

# Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen

Autor(en): **Eggenberger, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt**

Band (Jahr): **18 (1926)**

Heft 8

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920435>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt :. . . .: Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schiffahrt Rhein-Bodensee

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK  
WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHT

Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARD in ZÜRICH  
und Ingenieur R. GELPKE in BASEL



Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in ZÜRICH 1  
Telephon Selnau 3111 . . . . . Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich.

Alleinige Inseraten-Annahme durch:  
**SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. - ZÜRICH**  
Bahnhofstrasse 100 — Telephon: Selnau 5506  
und übrige Filialen.  
Insertionspreis: Annoncen 40 Cts., Reklamen Fr. 1.—  
Vorzugsselten nach Spezialtarif

Administration und Druck in Zürich 1, Peterstrasse 10  
Telephon: Selnau 224  
Erscheint monatlich  
Abonnementspreis Fr. 18.— jährlich und Fr. 9.— halbjährlich  
für das Ausland Fr. 3.— Portozuschlag  
Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto.

No. 8

ZÜRICH, 25. August 1926

XVIII. Jahrgang

## Inhaltsverzeichnis

Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen — Das Kraftwerk Wägital — Das Kraftwerk Chancy-Pougny — Das Kraftwerk Peuffeyre II der Cie. vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe — Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt — Aus der Praxis des Bundesgerichtes — Die Elektrizitätsversorgung der Stadt Zürich — Die Ausstellung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes — Die internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung — Gas oder Elektrizität — Ausfuhr elektrischer Energie — Reuss-Verband — Schiffahrt und Kanalbauten — Geschäftliche Mitteilungen — Literatur — Kohlen- u. Oelpreise.

## Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen.

Von H. Eggenberger, Oberingenieur für Elektrifizierung bei der Generaldirektion der S. B. B.

### I. Geschichtliche Entwicklung.

#### a. Einleitung.

Die Umstellung der schweizerischen Bundesbahnen vom Dampfbetrieb zum elektrischen ist von grosser wirtschaftlicher Tragweite. Sie ermöglicht die Nutzbarmachung einzelner bedeutender, sonst brachliegender Wasserkräfte und vermindert die Einfuhr von Kohle, die im Ausland gekauft und über lange, im Ausland liegende Transportwege herbeigeschafft werden muss. Der schweizerischen Industrie, die gerade in den in Betracht kommenden Zweigen der Technik eine hervorragende Leistungsfähigkeit und grosse Erfahrungen besitzt, eröffnete sich ein wichtiges Beschäftigungsgebiet.

Im Jahre 1904 bildete sich die schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb,

die sich aus Vertretern des eidg. Eisenbahndepartementes, der schweizer. Bundesbahnen, des schweizer. Elektrotechnischen Vereins, des Vereins schweizer. Elektrizitätswerke und schweizerischer Elektrizitätsunternehmungen zusammensetzte. Diese Kommission erstattete auf Grund umfangreicher Studien im Mai 1912 einen Sonderbericht über die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen mit besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn, in dem sie zum Schlusse kam, dass der elektrische Vollbahnbetrieb technisch möglich und auf gewissen Linien auch wirtschaftlich sei und empfahl das Betriebssystem mit Einphasenstrom von ungefähr 15 Perioden und einer Fahrdrachtspannung von etwa 15 000 Volt, wobei diese Stromart zweckmässig direkt als solche in Wasserkraftwerken zu erzeugen sei.

#### b. Die Elektrifizierung der Gotthardlinie.

Ohne die Stromart definitiv festzulegen, wurde vom Verwaltungsrat der schweizerischen Bundesbahnen schon im Jahre 1913 der Beschluss gefasst, die Elektrifizierung der Bergstrecke der Gotthardlinie (Erstfeld-Bellinzona) in Angriff zu nehmen. Die Wahl dieser Strecke erfolgte deshalb, weil sich bei dem starken Verkehr, den grossen Steigungen und den vielen Tunnels die Vorzüge des elektrischen Betriebes besonders deutlich geltend machen konnten und weil sich diese Strecke zur umfassenden Beurteilung der

neuen Betriebsart überhaupt vorzüglich eignete. Man wollte vorerst diesen Bahnabschnitt ausbauen, um mit den Betriebserfahrungen zuverlässige Grundlagen für das weitere Vorgehen zu gewinnen. Dementsprechend war 1913 noch kein eigentliches Programm aufgestellt worden; die Einrichtung des elektrischen Betriebes auf dem ganzen Bundesbahnnetz sollte, auch mit Rücksicht auf den erheblichen Kapitalbedarf, auf dem Wege einer natürlichen Entwicklung erreicht werden.

Zur Sicherung der erforderlichen Energie hatte schon 1907 die ehemalige Gotthardbahngesellschaft in vorsorglicher Weise Wasserrechtskonzessionen im Gotthardgebiet erworben. Diese Konzessionen umfassten nicht nur einzelne Gewässerstrecken, sondern ganze Flussgebietsteile der Reuss und des Tessin. Durch die vorgesehene Ausnützung in fünf Werken würde eine erheblich grössere Energiemenge erzielt, als der elektrische Betrieb der ganzen Gotthardlinie in absehbarer Zeit erfordert. Für die Elektrifizierung der Gotthardlinie reichen 2 dieser Kraftwerke aus. Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und auf die Lage zur Bahnlinie wurde auf jeder Seite des Gotthard ein Werk gewählt, nördlich das Flusskraftwerk Amsteg, südlich das Speicherwerk Ritom.

Die Vorbereitungen zur Inangriffnahme dieser Arbeiten waren soweit gediehen, dass 1914 mit dem Bau hätte begonnen werden können. Da brach der Weltkrieg aus. Wie vieles andere, wurde auch die Ausführung dieser Bauten zunächst verschoben, um dann erst 1916, also noch mitten im Kriege, doch endgültig in Angriff genommen zu werden. Als Betriebssystem wurde in Anlehnung an den Vorschlag der Studienkommission Einphasenwechselstrom von 16 $\frac{2}{3}$  Perioden und 15 000 Volt Fahrdrabtspannung gewählt. Neben der Erstellung der beiden Kraftwerke Amsteg und Ritom war eine Uebertragungsleitung mit 60 000 Volt Spannung, teils als Kabel, teils als Freileitung zur Verbindung der Kraftwerke mit den an der Strecke zu errichtenden Unterwerken zu bauen. Diesen Unterwerken kommt die Aufgabe zu, den elektrischen Strom auf die Fahrdrabtspannung von 15 000 Volt herunterzutransformieren. Zahlreiche Tunnel mussten abgedichtet und die Geleise in den Tunneln teilweise, zur Gewinnung der für die Fahrleitung erforderlichen Höhe, tiefer gelegt werden. Von den Brücken, die alle in Eisen erstellt waren, wurde eine Anzahl durch gemauerte ersetzt; andere mussten für die höheren Achsdrücke der elektrischen Lokomotiven verstärkt werden. Erst nach Durchführung dieser Arbeiten konnte die Fahrleitung auf der ganzen Strecke fertiggestellt werden.

#### c. Das Elektrifizierungsprogramm 1918.

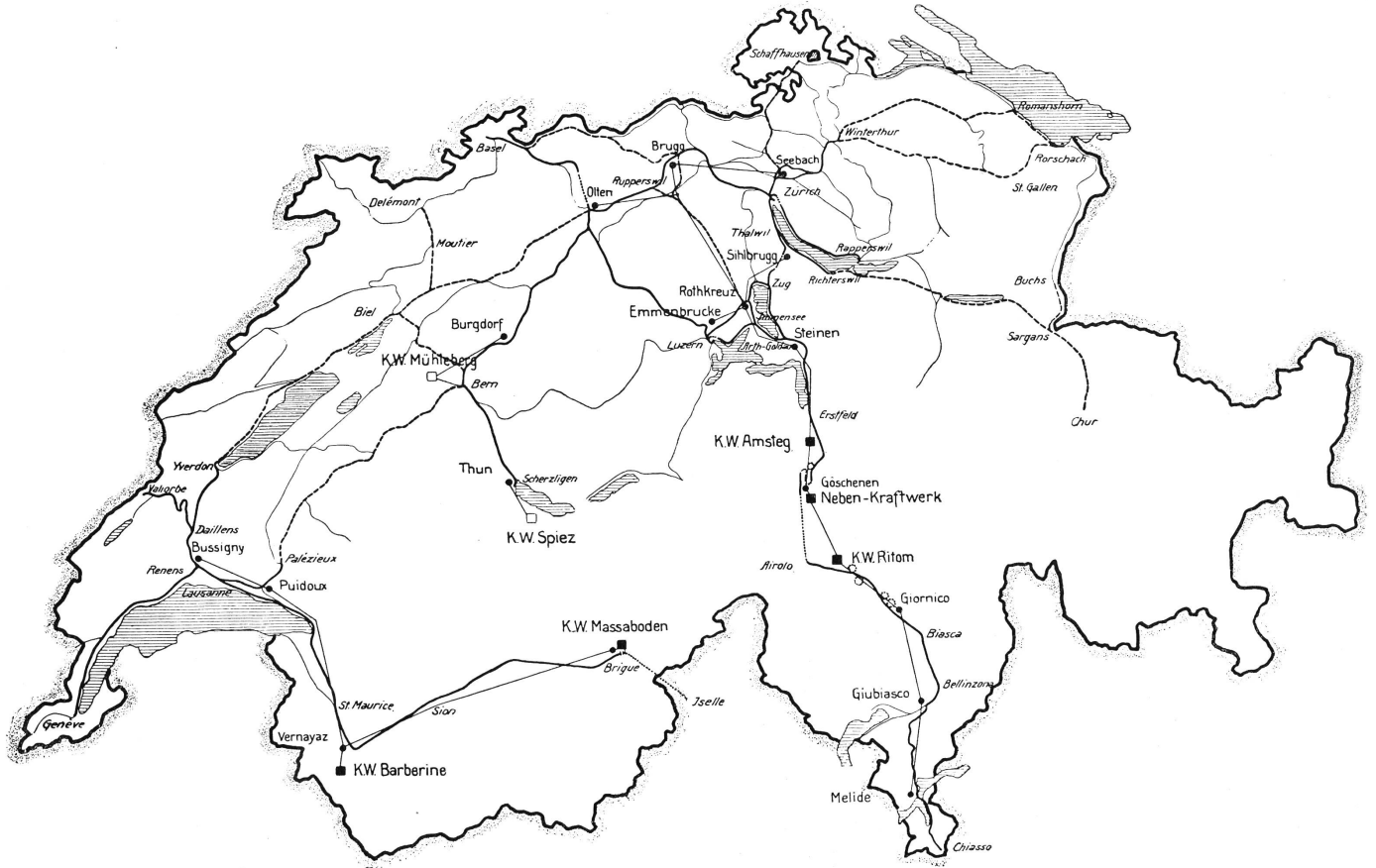
Bald nach dem Beginn der Bauarbeiten am Gotthard trat infolge des Krieges Kohlenknappheit ein; die Schwierigkeit und die Unsicherheit in der Kohlenbeschaffung bei erheblich höheren Preisen steigerten die Bedeutung des elektrischen Betriebes. Von allen Seiten wurde der Elektrifizierung grösstes Interesse entgegengebracht.

Diese Umstände führten 1918 zur Aufstellung eines eigentlichen Programmes. Darin war die Durchführung der Elektrifizierung des ganzen Bundesbahnnetzes in drei Gruppen vorgesehen, deren jede ungefähr ein Jahrzehnt Bauzeit beanspruchte. Die ganze Bauzeit war demnach auf 30 Jahre bemessen. In den ersten zehn Jahren sollten jährlich etwa 110 km elektrifiziert werden. Im Programm sind auch die Kraftwerke genannt, deren Konzessionen inzwischen von den Bundesbahnen weiter erworben worden waren, oder noch erworben werden sollten. Von den erworbenen Konzessionen sei insbesondere diejenige der Kraftwerkgruppe Barberine-Vernayaz im Kanton Wallis hervorgehoben, von welcher das eine Kraftwerk, Barberine, schon 1919 und das zweite, Vernayaz, 1923 in Angriff genommen wurde. Ich werde auf diese Werke, wie auch auf die schon erwähnte Gruppe Amsteg-Ritom, noch zu sprechen kommen.

#### d. Ausdehnung der Gotthard-Elektrifizierung.

In der Folgezeit gediehen die Arbeiten der Elektrifizierung am Gotthard zu nachstehend genannten Abschlüssen.

Im September 1920 wurde das Kraftwerk Ritom in Betrieb gesetzt, sodaß die zunächst ausgerüstete Nordrampe mit dem Gotthardtunnel (Erstfeld-Airolo) gewissermassen probeweise elektrisch befahren werden konnte. Abgesehen von kaum nennenswerten Störungen, befriedigte der Betrieb durchaus. Es mag erwähnt werden, dass die elektrischen Lokomotiven vorher auf der Lötsebergbahn, der ersten mit Einphasenstrom betriebenen Vollbahn der Schweiz, ausprobiert wurden. In rascher Folge kamen dann, vom Kraftwerk Ritom aus bedient, die nord- und südwärts gelegenen Gotthardstrecken in Betrieb, und am 28. Mai 1922, fast genau 40 Jahre nach Eröffnung der Gotthardbahn, (1. Juni 1882) konnte auch der durchgehende elektrische Betrieb auf der Linie Luzern-Chiasso (225 km) aufgenommen werden. Ein Jahr später folgte der nördliche Anschluss von Goldau und Luzern nach Zürich, nachdem mittlerweile auch das Kraftwerk Amsteg Ende 1922 in Betrieb gekommen war.



— Bis heute elektrifizierte Linien.  
- - - - - Bis Ende 1928 zu elektrifizierende Linien.

Abb. 1. Die Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen.  
Übersichtskarte der elektrifizierten und bis Ende 1928 noch zu elektrifizierenden Linien.



e. Elektrifizierung Bern-Thun und Brig-Sitten.

Im Jahre 1919 konnte der elektrische Betrieb auch auf den Strecken Bern-Thun (Anschluss an die Lötschbergbahn) und Brig-Sitten, (Anschluss-Strecke zum Simplontunnel) aufgenommen werden. Für den Betrieb der Strecke Bern-Thun wird die Energie von den „Bernischen Kraftwerken A. G.“ bezogen. Diese Lösung drängte sich auf wegen der großen Entfernung dieser einzelnen Strecke von den eigenen Kraftquellen, und wegen des Umstandes, dass die Bernischen Kraftwerke bereits den Einphasenstrom für die Lötschbergbahn lieferten. Die Strecke Brig-Sitten dagegen wurde für Drehstrom ausgerüstet und zwar deshalb, weil das für den elektrischen Betrieb im Simplontunnel erstellte Kraftwerk Massaboden und die elektrischen Simplonlokomotiven wegen des geringen Verkehrs in dem Zeitpunkte untätig geblieben wären, wo die Schweiz unter einem Kohlenmangel litt, der zur Katastrophe zu werden drohte. Schon damals war aber beabsichtigt, auf den Zeitpunkt, wo der Verkehr mit Italien wieder seine frühere Stärke erreicht haben werde, die Strecke Brig-Sitten auf Einphasenstrom umzubauen und die Energie von der Kraftwerkgruppe Barberine-Vernayaz zu beziehen.

f. Das Programm der beschleunigten Elektrifizierung 1925.

(Abb. 1.)

Seit der Aufstellung des Programmes von 1918 vergrößerte sich die wirtschaftliche Depression in der Schweiz. Industrie und Baugewerbe litten unter der Unsicherheit der allgemeinen Lage, den Währungszuständen und den Massnahmen, die in fast allen Staaten zum Schutze der eigenen Produzenten getroffen wurden. Ganz besonders hatte die auf die Ausfuhr eingestellte schweizerische Industrie mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen und auf absehbare Zeit war kein Aufschwung zu erwarten. Zur Bekämpfung dieser Krisis und der dadurch bedingten Arbeitslosigkeit wurde nicht nur die Elektrifizierung trotz der Teuerung durchgeführt, sondern es sind auch zahlreiche Notstandsarbeiten, wie die Erstellung zweiter Geleise, Erweiterung von Bahnhöfen und Stationen, Beseitigung von Uebergängen auf Schienenhöhe usw. vorgenommen worden. Allein diese Bauten waren bei einem Verkehr, der noch nicht einmal denjenigen vor dem Kriege erreichte, nicht dringend nötig; sie belasten nur als vorläufig unproduktive Anlagen den Finanzhaushalt der Bundesbahnen.

Es lag daher nahe, als Hilfe für Industrie und

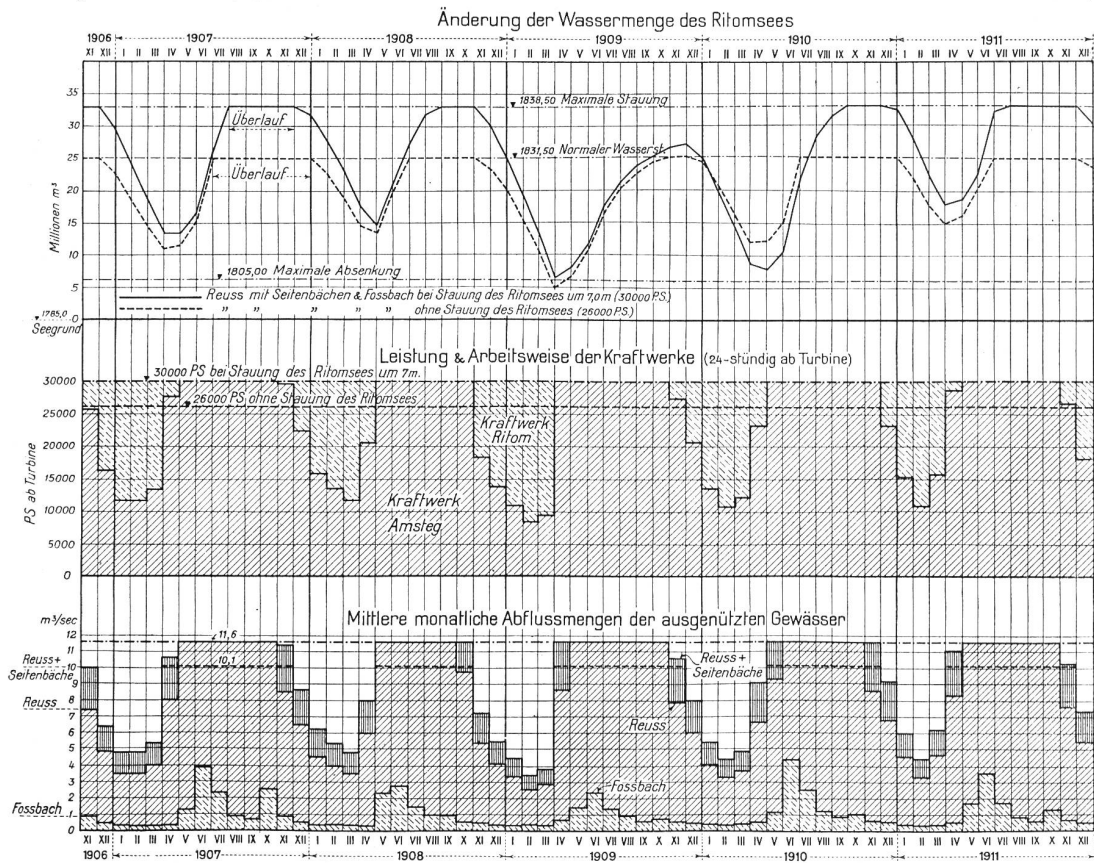


Abb. 2. Amsteg (S. B. B.) Charakteristik des Zusammenarbeitens der Kraftwerke Amsteg und Ritom der Schweiz. Bundesbahnen.

Gewerbe und als Mittel zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit eine Beschleunigung der Elektrifizierung in Aussicht zu nehmen. Damit konnte der schweizerischen Volkswirtschaft ein wirksamer Dienst geleistet werden und eine derartige Massnahme erschien umso mehr gerechtfertigt, als damals einerseits infolge der Ruhrbesetzung neue Schwierigkeiten in der Kohlenbeschaffung drohten, andererseits aber mit dem elektrischen Betriebe durchaus befriedigende Erfahrungen gemacht worden waren. Da es sich um eine ausgesprochene Notstandsarbeit handelte, bewilligte denn auch die Bundesversammlung an die beschleunigte Elektrifizierung einen Unterstützungsbeitrag von 60 Millionen Franken.

Ursprünglich hätten die Hauptlinien bis Ende 1933 elektrifiziert werden sollen. Nach dem neuen Programm von 1923 sind dieselben mit einer Länge von 1566 km schon auf Ende 1928, also fünf Jahre früher, dem elektrischen Betriebe zu übergeben. Der Kostenaufwand beläuft sich gemäss Voranschlag vom Jahre 1923 auf rund 760 Millionen Franken, die sich nach Abzug der Bundessubvention von Fr. 60 000 000.— auf die einzelnen Objekte wie folgt verteilen:

1. Kraftwerke (430 000 000 kWh)	Fr. 150 000 000
2. Uebertragungsleitungen	„ 55 000 000
3. Unterwerke	„ 60 000 000
4. Fahrleitungen	„ 125 000 000
5. Rollmaterial	„ 210 000 000
6. Verschiedene Ausgaben (Verlegung der Schwachstromanlagen, Herstellung des Lichtraumprofils, Tunnelabdichtungen etc.)	„ 100 000 000

Total Fr. 700 000 000

Jedes Jahr sind statt 110 km nach dem früheren Programm durchschnittlich 190 km zu elektrifizieren, und die jährlichen Ausgaben betragen rund 80 Millionen Franken.

## II. Kraftbedarf und Kraftbeschaffung.

### a. Grundsatz der Kraftbeschaffung.

Schon bevor die schweizerischen Bundesbahnen die Inangriffnahme der Elektrifizierung beschlossen hatten, wurde die Frage erörtert, ob der Staat die für den elektrischen Betrieb seiner Eisenbahnen erforderliche Energie in eigenen Kraftwerken erzeugen oder aus fremden Werken beziehen sollte. Einflussreiche Vertreter der Finanz und der Industrie und vor allem die Vertreter privater Kraftwerke vertraten die Ansicht, dass die Bundesbahnen ihre Versorgung mit Energie der Privatindustrie überlassen sollten. Im Nationalrat, wo diese Angelegenheit auch zur Sprache kam, äusserte sich die Mehrheit der Sprecher für den Bau und Betrieb der Bahnkraftwerke durch den Staat. Die Generaldirektion der schweizerischen

Bundesbahnen behandelte diese Frage in einem ausführlichen Bericht vom Jahre 1913, in welchem sie zum Schlusse kam, dass es für die Bundesbahnen als geboten erscheine, die Kraftwerke für die Erzeugung der elektrischen Energie selbst zu bauen und zu betreiben, weil nur auf diese Weise die Sicherheit für die Aufrechterhaltung des Betriebes unter allen Verhältnissen und die Sicherheit für die Deckung des Energiebedarfes in der Zukunft erlangt werde und weil weder ein finanzieller Vorteil für die Bundesbahnen, noch auch für die Allgemeinheit durch die Uebertragung der Krafterzeugung an die Privatindustrie zu erreichen wäre. Es sei aber bemerkt, dass die Generaldirektion nicht starr am Staatsgedanken festhielt. Sie fügte bei, dass mit dieser Stellungnahme eine allgemein gültige und für alle Zukunft bindende Regel nicht gegeben werden solle und dass kurze und wenig verkehrsreiche Strecken unbedenklich an private Werke angeschlossen werden können. Dieser Bericht wurde vom Verwaltungsrat in zustimmendem Sinne genehmigt.

### b. Kraftbedarf.

Der Kraftbedarf für das ganze 2874 km umfassende Bundesbahnnetz lässt sich auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen, für einen bestimmten Verkehr mit ziemlicher Sicherheit feststellen. Er beträgt für einen Verkehr von rund 12 bis 13 Milliarden t/km inkl. Lokomotivgewichte, wie er 1913 vorhanden war, 450—500 Millionen kWh ab Werk. Dieser Arbeit entspricht eine konstante 24-stündige Leistung von 80 000 bis 90 000 PS an den Turbinenwellen. Für den Betrieb der bis 1928 zu elektrifizierenden Linien von 1566 km Gesamtlänge werden beim Verkehr von 1913 ca. 350 Millionen kWh ab Werk benötigt.

### c. Kraftquellen.

Zwei Kraftwerkgruppen Amsteg-Ritom und Barberine-Vernayaz, unterstützt durch kleinere Energielieferungen der bernischen und bündnerischen Kraftwerke A.-G., werden in der Lage sein, den Kraftbedarf für das bis Ende 1928 elektrifizierte Netz der Hauptlinien zu decken und eine Reserve von ca. 15% lassen, wenn der Verkehr in den nächsten Jahren nicht erheblich zunimmt.

Die Kraftwerkgruppe Amsteg-Ritom zusammen mit einem kleinen Kraftwerk in Göschenen, welches früher zur Tunnellüftung diente, leistet dauernd 32 000 PS, die Gruppe Barberine-Vernayaz 42 000 PS, beide zusammen dauernd 74 000 PS ab Turbinen, entsprechend einer nutzbaren Jahresarbeit von  $190 + 230 = 420$  Millionen kWh ab Werk. Bei der ersten Gruppe ist die Anlage Amsteg ein Flusskraftwerk an der Nordrampe der Gotthardlinie, das mit Göschenen (2000 PS) zusammen im Sommer bei der Schnee- und Gletscher-

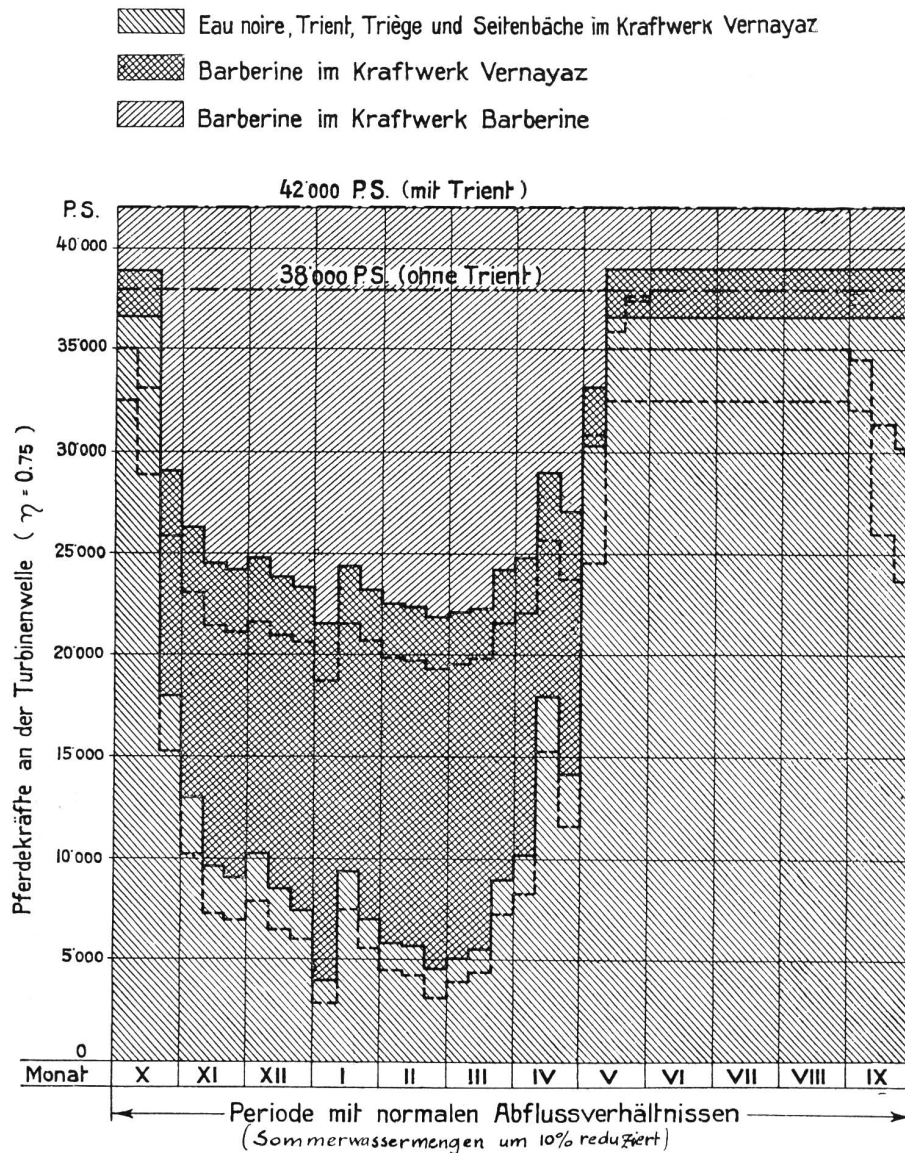


Abb. 2a. Vernayaz (S. B. B., im Bau). Kombination der Kraftwerke Barberine und Vernayaz.

schmelze allein die ganze Leistung von 32 000 PS aufbringt. Die Anlage Ritom ist ein Speicherwerk an der Südrampe, das die im Winter in Amsteg fehlende Energie zu ergänzen hat. (Abb. 2.)

Aehnlich ist bei der Wallisergruppe Vernayaz das variable Flusskraftwerk und Barberine das Speicherwerk; hier liegt jedoch noch der günstige Umstand vor, dass das Speicherwerk über dem Flusskraftwerk liegt, sodass das akkumulierte Wasser in beiden Werken ausgenützt werden kann. (Abb. 2a.)

Mit Rücksicht auf den fortwährend stark schwankenden Kraftbedarf des elektrischen Bahnbetriebes, der zeitweise das 2½-fache des mittleren Betrages erreichen kann, ist es nötig, die Kraftwerke für grössere Leistungen als die oben angegebenen auszurüsten. Die zu installierende Leistung erhält eine weitere Erhöhung dadurch, dass die Kraftwerke nicht gleichzeitig arbeiten (Sommer- und Winter-Werke), sodass die Gesamtlei-

stung der Einphasenmaschinen in den 5 Werken Ritom, Göschenen, Amsteg, Barberine und Vernayaz beim Vollausbau rund 290 000 PS betragen wird.

Neben den Einphasenmaschinen wurde im Kraftwerk Amsteg noch eine Dreiphasenmaschine aufgestellt, um die überschüssige Energie durch Vermittlung der Schweizerischen Kraftübertragung A.-G. an die Industrie abzugeben. Zum gleichen Zwecke soll auch in dem im Bau befindlichen Kraftwerk Vernayaz ein Dreiphasengenerator in Verbindung mit einer Einphasengruppe zur Aufstellung gelangen.

Bei weiter fortschreitender Elektrifizierung und steigendem Kraftbedarf stehen den Bundesbahnen die bereits erworbenen und noch nicht ausgenützten Wasserkräfte im Reussgebiet, zwischen Andermatt und Wassen, zur Verfügung. Ferner haben sie, gestützt auf das Bundesgesetz betr. die Nutzbarmachung der Wasserkräfte, die

Aarestrecke zwischen Aarau und Wildeggen in Anspruch genommen und stehen in Unterhandlung mit den Kantonsregierungen von Zürich, Schwyz und Zug zwecks Erlangung einer Wasserrechtskonzession für die Ausnützung der Sihl durch Erstellung eines Stausees im Hochtal östlich von Einsiedeln und Ableitung des Wassers in den Zürichsee. Die 4 Werke Ritom, Amsteg, Etzel und Rapperswil geben jeine konstante 24-stündige Leistung von 80 000 PS ab Turbinen in Jahren mittleren Wasserabflusses und eine Jahresarbeit von rund 450 Millionen kWh, welche Arbeit mit

derjenigen der Kraftwerkgruppe Barberine-Vernayaz (230 Millionen kWh) bereits für den elektrischen Betrieb des ganzen SBB-Netzes bei einem um ca. 40% gegenüber 1913 gesteigerten Verkehr ausreichen würde. Daneben bestehen Möglichkeiten zur Beteiligung an baureifen Projekten, deren Konzessionen sich in Händen privater Gesellschaften befinden. Welche Art der weiteren Energiebeschaffung gewählt werden soll, steht noch nicht fest. Auf jeden Fall wird es nicht schwer halten, die für das ganze Netz erforderliche Energie aufzubringen.

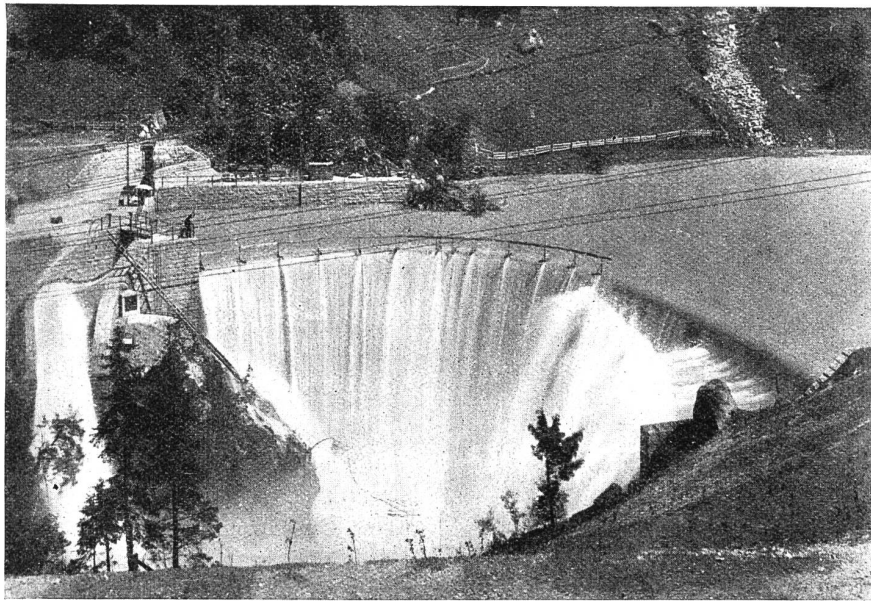


Abb. 3. Amsteg (S. B. B.). Die Staumauer am Pfaffensprung (das Gebäude auf der Mauerkrone war provisorisch).

### III. Kraftwerke.

Über die charakteristischen Daten der für den elektrischen Betrieb der Bundesbahnen erstellten und projektierten Kraftwerke gibt die nachfolgende Tabelle Aufschluss.

No.	Name des Werkes	Fluss	Ausgenutzte Wassermenge m <sup>3</sup> /sek.		Gefälle m		Akkumulierte Wassermenge Mill m <sup>3</sup>	Leistung netto PS		Jährl. Energieerzeugung bei voller Ausnutzung Mill. kWh ab Werk	Anlagekosten Mill. Fr.
			Min.	Max.	Bo.	No.		Min.	Max.		
1.	<b>Amsteg</b> . . .	Reuss, Fellibach, Kärstelenbach	4,5	30,0	282	270	0,2	12000	90000	140	50
2.	<b>Ritom</b> . . .	Fosbach	1,0	7,0	828	808	26,9	8000	60000	42	23
3.	<b>Göschenen</b> . .	Gotthardreuss	1,6	2,1	99	85—77	0,001	1400	1800	8	0,6 <sup>1)</sup>
4.	<b>Barberine</b> . .	Barberine Nant de Drance	1,5	7,0	760	735	39	11000	49200	60	50
5.	<b>Vernayaz</b> <sup>3)</sup> . .	Eau Noire Trient und Triège	0,85	14,0	660	630	0,045	5400	115800	170 <sup>4)</sup>	35
6.	<b>Etzel</b> <sup>5)</sup> . . .	Sihl	4,8	24,0	483	470	96,5	22500	120000	125	58
7.	<b>Rapperswil</b> <sup>6)</sup> .	Aare	7,5	35,0	12,5	11,9—9,0	1,5	9000	60000	140	38

1) Kosten des Umbaus. 2) Vollausbau. 3) Im Bau. 4) Inkl. Abwasser Barberine. 5) Projekt. 6) Projekt.



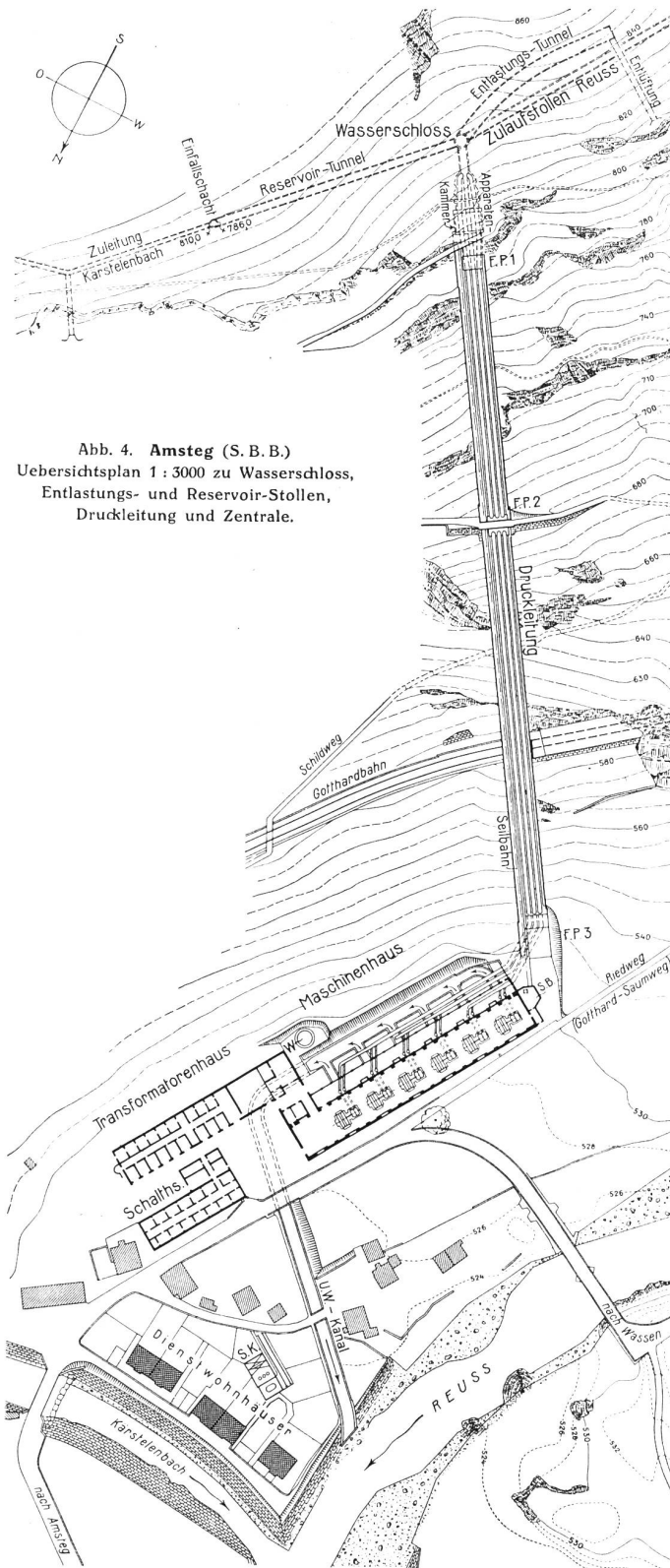


Abb. 4. Amsteg (S. B. B.)  
 Uebersichtsplan 1:3000 zu Wasserschloss,  
 Entlastungs- und Reservoir-Stollen,  
 Druckleitung und Zentrale.

a. Kraftwerk Amsteg.

Im Kraftwerk Amsteg werden die Reuss vom „Paffensprung“ (Einzugsgebiet = 392 km<sup>2</sup>) unterhalb Wassen bis nach Amsteg auf eine Flusslänge von 8 km, der Felli bach (E = 23 km<sup>2</sup>), sowie der bei Amsteg in die Reuss mündende Kärstelenbach (Maderanertal) mit dem Etzlibach (E = 110 km<sup>2</sup>) auf 3 km Länge aus-

genützt. Bei der Wasserfassung der Reuss ist durch den Einbau einer Bogenstaumauer in die enge Schlucht am „Paffensprung“ (Abb. 3) ein Ausgleichsbecken von 200 000 m<sup>3</sup> Nutzinhalt geschaffen worden (Ueberfallkante 810 m ü. M.). Ein Druckstollen von 7,5 km Länge, der unterwegs durch einen Fallschacht den Felli bach aufnimmt, leitet das Betriebswasser mit 1,5 ‰ Gefälle zum Wasserschloss oberhalb Amsteg, in welches auch das in 600 m Kanal und 2,3 km Freispiegelstollen geführte Wasser des Kärstelenbaches einmündet. Von hier aus führt die Druckleitung in 3 Rohrsträngen von 450 m Länge in gerader Linie zum Maschinenhaus (Abb. 4—5). In einem kurzen Unterwasserkanal gelangt das ausgenützte Wasser oberhalb der Einmündung des Kärstelenbaches auf 520 m ü. M. in die Reuss zurück.

Das Bruttogefälle der Reuss beträgt 290 m. Bei einer mittlern verarbeiteten Sommerwassermenge von 11 m<sup>3</sup>/sek., die während 225 Tagen vorhanden ist, werden mit 270 m Nettogefälle 30 000 PS an den Turbinenwellen erzeugt; im Winter geht die Leistung bei einer gewöhnlichen Niederwassermenge von 4,4 m<sup>3</sup>/sek. auf 12 000 PS zurück. Die grösste ausgenützte Wassermenge beträgt 30 m<sup>3</sup>/sek., welche für Belastungsspitzen vom Wasserschloss, für länger dauernde Belastung vom Reußstollen (21 m<sup>3</sup>/sek.) und vom Kärstelenbachstollen (9 m<sup>3</sup>/sek.) geliefert werden können. Der Ausbau umfasst 5 Maschinengruppen für Einphasenstrom von je 15 000 PS = 75 000 PS, sowie eine Drehstromgruppe von 15 000 PS zur Abgabe von Ueberschussenergie an die Industrie. Die Baukosten der Gesamtanlage betragen rund 50 Mill. Franken, wobei zu beachten ist, dass das Werk in der teuersten Zeit, 1916—1923, erstellt wurde.

b. Das Kraftwerk Ritom.

Das Kraftwerk Ritom nützt den Ritomsee 1831,5 m ü. M. (Abb. 6) mit einem Bruttogefälle von 828 m nach dem obern Tessintal bei Piotta (5 km unterhalb Airolo) aus. Der See hat eine Oberfläche von 0,9 km<sup>2</sup> und ein Einzugsgebiet einschliesslich See von 23,1 km<sup>2</sup>. Bei einem Abfluss von 1,0 m<sup>3</sup>/sek. im Jahresmittel und einem mittleren Nettogefälle von 808 m ergibt sich eine durchschnittliche Leistung von rund 8000 PS ab Turbinen. Zur Nutzbarmachung als Speicherbecken (Winter-Ergänzungswerk zu Amsteg) wurde der See in 29 m Tiefe angebohrt, wodurch bei einer Absenkung von 26,5 m ein Inhalt von 19 Millionen m<sup>3</sup> gewonnen wird; durch Aufstauung um 7 m werden weitere 7,9 Mill. m<sup>3</sup>, im ganzen also 26,9 Mill. m<sup>3</sup> Seeinhalt nutzbar gemacht.

Das Betriebswasser gelangt zunächst durch den 100 m langen Anstichstollen in den Schie-

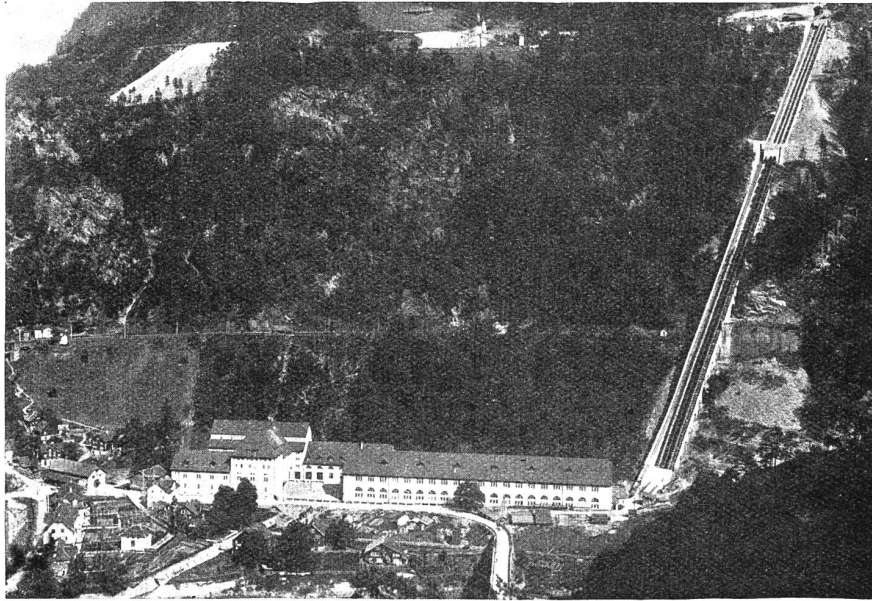


Abb. 5. Amsteg (S. B. B.). Druckleitung und Zentrale Amsteg. Oben links Kippe von Seitenstollen und des Kärstelenbach-Zuleitungsstollen. In halber Höhe des Bildes die Gotthardbahn. Vor der Zentrale der geschonte Nussbaum an der Abzweigung der Gotthardstrasse.

berschacht, von dem der Grundablassstollen mit 120 m Länge abzweigt, und sodann durch den 868 m langen Druckstollen mit 7 ‰ Gefälle zum Wasserschloss. Ein Uebergangsstollen von 52 m Länge führt zur Druckleitung, die mit 2 Rohrsträngen (unten in 4 gegabelt) von 1389 m Länge in gestreckter Führung mit nur einem Richtungsknick das Maschinenhaus am linken Tessinufer erreicht (Abb. 7). Hier sind 4 Maschinengruppen zu je 15 000 PS = 60 000 PS aufgestellt. (Abb. 8.) Für einen späteren Ausbau ist der Unterbau der Druckleitung zur Aufnahme einer dritten Rohrleitung erstellt, während zwei weitere Maschinengruppen durch Verlängerung des Maschinenhauses eingerichtet werden können. Die grösste zu verarbeitende Wassermenge wird dann gegen 9 m<sup>3</sup>/sek. betragen.

Das Ritomwerk wurde in den Kriegsjahren 1916 bis 1920 erstellt, sodaß die Baukosten den hohen Betrag von 23 Millionen Franken erreichten.

### c. Das Kraftwerk Barberine.

Im Kraftwerk Barberine wird das Gefälle der Barberine und des Seitenbaches Nant de Drance von der Alp Barberine, 1850 m ü. M., nach Châtelard 1127 m ü. M. an der Schmalspurbahnlinie Martigny-Châtelard-Chamonix (Savoyen) ausgenützt. (Abb. 9.)

Der flache Talboden der Alp Barberine wird durch eine Staumauer von 78 m Höhe und 285 m Kronenlänge auf Kote 1888 eingestaut, wodurch ein See von 39,0 Mill. m<sup>3</sup> Nutzinhalt entsteht.

(Abb. 10.) Ein Druckstollen von 2,2 km Länge in einem Gefälle von 5,05 ‰ führt das Triebwasser zum Wasserschloss und von da gelangt dasselbe in einer Druckleitung aus vorläufig einem, später aus zwei Strängen von 1297 m Länge zum

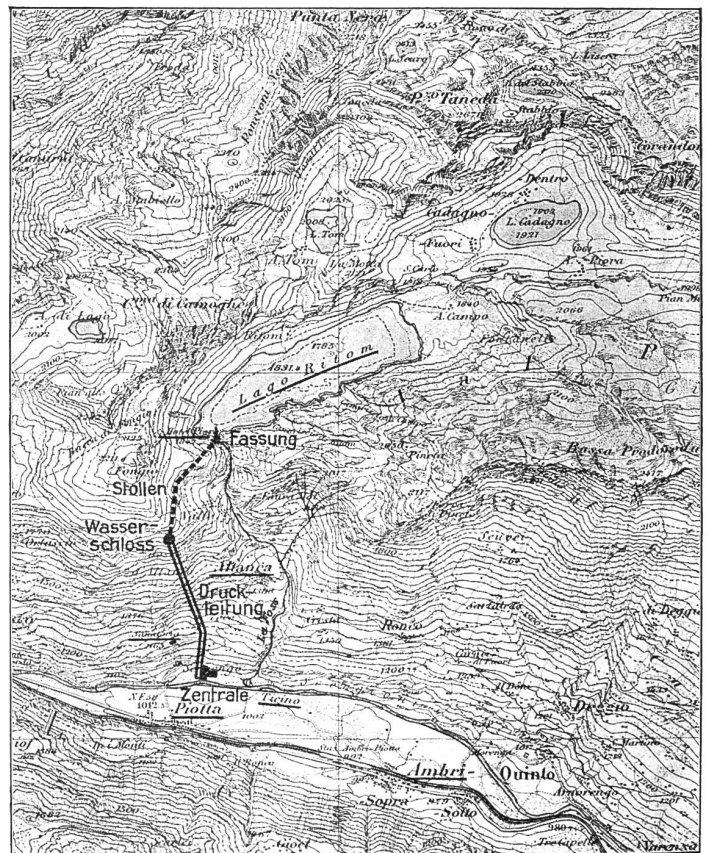


Abb. 6. Ritom (S. B. B.) Uebersichtskarte 1:60 000. Mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie. 28. IV. 1916.

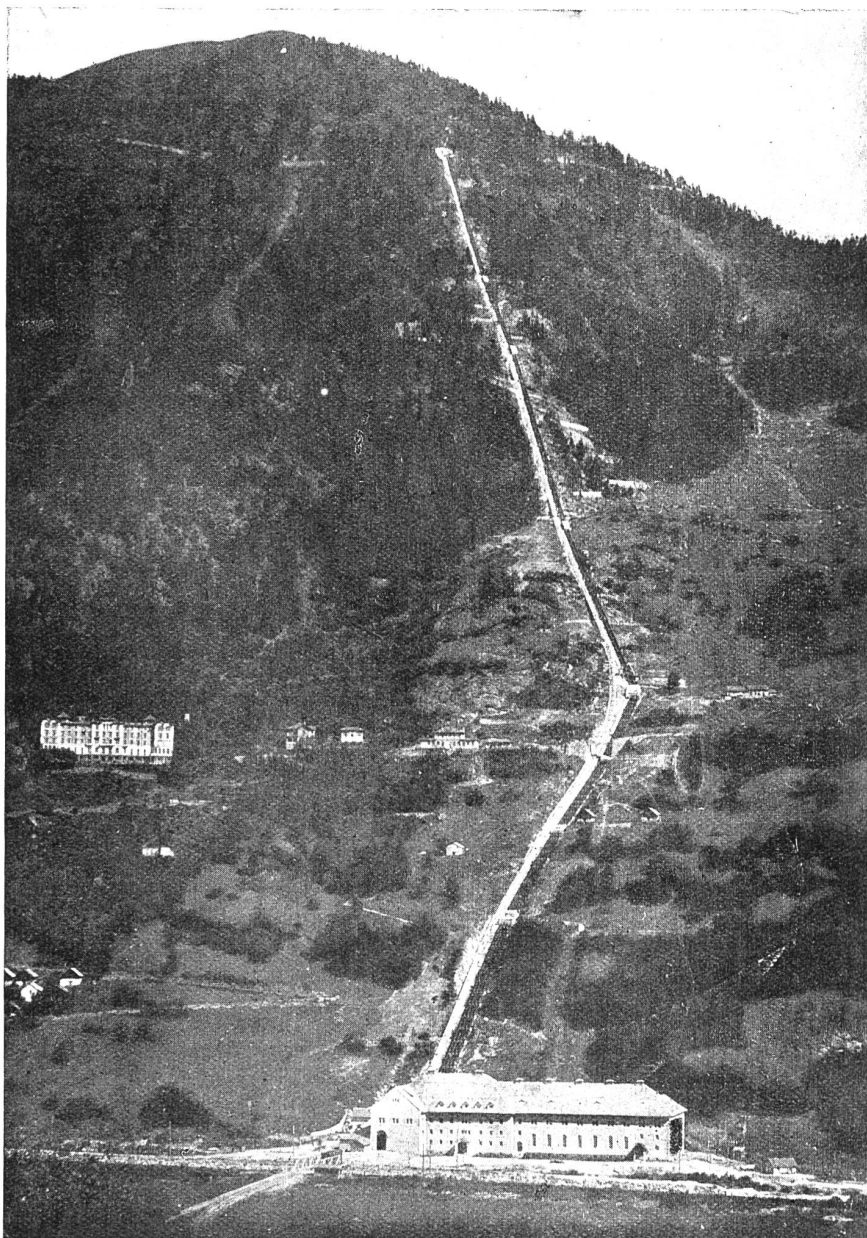


Abb. 7. Ritom (S. B. B.). Druckleitung und Maschinenhaus.

Maschinenhaus bei der Station Châtelard-Village. (Abb. 11.) Das Abwasser mündet direkt in den Oberwasserkanal des Kraftwerkes Vernayaz.

Das Einzugsgebiet des neuen Sees misst 26 km<sup>2</sup>, seine Oberfläche 1,3 km<sup>2</sup> und die mittlere Jahreswassermenge 1,5 m<sup>3</sup>/sek. Das Bruttogefälle Stauspiegel-Turbinendüse beträgt 760, das mittlere Nettogefälle 735 m; es kann demnach eine durchschnittliche Leistung von 11 000 PS ab Turbinen gewonnen werden. Der Ausbau umfasst vorläufig 3, später 4 Maschinengruppen zu 16 400 PS = 65 600 PS. Die grösste verarbeitete Wassermenge beträgt 8,5 m<sup>3</sup>/sek.

Das Werk wurde im ersten Ausbau 1919—1923 erstellt; die Baukosten für den vollen Ausbau betragen rund 50 Millionen Franken, wovon auf die Staumauer allein 20 Millionen entfallen.

#### d. Das Kraftwerk Vernayaz

Im Kraftwerk Vernayaz erfolgt die Ausnützung der Eau Noire von der französisch-schweizerischen Grenze 1119,5 m ü. M., des Abwassers des Kraftwerkes Barberine (im Winter) und der Zuflüsse Trient und Triège bis nach Vernayaz im Rhonetal, 455,5 m ü. M. (Abb. 9.)

Das Wasser der Eau Noire wird an der Landesgrenze bei Châtelard-Trient, 1,6 km oberhalb der Zentrale Barberine, gefasst (Abb. 12), um teils in gedeckten Kanalstrecken, teils in Freispiegelstollen von zusammen 8360 m Länge dem Ausgleichbecken bei Les Marécottes mit 45 000 m<sup>3</sup> Inhalt zugeführt zu werden. Unterwegs werden der Trient, das Abwasser des Kraftwerkes Barberine, der Triège und einige kleinere Bäche aufgenommen. (Abb. 13.) Vom Ausgleichbecken gelangt das



Wasser durch einen Druckstollen von 2300 m Länge zum Wasserschloss bei Salvan-Les Granges. In zwei Rohrsträngen von 1460 m Länge wird alsdann das Maschinenhaus am Fusse des Hanges bei Vernayaz erreicht und in einem 1,5 km langen Unter-

wasserkanal fliesst das ausgenützte Wasser unterhalb der Mündung des Trient in die Rhone. (Abbildung 14.)

Das Einzugsgebiet umfasst, einschliesslich 26 km<sup>2</sup> der Barberine, 118,6 km<sup>2</sup>. Das Bruttogefälle



Abb. 8. Ritom (S. B. B.). Maschinenaal.

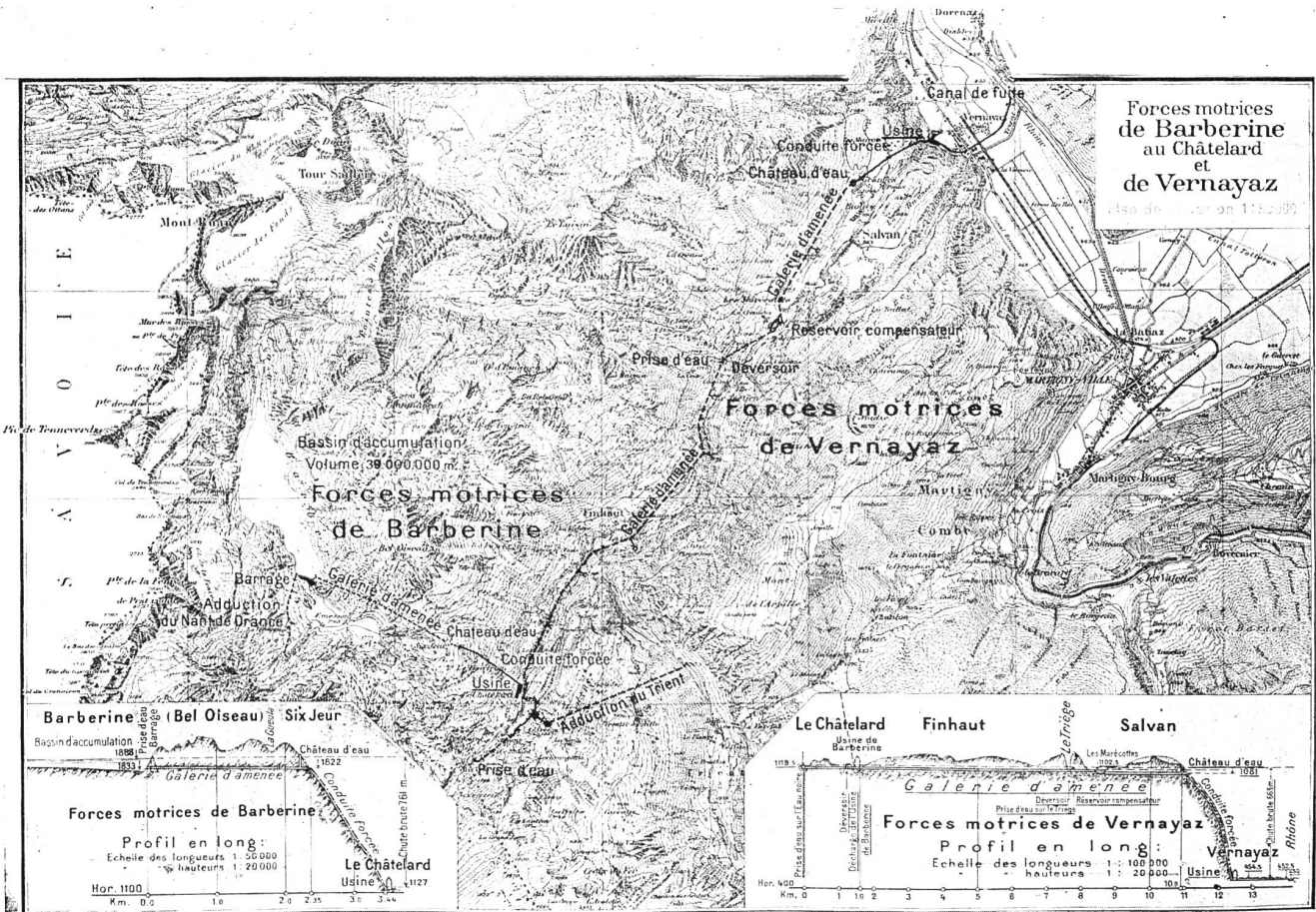


Abb. 9. Barberine und Vernayaz (S. B. B.). Uebersichtsplan der Anlagen. Maßstab 1 : 100 000.

von der Landesgrenze bis zur Turbinendüse beträgt 660 m, das mittlere Nettogefälle 630 m. Im Sommer wird mit  $6,2 \text{ m}^3/\text{sek.}$  eine mittlere Leistung von 39 000 PS erreicht. Im Winter ginge die Leistung ohne das Abwasser des Barberinewerkes bei  $0,85 \text{ m}^3/\text{sek.}$  auf 5400 PS zurück; mit dem Barberinewasser kommt sie auf 22 000 PS. Der Ausbau des Werkes umfasst 6 Maschinengruppen zu 19 300 PS = 115 800 PS. Eine davon dient als Reserve und mit angekuppeltem Drehstromgenerator vorläufig zur Abgabe von Uebererschussenergie an die Industrie. Die grösste ausgenützte Wassermenge beträgt  $14 \text{ m}^3/\text{sek.}$

gruppe Barberine-Vernayaz mit der Gruppe Amsteg-Ritom verbinden soll und die von Vernayaz bis Rapperswil reicht, wird dagegen aus ökonomischen Gründen aus Hart-Aluminiumseilen erstellt.

Die beiden Kraftwerke Ritom und Amsteg sind unter sich und mit dem Unterwerk Giornico, auf eine Länge von ca. 60 km, durch Kabel von  $\pm 30\,000$  Volt verbunden, die ohne Schwierigkeiten in die grossen und zahlreichen Tunnel auf dieser Gotthardströcke gelegt werden konnten.

#### V. Unterwerke.

Die Unterwerke dienen dazu, um den hochge-



Abb. 10. Barberine (S. B. B.). Ansicht der Staumauer und des Stausees,

Die Zuleitung des Trient soll erst in einem spätern Ausbau erfolgen und zwar durch Ausnützung des Gefälles von 120 m von der Fassung bis zum Oberwasserkanal in einer selbsttätigen Zentrale.

Mit dem Bau des Kraftwerkes wurde 1923 begonnen; seine Kosten werden sich auf rund 35 Millionen Franken belaufen.

#### IV. Uebertragungsleitungen.

Die Uebertragungsleitungen, welche die Kraftwerke mit den an der Bahnlinie gelegenen Unterwerken verbinden, sind auf eiserne Gittermasten montiert. Sie befinden sich möglichst in der Nähe der Bahn, streckenweise sogar auf dem Bahntrasse selber. Im allgemeinen sind die 66 000 Volt-Leitungen aus Kupferseilen; die Hauptübertragungsleitung (132 000 Volt), die die Kraftwerk-

spannten Strom in den Uebertragungsleitungen auf die Fahrdrachtspannung von 15 000 Volt herunterzutransformieren. Die in den Unterwerken der S. B. B. aufgestellten Transformatoren haben in der Regel eine Leistung von 3000 oder 5000 kVA mit einem  $\cos \varphi = 0,75$ . Sie können halbstündige Belastungen bis zu 4500 bzw. 7500 kVA ertragen. Alle abgehenden Leitungen der Unterwerke sind mit von Hand zu betätigenden Linienschaltern versehen, welche gruppenweise von den Sammelschienen abgehen. Die Sammelschienen hingegen werden über automatische Speiseschalter gespiesen, die bei jedem Kurzschluss ausschalten. Diese Speiseschalter sind mit einem Widerstand versehen, der die Kontrolle der Linienisolation nach dem Ausschalten erlaubt.

Die Unterwerke an der Gotthardlinie sind im Gebäude-Typ, alle übrigen in dem viel billigeren Freiluft-Typ erstellt.

**VI. Fahrleitungen.**

Die Charakteristik der Fahrleitungen geht aus nachfolgender Tabelle hervor:

Periodenzahl pro Sek.	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> .	
Fahrdrahtspannung, in Volt	15 000.	
Übertragung d. Stromes auf das Geleise	Auf der freien Strecke	Ein Kupferfahrdraht von 107 mm <sup>2</sup> Querschnitt. Ein Stahldraht - Tragkabel von 50 mm <sup>2</sup> Querschnitt.
	Im Tunnel	Ein Kupferfahrdraht von 107 mm <sup>2</sup> Querschnitt. Ein Bimetall - Tragdraht (Stahldraht mit Kupfermantel) von 56 mm <sup>2</sup> Querschnitt.
		In Nebengeleisen
	Stromrückleitung	Durch die Schienen, welche an den Speisepunkten mit in die Erde gelegten Kupferdrähten verbunden sind. Schienenverbinder aus Kupfer von 35 mm <sup>2</sup> Querschnitt, am Schienenkopf. angeschweisst.
	Aufhängung des Fahrdrahtes	Einfache Kettenaufhängung 5,50—6,60 m über dem Geleise.
	Tragwerke	Masten und Konsolen oder Tragjoche in Eisen und Foundation in Beton. Abstand der Tragwerke 60 oder 100 m auf der geraden Strecke. Zwischentragwerke in den Kurven.

**VII. Schwachstromanlagen.**

Die Telegraphen- und Telephonleitungen, welche auf Stangen längs der Bahn montiert waren, sind als Kabel in Kanäle aus Zementsteinen gelegt worden. Diese Kabel enthalten nicht nur die nötige Anzahl Drähte um die alten Leitungen zu ersetzen, sondern noch mehrere Reserveschleifen.

**VIII. Triebfahrzeuge.**

Der Lokomotivpark besteht aus einer Reihe von Typen mit Leistungen am Radumfang von 1600—2500 PS und Maximalgeschwindigkeiten von 75 und 90 km pro Stunde. Es würde zu weit führen, näher auf die verschiedenen Konstruktionen einzutreten. (Abb. 15 und 16.)

**IX. Die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes.**

Die Generaldirektion der S. B. B. nahm wiederholt Gelegenheit, sich über die Frage der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes im Vergleich zum Dampfbetrieb auszusprechen. Erstmals geschah dies durch einen Bericht vom Jahre 1913, mit welchem sie dem Verwaltungsrat die Einführung der elektrischen Zugsförderung auf der Strecke Erstfeld-Bellinzona beantragte. Sie

kam zum Schlusse, dass die Kosten des elektrischen Betriebes auf dieser Strecke jährlich um rund Fr. 260 000 geringer sein werden als die Kosten des Dampfbetriebes. Seither haben aber die Verhältnisse eine derartige Wandlung erfahren, dass jenen Berechnungen nurmehr historische Bedeutung zukommt.

Als während des Krieges die Kohlenversorgung des Landes immer schwieriger wurde und infolge des Kohlenmangels die Zahl der Züge immer mehr eingeschränkt, an Sonntagen der Zugverkehr vorübergehend sogar ganz eingestellt werden musste, wurde nicht mehr nach den Kosten der Elektrifizierung gefragt, sondern unbekümmert um die Höhe der erforderlichen Mittel die möglichst rasche Einführung des elektrischen Betriebes verlangt. So kam es, dass für die Elektrifizierung der Linie Luzern-Chiasso und der Strecken Bern-Thun und Sitten-Brig, die man als Notelektrifizierungen bezeichnen kann, infolge der grossen Teuerung ungefähr 75 Millionen Franken mehr aufgewendet wurden, als heute für diese Arbeiten nötig wären. Unter dem Eindruck der Kriegserfahrungen nahm man auch das Kraftwerk Barberine in Angriff und baute die Kraftwerke Ritom und Amsteg derart aus, dass, namentlich infolge des Verkehrsrückganges, der Elektrifizierung in der Zentral- und Nordschweiz eine Ausdehnung gegeben werden konnte, an welche ursprünglich nicht gedacht wurde.

Als nach Beendigung des Krieges die Einfuhr der Kohle wieder leichter und zuverlässiger wurde und auch die Preise sanken, begann man die Elektrifizierung ruhiger zu beurteilen und die Vor- und Nachteile wieder vorsichtig abzuwägen. Im August 1922 wurde dem Verwaltungsrat ein Bericht über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes vorgelegt, in welchem für verschiedene Verkehrsmengen und Ausdehnungen der Elektrifizierung die Kohlenpreise loco Grenze dargestellt wurden, für die bei einer Verzinsung des Anlagekapitals mit 5 % und angemessener Amortisation der elektrische Betrieb gleich teuer zu stehen kommt wie der Dampfbetrieb. Diese Preise wurden die Paritätspreise der Kohle genannt. Der Bericht kam zum Schlusse, dass für ein Netz von rund 1000 km Ausdehnung der elektrische Betrieb von dem Zeitpunkte an, in welchem der Verkehr 90% desjenigen vom Jahre 1913 erreicht habe, nicht teurer sein werde als der Dampfbetrieb bei einem Kohlenpreis von Fr. 60.— pro Tonne und dass er umso günstiger werde, je mehr der Verkehr zunehme. Der Verwaltungsrat bewilligte hierauf die Kredite für die Elektrifizierung der Strecken Bern-Zürich, Lausanne-Vallorbe und Thalwil-Richterswil.

Im Frühjahr 1923, als die Arbeitslosigkeit wie-



der grösseren Umfang anzunehmen drohte und zu erwarten war, dass man von den S. B. B. neuerdings die Ausführung umfangreicher Notstandsarbeiten verlangen werde, beantragte die Generaldirektion dem Verwaltungsrat eine Beschleunigung der Elektrifizierung unter der Vor-

fellos der im Lande vorherrschenden Ansicht, denn die Elektrifizierung hat ohne Zweifel in unserer Bevölkerung mehr Freunde als Gegner. Bei der grossen Bedeutung, die der Elektrifizierung für die Finanzlage der S. B. B. zukommt und dem allgemeinen Interesse, das dieser Frage ent-



Abb. 11. Barberine (S. B. B., im Bau). Gesamtübersicht.

aussetzung, dass für die Schaffung vermehrter Arbeitsgelegenheit ein Beitrag von 60 Millionen Franken auf Rechnung des Bundes bewilligt werde. Der Verwaltungsrat pflichtete dieser Vorlage bei, und die eidgenössischen Räte bewilligten im September 1923 die von den Bundesbahnen beanspruchte Bundessubvention.

Das Ergebnis der Beratungen im Verwaltungsrat und der Bundesversammlung entsprach zwei-

gegebracht wurde, machte sich aber trotzdem da und dort der Wunsch geltend, die Frage der Wirtschaftlichkeit auf Grund der fortschreitenden Erfahrungen einer erneuten Prüfung zu unterziehen. In ihrem ausführlichen Bericht vom Juni 1924 kam die Generaldirektion zum Resultat, dass der Paritätspreis der Kohle beim Verkehr von 1913 Fr. 58.— pro Tonne an der Landesgrenze betrage und dass bei einer Steigerung des Ver-

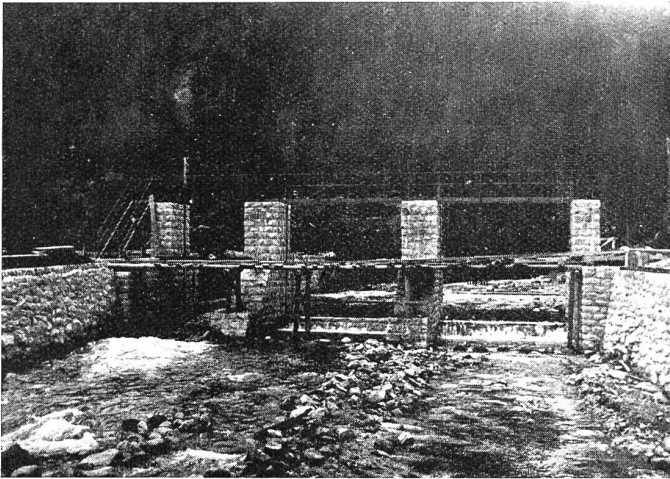


Abb. 12. Vernayaz (S. B. B., im Bau). Fassung der „Eau noire“.



Abb. 13. Vernayaz (S. B. B., im Bau). Aquädukt in Châtelard. (Zuleitung der Eau noire und des Trient.)

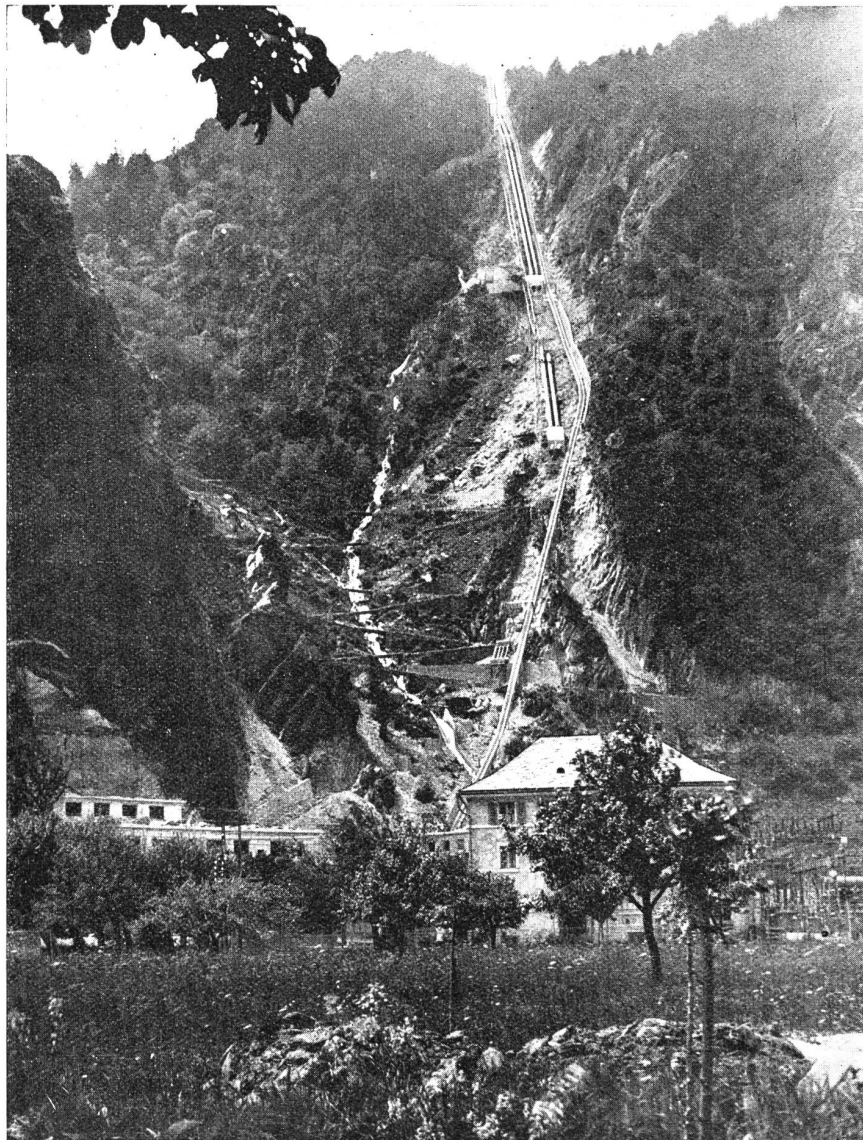


Abb. 14. Vernayaz (S. B. B.) Montage der Druckleitung.

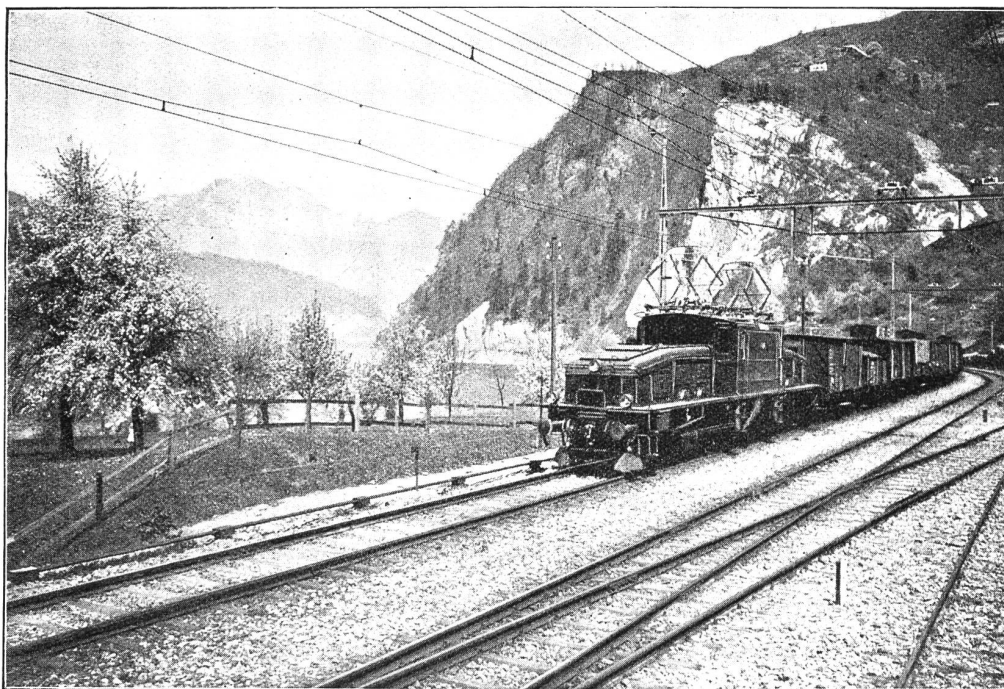


Abb. 15. Güterzug auf der Gotthardlinie.

kehrs um 25 % gegenüber 1913, der Paritätskohlenpreis auf Fr. 44.— sinke.

Die neuesten auf Grund der Betriebserfahrungen des Jahres 1924 durchgeführten Berechnungen haben ergeben, dass die im Berichte vom Juni 1924 über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes gemachten Annahmen in mehrfacher Hinsicht, z. B. bezüglich der Abnützung der elektrischen Lokomotiven und bezüglich der Leistungen des Fahrpersonals, des Depotpersonals und des Zugpersonals für den elektrischen Betrieb zu ungünstig waren. Im weitern kann, gestützt auf die in den Jahren 1924 und 1925 erfolgten Arbeits- und Lieferungsvergebungen angenommen werden, dass der im Jahre 1923 aufgestellte Kostenvoranschlag für das bis zum Jahre 1929 zu elektrifizierende Netz von 1566 km um rund 80 Millionen Franken zu hoch ist, sodass die Elektrifizierungskosten unter Abzug des Bundesbeitrages von 60 Millionen Franken noch ca. 620 Millionen Franken betragen werden. Unter Berücksichtigung dieser Feststellungen ergibt sich ein Paritätskohlenpreis bei einem Verkehr wie im Jahre 1924 von 45.30 Fr. und bei einem um 10 % grösseren Verkehr von Fr. 39.30. Der Paritätskohlenpreis ist nur deshalb so hoch, weil ein Teil des Netzes von 1566 km zur Zeit der grössten Teuerung elektrifiziert wurde. Die gleichen Anlagen hätten bei den heutigen Preisen rund 75 Millionen Franken weniger gekostet, wovon 36 Millionen Franken auf das Rollmaterial entfallen. Betrachtet man diese 75 Millionen als einen Tribut, den der Krieg und die Sorge um die Wohlfahrt des Landes gefordert ha-

ben, und lässt man diese Summe als einmalige ausserordentliche Ausgabe bei der Bewertung der Elektrifizierung der S. B. B. unberücksichtigt, so kann festgestellt werden, dass der elektrische Betrieb schon im Jahre 1924 billiger gewesen ist als der Dampfbetrieb.

Für die Linien, die von 1925—1929 elektrifiziert werden, und die eine Länge von 1002 km aufweisen, beträgt der Paritätskohlenpreis bei einem Verkehr wie im Jahre 1924 noch Fr. 30.50 und bei einem um 10% grösseren Verkehr Fr. 25.60.

Trotz der durch die Betriebserfahrungen des Jahres 1924 ermöglichten grösseren Genauigkeit der Berechnungen berücksichtigen die genannten Paritätskohlenpreise nicht alle Vorteile des elektrischen Betriebes, weil manche derselben sich nicht durch Zahlen ausdrücken lassen, wie z. B. der Wegfall des Rauches, die dadurch verursachte grössere Reinlichkeit und der Zeitgewinn für die Reisenden. Bei der Vorsicht, die man bei der Bewertung einzelner Rechnungsgrundlagen beobachtete, ist zu erwarten, dass die Erfahrungen, die man künftig mit dem elektrischen Betrieb machen wird, eher noch günstiger ausfallen werden. Eine Verkehrs- und Einnahmevermehrung, die mit der Einführung des elektrischen Betriebes in der Regel verbunden ist, wurde bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der neuen Betriebsart völlig ausser Betracht gelassen.

Die erwähnte Verkehrsvermehrung um 10 % gegenüber 1924 wird im Jahre 1929 erreicht, wenn die Zahl der jährlich auszuführenden Bruttotonnenkilometer in den kommenden 4 Jahren nur um



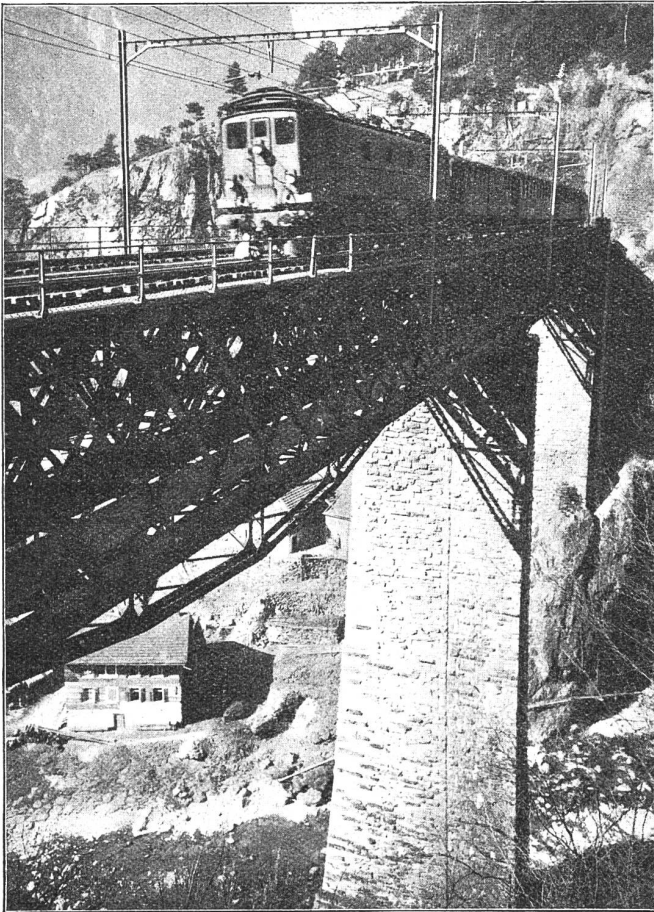


Abb. 16. Schnellzug auf der Kärstelenbachbrücke der Gotthardlinie (zweigleisig).

je 2,5% zunimmt. Vor dem Krieg, in den Jahren 1905—1913, betrug die ziemlich regelmässige jährliche Verkehrszunahme in Bruttotonnenkilometern 6,3 % des Verkehrs von 1913, in den Jahren 1918—1924 erreichte die durchschnittliche Zunahme 6,5% im Jahr.

Die Beschleunigung der Elektrifizierung wurde im Jahre 1923 in erster Linie beschlossen, um dem Arbeitsmangel im Lande zu begegnen. Sie hat diesen Zweck erreicht, und es wurde durch sie die Ausführung zahlreicher wenig produktiver Notstandsarbeiten vermieden. Gegenwärtig finden 70—80 000 Arbeiter verschiedener Industrien und zahlreicher Gewerbe durch die Elektrifizierung der Bundesbahnen einen Teil ihres Einkommens.

Die Beschleunigung der Elektrifizierung ermöglicht bis zum Jahre 1934, d. h. bis zu dem Zeitpunkt, in welchem nach dem früheren Programm von 1918 das gleiche Netz von 1566 km elektrifiziert gewesen wäre, eine um 690 000 Tonnen grössere Kohlenersparnis, so dass etwa 27 Millionen Franken weniger für Kohle ins Ausland gehen werden. Sie ist für die Bundesbahnen auch deshalb vorteilhaft, weil sie rascher eine bessere Ausnützung der Bundesbahnkraftwerke und

der damit zusammenhängenden Anlagen ermöglicht.

Das im Jahre 1923 für die beschleunigte Durchführung der Elektrifizierung aufgestellte Programm wurde bisher ohne nennenswerte Verspätung eingehalten, und es ist zu erwarten, dass dies auch in Zukunft der Fall sein werde. Der elektrische Betrieb wickelt sich glatt und ohne grössere Störungen ab. Dass die elektrische Führung der Züge von allen Reisenden geschätzt wird, und dass die neue Betriebsart infolgedessen auch unserem Fremdenverkehr gute Dienste leistet, ist heute unbestritten.

### Das Kraftwerk Wäggitäl.

Von den Groß-Kraftwerken, die in den letzten Jahren in der Schweiz erstellt wurden, ist das Kraftwerk Wäggitäl wohl eines des bedeutendsten. Zudem haben einige Teile dieses gewaltigen Bauwerkes solche technische Lösungen gefunden, daß sie für die kommende Entwicklung der Wasserkrafttechnik auch außerhalb unserer Grenzen wegleitend sein werden.

Die Disposition dieser, als reines Winterkraftwerk in den Jahren 1922—1925 erstellten Anlage, hat sich aus der Energiewirtschaft der N.O.K. (Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G.) und der Stadt Zürich ergeben, welche die Ausführung dieses Unternehmens einer eigens hiezu gegründeten Tochter-Gesellschaft, der „A.-G. Kraftwerk Wäggitäl“ übertragen haben, an der sie zu gleichen Teilen beteiligt sind. Denn trotz der ausgleichenden Wirkung der Verkuppelung der Kraftwerke Beznau, Eglisau und Löntsch einerseits und des Albulawerkes andererseits, machte sich ein großer Fehlbetrag an Energie im Winter bemerkbar. Das Wäggitälwerk, das gewissermaßen im Herzen des Verteilungsnetzes der obgenannten Elektrizitätswerke liegt, und also bei irgend einer Störung mit vollem Ersatz, auch außerhalb der Winterzeit einspringen kann, vermag einen solchen Zuschuß an Winterkraft an diese Energieversorgung abzugeben, daß auch die Sommerkraft der übrigen Werke, die sonst zum großen Teil verloren ginge, fast voll ausgenützt werden kann.

Diese große Ausgleichswirkung ist durch die Erstellung des Stausees im Talbecken von Inner-Wäggitäl erzielt worden, der bei einer Länge von 4,5 km, eine Oberfläche von 4,14 km<sup>2</sup> aufweist, und bei einer Absenkung um 50 m unter der Ueberfallkante (max. Wassertiefe 66 m) einen nutzbaren Stauinhalt von 147,4 Millionen m<sup>3</sup> zur Verfügung stellt.

Davon sind jedoch nur 130 Millionen m<sup>3</sup> im Wasserhaushalt in Rechnung gesetzt worden, da der Rest als Reserve für den Ausgleich zwischen