Zeitschrift: Historischer Kalender, oder, Der hinkende Bot
Band: 195 (1922)

Artikel: Die Elektrizität bei den Schweizerbahnen
Autor: Böttler, Jean
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-655890

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: 02.10.2025

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

Die Elektrizität bei den Schweizerbahnen.

Von Jean Göttler, Techniker S. B. B.

Wenn wir an die Kriegsjahre und die Ausläufer jener schweren Zeit mit ihren Härten und Entbehrungen zurückblicken, dann erinnern wir uns der damals herrschenden Kohlennot, die sich vor allem im Eisenbahnverkehr bemerkbar machte. Angesichts der gehabten Mühen in der Beschaffung und der hohen Preise für Kohlen findet man es im Schweizervolke als selbstverständlich, daß wir nun statt der ausländischen Kohle unsere „weiße Kohle" benutzen, d. h. unsere zahlreichen Wasserkräfte für die Elektrizitätserzeugung heranziehen sollen.

Die Elektrifizierung der Schweizerbahnen bezweckt in der Hauptsache nicht, wie in den meisten andern Ländern, rein technische Verbesserungen, wie Möglichkeit eines gesteigerten Verkehrs, größere Geschwindigkeiten, Vermeidung des lästigen Rauches usw., sondern in allererster Linie die Verwertung der nationalen Wasserkraft an Stelle der bisherigen Dampfkraft, welche uns vom Auslande unabhängiger machen soll.

Wir wollen nun in den nachfolgenden Kapiteln in entsprechender Reihenfolge die für den neuen Bahnbetrieb notwendigen Anlagen betrachten.

Wasserkraftanlage im allgemeinen.

Bis vor wenigen Jahrzehnten hat wohl kein Mensch daran gedacht, daß die Wasserkräfte der Gebirgsbäche wie auch der Flüsse im Tieflande für den Betrieb unserer Bahnen Verwendung finden würden.

Man hat wohl im Tale drunten das Wasser für den Antrieb von Mühlrädern usw. längst auszunützen verstanden, aber erst durch die Erzeugung der Elektrizität hat es eine Bedeutung erreicht, an die wohl nicht gedacht wurde.

Nachdem die Elektrizität in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts sich für die Fernübertragung als günstig erwiesen hatte, begann der Menschengeist die Errungenschaft auszunützen. Sie hat sich rasch entwickelt, und heute beurteilen wir solche Gemeinden, in denen das „Elektrische" noch nicht eingeführt ist, als rückständig. Gerade deswegen, weil die Elektrizität nicht wie die Dampfkraft an die Produktionsstelle gebunden ist, sind wir in der Lage, ganze Dörfer, Städte und Bahnen weit weg von der Erzeugungsstelle zu speisen, d. h. mit Licht und Kraft zu versehen.

Man unterscheidet Niederdruckwerke und Hochdruckwerke.

Unter einem

Niederdruckwerk

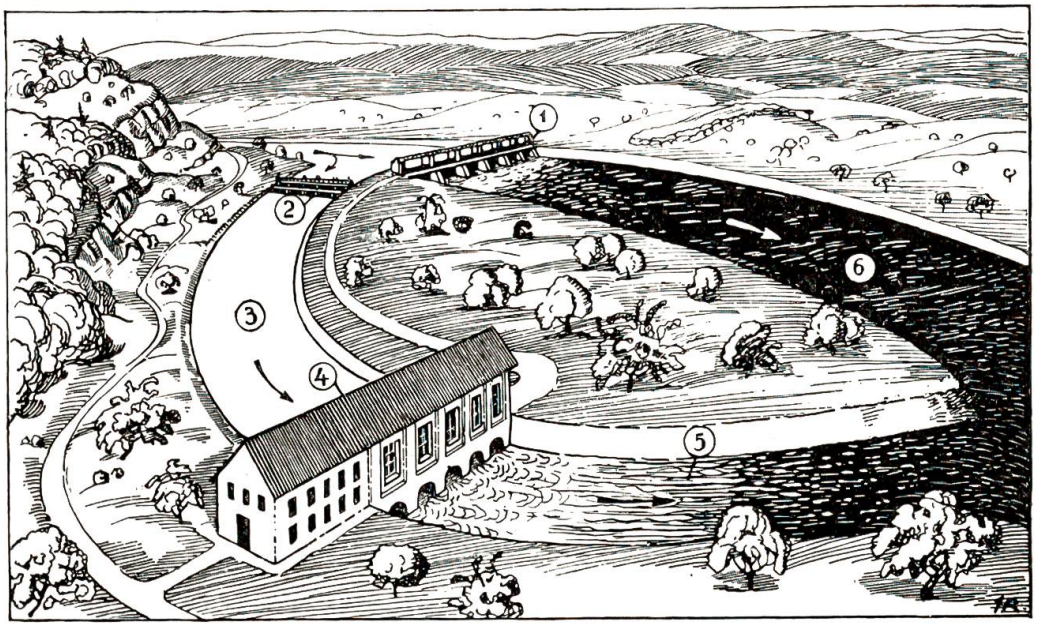
versteht man die Ausnützung eines Flusses mit kleinem Gefälle, z. B. die bestehenden Werke Laufenburg, Rheinfelden, Beznau, Wangen a. A. usw. (Es sei bemerkt, daß die schweizerischen Bundesbahnen die Vorarbeiten für die Erstellung eines solchen Niederdruckwerkes, welches in die Nähe von Rupperswil [Aargau] zu stehen kommt, bereits begonnen haben.)

Quer durch den Fluß wird ein Stauwehr (1) (Schleuse) eingebaut, welches durch Mauerpfeiler in verschiedene Abteilungen geteilt wird. Es ist eine Einrichtung, die schon in frühester Zeit für die Wasserregulierung und auch für die Kraftgewinnung benützt wurde.

Auf der sogenannten Wehrkrone stehen die beweglich angebrachten Schützen, aus starkem Eisenblech doppelwandig hergestellt. Sie laufen in starken ⊏-Eisen und können durch kräftige Mechanismen hochgezogen werden. Dieselben ruhen auf einer eisernen Brücke, welche auf den Pfeilern aufliegt, über das ganze Wehr geht und als Übergangssteg dient.

Die nutzbare Wassermenge wird beim Stauwehr in einen Seitenkanal, den sogenannten Oberwasserkanal (3), abgedrängt, in welchem das Einlaufwehr (2) eingebaut ist. Dasselbe ist entsprechend der Anzahl der aufzustellenden Turbinen in Felder eingeteilt, welche mittels Schützen geöffnet und abgeschlossen werden können.

Das Maschinenhaus kann aber in gewissen Fällen auch direkt in den Fluß eingebaut werden (z. B. Laufenburg); in diesem Falle fällt dann der Oberwasserkanal weg.



Schema eines Niederdruckwerkes.

Beim Maschinenhaus (4) entspricht die Kanalbreite der Gesamtbreite der Turbinenkammern, in denen das Wasser den Turbinen zugeleitet wird, welche die mit ihnen gekuppelten Elektrizitätserzeugungsmaschinen (Generatoren) in Umdrehung bringen. Das abfließende Wasser gelangt hierauf in den Unterwasserkanal (5), um sich dann mit dem natürlichen Flußlauf (6) wieder zu vereinigen.

Bei der Ausnützung der Flüsse mit geringem Gefälle und großer Wassermenge ist eine Wasseraufspeicherung für den Ausgleich in wasserarmen Jahreszeiten meistens ausgeschlossen, was zur Folge hat, daß zirka 70 % des Sommerwassers unbenützt bleibt. Wenn aber solche Flußwerke, ohne „Akkumulierfähigkeit", mit Hochdruckwerken, mit natürlichen oder künstlich angelegten Stauseen zusammenarbeiten, kann der Ausgleich hergestellt und die Niederdruckanlage bis zur höchsten Sommerwasserausnützung vorgesehen werden, wodurch eine höhere Gesamtleistungsfähigkeit erzielt wird.

Für die Bahnkraftwerke kommen hauptsächlich solche Flußausnützungen in Frage, die es ermöglichen, ein Ausgleichsbecken (Stausee) anzulegen, um dadurch den Tagesausgleich, d. h. den Ausgleich des veränderlichen Wasserverbrauches während eines Tages, zu ermöglichen. Dies finden wir am besten bei einem

Hochdruckwerk.

Hochdruckwerke werden, im Gegensatze zu den Niederdruckwerken, welche fast ausschließlich im Flachlande erstellt werden, im Gebirge angelegt, wo das Wasser eines Flusses oder Bergsees mit hohem Gefälle mittels Rohrleitungen den Turbinen des Maschinenhauses zugeführt wird.

Für den Bahnbetrieb eignet sich am besten die Ausnützung eines Bergsees mit möglichst großem Wassereinzugsgebiet.

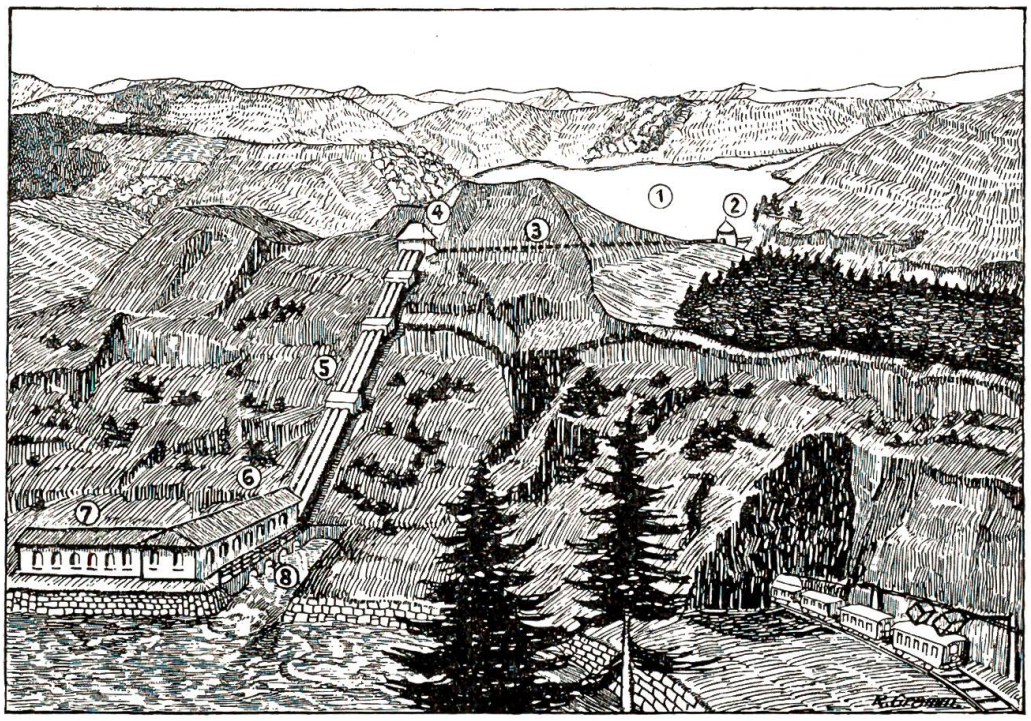
In diesem Falle ist nicht nur eine bestimmte Wassermenge des Seeabflusses vorhanden, sondern ein Teil des Seeinhaltes, welcher gewöhnlich durch Aufstauung des Sees noch vergrößert wird, kann als vorzüglichstes Ausgleichwasser für die wasserarme Winterperiode benützt werden, weil die Flußkraftwerke in dieser Zeit infolge Wassermangels nicht den ganzen Betrieb übernehmen können. Ein solcher Gebirgssee kann also nach dem Gesagten als sogenanntes Ergänzungswerk dienen, was einmal durch das Heranziehen des aufgestauten Wassers, ferner durch die Absenkung des Sees erreicht werden kann. In der niederschlagsreichen Zeit wird dann das Seebecken allmählich wieder aufgefüllt.

Eine andere Wasseraufspeicherung geschieht dadurch, daß die überschüssige Sommerkraft eines Gewässers mittels Pumpen in einen höher gelegenen, künstlichen Stausee befördert und dann als „Winterkraft" benützt wird.

Der Vorgang in einem Hochdruckwerk ist gewöhnlich folgender:

Das Druckwasser wird an der Fassungsstelle (2) in einen kürzern oder längern Zulaufstollen (Tunnel) (3) geleitet und gelangt mit kleinem

Gefälle am Ende des Stollens in das Wasserschloß (4). Dasselbe hat in der Hauptsache folgende Aufgaben zu erfüllen: Einmal muß es eine gewisse Wassermenge für plötzlich eintretende Wasserentnahme besitzen, und zweitens sollen darin die Stöße ausgeglichen werden können, welche das bei plötzlichem Abschließen oder bei verminderter Wasserentnahme im Stollen nachfließende Wasserquantum (von der Wasserfassungsstelle her) verursacht. Das Wasserschloß reguliert mittels seiner Apparate den Zu- und Abfluß und bildet den Übergang vom Zulaufstollen zur Druckleitung (5).



Schema eines Hochdruckwerkes.

Diese besteht je nach der Größe der Anlage aus einem oder mehrern Rohrsträngen, welche möglichst gerade gegen das Maschinenhaus geführt werden. Sie ruhen auf Sockeln und sind in gewissen Abständen, je nach der Bodenbeschaffenheit, in sogenannten Fixpunkten verankert, weil das Wasser die Leitung mit einer Geschwindigkeit von einigen Metern in der Sekunde durchströmt und ohne diese Vorrichtung die Rohrleitung in Bewegung bringen würde.

Aus der Druckleitung gelangt das Wasser in die Verteilleitung beim Maschinenhaus (6, 7), wo weitere Absperrvorrichtungen, die zugleich für den Abschluß der einzelnen Turbinen dienen, angebracht sind, um hernach den Turbinen zugeführt zu werden. Diese bringen die mit ihnen direkt gekuppelten Generatoren in Umdrehung, wodurch dann die elektrische Kraft erzeugt wird. Nach getaner Arbeit strömt das Wasser durch den Unterwasserkanal (8) dem natürlichen Wasserlauf zu.

Wir sind nun im Maschinenhause, der eigentlichen Geburtsstätte des elektrischen Stromes, angelangt. Er wird vom Generator weg über eine Menge von Apparaten, wie automatischen Schaltern, Leitungsunterbrechern, Meßapparaten, geleitet und den Sammelschienen zugeführt. Von hier aus gelangt er wieder über ähnliche Apparate, nebst Blitz- und Überspannungsschutz, teilweise ins Freie zur Speisung der Fahrleitung oder aber wird den Transformatoren zugeführt, welche Generatorenspannung, z. B. 15,000 Volt, in höhere Spannung, z. B. 60,000 Volt für die Fernübertragung, umwandeln. Dadurch wird ein niedriger Spannungsverlust und ein kleinerer Leitungsquerschnitt erzielt.

Das Anlassen und Abstellen einer Maschinengruppe, Ein- und Ausschalten gewisser Leitungen usw. geschieht im Schaltstand. Hier befindet sich die Seele des Werkes. Bei ihm laufen alle Fäden wie in einem Nervensystem zusammen.

* * *

Ein großes Hochdruckwerk besitzen die schweizerischen Bundesbahnen im Ritomwerk, bei Piotta unterhalb Airolo.

Dasselbe erhält die Wasserkraft aus dem Ritomsee (1800 m ü. M.), welcher eine Länge von

zirka 2000 m, eine Breite von zirka 500 m und eine Tiefe von 30 bis 40 m aufweist.

Das Wasser gelangt durch die Druckleitung mit einem Gefälle von zirka 800 m in die Turbinen des Maschinenhauses.

Vorläufig wird das Werk mit 4 Maschinengruppen ausgebaut (Vollausbau 6 Gruppen), wobei jede Turbine bei 333 Umdrehungen in der Minute 12,000 Pferdekräfte leistet. Jeder Generator erzeugt Einphasen-Wechselstrom und weist einen äußern Durchmesser von 6 m auf.

Ferner bauen die schweizerischen Bundesbahnen gegenwärtig das Kraftwerk Amsteg mit einer Gesamtleistung von rund 80,000 P. S.

Zu diesem Zwecke wird die Reuß oberhalb Wassen an einer schmalen Stelle gefaßt, wobei ein künstlicher Stausee (20,000 m^3 Inhalt) das überschüssige Wasser aufspeichert. Von hier fließt es durch einen zirka 7 km langen Stollen in das Wasserschloß auf dem Schiltwald und endlich in die Druckleitung, um mit einem Gefälle von rund 300 m dem Maschinenhause beim Dorfe Amsteg zugeführt zu werden. Auch in diesem Werke wird Einphasen-Wechselstrom erzeugt.

Für die Westschweiz wird das ebenfalls im Bau begriffene Kraftwerk Barberine der schweizerischen Bundesbahnen mit dem später herzustellenden Kraftwerk Vernayaz (Wallis) die nötige Energie liefern.

Das Barberine-Wasser wird in einer Höhe von zirka 1900 m über Meer in einem gewaltigen Stausee akkumuliert, wobei die Staumauer eine Höhe von über 70 m aufweisen wird.

Das Kraftwerk kommt beim Dorfe Châtelard-Village an der Bergbahn Martigny-Châtelard (Wallis) zu stehen und nützt ein Gefälle von rund 700 m aus.

* * *

Wie wir vorhin gesehen haben, wird die Generatorenspannung im Kraftwerke beispielsweise von 15,000 Volt auf 60,000 transformiert und gelangt dann in die

Übertragungsleitungen.

Diese dienen dazu, die einzelnen Kraftwerke unter sich zu verbinden, parallel zu schalten. Dadurch können sich die einzelnen Werke nicht nur ergänzen, sondern bei Störungen den Betrieb gegenseitig übernehmen.

Die Übertragungsleitungen werden je nach der Terrainbeschaffenheit als Freileitungen oder als Kabelleitungen verlegt und dienen nebst der Parallelschaltung mit andern Anlagen zur Speisung der

Unterwerke
(Transformatorenstationen).

Dort wird die hohe Übertragungsspannung in die Fahrdrahtspannung, z. B. 15,000 Volt, umgewandelt, und diese Energie wird der Speiseleitung der Fahrleitung zugeführt.

Die Unterwerke, welche z. B. in Melide, Giubiasco, Giornico, Göschenen und Steinen (Schwyz) für den Betrieb der Gotthardbahn gebaut wurden, sind durchwegs größere Gebäulichkeiten, und wir finden daselbst mit Ausnahme der Turbinen und Generatoren ähnliche Apparate und Einrichtungen wie in den Kraftwerken.

Die Fahrleitung
(Kontaktleitung)

erhält den elektrischen Strom von der Speiseleitung. Der Anschluß geschieht gewöhnlich auf den Stationen, wobei die Fahrleitung durch Sicherheitszwischenstrecken getrennt wird. Bei einem allfälligen Defekte einzelner Fahrdrahtstrecken dient die Speiseleitung als die beidseitig verbindende Umgehungsleitung. Ohne diese Vorrichtung könnte es vorkommen, daß beispielsweise bei einer Störung auf einer eingleisigen Strecke dieselbe auf weitere Entfernungen außer Betrieb gesetzt würde.

Die Kontaktleitung ist als Kupferdraht über dem Geleise mittels Einfachaufhängung oder Vielfachaufhängung an den Tragwerken aufgehängt.

Die Einfachaufhängung finden wir hauptsächlich bei Straßenbahnen und Nebenbahnen mit kleinern Fahrgeschwindigkeiten. Die Fahrleitung wird in kleinern Distanzen durch einen Queraufhängedraht, der an den Masten isoliert befestigt ist, getragen.

Für den Normalbahnbetrieb mit Einphasen-Wechselstrom findet in neuester Zeit die Vielfachaufhängung Verwendung. Für diese Art Aufhängung kommt ein Tragseil in Frage, welches über dem Kontaktdraht, in der Längsrichtung der Bahn mit entsprechendem Durchhang in Verbindung mit Hilfsdrähten die Kontaktleitung trägt. In gewissen Abständen wird dieselbe noch mit einer automatischen Nachspannvorrichtung versehen. Die ganze Aufhängung ist isoliert auf den Tragwerken montiert. Die Mastendistanz kann in diesem Falle bedeutend größer sein als bei Einfachaufhängungen. Sie beträgt auf freier Strecke z. B. 60 m, in Kurven entsprechend weniger. Der Hauptvorteil aus dieser Vielfachaufhängung ergibt sich dadurch, daß der Fahrdraht fast ohne Durchhang getragen wird, also angestreckt ist und dementsprechend eine größere Fahrgeschwindigkeit erzielt werden kann. Nebstdem wird bei einem allfälligen Drahtbruch der Draht nicht auf den Boden fallen.

Der Kontaktdraht wird im Zickzack geführt, um dadurch zu ermöglichen, daß die Schleifbügel der Lokomotiven eine gleichmäßige Abnützung erfahren.

Die Aufhängung in Tunnels geschieht gewöhnlich an eisernen Rahmen, welche in der Tunnelwölbung verankert werden. Die Aufhängedistanz ist bedeutend kleiner als auf der freien Strecke.

Die Montage der Fahrleitung setzt eine präzisere Arbeit voraus, als man gewöhnlich annimmt. Von ihr hängt die Solidität und dadurch die Betriebssicherheit wesentlich ab, weil die Oberleitungen vielen Beeinflussungen, z. B. Winddruck, Schneedruck und Temperaturdifferenzen, ausgesetzt sind.

Von der Kontaktleitung gelangt der elektrische Strom endlich durch die mittels Druckluft betätigten Stromabnehmer (Schleifbügel) in die

Triebfahrzeuge.

Er fließt vom Schleifbügel zuerst durch den Hochspannungsschalter, von da in die Lokomotivtransformatoren, wobei die Fahrdrahtspannung z. B. von 15,000 Volt auf einige hundert Volt abtransformiert wird, nachher in den Stufenschalter, wo die verschiedenen Geschwindigkeiten durch Zu- oder Abschalten bezweckt werden, um endlich den Antriebsmotoren zugeführt zu werden. Die letztern sind auf Drehgestelle montiert und arbeiten mit Zahnradvorgelegen, beispielsweise auf eine Blindwelle, um von hier aus durch die Triebstangen die Bewegungen auf die Triebachsen zu übertragen.

Schon beim Anfahren zeigt sich ein merklicher Unterschied der elektrischen zur Dampflokomotive, indem die Fahrgeschwindigkeit mit der erstern rascher erreicht wird als bei der letztern, weil der Kesseldruck der Dampflokomotive rasch sinkt, den elektrischen Motoren aber fortwährend Kraft zur Verfügung steht, und weil sie forciert werden können.

* * *

Wie ich anfangs bereits erwähnt habe, macht uns der elektrische Bahnbetrieb vom Auslande unabhängiger. Was das bedeutet, haben wir besonders in den Kriegsjahren genug zu verspüren bekommen. Es wäre deshalb unklug, wenn die bittern Erfahrungen so rasch vergessen werden sollten, wenn auch die Kohleneinfuhr reichlicher und billiger wird.

Der elektrische Vollbahnbetrieb ist laut Erfahrungen technisch zuverlässig und besitzt in bezug auf den Dampfbetrieb die Vorzüge der Vermehrung der Fahrgeschwindigkeiten, der bessern Ausnützung der Bahnanlage und endlich der Rauchlosigkeit. Die Elektrifizierungsarbeiten verschaffen ferner unserer Industrie bedeutende Arbeitsgelegenheit, was in der jetzigen Zeit sehr zu beachten ist.

Mit der Elektrifizierung der Schweizerbahnen wird eine Arbeit von großer finanzieller Tragweite übernommen, die sich hauptsächlich in der Erstellung der Bahnkraftwerke und sonstigen Anlagen ergibt. Die ganze Elektrifizierung der schweizerischen Bundesbahnen z. B. erfordert rund 1 Milliarde Franken. Dies soll uns nicht abhalten, mit voller Energie das große Unternehmen durchzuführen, zum Wohle des Schweizervolkes.