappen und die Applika-tion von Spritzbeton zur Abdichtung von wasser-führenden Gewölbeabschnitten. Die gemauerte Gewölbeauskleidung verhinderte nicht überall den Wassereintritt. In den wasserführenden Ab-schnitten bildeten sich Eiszapfen, die in das Lichtraumprofil der Bahn ragten – ein Mangel, der bald nach Inbetriebnahme behoben wurde, indem man bei den Portalen Holztore anbrachte. Die Rhätische Bahn führte 2006 eine Hauptin-spektion durch. Die Zustandsaufnahme erfolgte visuell und unterstützt durch vorgängige Scan-neraufnahmen der Tunnelauskleidung. Die Inge-nieure bewerteten den Zustand nach der für

Kunstabtuen üblichen Klassifizierung: Zustand «gut», «annehmbar», «schadhaft», «schlecht» oder «alarmierend» – der Aufwand für die In-standsetzung nimmt entsprechend etwa expo-nentiell zu. Für den Zustand der Tunnelgewölbe-flächen zeigte sich dabei folgendes Bild:

- 42% (oder 2440 m) der Gesamtlänge sind in einem «guten» bis «annehmbaren» Zustand. Es handelt sich vorwiegend um Bereiche im Gra-nit, wo wenig oder kein Wasser vorkommt. Hier besteht kein Handlungsbedarf oder ein nur ge-ringer Unterhaltsbedarf bzw. erst in 40 bis 100 Jahren ein Investitionsbedarf.
- 49% (oder 2910 m) der Tunnelgewölbe befinden sich in einem «schadhaften» Zustand. Diese Zonen sind über die ganze Tunnellänge verteilt. Wasser hat die Mauerwerksfugen ausgewa-schen, was zu Wassereintritten in den Tunnel führt. Eine ungenügende Entwässerung entlang der Tunnelsohle begünstigt die Schadensbildung.

Das Beheben dieser Schäden erfordert eine In-standsetzung in den nächsten 10 bis 40 Jahren.

- 9% (oder 515 m) befinden sich in einem «schlechten» Zustand. Fugen im Mauerwerks-gewölbe fehlen, die Spritzbetonverkleidung löst sich wegen aggressiven Bergwässern auf, Wasser tritt ein (mit starker Eisbildung), und Mauerwerksgewölbe sowie Schutznischen sind infolge Eisdrucks verformt. Eine Instandset-zung benötigt schweres Gerät und sollte in den nächsten 5 bis 10 Jahren erfolgen.

- Nirgends wurde der Zustand als «alarmierend» bewertet.

Die Platzverhältnisse sind beengt, insbesondere in der Höhe für die Führung der Fahrleitung. Auch die Tunnelausrüstung ist schadhaft. Das betrifft die Fahrbahn, die Entwässerungs- und die Kabelanlage, die Fahrleitung sowie die Per-sonensicherheit im Brandfall oder bei einem anderen Unfall.

«Bei dieser schönen Materialeinheit auf der ganzen Albula-
linie und dem Aufwand, den wir
bei den Instandsetzungsarbeiten
der Brücken betreiben, dürfen
wir nicht beliebig gegen den
Kanon der Strecke verstossen:
Deren Material ist der Stein.»

Johannes Florin

«Wir haben eine Pionierleistung
geerbt.»

Christian Florin

TEC21: Hat man sich Gedanken gemacht, das historische Ensemble zu umfahren, um seine Substanz zu konservieren?

C. F.: Ich wehre mich dagegen, eine Museumsbahn zu werden. Das bestehende Ensemble soll genutzt und unterhalten und damit erhalten bleiben. Mit der gewählten Lösung können wir die Gebäude am besten nutzen. Teilweise werden sie verschoben und nach Bauende wieder zurückgeschoben oder anders positioniert.

P. L.: Das Bauprojekt geht von Einfahrweiche bis Einfahrweiche. Die Bahnhöfe Preda und Spinas sind Teil des Projekts und Gesamtbilds. Es gibt einen Masterplan zum Umgang mit dem bauhistorischen Inventar. Inventarisiert sind die Gebäude der Gründerzeit und beim Bahnbau hinterlassene Spuren im Gelände. Die prägenden Aufnahmegebäude können am heutigen Standort belassen werden, andere Objekte werden an einem neuen Standort ins Gesamtbild eingefügt. Von weniger prägenden Strukturen wird man sich aufgrund der Bautätigkeit trennen müssen.

J. F.: Das ist das Spezielle am Albula: In den Vorbereichen in Spinas und Preda sieht man links und rechts der Gleise noch die Baustelleninstallation und die Gebäude von 1903. Sogar die Fundamente einiger Holzbaracken, die Trasseen der Materialbahnen und die Vermessungsinstallationen sind noch erkennbar. Dieses Umfeld zu verlassen wäre ein Verlust. Und es wäre ein Verlust, dies mit einer Neubauinstallation zu zerstören. Erstaunlich ist, dass selbst die geplante neue Baustelleninstallation ähnlich aussieht wie vor hundert Jahren und nicht mehr Platz beanspruchen wird als dazumal. Die Gebäude in den Vorbereichen können deshalb weitgehend erhalten werden. Wir haben die Chance, etwas zu verbessern und für heute ungenutzte Gebäude eine Lösung zu finden, sie erlebbar zu machen und wieder besser einzubinden.

C. F.: Man muss tatsächlich auch das Positive sehen: Wir können zum Beispiel den Schneefang über dem alten Portal bei Preda abhängen und ihm damit seinen ursprünglichen Charakter zurückzugeben.

TEC21: Der Albulatunnel ist der längste auf der Strecke, aber nicht der einzige. Und bestimmt auch nicht der einzige, der instand gesetzt werden muss. Ist die Entscheidung, die für den Albulatunnel gefällt wurde, beispielhaft für die anderen Tunnel auf der Linie?

P. L.: Die RhB arbeitet zurzeit an einer Normalbauweise, um alle Tunnel nach einem Standard instand setzen zu können. Aus Sicherheits- und Bahntechnikgründen müssen die Lichtraumprofile vergrössert werden, das heisst bestehendes Mauerwerk abgebrochen und erweitert werden. Aber in den Portalbereichen zeigt sich die Situation immer wieder anders.

J. C.: Ein Beispiel ist der Argenteritunnel bei St. Moritz. Er schliesst direkt an eine Brücke an, die Tunnelsohle kann nicht weiter abgesenkt werden, da sonst die Höhenkoten von Tunnelsohle und Brückenfahrbahn nicht mehr übereinstimmen. Ausserdem sind die Portale ein Merkmal einer Bahnlinie, und wir möchten die Proportionen erhalten. Deshalb wird in einem solchen Fall das Portal proportional vergrössert und wieder aufgemauert.

J. F.: Der damalige Baumeister hatte sein Material für die ganze Strecke aus einem einzigen Steinbruch und mauerte alle Portale wie die übrigen Kunstbauten in der gleichen Art auf. Bei dieser schönen Materialeinheit auf der ganzen Albualinie und dem Aufwand, den wir bei den Instandsetzungsarbeiten der Brücken betreiben, dürfen wir nicht beliebig gegen den Kanon der Strecke verstossen: Deren Material ist der Stein. Die Diskussionen in der Jury haben uns immer wieder an diesen Punkt zurückgeführt.

C. F.: Die Diskussion betrifft nicht nur den Albulatunnel. Der Handlungsbedarf bei den Kunstbauten auf der gesamten Linie ist gross. Wir haben eine Pionierleistung geerbt. 100 Jahre lang haben wir davon profitiert. Jetzt suchen wir Methoden zur Instandsetzung, die den Spagat zwischen Sicherheit, Baudenkmal, Wirtschaftlichkeit und betrieblichen Möglichkeiten schaffen.

Daniela Dietsche, dietsche@tec21.ch; Clementine van Rooden, vanrooden@tec21.ch;

Dr. Aldo Rota, rota@tec21.ch

SORGFÄLTIGES ABWÄGEN

Die vorgesehene Stilllegung des historischen Albulatunnels, die massiven Eingriffe, die für seine Nutzung als Sicherheitsstollen erforderlich sind, und der Bau eines neuen Paralleltunnels widersprechen wichtigen denkmalpflegerischen Grundsätzen. Obwohl der Scheiteltunnel ein wesentlicher Bestandteil des Weltkulturerbes ist, setzte die Rhätische Bahn das Neubauprojekt durch. Immerhin sollen durch einen «Masterplan Gestaltung» historische Elemente auf den Vorgeländen der Portale geschützt und die Neubauteile adäquat gestaltet werden.

Die 1903 eröffnete Albulastrecke der Rhätischen Bahn (RhB) ist in vieler Hinsicht ein aussergewöhnliches Werk. Zunächst ist die technische Leistung hervorzuheben, eine Alpenbahn als reine Adhäsionsbahn zu bauen, um auf einer Strecke von 67 km mit 42 Tunnels und Galerien und 144 Viadukten und Brücken nahezu 1100 Höhenmeter zu überwinden. Ebenso bedeutend ist die Integration der Bahnstrecke in die Landschaft und die architektonische Qualität sowohl der Tief- (Tunnelportale und Brücken) als auch der Hochbauten (Stationsgebäude oder technische Bauten). Der Bahnbau erlaubte es den Alpentälern, ihre Isolation zu überwinden, und leistete damit einen entscheidenden sozioökonomischen Beitrag. Der universelle Wert der Albulabahn kommt in der Aufnahme in die Welterbeliste der Unesco im Jahr 2008 zum Ausdruck.¹ Diese ist eine Anerkennung ihres Rangs und der für ihren Schutz vorgesehenen Massnahmen, bringt internationale Aufmerksamkeit und lässt sich touristisch verwerten. Sie bedeutet aber auch eine grosse Verantwortung. Diese ist in erster Linie durch die RhB wahrzunehmen, unterstützt und überwacht durch den Kanton Graubünden.² Die Schweizerische Eidgenossenschaft als Signatarstaat des «Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturgutes der Welt»³ steht subsidiär in der Pflicht.

IM DIALOG ZUM ENTSCHEID

Für das abwägende Entwickeln von befriedigenden Lösungen sind verschiedene Grundvoraussetzungen nötig. Die erste Bedingung lautet, dass die Basis klar ist; ein Gespräch kann nur zielführend sein, wenn Fakten und Grundlagen vertieft geklärt sind. Weiter müssen die Diskussionsteilnehmenden fachlich kompetent und zum Entscheid befugt sein; Diskussionen müssen mit genügender Vertiefung geführt werden können (der oberste Chef ist inhaltlich oft weniger versiert als die ihm unterstellte Fachperson), indessen müssen die Entscheidungskompetenzen so geregelt sein, dass ein «Geben und Nehmen» ad hoc stattfinden kann. Wichtig ist ferner die Bereitschaft aller Anwesenden, zuzuhören, auf die Argumente des Gegenübers einzugehen und von der eigenen Position allenfalls abzurücken; gemeinsames Abwägen bedingt, dass partnerschaftlich agiert wird, keine absoluten Positionen verteidigt werden. Zu Anfang des Prozesses sind klare Haltungen unerlässlich, in der Folge müssen sie hinterfragt werden können.

In diesem Zusammenhang ist das Unterscheiden zwischen Gesinnungsethik und Verantwortungsethik hilfreich. Gesinnungsethik setzt die eigenen Werte oder Anliegen absolut, lässt davon keine Ausnahmen zu und geht von der eigenen Verpflichtung zum Durchsetzen dieser Werte aus. Handlungen werden nach der uneingeschränkten Umsetzung der eigenen Prinzipien und ungeachtet der Folgen bewertet. Der Gegenbegriff der Verantwortungsethik (oder Erfolgsethik) geht von derselben Wertehierarchie aus, diese kann aber relativiert und die eigenen Möglichkeiten realistisch abgewogen werden. Entscheidend für die Bewertung sind die praktischen und gesellschaftlichen Auswirkungen eines Entscheids.

DER SCHLEICHENDEN ENTWERTUNG ENTGEGENWIRKEN

Ein technisches Bauwerk von diesem Umfang in seinem kulturellen Wert vollständig zu erhalten ist fast unmöglich. Täglich sind Bauequipen für Kontrolle und Unterhalt unterwegs; vieles wird verändert. An den Stationsgebäuden und Bahnanlagen ist erkennbar, wie sich kleine Eingriffe in ihrer Summe gravierend auswirken können. Der schleichenden Entwertung kann nur durch eine unternehmensinterne Kultur des Respekts vor dem Bestand entgegengewirkt werden, unterstützt durch entsprechende Leitlinien.⁴

Bei grösseren Vorhaben sind die Zuständigkeiten geregelt, und neben den technischen Aspekten werden die Schutzanforderungen einbezogen. Die technischen Fragen betreffen vorrangig die Sicherheitsaspekte und den reibungslosen Bahnbetrieb. Die heutige mitteleuropäische Gesellschaft erwartet eine Minimierung jeglicher möglichen Gefahr um fast jeden Preis, und entsprechend werden die behördlichen Anforderungen Jahr für Jahr erhöht. Diese Aufwärtsspirale der Regulierungen betrifft keineswegs bloss die Bahnen, es scheint aber so, als sei sie hier besonders ausgeprägt. Vorschriften werden häufig absolut genommen, ein Abwägen findet nicht statt (vgl. «Zu viel Sicherheit?», S. 22). Bei den Schutzanforderungen geht es um das Erhalten der baulichen Substanz und den Schutz der äusseren Erscheinung. Es ist wichtig zu betonen, dass es nicht genügt, die Veränderungen lediglich so zu begleiten («managing change»), dass nach einem Eingriff wieder ein annähernd gleiches Bild geschaffen wird.⁵

DER ENTSCHEID FÜR EINEN NEUBAU AM ALBULA

Der Scheiteltunnel ist ein überaus bedeutender Bestandteil des Gesamtwerks der Albulalinie. Die Portale sind wichtige architektonische Einzelwerke, die gradlinige Zufahrt zu den

01 Portale Preda: rechts das ursprüngliche Portal (1903), auf das die Gleisgeometrie hinführt, links das geplante Portal (2020), das durch eine verschwenkte Gleisgeometrie erreicht wird. (Foto: Rolf Mühlethaler)

02 Portale Spinas: links das ursprüngliche Portal (1903), rechts das geplante Portal (2020). (Foto: Rolf Mühlethaler)

03 Historische Aufnahme des Portals in Preda: Das massive Schaltheus links im Bild soll im Zug der Neubauarbeiten verschoben werden. (Foto: Keystone/Photopress-Archiv/Str)

Portalen, die landschaftliche Situation und die beidseits angeordneten Stationsanlagen mit den technischen Gebäuden haben einen hohen Situationswert. Allerdings ist die Tunnelröhre in einem schlechten Bauzustand (vgl. Kasten «Bestehende Bausubstanz», S. 17). Die RhB sieht deshalb einen neuen Paralleltunnel vor, der unabhängig vom Betrieb des alten Tunnels erstellt werden kann; der bestehende Tunnel wird danach zu einem Sicherheitsstollen ausgebaut (vgl. «Der alte Albulatunnel bleibt Teil des Systems», S. 14).

Ein ausführliches Gutachten der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege vom 10. Dezember 2010 empfiehlt, die Variante «Neubau» weiterzuverfolgen und die Personensicherheit als wichtigen Faktor zu verbessern.⁶ Es stellt sich in der Tat die Frage, ob in dem seit mehr als hundert Jahren unfallfrei betriebenen Tunnel ein separat geführter Flucht- und Rettungsstollen überhaupt sinnvoll ist. Technisch ist es möglich, den bestehenden Tunnel unter Betrieb instand zu setzen und danach für weitere Generationen zu betreiben. Gestützt auf das Gutachten wurde auch eine «Instandsetzung Plus» geprüft. Sie sah den Bau eines parallelen Sicherheitsstollens neben dem instand gesetzten Tunnel vor. Wegen der gegenüber der Basisvariante höheren Kosten und der längeren Bauzeit wurde sie verworfen.

Das Bundesamt für Verkehr und das Bundesamt für Kultur wogen die beiden grundlegenden Vorgehensweisen – Instandsetzen des Bestands oder Neubau – gegeneinander ab (Kasten S. 19). Sie liessen schliesslich die Neubauvariante weiter verfolgen. Der Verlust der originalen Linienführung und die Stilllegung des Tunnels sei zu verantworten, vor allem weil bei einer Instandsetzung Einschränkungen im Betrieb während der Bauzeit hätten in Kauf genommen werden müssen und weil das Sicherheitsdispositiv den heutigen Vorstellungen nicht mehr entsprochen hätte. Das Bundesamt für Kultur stimmte dieser aus denkmalpflegerischer Sicht falschen Lösung zu; dabei war wohl die Einsicht massgebend, dass bei einer Interessenabwägung seitens des Bundes die Frage der Personen- und Betriebssicherheit sowie die finanzielle Verhältnismässigkeit überwiegen würden. Allerdings wäre es verheerend, wenn die nun für den Scheiteltunnel angewendeten Neubaukriterien auf weitere Bauwerke oder Streckenabschnitte der Albulalinie übertragen würden.

GRUNDSÄTZLICHE VORARBEITEN UND ABKLÄRUNGEN

Nach dem Entscheid für einen neuen Paralleltunnel wurde eine «Arbeitsgruppe Denkmalpflege» eingesetzt. Sie begleitete die Planung und sorgte dafür, dass zumindest bei Einzelentscheiden sorgsam mit den wertvollen Bestandteilen der Albulalinie umgegangen wird.⁷ Als ersten Schritt veranlasste die Arbeitsgruppe, dass ein bauhistorisches Inventar der Portalzonen erstellt wurde.⁸ Es umfasst die Hoch- und Tiefbauten, die Spuren der Baustelleninstallation von 1903 sowie die Bahnanlagen und militärische Einrichtungen. Das Inventar bildet die Grundlage, um den Umgang mit den historischen Elementen während der verschiedenen Projektphasen festzulegen.

Weiter wurde eine Zwischenlösung vorgeschlagen. Der Paralleltunnel würde unabhängig gebaut, das Verschwenken in die alte Bahnachse indessen nicht vor den Portalen, sondern im Berg vorgenommen. So würden die bestehenden Portale in Betrieb bleiben und Schwierigkeiten wie das Versetzen von Gebäuden oder der Neubau der Brücke über den Beverin entfallen. Um die Verschwenkung zu bauen, wäre indessen ein Betriebsunterbruch von gut einem Jahr notwendig, und die Baukosten wären wesentlich höher gewesen – die Variante wurde daher fallen gelassen.

SORGE FÜR BESTAND UND FÜR NEUBAUTEN TRAGEN

Nicht bloss Schutz und Erhaltung des Altbestands sind für die Pflege eines Denkmals wichtig, sondern auch eine hohe gestalterische Qualität von ergänzenden Neubauten des Ensembles. Auf Verlangen des Bundesexperten wurde daher ein Verfahren für die Gestaltung der beiden Tunnelportale sowie für den Umgang mit den Vorgeländen durchgeführt.⁹ Der Gewinner Rolf Mühlethaler aus Bern erarbeitete mit der Arbeitsgruppe den «Masterplan Gestaltung»¹⁰, der die zu treffenden Massnahmen im Hoch- und Tiefbau umschreibt. Auch hier ging es immer wieder um ein sorgfältiges Abwägen zwischen der betrieblichen Ideal-



01



02

Anmerkungen

1 <http://whc.unesco.org/en/list/1276>
(Abrufdatum 6. März 2013).

2 Internationale Abkommen, die von der Eidgenossenschaft unterzeichnet werden, binden auch die Kantone. Aufgrund der schweizerischen Gesetzgebung, die den Bereich der Kultur und damit die Erhaltung des Kulturerbes in die Zuständigkeit der Kantone gibt, ist primär der Kanton Graubünden für die Umsetzung der Verpflichtungen aus der Welterbekonvention zuständig.

3 Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, angenommen von der Generalkonferenz der Unesco am 16. November 1972.

4 Beispiel solcher genereller Leitlinien: Erhaltung historischer Verkehrswege, technische Vollzugshilfe. Bundesamt für Strassen Astra, 2008.

5 Bernhard Furrer: Das Denkmal zwischen materiellem Zeugnis und ideellem Wert. In: Kunst und Architektur in der Schweiz 1 – 2012. S. 6 ff.

6 Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege: GR Preda – Spinas, Albulatunnel. Gutachten vom 23. Dezember 2010.

7 Die Arbeitsgruppe tagte von Oktober 2011 bis Oktober 2012 mit kontroversen Standpunkten, aber stets in einem guten Gesprächsklima. Sie bestand aus den für die Planung des Tunnels zuständigen Personen der RhB sowie je einem Vertreter der kantonalen Denkmalpflege und des Bundesamts für Kultur.

8 Leza Dosch: Bauhistorisches Arealinventar der Station Preda und Bauhistorisches Arealinventar der Station Spinas, verfasst im Auftrag der RhB unter Mitwirkung von Gion Caprez, Juni 2012.

9 Für eine Ideenstudie im Rahmen der «Aus-schreibung Mandat Spezialist Gestaltung» wurden fünf qualifizierte Büros eingeladen: ARGE Roost/Menzi Bürgler, Zürich; Conzett Bronzini Gartmann, Chur; Feddersen & Klostermann, Zürich; Rolf Mühlethaler, Bern; Studio We, Lugano.

10 Rolf Mühlethaler: Neubau Albulatunnel II, Masterplan Gestaltung. 31. Oktober 2012.



03

lösung, den im Bauvorgang des neuen Tunnels am leichtesten umzusetzenden Massnahmen, den Kosten und dem angemessenen Weiterbestand der Zeugnisse. Es war nicht einfach zu vermitteln, dass für die architektonische Gestaltung von Alt- und Neubauten selbst Einzelheiten wie Materialien, ihre Behandlung, Anschlüsse und Farben wichtig sind und klar festgelegt werden müssen.

Zentral war die Frage, wie mit Hochbauten umzugehen sei, die im Bereich des neuen Trassees stehen. Zwei Beispiele: Während das Schalthaus auf der Seite Spinas nicht tangiert ist, wird sein Pendant auf der Seite Preda – ein hoch aufragender charakteristischer Turm aus massivem Mauerwerk – verschoben. Das hölzerne Wärterhaus in Preda muss für die Baustelleninstallation demontiert werden; es wird nach der Fertigstellung des Tunnels an leicht verschobenem Standort wieder aufgebaut.

Für die neuen Portale führten Abwägungsprozesse zu Lösungen, die zwar eine Verwandtschaft zu den bestehenden Anlagen haben, ihre um 110 Jahre spätere Entstehungszeit aber klar zeigen. So wird namentlich beim Doppelportal auf der Seite Spinas der Eindruck vermieden, es handle sich beim Albulatunnel um eine Anlage, die wie der Simplontunnel bereits ursprünglich mit zwei Röhren gebaut worden sei.

Auch die zusätzlichen Hochbauten für die technischen Einrichtungen und namentlich die neue Perronüberdachung mit Unterführung in Preda lösten kontroverse Diskussionen bezüglich Disposition und Gestaltung aus. Es ist erstaunlich, mit welchem Aufwand in der Schweiz eine völlig unbedeutende, kaum frequentierte Bahnstation ausgebaut wird – das separat geführte Gleis für die rege benutzten «Schlittlerzüge» ist davon unabhängig. In der eigentlichen Station werden für die wenigen Reisenden eine Unterführung mit Treppe, Rampe und eine grossflächige Perronüberdachung erstellt. Glücklicherweise verfügt das Land, das über so grosse finanzielle Möglichkeiten verfügt?

Dr. Bernhard Furrer, Prof., Architekt ETH, SIA, ass. BSA, Experte des Bundesamts für Kultur für den Albulatunnel, benc.furrer@sunrise.ch

ZU VIEL SICHERHEIT?

Sind sicherheitsspezifische Anforderungen Grund genug, den historischen Albulatunnel zu einem überdimensionierten Fluchtstollen zu degradieren und damit das Kernstück eines Unesco-Welterbes zu entwerten? Dies wäre bedauerlich. Dabei liesse sich die Verhältnismässigkeit von Sicherheitsmassnahmen am bestehenden Tunnel nach den Grundsätzen der 2011 erlassenen SIA Norm 269 «Erhaltung von Tragwerken» beurteilen.

Die Projektierung der Führung der Albualinie war ein Meisterwerk der renommierten Eisenbahningenieure Robert Moser, der das generelle Projekt verfasste, und Friedrich Hennings, der als Oberingenieur das definitive Trasseee bestimmte (vgl. «Widerspenstiger Albula», S. 24). Dass sich die Linienführung während des bisher 110 Jahre dauernden Bahnbetriebs bewährt hat und dass die Anlage die Elektrifizierung von 1919 ohne grosse Eingriffe zulies, lässt die Bedeutung dieser Leistung erkennen (vgl. «Sorgfältiges Abwägen», S. 19). Der Albulatunnel als Teil dieser Strecke ist der höchstgelegene Alpendurchstich einer Bahn und wurde in nur knapp vier Jahren mithilfe mechanischer Bohrmaschinen ausgebrochen. Das war eine auch aus heutiger Sicht respektable Pionierleistung. Bei seiner Inbetriebnahme war der Albulatunnel mit 5865 m Länge der längste Schmalspurbahntunnel der Welt. Nun soll er seinen Dienst getan haben.

ZIELE DES DENKMALSCHUTZES

Die Aufrechterhaltung eines zeitgemässen Bahnbetriebs ist aus der Sicht der Denkmalpflege wichtig, weshalb bahntechnische Ausrüstungsteile ersetzt werden können. Hingegen sind Bauwerke wie Tunnel, Brücken, Stützmauern und Hochbauten als immobile Denkmäler möglichst weitgehend in ihrer Substanz, Funktion und Gestalt zu erhalten, wobei Bauteile von kürzerer Nutzungsdauer wie Bordüren von Brücken oder eben auch die Gewölbeauskleidung in Tunneln angepasst oder ersetzt werden können. Obwohl also aus Sicht der Denkmalpflege Handlungsspielräume vorhanden sind, entschieden sich die Verantwortlichen für einen Neubau parallel zum bestehenden Albulatunnel, der seinerseits zu einem Sicherheitsstollen umfunktioniert werden soll. Nur so könne die zentrale Funktion der Anlage, nämlich der sichere Betrieb als Eisenbahn, gewährleistet werden.

Erst aufgrund des kritischen Gutachtens der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege (EKD) hat die Bauherrschaft die Neubauvariante mit einer Sicherheits- und einer Nachhaltigkeitsbeurteilung sowie einem vertieften Variantenvergleich abgesichert. Dabei wendete man unbedacht die Anforderungen für den Neubau auf die Situation des bestehenden Tunnels an – was heute im Ingenieurwesen üblich ist. Die Sicherheitsbeurteilung ergab, dass die Variante «Instandsetzung» ungenügend sei – die Variante Neubau war also auch aus sicherheitsspezifischen Kriterien sinnvoll. Es fragt sich dann allerdings, ob der heutige Bahnbetrieb durch den bestehenden Tunnel unter Sicherheitsaspekten überhaupt noch verantwortbar ist. Der neue Tunnel mit Fluchtstollen geht erst in etwa zehn Jahren in Betrieb.

VERHÄLTNISSMÄSSIGKEIT VON SICHERHEITSRELEVANTEN MASSNAHMEN

Eine detaillierte Risikoanalyse der bestehenden Situation auf Grundlage der Normen SIA 469 (1997) «Erhaltung von Bauwerken» und SIA 269 (2011) «Erhaltung von Tragwerken» wäre allein schon wegen den hohen Investitionskosten eines Neubaus oder einer Instandsetzung gerechtfertigt gewesen. Die Verhältnismässigkeit von sicherheitsrelevanten Massnahmen für den bestehenden Tunnel hätte gemäss den Grundsätzen dieser Normen beurteilt werden können, denn bei bestehenden Bauwerken sind andere Normen anzuwenden als bei neuen Bauwerken, auch was das Gefahrenpotenzial betrifft. Normen für den

Bau neuer Tunnel sind nicht oder nur sinngemäss anwendbar. Bei einer solchen Risikoanalyse wären unter anderem folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Während des bisherigen Bahnbetriebs von 110 Jahre ist im Albulatunnel nie ein schwerwiegendes Unfallereignis aufgetreten.
- Gegenüber Strassentunneln ist das Gefahrenpotenzial bei Bahntunneln generell geringer, denn Züge werden von gut ausgebildetem Personal gefahren. Beim Albulatunnel ist die Entgleisungsgefahr gering, weil er einspurig ist und somit keine Weichen aufweist.
- Der Albulatunnel wird vorwiegend für den Personenverkehr genutzt, und die Brandsicherheit in modernen Fahrzeugen für Personenverkehr wird dauernd verbessert.
- Der Albulatunnel ist Teil einer Gebirgsbahn, die Streckenabschnitte aufweist, die bedeutenden Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlag und Erdbeben ausgesetzt sind und möglicherweise höhere Risiken bergen als der bestehende bzw. instand gesetzte Tunnel.
- Es wurden bisher keine bestehenden Bahntunnels nachträglich mit einem extra dafür gebauten Fluchtstollen ausgerüstet.

HERABGESTUFTE SICHERHEITSANFORDERUNGEN GIBT ES NICHT

Im Sinn einer ausgewogenen Zuweisung der begrenzten finanziellen Mittel für die Personensicherheit auf dem gesamten schweizerischen Bahnnetz könnte eine Risikoanalyse aufzeigen, dass die beträchtlichen Mittel für einen Fluchtstollen resp. Tunnelneubau besser in andere sicherheitsrelevante Massnahmen wie beispielsweise Personensicherheit in Bahnstationen, auf Bahnsteigen und Niveauübergängen oder Massnahmen zum Schutz gegen Naturgefahren investiert werden sollten. Dies bedeutet keinesfalls, dass Sicherheitsanforderungen in einem bestehenden Tunnel herabgestuft würden. Bahnreisende dürfen stets davon ausgehen, dass entlang der gesamten Bahninfrastruktur eine genügende Sicherheit eingehalten ist, auch dann, wenn sie durch einen mehr als 100 Jahre alten Tunnel fahren. Die Norm SIA 269 legt fest, was eine «genügende Sicherheit» ist, und zwar in Form einer annehmbaren Versagenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gefährdung. Das spielt bestehenden Bauten zu, denn die Gefährdung kann hier mit den über die Nutzungsdauer eingetretenen Schadensereignissen abgeschätzt werden, was bei Neubauten nicht möglich ist.

EIN VERNÜNFTIGES MASS AN SICHERHEIT FINDEN

Vorschriften, die für neue Bauwerke relativ einfach und kostengünstig umgesetzt werden können, werden leider oft unbedacht auch auf bestehende Bauwerke angewendet, obwohl sie dafür nicht erarbeitet wurden. Dadurch findet kein echtes Abwägen von Risikoreduktion und dafür eingesetzten Geldmitteln statt. Ingenieure sollten aber dringend souverän mit Sicherheitsfragen vor allem hinsichtlich bestehender Bauwerke umgehen, damit Geldmittel für sicherheitsrelevante Massnahmen bei Infrastrukturanlagen ausgewogen zugewiesen werden können und die Mittel dort eingesetzt werden, wo es wirklich gefährlich ist. Die Diskussion über Fragen und Kosten der Sicherheit muss auch in der Öffentlichkeit intensiviert werden, denn heute erwartet die Gesellschaft an manchen Stellen – etwa in Tunneln – unbedacht eine «Null Risiko»-Technik um jeden Preis. Entsprechend werden behördliche Sicherheitsanforderungen immer höher geschraubt, ohne dass die Konsequenzen in Bezug auf das Verhältnis von Kosten zu Risikoreduktion sorgfältig untersucht würden. Allein schon wegen der vielen über 100-jährigen Bahntunnel auf dem Schweizer Bahnnetz, die ohne Fluchtstollen in Betrieb sind, muss endlich eine neuartige Sicherheitsbeurteilung im Ingenieurwesen etabliert werden. Denn die knappen öffentlichen Gelder sollten für echte Infrastrukturvorhaben mit einem wirklichen Mehrwert ausgegeben werden.

Dr. Eugen Brühwiler, Prof., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA/IVBH, Professur für Erhaltung und Sicherheit von Bauwerken, ETH Lausanne (EPFL), Konsulent des Bundesamts für Kultur und der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege (EKD), Präsident (2004–2012) der SIA Normkommission 260 «Grundlagen der Projektierung und Erhaltung von Tragwerken», eugen.bruehwiler@epfl.ch.

WIDERSPENSTIGER ALBULA

Wassereinbrüche, ein Gewölbeeinsturz, schwimmender zuckerkörniger Dolomit, der Ausfall des Bauunternehmens, abgelegene Baustellen, Zeitdruck und ein unverrückbarer Eröffnungstermin – keine Schwierigkeit des Tunnelbaus blieb der Rhätischen Bahn erspart, als sie von 1899 bis 1903 den Albulatunnel baute. Das ehrgeizige Vorhaben gelang trotz aller Widerstände, der Albulatunnel steht seit 110 Jahren im Dienst. Der Bericht der Bauleitung lässt die wechselvolle Baugeschichte wieder aufleben.

Im Juli 1898 wurden die technischen Vorarbeiten am Albulatunnel auf beiden Seiten aufgenommen. Als Baumethode war Sohlstollenbetrieb mit beidseitigem Sprengvortrieb mit hydraulischen Bohrmaschinen System Brandt, unter Nutzung der bei den Portalen zur Verfügung stehenden Wasserkräfte, vorgesehen. Der Lichtraum des 5864.5 m langen, gerade angelegten Tunnels mit halbkreisförmigem Gewölbe ist 5 m hoch und 4.5 m breit, sein Querschnitt beträgt 19.91 m², und die Widerlager sind an den Innenseiten mit $\frac{1}{20}$ Anzug aufgemauert (vgl. «Der alte Albulatunnel bleibt Teil des Systems», S. 15, Abb. 01).

An den Portalen von Preda im Albulatal auf der Nordseite und Spinas im Val Bever auf der Südseite wurden mechanische Werkstätten, Schmieden und je eine kleine Giesserei eingerichtet. Für die Arbeiter, Aufseher und Ingenieure mussten Barackenbauten bereitgestellt werden, zu denen sich Magazine und Werkstätten sowie Bauten für die Verpflegung der Arbeiter, für Bad, Spital, Gottesdienst, Schule, Post usw. gesellten. So entstand beidseits des Tunnels je eine Wohnkolonie, die mit Wasserleitung und Hydranten ausgestattet und in Preda auch mit elektrischem Licht versehen wurde. Die bereits bei Baubeginn erstellten Stationsbauten in Preda und Spinas dienten zuerst ebenfalls als Unterkünfte. Für die Dynamitmagazine wurden den behördlichen Vorschriften entsprechende Standorte gefunden und eingerichtet. Im Lauf des Tunnelbaus verlegten die Mineure auf beiden Seiten bis zu 10 km Baugleise, auf denen fünf kleine Lokomotiven bis zu 330 Rollwagen bewegten.

Bei Beginn der Arbeiten waren 36 Arbeiter im Tunnel (bzw. in den Portalen) und 12 Personen im Freien beschäftigt. Die grösste Arbeiterzahl am Albulatunnel betrug im Juli 1902 auf beiden Seiten zusammen 1316 Mann, von denen 984 im Tunnel und 332 im Freien arbeiteten. Im Sommer musste auf jeder Seite Unterkunft für 600, im Winter für 500 Arbeiter vorhanden sein. Im letzten Baumonats, dem Juni 1903, waren noch 31 Arbeiter im Tunnel und 230 Mann im Freien tätig.

Der eigentliche Tunnelbau begann im Oktober 1898 mit der beidseitigen Inangriffnahme des Sohlstollens durch die Rhätische Bahn. Am 15. Februar 1899 übernahm die italienische Bauunternehmung Ronchi & Carlotti, später Ronchi & Majoli, den gesamten Tunnelbau. Als Termin für den Durchschlag des Sohlstollens war der 15. April 1902 festgesetzt. Sechs Monate später sollte der Tunnel vollendet sein.

VIEL WASSER AN DER NORDSEITE

Auf der Nordseite wurden zunächst schwierige Verhältnisse für den Tunnelbau angetroffen, bis endlich nach 1528.5 m der erwartete stabile Granit angefahren werden konnte (Abb. 02). Am 13. Oktober 1899 begann bei 376 m im Sohlstollen die maschinelle Bohrung mit zwei gleichzeitig arbeitenden Bohrmaschinen in verhältnismässig solidem Kalkschiefer, wobei zunächst ein monatlicher Stollenfortschritt von 100 m erzielt wurde. Dabei traten bei 200 m und 440 m unproblematische Quellen von je ca. 8 l/s auf. Bei 618 m wurde in brüchigem Gestein jedoch eine Quelle von 25 l/s angefahren, die den Stollen überflutete, sodass starker Stolleneinbau nötig wurde. Dieser Wasserzufluss begleitete, meist rückwärts nachklaffend, fortan den Stollenvortrieb. Im Januar 1900 betrug der Wasserabfluss am Portal

01 Der Bauvorgang im Mittelteil des Albulatunnels im druckhaften Granit:

C1: Der Sohlstollen wird bis zum Durchschlag von Hand gebohrt und sofort ausgebaut.

C2.3: Nach dem Durchschlag wird der Ausbau für die Aufstellung der Bohrmaschinen im First umgebaut.

C4: Mit den hydraulischen Bohrmaschinen wird der Firstschlitz von unten ausgebohrt und sofort gesichert.

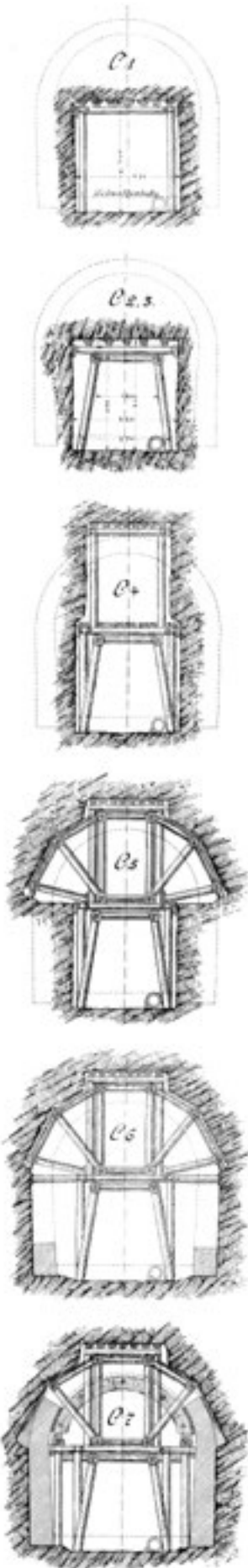
C5: Vom Firstschlitz aus wird die Kalotte mit den Bohrmaschinen ausgeweitet und gesichert

C6: Unter der gesicherten Kalotte werden die Strossen mit den Bohrmaschinen bis zum Vollausschlag abgebaut und die Widerlager aufgemauert.

C7: Im gesicherten Vollausschlag wird das Profil mit dem Gewölbe ausgemauert und der Holzausbau sukzessive ausgebaut.

C8: Im fertigen Tunnel verbleiben die Holzeinbauten in Kalotte und First hinter der Ausmauerung.

(Plan: Denkschrift «Projekt und Bau der Albulabahn», Chur 1908, Tafel 28, vgl. Anmerkung am Textende)



41 l/s, von da an nahm er stetig zu und erreichte anfangs April bereits 74 l/s. Jedes Bohrloch war eine Quelle, die Wassertemperatur betrug in diesem Tunnelabschnitt im Winter und Sommer nur 6 °C. Unter diesen Bedingungen nahm die Leistung der Mineure erheblich ab, und als Mitte April bei 1003 m eine Quelle von 300 l/s einbrach und das Gleis bis 70 cm hoch überschwemmte, mussten die Arbeiten einige Tage unterbrochen werden, bis das Wasser gefasst werden konnte. Am Ende der Bauzeit betrug der Wasserabfluss am Tunnelportal auf der Nordseite 244 l/s, wovon der grösste Teil auf die Eingangsstrecke entfällt. Der Vortrieb des Sohlstollens ging mit häufigen Unterbrechungen nur noch langsam vorwärts. Infolge des Wassers wurde die Sohle durchweg ungenügend ausgesprengt, und an vielen Stellen wurde das Gleis beträchtlich gehoben, trotz 10‰ Gefälle von 600 m bis 1200 m im Sohlstollen musste man teils tief im Wasser, teils tief gebückt gehen. In der Wasserstrecke war das Gestein dünn-schichtig und zerklüftet, sodass bei 840 m und 1030 m Deckenbrüche von 5 m Höhe erfolgten, deren Abbau sehr mühsam und zeitraubend war.

STILLSTAND IM SCHWIMMENDEN GEBIRGE

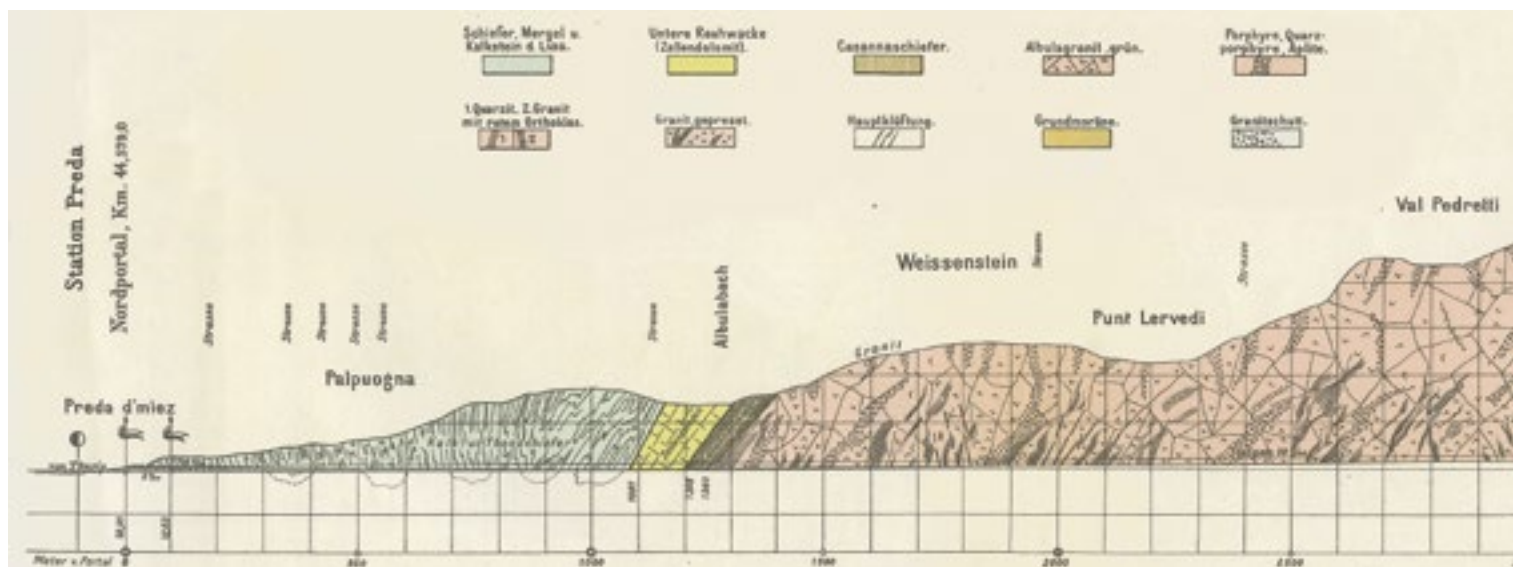
Das war aber erst der Beginn der bautechnischen Herausforderungen. Ende Mai erreichten die Mineure bei 1100 m den Zellendolomit, der anfänglich den Charakter eines leichten Tuffsteins hatte und sich ohne Maschinenarbeit leicht gewinnen liess. Als der Stollen am 29. Juli 1900 bei 1192 m anlangte, brach eine gewaltige Wassermenge in den Tunnel ein, die das Geleise und die ganze Stollensohle auf 500 m Länge mit feinstem Dolomitsand bedeckte. In diesem schwimmenden Gebirge war nur mit sorgfältiger Getriebezimmerung vorwärts zu kommen. In 2.5 Monaten gelangten die Mineure bei dem von oben und unten zudringenden kalten Wasser nur um 6.3 m vorwärts. Während 70 m³ nützlichen Aushubs gemacht wurden, mussten 1500 m³ Sand hinausgefahren werden. Ende Dezember 1900 musste der Vortrieb des Sohlstollens bei 1205 m eingestellt werden. Diese unerwarteten Schwierigkeiten, zu denen noch ein Einsturz des südlichen Gewölbes kam, bewogen die Bauunternehmung am 24. Februar 1901, von ihrem Auftrag zurückzutreten. Die Arbeiten auf beiden Seiten wurden seither von der RhB in Regie weitergeführt.

Der feste Fels konnte jedoch gemäss der an der Oberfläche über dem Tunnel erhobenen Formationsgrenze nicht mehr fern sein (Abb. 02). Da der Sohlstollen die Sandüberlagerung teilweise entwässert hatte, wurde nun als Ultima Ratio der bis 1185 m gelangte, etwas höher gelegene Firststollen weiter vorgetrieben. Mit einem mittleren Tagesfortschritt von 0.25 m erreichte man am 15. April bei 1210 m endlich das sichere Ufer des Casannaschiefers. Die wasserreiche Strecke war 600 m lang. Im schwimmenden Gebirge befand sich der Tunnel nur auf 18 m Länge.

Während dieser Zeit war die Mauerung vom Portal bis zur Druckstrecke vollendet worden. In der Druckstrecke von 1190 bis 1210 m wurde die Kalotte mit einem 75 cm starken Gewölbe aus Granitquadern in Portlandzement-Mörtel gesichert, was von April bis Juni dauerte. Der Aushub und die Herstellung der Widerlager in Beton und Schichtstein-Mauerwerk erfolgte anschliessend bis zum 20. Juli. Nach dieser kritischen Strecke verläuft der Tunnel ab 1260 m in solidem Granit, wo am 25. August die maschinelle Bohrung wieder aufgenommen wurde. Im August war zugleich der Entwässerungskanal vollendet, sodass im September das eindringende Wasser endlich geordnet abfloss. Die Ausmauerung erfolgte mit Bruchsteinen der Triaskalke aus einem nahe gelegenen Steinbruch. Der Mörtel wurde in trockenen und feuchten Strecken mit hydraulischem Kalk, in nassen Strecken mit Portlandzement angemacht. Bei heftigem Wasserzudrang kam rasch abbindender Grenoblezement zum Einsatz.

EINSTURZ AUF DER SÜDSEITE

Nach dem Portal Preda wurde der Granit bereits nach 260 m, auf denen nicht mit besonderen Schwierigkeiten gerechnet wurde, erwartet. Die südliche Eingangsstrecke verläuft in Sand mit grossen Findlingen. Zufließendes Wasser machte den feinen Sand sehr beweglich. Die dadurch mobil gewordenen Felsblöcke übten oft konzentrierten Druck auf einzelne Stellen der Hölzung aus und verursachten seitliche und vertikale Verschiebungen des Ein-



02

02 Geologisches Längenprofil des Albula-tunnels, aufgezeichnet von Dr. Christian Tarnuzzer, Chur, September 1902 (Massstab ca. 1:16 000).

Blau: Kalk- und Tonschiefer
Gelb: Zellendolomit
Braun: Casannaschiefer
Rosa: Albulagränit
Orange: Grundmoräne
Grau: Bergschutt
 (Plan: ebd., Tafel 30)

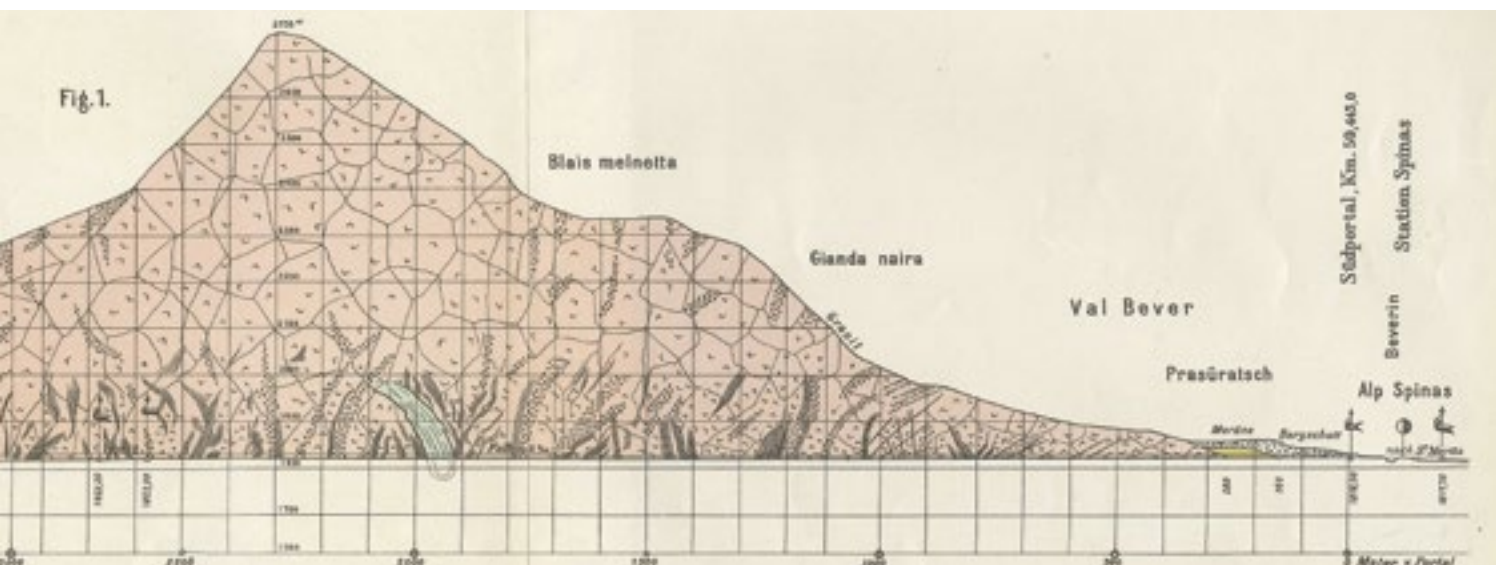
baus und Setzungen der Hölzung. Fortwährend musste aufgefistert werden, und in der Überlagerung bildete sich infolge des ausgespülten Sands ein tiefer Graben. Am 19. November 1899 gab der Einbau der beiden letzten Ringe bei 108 m nach und fiel auf einer Länge von 12 m zusammen, glücklicherweise ohne Opfer. Der Einbruchrichter dehnte sich bis an die Erdoberfläche aus, ca. 25 m hoch. Die Rekonstruktion erfolgte mithilfe eines stark konstruierten neuen Sohlstollens, auf dem eine Firstschlitz-Zimmerung aufgebaut war (ähnlich wie in Abb. 01). Sie dauerte vier Monate und war Ende Juli 1900 beendet. Während dieser Zeit war ein Firststollen weiter vorgetrieben worden, der im März 1900 bei 170 m die feste Grundmoräne erreichte. Bei 260 m wurde der Granit angefahren, und am 17. Oktober 1900 begann bei 323 m die Bohrung mit zwei Maschinen. Auf der Südseite wurde die Ausmauerung mit Mörtel aus Palazzolokalk ausgeführt. Die für das Gewölbe verwendeten Granitsteine stammen meist von Findlingen aus der Umgebung des Portals.

SCHNELLER FORTSCHRITT IM HARTEN FELS

Das Herzstück des Albulatunnels ist die 4346 m lange Granitstrecke. Nach dem Ausscheiden der Bauunternehmung am 24. Februar 1901 führte die Rhätische Bahn die Arbeiten ab 1. April 1901 in Regie selbst weiter. Als am 25. August 1901 die Maschinenbohrung auf der Nordseite im Granit, bei 1260 m, in Angriff genommen wurde, war man auf der Südseite bis 1485 m gelangt. Somit war noch eine Stollenlänge von 3120 m im Granit auszubrechen. Der Stollenfortschritt im Granit der Südseite hatte bisher 120 m im Monat betragen. Nach diesem Massstab hätte man 13 Monate, bis Ende September 1902, bis zum Durchschlag gebraucht, als Termin für den Durchschlag war aber der 15. April 1902 festgesetzt. Um den Durchschlag so schnell als möglich herbeizuführen, wurde nun von beiden Seiten mit drei gleichzeitig arbeitenden Bohrmaschinen vorgegangen und dafür der Volllausbruch zurückgestellt. Damit sollte Gewissheit über die Gebirgsverhältnisse geschaffen und die Lüftung verbessert werden. Der hierbei zurückbleibende Volllausbruch und die Mauerungsarbeiten waren nach dem Durchschlag leicht nachzuholen. Der Durchschlag erfolgte am 29. Mai 1902 von Preda aus. Die fehlenden 3120 m Stollen waren in 278 Tagen vollendet worden, davon 1771 m auf der Nordseite. Im Granit betrug der mittlere tägliche Fortschritt auf der Nordseite 6.37 m, auf der Südseite 4.85 m. Der Durchschlag lag 3030.5 m vom Nordportal entfernt nördlich der Scheitelhorizontalen. Am Durchschlagspunkt fiel die Sohle des Südstollens mit der Decke des Nordstollens zusammen. Die gemittelten monatlichen Tagesleistungen der Maschinenbohrung steigerten sich auf der Nordseite von 6.37 m im Oktober 1901 auf bis 7.28 m im April 1902. Auf der Südseite variierten sie in diesem Zeitraum zwischen 4.86 m und 5.77 m. Als absolute Tagesbestwerte wurden auf der Nordseite 9.30 m und auf der Südseite 8.00 m erreicht. Gearbeitet wurde im Dreischichtbetrieb, wobei innert 24 h zwischen rund 3.7 und 5 Angriffe (Bohren der Sprenglöcher, Sprengen und Schuttern) ausgeführt werden konnten. Auf der Nordseite wurde der Sohlstollen bis 100 m vor Ort verbreitert und ein Doppelgleis für die Stollenbahn verlegt. Der durchgefahrene Granit war im Allgemeinen kompakt und stellenweise sehr quarzreich und hart. Häufig trat eine Zerklüftung auf, mit der gewöhnlich etwas Wasserzutritt verbunden

FÜRSORGE UND OPFER

Für die medizinische Versorgung der Arbeiter wurde in Preda ein Zahnarzt angestellt und ein Hospital mit einem von der RhB bestellten Arzt, einem Krankenwärter und mehreren italienischen Krankenschwestern eingerichtet. Diese Schwestern richteten auch für die kleineren Kinder eine Spielschule ein, während die Lehrer für die grösseren Kinder von den Gemeinden Bergün und Bevers beigestellt wurden. In Spinas war nur ein Krankenzimmer nötig, da Kranke und Verletzte im Bezirksspital Samedan untergebracht wurden. Da keine private Versicherungsgesellschaft bereit war, die am Tunnelbau Beschäftigten zu tragbaren Konditionen gegen Unfallrisiken zu versichern, gründete die RhB eine eigene Unfallkasse für die Tunnelarbeiter. Diese zahlten 3 % ihres Lohns ein, die RhB übernahm 4 % und leistete eine Defizitgarantie von 100 000 Fr. Der Gesundheitszustand der Arbeiter war generell gut. Insbesondere sind während der Bauzeit keine Epidemien und sonstige Masenerkrankungen aufgetreten. Während der Bauzeit ereigneten sich 16 tödliche Arbeitsunfälle, darunter je 5 Explosionen und herabfallende Felsbrocken sowie 6 Kollisionen von Rollwagen. Weitere 177 Arbeiter trugen dauernde Beeinträchtigungen davon, vor allem Augenverletzungen und Quetschungen. Insgesamt gab es 2128 Zwischenfälle, die vorübergehende Arbeitsausfälle zur Folge hatten.



war. Mehrfach hatte die Gebirgspressung eine gneisartige Struktur erzeugt, und längere Partien waren so zerquetscht, dass eine verstärkte Mauerung nötig wurde. Vielfach ergab sich eine senkrecht gestellte schiefrige Textur, die eine Widerlagerverkleidung ohne Deckengewölbe erforderte (vgl. «Der alte Albulatunnel bleibt Teil des Systems», S. 15, Abb. 01). Eine seltsamerweise im Granit angetroffene, 65 m lange Strecke aus dunklen Lias-schiefern war trocken und unproblematisch.

NEUE BAUMETHODEN FÜR DEN ENDSPURT

Zur Zeit des Durchschlags waren insgesamt noch 1850 m Firststollen, 2400 m Kalottenaus- weitung und 2600 m Vollausbuch auszuberechnen. Die Mauerung war auf der Nordseite bis 1225 m vor dem Durchschlagspunkt vollendet, auf der Südseite bis auf 1800 m. Etwa $\frac{2}{3}$ der verbleibenden Strecken waren noch auszumauern. Diese Arbeiten mussten von Ende Mai 1902 bis Ende Februar 1903 ausgeführt werden. Der Eröffnungstermin vom 1. Juli 1903 be- dingte, dass der Schotter im März eingebracht und das Gleis im Tunnel anfangs April gelegt wurden, um das Oberbaumaterial durch den Tunnel führen und die Oberbaulage vom Portal bis Celerina rechtzeitig vollenden zu können. Fast die Hälfte der gesamten Tunnellänge musste deshalb im Jahr 1902 hergestellt werden.

In dieser Zwangslage ging die Bauleitung im November 1901 auf der Nordseite bei 1320 m zur Baumethode des Firstschlitzes über. Dabei stellten zwei Bohrmaschinen, ausgehend vom Sohlstollen, einen Schlitz bis zur Tunneldecke her. Ein separater Firststollen war nicht mehr erforderlich, was die Arbeit wesentlich einfacher gestaltete (Abb. 01). Im April 1902 wurde diese Methode auch auf der Südseite eingeführt. Mit Maschinenbohrung betrug der Fortschritt dieser Stollenerhöhung 500 m monatlich. Der Vollausbuch war 1.5 Monate nach dem Firstschlitz vollendet. Am 3. Oktober 1902 wurde schliesslich die Maschinenbohrung eingestellt und im Januar 1903 die letzten Mineurarbeiten ausgeführt.

Ende Februar 1903 waren auch die Mauerungsarbeiten abgeschlossen. In der Granitstrecke konnte die Verkleidung in rund 40% der Tunnellänge weggelassen werden, doch wurde auch hier das Profil für eine spätere Verkleidung ausgebrochen. Im gesamten Tunnel sind rund 30% unverkleidet ausgeführt, 12% sind gemauert ohne Gewölbe, 16% mit einem 0.3 bis 0.4 m starken Gewölbe, 36% mit einem 0.45 m starken Gewölbe und 6% mit einem 0.55 bis 0.75 m starken Gewölbe.

Dank den ausserordentlichen Arbeitsfortschritten in den letzten Baumonaten konnte der Rückstand weitgehend aufgeholt werden. Am 15. April war der Oberbau im Albulatunnel bereits gelegt, sodass mit der programmgemässen Eröffnung der Strecke Thusis–Celerina am 1. Juli 1903 auch im Oberengadin das Eisenbahnzeitalter begann.

BAUKOSTEN

Der 5864.5 m lange Albulatunnel kostete 7228000 Fr., ohne Schotterbett und Gleise. Davon entfielen 45000 Fr. auf Portale, Nischen und Kammern.

Die total 1482 m Tunnel, die von der Unterneh- mung erstellt wurden, kosteten 1845000 Fr., was einem Meterpreis von 1245 Fr. entspricht. Die von der RhB in Regie erstellten mittleren 4382.5 Tunnelmeter kosteten je 1218 Fr., was Kosten von 5338000 Fr. ergibt.

Die durch den grossen Zufluss von kaltem Bergwasser auf der Nordseite verursachten Mehrkosten wurden auf rund 300000 Fr. geschätzt. Rund 100000 Fr. wurden für die Rekonstruktion des Stolleneinsturzes auf der Südseite veranschlagt.

Der vorliegende historische Baubericht ist eine gekürzte und bearbeitete Fassung des Kapitels «B. Der Albulatunnel. 5864.5 lang.» der Denkschrift «Projekt und Bau der Albulabahn» von Prof. Dr. F. Hennings, zur Bauzeit Oberingenieur der Rhätischen Bahn, Kommissions-Verlag von F. Schuler, Chur, 1908, S. 45–62. Mit freundlicher Genehmigung der Direktion der Rhätischen Bahn, Chur.

Bearbeitung: **Dr. Aldo Rota**, rota@tec21.ch