Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 41/42 (1903)
Heft: 17

Artikel: Die Albulabahn: Vortrag
Autor: Hennings, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24060

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 31.07.2025

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

INHALT: Das Weltpostverein-Denkmal in Bern. II. (Schluss.) — Die Albulabahn. (Schluss.) — Das Maschinenlaboratorium am eidg. Polytechnikum in Zürich. II. — Miscellanea: Das neue Kontaktsystem „Perfect contact" für elektrische Vollbahnen. Versuchsfahrten auf der Berliner Stadtbahn. Die internat. Vereinigung für gewerbl. Rechtsschutz. Probeschnellfahrt auf der Londoner Brighton-Bahn. Die Abweichung in der Orientierung mittelalterlicher Kirchen. Eine Durchlüftung der Bahnmotoren. Elektr. Betrieb der Alpenbahnen. Motorwagen für Vollbahnen in Italien. Die drei ersten Häuser des Spar- und Bauvereins in Dresden. Der Ausbau des Meissner-Domes. Der Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Ein neues Theater in Wien. — Nekrologie: † V. Luntz. — Konkurrenzen: Vergrösserung des Kurhauses in Interlaken. — Literatur: Der älteste deutsche Wohnbau und seine Einrichtung. Architektonische Rundschau. Eingegangene literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittelung.

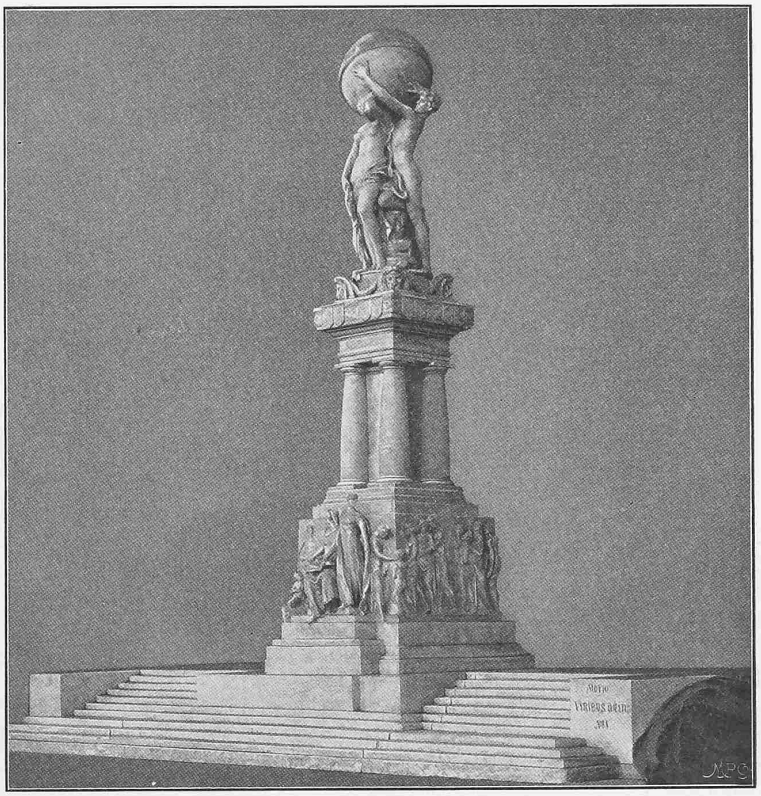
Hiezu eine Tafel: Das Maschinenlaboratorium am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

Das Weltpostverein-Denkmal in Bern.

II. (Schluss.)

Den von uns auf der Tafel unserer letzten Nummer gebrachten Darstellungen der je mit einem I. Preise „ex aequo" bedachten Entwürfe der Herren *Georges Morin* in Berlin und *René de St. Marceaux* in Paris fügen wir zur Ergänzung unserer Veröffentlichung über die prämiierten Arbeiten dieses Wettbewerbes im folgenden die Abbildungen der weitern vier preisgekrönten Modelle bei. Es sind dies die gleichfalls je mit einem I. Preise „ex aequo" ausgezeichneten Entwürfe Nr. 39 mit dem Motto: „viribus unitis" von Professor *F. Hundrieser* in Charlottenburg und Nr. 9 mit dem Motto: „progrès" von den Herren *Ernest Dubois* und *René Patouillard* in Paris. Dazu kommen die beiden Arbeiten Nr. 47 mit dem Motto: „Grande, encore plus grande" von *Giuseppe Chiattone* in Lugano und Nr. 36 mit dem Motto: „Weltall" von Professor *Ignaz Taschner* in Breslau und *August Heer* in München, denen beiden je ein II. Preis „ex aequo" zuerkannt wurde.

Das noch nicht veröffentlichte, uns in Aussicht gestellte Gutachten des internationalen Preisgerichtes denken wir in einer unserer nächsten Nummern zur Kenntnis unserer Leser bringen zu können.



I. Preis « ex aequo ». Verfasser: Professor *E. Hundrieser* in Charlottenburg.

Die Albulabahn.

Vortrag von Oberingenieur Professor *F. Hennings*, gehalten an der 40. Generalversammlung des *Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins* vom 6. September 1903 in *Chur*.

(Schluss.)

Wenden wir uns nach diesen allgemeinen Ausführungen jetzt den einzelnen Bauwerken zu, so gelangen wir zunächst zwischen Thusis und Sils (1,9 *km*) zu dem grossen Viadukt, welcher den Hinterrhein überbrückt und dessen Hauptöffnung durch einen 80 *m* weiten Halbparabelträger mit Fahrbahn oben überspannt ist.

Dieser ist aus einem doppelten Netzwerk ohne Vertikalen und Diagonalen gebildet und bietet eine in der Schweiz bisher nicht angewendete Konstruktionsweise dar.

Da diese Brücke in der „Bauzeitung" ausführlich beschrieben ist, gehe ich nicht weiter darauf ein, sondern erwähne nur noch, dass das Projekt sowie die Ausführung von Bell in Kriens herrühren und dass die Resultate der Probebelastung sehr günstig ausfielen.

Allerdings ist auch das Gewicht ziemlich gross. Die ganze Brücke wiegt 292 *t* oder $3^2/_3$ *t* per lfd. *m*; zum Vergleich führe ich nur an, dass bei den ersten Eisenbrücken der Gotthard-Bahn für 80 *m* weite Brücken das nicht viel grössere Gewicht von 4 *t* per lfd. *m* vorgesehen war, ein Zeichen, wie hohe Anforderungen gegenwärtig an die eisernen Brücken auch bei Kleinbahnen gestellt werden.

Die Pfeiler für die Eisenkonstruktion wurden im Winter unter Dach, etwa 4 *m* unter N. W. auf grossen Felsblöcken fundiert und liegen überdies im Schutz der mächtigen Rhein-Wuhren, welche schon einen der grössten Nollaausbrüche ausgehalten haben. Die grosse Lichtweite der Brücke war bedingt durch die unmittelbar oberhalb einmündende gefährliche Nolla, von der auch in unserer Festschrift ausführlich die Rede ist.

Es war hier ein Mittelpfeiler ausgeschlossen und obwohl das Projekt einer 80 *m* weiten Brücke aus armiertem Beton vorlag, fühlten wir uns doch nicht berufen, als Erste das Risiko einer so weit gespannten Konstruktion auf uns zu nehmen, in der Meinung, dass mächtigere Unternehmungen mit solchen Versuchen vorangehen sollen.

Die Kosten des gesamten Talüberganges betragen 250 000 Fr.

Der Oberbau wurde über diese Brücke und bis zur Station Sils schon im Spätherbst 1901 gelegt, um das anlaufende Oberbaumaterial in Sils deponieren zu können, was die Station Thusis entlastete und den Weiter-Transport sehr erleichtert hat.

Im weitern Verlauf der Linie von Station zu Station folgt jetzt die Strecke *Sils-Solis* (6,2 *km*).

Hier treten wir in die bekannte wilde Schyn-Schlucht ein, deren Gestein aus teilweise sehr verworfenem Bündner Schiefer besteht und deren Hänge, wie man an der Strasse sieht, vielfach zu Rutschungen geneigt sind. Verschiedene Wildbäche sind zu überschreiten, gegen welche für die Kantonsstrasse schon grössere Schutzbauten hergestellt sind, und stellenweise treten schroffe, hohe, kompakte Felsen auf, durch welche auch die Strasse an vier Stellen im Tunnel geführt ist.

Auf dieser Strecke liegt fast die Hälfte der Bahn im Tunnel, indem 9 Tunnel von 3029 *m* Länge erstellt sind. Von diesen machte der 694 *m* lange Verzaskatunnel, welcher auf Grund von vorher getriebenen Seitenstollen so gelegt war, dass er ganz im Felsen zu liegen kommen sollte (indem oberhalb bewegliches Material anstand), stellenweise grössere Schwierigkeiten, da zwar die untere Hälfte wirklich im Felsen lag, unverhoffter Weise aber in der Decke eine nasse, sandige und bewegliche Moräne angefahren wurde. Eine sehr vorsichtige Bölzung und Arbeit halfen, allerdings nicht ohne erhebliche Verzögerung, glücklich über diese Schwierigkeit hinweg.

Kurz vor der Station Solis liegt der längste unter den kleinern Tunneln: der 986 *m* lange Solistunnel, in welchem das kompakteste Gestein der ganzen Albulabahn angetroffen wurde. Hier war die Spreng-Arbeit sehr er-

schwert, jedoch gestattete der Fels, zwei Drittel der Länge ohne Mauerung zu belassen.

Unter den 16 Viadukten dieser Strecke (zusammen 642 *m* lang) ist der Lochtobel-Viadukt mit fünf Oeffnungen à 16 *m* wegen seiner tiefen Fundierung des dritten Mittelpfeilers bemerkenswert. Man musste hier in beweglicher Lehne 13 *m* tief hinabgehen, ehe man in der ganzen Baugrube den Felsen fand. Die Fundierung an den steilen Lehnen hat überhaupt an vielen Orten Schwierigkeiten gemacht; häufig erwies sich als Findling, was als anstehender Fels angesehen worden war.

An manchem Ort war Fels überhaupt nicht zu erreichen; in solchen Fällen wurde auch mit den Trockenmauern so tief hinabgegangen, dass von der Mauerkante bis zum Terrainschnitt mindestens eine Horizontaldistanz von 2 bis 3 *m* erzielt wurde. Noch tiefer musste man natürlich da gehen, wo zu befürchten war, dass die Terrainoberfläche durch Rüfen in jüngerer Zeit erhöht worden sei.

Kurz vor dem Solistunnel wird das malerische Muttnertobel 40 *m* hoch über dem Bachbett mit einem 30 *m* weiten Halbkreisgewölbe übersetzt, dessen Anblick sich indessen leider, ebenso wie der vieler anderer grösserer Bauwerke dem Reisenden entzieht; wie denn überhaupt viele beachtenswerte Anlagen, so z. B. die grossen Wildbach-Verbauungen rechts der Bahn vor und nach dem kleinen Cugnieler-Tunnel, kaum zur Anschauung kommen, wenn nicht im gegebenen Moment besonders darauf aufmerksam gemacht wird.

Die sämtlichen Mauerwerke dieser Strecke sind in der Hauptsache aus den ausgezeichnet schönen, lagerhaften Bruchsteinen hergestellt, die nahe bei der Ruine Campi im Bahnkörper gewonnen wurden. Wegen der erst später fertig werdenden Tunnelstrecken, die eine direkte Kommunikation unmöglich machten, mussten aber diese Steine, um damit zu den Bauwerken gelangen zu können, zunächst zur Kantonsstrasse hinaufgeschafft und dieser entlang transportiert werden, worauf sie wieder an betreffender Stelle zur Bahn hinabgelassen wurden, was natürlich mit vielen Umständen verknüpft war.

Wir sind nun auf der Station Solis angelangt. In der nun folgenden Strecke *Solis-Tiefenkastel* (4,6 *km*) bildet die Solisbrücke das hauptsächlichste Bauwerk, zu dessen Besichtigung wir die Versammlung auf die gleichnamige Brücke der Kantonsstrasse führen wollen, die demselben gerade gegenüber liegt.

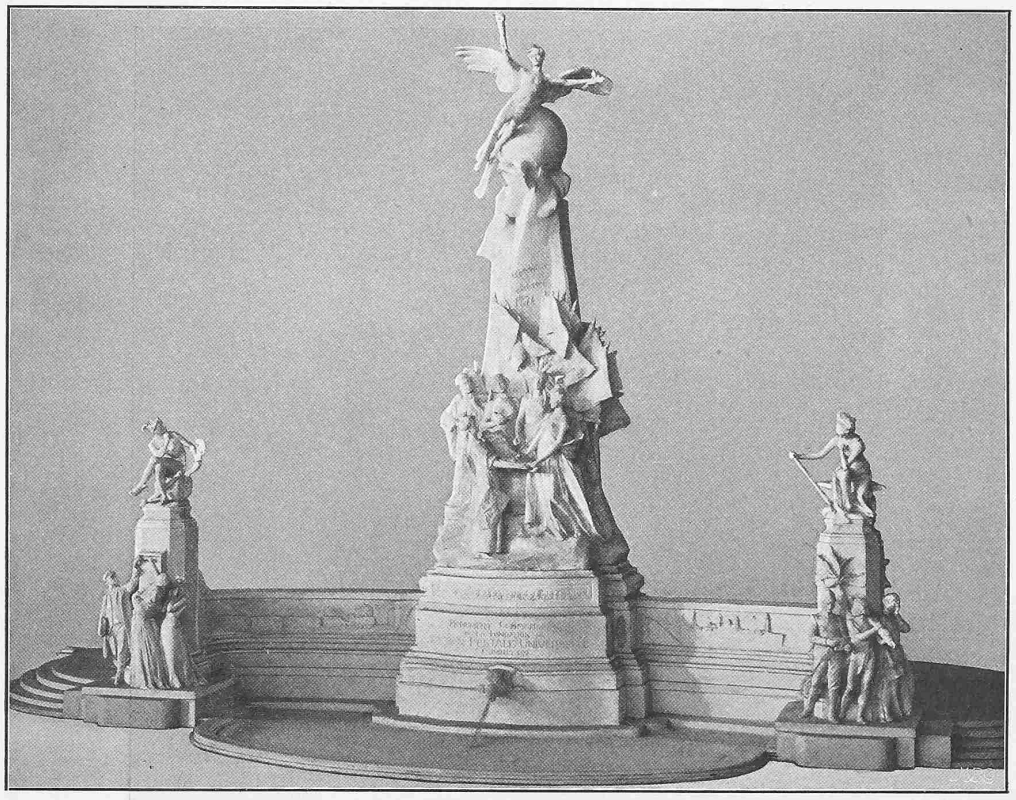
Der Hauptbogen hat 42 *m* Weite, die Scheitelstärke beträgt 1,4 *m*, die Stärke in der Bruchfuge 2,6 *m*. Er ist in Schichtenmauerwerk mit Zementmörtel in musterhafter Weise aus den hier an beiden Albulaufern vorkommenden Kalksteinen ausgeführt. Der grösste Druck im Gewölbe beträgt 24 *kg* per cm^2. Die Wölbung geschah in 3 Ringen und wurde an 3 Punkten geschlossen. Nach Schluss des ersten Ringes hatte sich der Scheitel infolge Zusammendrückens der Holzverbindungen um 5 *cm* gesenkt, nachher kam keine nennenswerte Senkung mehr vor.

Das Lehrgerüst stand auf einem vorragenden Zimmerwerk, das die Weite auf 35 *m* verringerte, und wurde durch 32 Sandtöpfe getragen. Bei den meisten Viadukten (unter 25 *m*) kamen statt der Sandtöpfe Keile zur Anwendung und es haben sich bei der Senkung der Lehrbögen auch bei diesen nirgends Schwierigkeiten ergeben.

Ueberhaupt ging die Erstellung aller Viadukte verhältnismässig leicht und einfach von statten und wir haben nirgends irgend welche Schäden an denselben wahrnehmen können, mit Ausnahme von zwei Fällen, wo wir kein Felsfundament hatten und eine kleine Senkung stattfand. Bei diesen Bauwerken wurden die Risse im Gewölbe, die übrigens nicht erheblich waren, unter Luftdruck mit Zementmilch gefüllt; sie haben dann keine weitern Bewegungen gezeigt.

Kurz nach dem Solis-Viadukt trennen sich die Richtungen der Bahn und der Kantonsstrasse. Letztere steigt nach Alvaschein hinauf, um die früher kaum zugängliche, tief eingeschnittene Albulaschlucht zu vermeiden, durch

Wettbewerb für das Weltpostverein-Denkmal in Bern.



I. Preis «ex aequo». Verfasser: *Ernest Dubois* und *René Patouillard* in Paris.

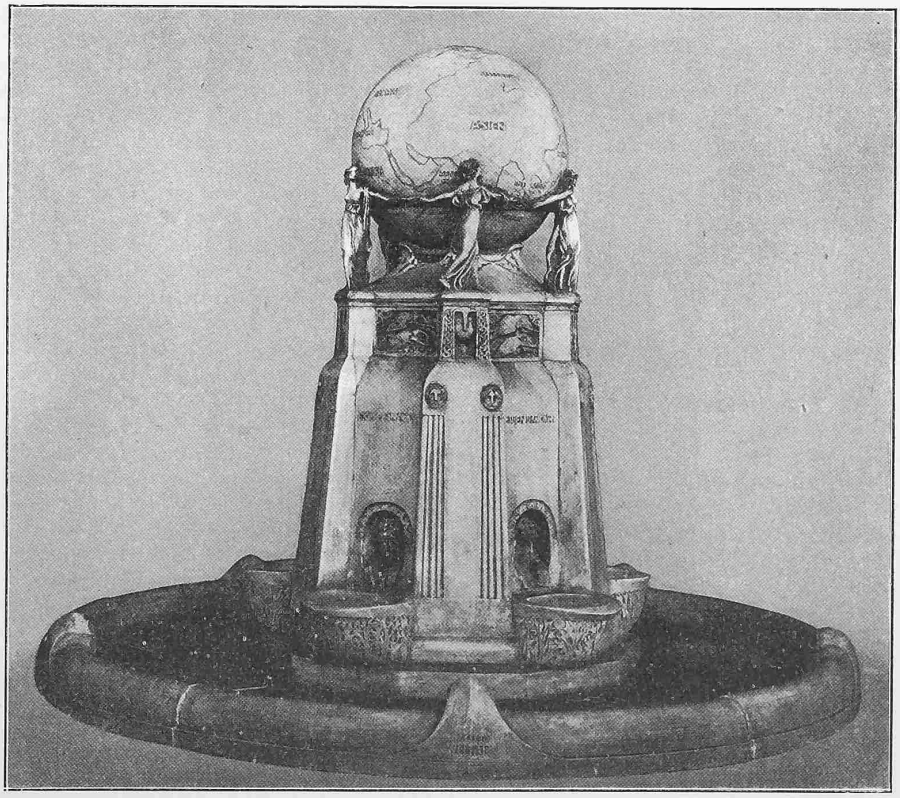
Wettbewerb für das Weltpostverein-Denkmal in Bern.

II. Preis «ex aequo». Verfasser: *Giuseppe Chiattone* in Lugano.

die nun die Bahn mit Hilfe von vier Tunnels von 1240 *m* Länge und 7 Viadukten von 316 *m* Länge ihren Weg sucht.

Nachdem der letzte dieser vier Tunnel durchfahren ist, gelangt die Bahn bei der altehrwürdigen Mustailkirche auf längere Zeit ans rosige Licht, indem nun bis zur Landwasserbrücke, abgesehen von einem ganz kurzen Durchbruch oberhalb Tiefenkastel, 10 *km* lang keine Tunnel mehr vorkommen.

In der Strecke *Tiefenkastel-Surava-Alvaneu* (6,8 *km*) sind nur die Mauern und Viadukte an der steilen Lehne gegenüber Tiefenkastel wegen ihrer sehr schwierigen und tiefen Fundierung bemerkenswert, sowie die 8 *m* hohe, schön ausgeführte Trockenmauer entlang der Station Tiefenkastel. Hier mag erwähnt sein, dass bei Anwendung solcher Trockenmauern die Höhe von 8 *m*, selbst bei gutem Fundament und sehr festen Steinen, als Maximum anzusehen ist, weil die nur an einzelnen Punkten aufliegenden Steine bei der grossen Last durchbrechen. Wir haben daher in einzelnen Fällen grösserer Höhe den untern Teil solcher Mauern in Mörtel gelegt.



II. Preis «ex aequo». Verfasser: Prof. *Ignaz Taschner* in Breslau und *August Heer* in München.

Zwischen *Alvaneu und Filisur* (3,6 *km*) befinden sich die beiden Viadukte über das Schmittentobel und das Landwasser, welche durch zahlreiche Photographien schon sehr bekannt geworden sind. Ersterer hat sieben Oeffnungen à 15 *m*, ist 137 *m* lang bei 35 *m* Höhe; letzterer hat sechs Oeffnungen à 20 *m*, ist 130 *m* lang bei 65 *m* Höhe und liegt zur Ersparnis ausnahmsweise im Radius von 100 *m*. Der Landwasser-Viadukt bildet das grösste Bauwerk der Albulabahn. Die Höhe der Pfeiler von 56 *m* bis Gewölbeanfang, der scharfe Bogen und die Einspannung zwischen steilen, dunkeln Felswänden, geben diesem Bauwerk einen ganz besonderen Charakter und lassen es, wenn auch weniger malerisch, so doch kühner erscheinen, als die Solisbrücke. In der Tat ist auch die Quantität des Mauerwerks viel grösser und dem entsprechend betragen auch die Kosten mit etwa 250 000 Fr. das doppelte jener der Solisbrücke. Interessant und eigenartig war die Aufmauerung der drei höchsten Pfeiler mit Hülfe von zwei beweglichen, eisernen Gerüstbrücken und einem elektrischen Aufzug, die sehr gut

funktionierten. Dieselben ermöglichten die Aufführung von 8 bis 10 *m* Pfeilerhöhe im Monat und haben auch die Aufstellung der Lehrbogen sehr erleichtert. Die Steine für die Pfeiler mussten von der Talsohle aus aufgezogen werden, die Wölbsteine dagegen wurden nicht aufgezogen, sondern konnten in Bahnhöhe beigeführt werden.

Die Landwasserbrücke, sowie einige andere hohe Viadukte, die im Bogen liegen, haben am innern Strang eine Sicherheitsschiene erhalten.

Bei den eisernen Brücken sind ebenfalls die bekannten Schutzschienen angebracht.

Wir sind nun in Filisur auf der Höhe 1083.5 *m*, an welche Station ein Anschluss von Davos angestrebt wird, und gelangen zur Bahnstrecke *Filisur-Stuls-Bergün* (8.7*km*).

In Filisur beginnt die Bahn mit 35 ‰ zu steigen. Die Höhe der Station Bergün ist mit 1375 *m* gegeben und da die direkte Linie zu kurz ist um die Station Bergün mit 35 ‰ zu erreichen, so ist, bald nach der Station Filisur eine 1200 *m* lange Entwicklungsschleife angelegt, die einen Kehrtunnel von 698 *m* Länge enthält. Es ist dies der Greifensteintunnel und ich kann nicht an diesem Punkt vorübergehen, ohne des erschütternden Unglückes zu gedenken, das sich an seiner obern Mündung zutrug, wobei leider der treffliche Kollege Perbs am 9. August 1901 anlässlich der Rettung verschütteter Arbeiter einen allzufrühen Tod fand.

Perbs ist auf dem Friedhof in Bergün beerdigt und es haben ihm seine Freunde und Kollegen daselbst eine marmorene Gedenktafel gestiftet, die an der Kirche eingemauert ist und von der Bahn aus gesehen werden kann.

Ehre sei seinem Andenken!

Nach Durchfahren der Filisurer Schleife befindet sich die Bahn bis zum Bergünerstein — der berühmten und gewaltigen Talstufe des Albulagebietes — in der ungewöhnlichen Höhe von 150 *m* über dem Talboden, mit ausserordentlich schönen Ausblicken in die tiefliegende Bergschlucht und die weithin sichtbaren Hochgebirge, über denen gleich nach Filisur die schöne Pyramide des Piz Ot hervorragt.

Wir sind nun in einer wilden Gebirgsnatur: Fels über uns und Fels unter uns.

Zwischen Filisur und Bergün finden wir 12 Tunnels von 2215 *m* Länge und 8 Viadukte, unter denen ich auf das schöne, 25 *m* weite Gewölbe und den prächtigen Wasserfall am Stulser Tobel besonders aufmerksam mache.

Wo hier die Linie nicht im Tunnel oder auf Viadukten liegt, ist sie tal- und bergseits durch Trockenmauern von grosser Ausdehnung gestützt, bei denen häufig ein reicher Farbenwechsel der dunkeln Kalksteine mit grünen und roten Verukano- und Porphyrsteinen und weissen Tuffen lebhaft ins Auge fällt.

Die trockenen Stützmauern sind nicht bis zur Bahnkrone hinaufgeführt, sondern haben eine einmetrige Erdüberschüttung erhalten. Ihr Fundamentfuss hat stets 2 bis 3 *m* Vorland; ihr Anlauf ist = 1/3. Einfüssige Steinsätze und 5/4-füssige Rollierungen haben sich als nicht angezeigt erwiesen, weil wir mit dem Steinvorrat haushalten mussten.

Die Mauern haben sich hier wie überall sehr gut gehalten und nur im Schyn musste ein kurzes Mauerstück rekonstruiert werden.

Wegen der grossen Stationsentfernung zwischen Filisur und Bergün ist hier, ebenso wie zwischen Bergün und Preda, eine Ausweichstelle mit 15 ‰ Steigung angelegt worden, von denen erstere — bei Stuls — auch dieser kleinen Berggemeinde dienstbar gemacht ist.

Kurz nach dieser Ausweiche folgt der Bergünerstein-Tunnel (410 *m*). Nachdem dieser Tunnel durchfahren ist, liegt die Bahn nur noch 60 *m* über dem Talboden und befindet sich auf gleicher Höhe mit der Kantonalstrasse.

Nach weitern 300 *m* kommen wir zu der allgemein bekannt gewordenen Bergüner Rutschung und da diese Angelegenheit aktuell ist, will ich etwas näher darauf eingehen.

Vom Bergünersteintunnel aufwärts liegt die Bahn unmittelbar neben der Kantonsstrasse, dieselbe stellenweise etwas talwärts verschiebend.

Bergseits stehen Felsen an, mit Ausnahme einer Zwischenstrecke von 120 *m* Länge, wo der Fels zurücktritt und eine nahezu 1 1/2-fussige Schutthalde sich von der Bahn bis zu den 150 *m* höher anstehenden Felsen hinaufzieht.

Oberhalb dieser Felsen (etwa 240 *m* über der Bahn) liegen wellig geformte Wiesen, in denen sich bei der Schneeschmelze kleine Seen bilden.

Der Bahnkörper hatte hier bergseits eine 6 *m* hohe Futtermauer, talseits eine 2 *m* hohe Stützmauer, welche auf der Kantonsstrasse stand, die ihrerseits etwas talwärts geschoben und durch eine 5 *m* hohe Trockenmauer gestützt ist.

Diese Bahnanlage, die den Gleichgewichtszustand der Halde fast gar nicht änderte, wurde schon im Spätherbst 1900 fertig gestellt und gab nicht zu den geringsten Bedenken Anlass, bis sich am 30. April dieses Jahres, also mehr als zwei Jahre später, Symptome einer Bergbewegung zeigten, indem sich hoch oben, wo sich die Halde an die Felsen lehnt, Risse bildeten und der Bahnkörper samt dem Geleise mit einem täglichen Vorrücken von 10 *cm* talwärts geschoben wurde.

Sofort wurde erhoben, dass von den bereits erwähnten Seen oberhalb der Felsen ein vorher nicht vorhanden gewesener Graben gegen die Felswand hinausgeführt war, welcher während der Schneeschmelze mehrere Wochen hindurch einen armdicken Wasserstrahl in die Schutthalde geführt und die darin liegenden Erdmassen aufgeweicht hatte.

Dieser Zufluss wurde zunächst bleibend abgestellt und versucht, mit Schacht und Stollen das Wasser aus dem Innern der Halde abzuziehen. Zugleich wurde die nicht mehr haltbare, bergseitige Futtermauer, die bei der Vorwärtsbewegung zahllose Risse erhalten hatte, abgetragen und vorläufig mit aller Beschleunigung an ihrer Stelle eine einfussige Böschung hergestellt, wobei das gewonnene Material am untern Ausbiss der Rutschung unterhalb der Kantonsstrassenmauer vorgelagert wurde.

Schneller als man gehofft hatte, kam Ende Mai die Bewegung des Geleises zum Stillstand sodass die Bahnzüge anstandslos verkehren konnten, obwohl in der Böschung oberhalb der Bahn die Bewegung noch anhielt.

Leider war es unmöglich, in grösserer Höhe eine Entlastung der bewegten Masse vorzunehmen, weil in dem steilen Hang nirgends Material seitwärts abgelagert werden konnte. Es wurde daher 6 *m* über Bahnhöhe eine Berme auf der Bergseite angelegt, von der Holzbrücken über Bahn und Strasse erstellt wurden, um mit Schubkarren das bergseits abzuräumende Material unterhalb der Strasse abzuschütten und derselben vorzulagern.

Diese Arbeit wurde mit starker Mannschaft unter Beihilfe guten Wetters derart gefördert, dass Mitte Juli fast völlige Ruhe in der Böschung eingetreten war und auf eine definitive Konsolidierung gerechnet werden konnte.

Als dann aber die andauernden heftigen Regengüsse eintraten, blieb zwar der eigentliche Geleiseträger nach wie vor in der Ruhe, die Bewegung der Böschung nahm aber wieder derart zu, dass es kaum mehr gelang, die Bahn frei zu halten und an zwei Regentagen umgeladen werden musste.

Unter diesen Umständen hat sich der Zustand der Halde derart verschlimmert, dass eine Konsolidierung zweifelhaft bleibt, und weil hier durch einen 330 *m* langen Umgehungstunnel im Felsen abgeholfen werden kann, so ist nun ein solcher in Angriff genommen worden.

Derselbe wird bis zum 1. April 1904 fertig gestellt sein, und da während der Frostperiode Ruhe zu erwarten ist, so haben wir wohl das Schlimmste überstanden, zumal uns auch das jetzige heisse, trockene Wetter sehr zu statten kommt.

In der Presse wurde mehrfach behauptet, man hätte uns in Bergün vor solcher Rutschung gewarnt, allein es lässt sich leicht nachweisen, dass dabei nur an Steinschläge und Erdschlipfe gedacht war. Für eine derartig tiefgreifende Bewegung lagen nicht die geringsten Anzeichen vor, sonst hätte doch auch der Oberingenieur des Kantons etwas davon wissen müssen, da die Bahn hier mit der seit vierzig Jahren bestehenden Kantonsstrasse zusammenfällt.

Es handelt sich hier also um eine jener unwillkom-

menen Ueberraschungen, welche der Kampf ums Dasein bei einer solchen Gebirgsbahn mit sich bringen kann und die wohl oder übel ertragen werden müssen. Im vorliegenden Fall darf man schliesslich noch zufrieden sein, dass diese Rutschung die Eröffnung und den Betrieb der Albulabahn nicht gestört hat, was natürlich sehr weittragende Folgen gehabt hätte.

Kurz nach der Rutschung gelangen wir zur Strecke *Bergün-Muot-Preda* (12,6 *km*), die durch den Umfang und die Art ihrer künstlichen Entwicklung[1]) sowie durch die Vorkehrungen, welche hier zum Schutz gegen die zahlreichen Lawinen erforderlich wurden, bei Laien und Technikern das grösste Interesse hervorzurufen pflegt.

Da der Höhenunterschied zwischen den Stationen Bergün und Preda (416 *m*) eine Bahnlänge von 12 *km* erfordert, während die Tallänge nur 6,5 *km* beträgt, so musste durch Schleifenanlagen eine Mehrlänge von 5,5 *km* gewonnen werden.

Die Entwicklung findet in zwei Gruppen statt, von denen die erste in einer Doppelschleife unmittelbar ob Bergün besteht, während die zweite zwischen Muot und Preda mit Hülfe von drei Kehrtunneln und viermaliger Uebersetzung des Albulatales erzielt ist. Diese letztere Entwicklung wirkt beim Befahren besonders überraschend, da bei unserem kleinen Krümmungsradius die Wendungen sich sehr rasch vollziehen und daher die vier Albula-Viadukte sehr nahe bei einander liegen.

Zwischen Bergün und Preda liegen sieben eigentliche Tunnel von 2718 *m* Gesamtlänge; unter ihnen bot der Kehrtunnel am Rugnux (662 *m*) besondere Schwierigkeiten durch den unerwartet starken Zufluss sehr kalten Wassers von 4° C., das die Leistungsfähigkeit der Arbeiter ausserordentlich verminderte.

Unter den neun Viadukten dieser Strecke sind der Uebergang über das Val Tisch und der dritte Albula-Viadukt besonders hervorzuheben, die beide aus drei Hauptöffnungen von 20 *m* mit anschliessenden kleinern Bögen bestehen.

Umfangreich sind hier die Herstellungen zum Schutz gegen Lawinen. Eine 117 *m* lange gemauerte Schutzgalerie ist unmittelbar vor der Ausweiche Muot erstellt. Im Bau sind noch im Rugnuxgebiet drei weitere Schutzgalerien von 30, 16 und 40 *m* Länge, von denen die beiden ersten in Eisenkonstruktion hergestellt werden.

Das umfangreiche Lawinengebiet, das bald nach Ueberschreitung des Val Tisch beginnt, wird mit eidgen. Subvention durch zahlreiche Reihen von Trockenmauern abgebaut, die von Bergün aus deutlich sichtbar sind und sich bis in die Höhe von 2300 *m* hinauf erstrecken. Dieselben sind vor zwei Jahren, von oben beginnend, in Angriff genommen worden und gehen ihrer Vollendung entgegen. In den beiden letzten Wintern haben sich die bis dahin fertig gestellten Abbauten bereits bewährt, indem da, wo die Mauern erstellt waren, kein Schneeabgang mehr stattfand, sondern der Abriss unterhalb denselben erfolgte. Die Kosten der hier genannten Abbauten werden etwa 150 000 Fr. betragen.

Weiter oben liegende Lawinenzüge sind durch Ablenkungsbauten unschädlich gemacht. Die grösste derartige Anlage findet sich am Val Rots, wo die Richtung einer jährlich abgehenden grossen Lawine so verändert werden konnte, dass sie den Bahnkörper nicht mehr erreicht.

Um die Wirkung des Schneepflugs bei Räumung des natürlichen Schneefalls zu erleichtern, sind geschlossene Einschnitte fast ganz vermieden, oder wo dies nicht anging, sehr verbreitert. Die Anschnitte sind nicht nur auf Bahnhöhe ausgeschlitzt, sondern haben auch noch talseits 2 bis 3 *m* tiefe und breite Schneegräben erhalten.

So sind wir nun zur Station Preda in der Höhe 1792 *m* und zum Eingang des *Albulatunnels* gelangt.

Auf die Bauverhältnisse dieses Tunnels einzutreten, muss ich mir der kurzen Zeit halber versagen und mich auf einige wenige Angaben beschränken.

[1]) Bd. XXXVIII S. 14.

Der 5866 *m* lange Tunnel durchfährt von Nord nach Süden 1097 *m* Kalkschiefer und Mergel, 111 *m* Zellendolomit, 52 *m* Casannaschiefer, 4346 *m* Granit, 92 *m* Grundmoräne und 168 *m* Granitschutt.

Die hauptsächlichsten Schwierigkeiten beim Tunnelbau wurden im Zellendolomit angetroffen, den das auslaugende Wasser stellenweise in dünnflüssigen Brei verwandelt hatte. Das Durchfahren dieses schwimmenden Gebirges erforderte eine ausserordentlich mühevolle und zeitraubende Arbeit und hatte eine Einstellung des Bohrmaschinenbetriebes während $^5/_4$ Jahren zur Folge.

Nach Bewältigung dieser Schwierigkeiten wurde behufs Einhaltung des Eröffnungstermins eine sehr verstärkte Bautätigkeit notwendig und da die Unternehmung *Ronchi & Cie.* sich hiezu ausser Stand erklärte, ist der Tunnel vom 1. April 1901 ab in eigener Regie der Rhätischen Bahn zu Ende geführt worden.

Dieser Regiebau fand unter der ausgezeichneten Leitung des hiefür gewonnenen Herrn Ingenieur *Weber* statt und es gelang unter Anwendung von Prämien, an denen alle Arbeiter und Aufseher beteiligt waren, mit den Brandtschen Bohrmaschinen im Granit so ausserordentliche Fortschritte zu erzielen, dass der Durchschlag schon am 29. Mai 1902 und die gesamte Fertigstellung im März dieses Jahres erfolgte.

Die grössten Fortschritte im Sohlenstollen betrugen:

im Monatsdurchschnitt . .	7,28 *m*
„ Wochen „ . .	7,8 „
in einem einzelnen Tag . .	9,3 „

Im Jahre 1902 wurde eine Tunnellänge von 3300 *m*, also mehr als die Hälfte des ganzen Tunnels, vollendet.

Sehr vorteilhaft wirkte bei der Tunnelvollendung die Ersetzung des Firststollens durch einen Firstschlitz, welcher durch eine zweimalige Erhöhung des Sohlstollens hergestellt wurde. Auch trug die Verwendung der Bohrmaschinen bei Erstellung des Firstschlitzes und des Vollausbruches in hohem Masse zur Arbeitsbeschleunigung bei.

Hierbei wurden die Bohrmaschinen so gewendet, dass die Bohrer gegen das Portal gerichtet waren, und indem sie nun ihre Löcher gegen die Tunnelmitte fortschreitend abbohrten, wurde ihre Arbeit durch das Abschiessen nicht gestört, das erst vorgenommen wurde, wenn die Maschinen weit genug entfernt waren.

Bei dieser Arbeit betrug der Fortschritt mehr als 400 *m* im Monat.

Wir haben nun den Albulatunnel durchfahren und gelangen bei *Spinas* ins Beverintal, in dem sich die Linie bis *Bevers* 3,8 *km* lang hinzieht, ehe sie ins Inntal gelangt.

In diesem Tal gehen an beiden Seiten Lawinen und Rüfen ab, glücklicherweise ist aber der Talboden ziemlich breit und da die Bahn in die Mitte und auf eine erhebliche Auffüllung gelegt ist, befindet sie sich in sicherer Lage.

Nur an einer Stelle ist die am *rechten* Ufer liegende Bahn durch eine 5 *m* hohe Schutzmauer gegen eine vom *linken* Ufer kommende Lawine geschützt, welche, wenn auch sehr selten, den Beverinbach überschreitet.

In Bevers fällt es ins Auge, dass die Hochbauten nicht mehr wie auf der Nordseite in Holz, sondern in Stein ausgeführt sind.

Mit Rücksicht auf die hohen Holzpreise und die klimatischen Verhältnisse ist diese Ausführungsart im ganzen Engadin gewählt.

Von Bevers wird seiner Zeit die Abzweigung ins Unterengadin erfolgen. Einstweilen ist auf dieser Station ein Postgebäude errichtet.

Das Bemerkenswerteste in der Strecke *Bevers-Samaden-Celerina* (4,7 *km*) ist die grosse Station Samaden, in der eine Reparatur-Werkstätte erbaut und für eine Abzweigung nach Pontresina vorgesorgt worden ist.

Noch *im Bau* ist die Strecke *Celerina-St. Moritz*, die wegen langwierigen Verhandlungen über die Lage letzterer Station erst spät begonnen werden konnte und erst für die Saison 1904 fertig gestellt werden wird.

Hier sind in der engen Innschlucht zwei Tunnels zu

Das Maschinenlaboratorium am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

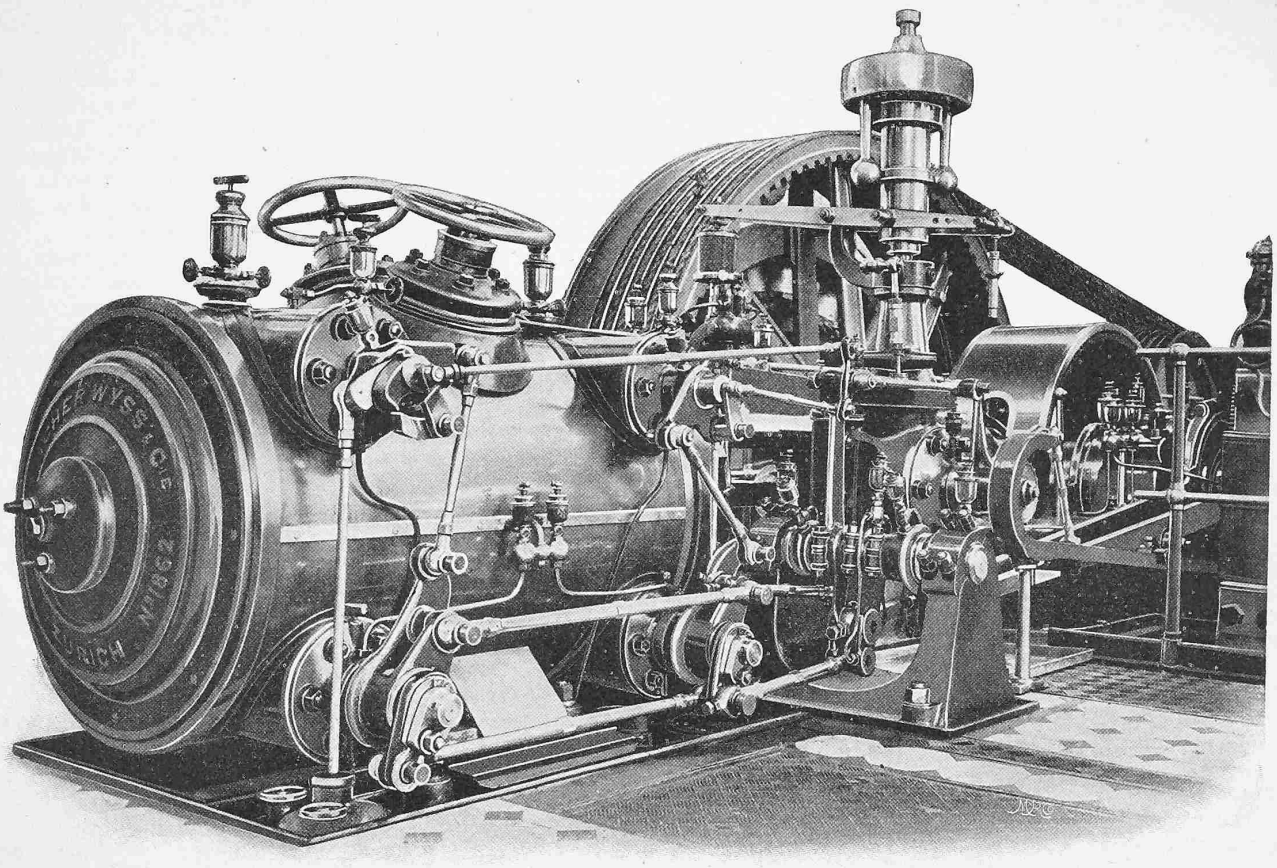


Abb. 8. Die dreistufige Dampfmaschine. — Mitteldruckseite, gebaut von *Escher Wyss & Cie.* in Zürich.

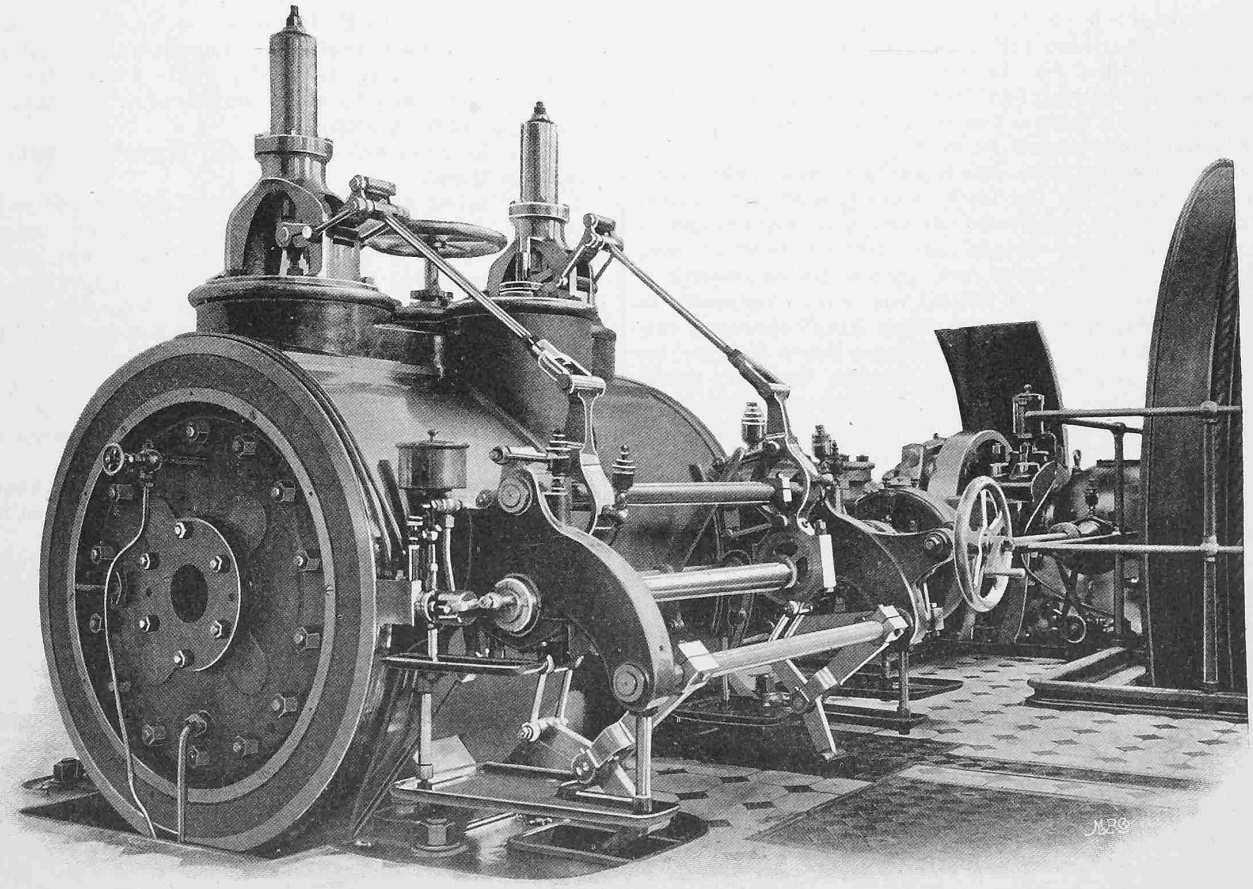


Abb. 9. Die dreistufige Dampfmaschine. — Niederdruckseite, gebaut von *Gebrüder Sulzer* in Winterthur.

Das Maschinenlaboratorium am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

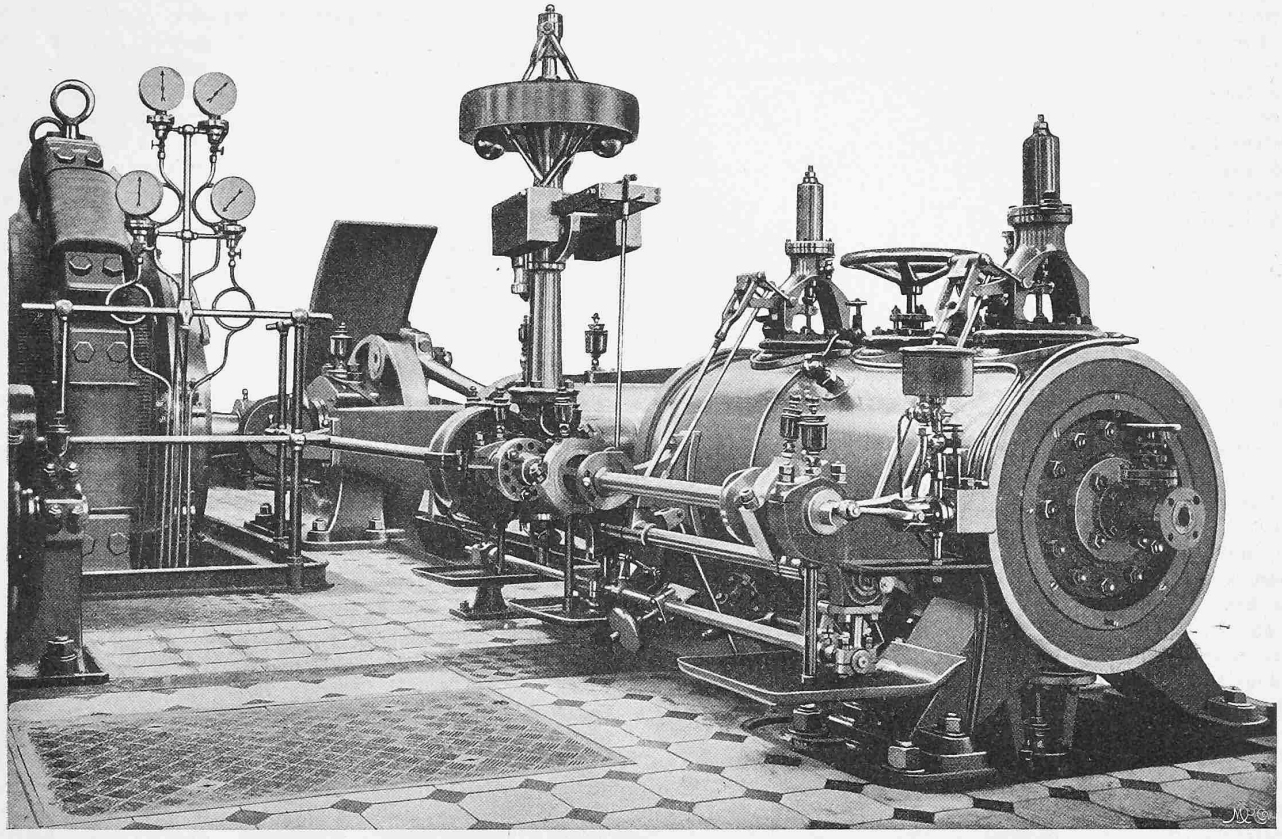


Abb. 7. Die dreistufige Dampfmaschine. — Hochdruckseite, gebaut von *Gebrüder Sulzer* in Winterthur.

erstellen von 450 und 112 *m* Länge; die Hauptarbeit liegt in der grossen Erdbewegung der Station und den beiden 10 *m* breiten Zufahrtsstrassen, von denen die eine als Seestrasse zum Bad führt und die andere zum Postplatz hinaufsteigt.

Hiermit sind wir am Endziel der heutigen Albulabahn und unserer Reise angelangt, keineswegs aber am Endziel der bündnerischen Eisenbahnbestrebungen.

Schon ist die Tunnelachse festgestellt, nach welcher St. Moritz unterfahren werden soll, wenn die Albulabahn nach Maloja und Chiavenna fortgesetzt wird.

Schon liegen die Studien vor für die Linien Filisur-Davos und Ilanz-Dissentis und sind diejenigen für Samaden-Pontresina-St. Moritz und für Bevers-Schuls-Tarasp in Angriff genommen.

Wie bald diese Projekte zur Ausführung kommen, wird vorzugsweise davon abhängen, wie sich der Verkehr auf der Albulabahn gestaltet.

Wünschen wir daher derselben ein glückliches Blühen und Gedeihen.

Das Maschinenlaboratorium am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

(Mit einer Tafel.)

II.

Die maschinentechnische Ausrüstung.

A. Die kalorische Abteilung.[1])

Die kalorische Abteilung umfasst die eigentlichen Wärmekraftmaschinen nebst den Kaltdampfmaschinen sowie die zur Erzeugung von Dampf und von Kraftgas erforderlichen Dampfkessel und Vergaser.

[1]) Mitgeteilt von Prof. Dr. *A. Stodola* in Zürich.

Als Hauptmotor dient eine *dreistufige Dampfmaschine* mit drei nebeneinander liegenden Zylindern von bezw. 240, 375 und 600 *mm* Kolbendurchmesser, 700 *mm* Hub und 100 minutlichen Umdrehungen (Abildungen 7 bis 9).

Die Hoch- und die Niederdruckseite mit Wellen und Schwungrad sind von *Gebrüder Sulzer* in Winterthur, die Mitteldruckpartie von der A.-G. der Maschinenfabriken von *Escher Wyss & Cie.* in Zürich geliefert worden. Das zwischen Hoch- und Mitteldruck gelegene Wellenstück trägt eine Thurysche Gleichstromdynamo von 110 *P. S.* Leistung der *Société de l'industrie électrique* in Genf. Das zweite Wellenstück nimmt ein Seilscheibenschwungrad für sechs Seile und eine Drehstromdynamo von 50 *P. S.* Leistung von *Brown, Boveri & Co.* in Baden auf. Die beiden Wellen sind durch ein Schleppglied verbunden, welches entfernt werden kann, und die Niederdruck-Seite von der Hochdruck- und Mitteldruck-Seite unabhängig macht. Hiedurch ist für letztere beiden die Möglichkeit gegeben, mit der äusserst kleinen Schwungmasse der Gleichstromdynamo allein zu arbeiten, was für Regulierversuche von Wichtigkeit ist.

Der Hochdruckzylinder (Abb. 7) wurde mit der bekannten auslösenden Steuerung von Gebrüder Sulzer versehen und besitzt eine Einrichtung zum Verzeichnen der Erhebungs- und Fallkurven der Ventile. Der Dampf streicht entweder durch den Dampfmantel hindurch oder um denselben herum, zu welchem Zwecke zwei Haupt-Absperrventile vorgesehen sind. Ausreichend weite Rohre führen von der Hauptleitung und vom Zwischenbehälter zu einem Dreiweg-Indikatorhahn, sodass auf demselben Diagramm der Druckverlauf in der Leitung, im Zylinder und im Zwischenbehälter im Beharrungszustande verzeichnet werden kann. Die Hochdruckseite ist für drei verschiedene Hübe eingerichtet; es sind drei Kolben von entsprechend zunehmender Breite vorhanden, sodass der schädliche Raum nach Wunsch entweder unverändert bleibt oder in drei Stufen vergrössert werden