

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 15 (1922-1923)

**Heft:** 15

**Artikel:** Die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongress in Rom, 1921 [Fortsetzung]

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-920370>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.04.2025

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

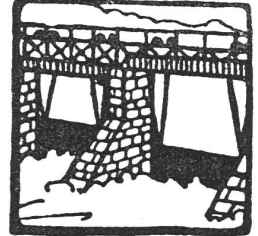
# SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt . . . . . Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schifffahrt Rhein-Bodensee

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK  
WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT

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.—  
Vorzugsseiten 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. 15

ZÜRICH, 25. Dezember 1923

XV. Jahrgang

## Inhaltsverzeichnis:

Die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongress in Rom, 1921 (Fortsetzung) — Neueres über Fundationsarbeiten — Der Bruch der Gleno-Staumauer in Oberitalien — Société Anonyme l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Lausanne — Die Arbeiten am Spullerseekraftwerk — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband — Wasserkraftausnutzung — Wasserbau und Flusskorrekturen — Verschiedene Mitteilungen — Geschäftliche Mitteilungen — Kohlen- und Oelpreise.

### Die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongress in Rom, 1921.

(Fortsetzung.)

#### 3. Frankreich.

M. Sabouret, Chefingenieur der Orléansbahn, berichtete über den elektrischen Bahnbetrieb in Frankreich und Spanien.

1. Die Zeit vor 1910. Im Jahre 1898 bauten die Westbahn und die Orléansbahn in Paris neue Kopfbahnhöfe. Da diese halb oder ganz unterirdisch lagen, kam nur elektrischer Betrieb für sie in Betracht. Auf Grund des Berichtes einer in die Vereinigten Staaten entsandten Kommission der Orléansbahn gab man für den Bahnhof am Quai d'Orsay elektrische Lokomotiven von 1000 PS bei der General Electric Co. (Schenectady) in Auftrag. Sie wurden 1900 mit 600 V Gleichstrom und 3. Schiene in Betrieb gesetzt. Der Erfolg dieses Betriebes veranlasste die Pennsylvania-Bahn, die ursprünglich über den Hudson geplante Verlängerung ihres Netzes

bis in die Stadt New-York als Untergrundbahn in derselben Weise auszuführen. Im Jahre 1905 baute die Orléansbahn die Strecke viergleisig bis Juvisy aus, wobei Lokomotiven und Triebwagen in Betrieb kamen.

Die Westbahn richtete 1901 elektrischen Betrieb auf den Pariser Vorortlinien ihres Netzes mit Lokomotiv- und Triebwagenzügen für 600 V Gleichstrom und 3. Schiene ein. Der Staat hat nach Rückkauf der Westbahn (1908) diese Elektrifizierungen fortgesetzt.

Die Paris-Lyon-Méditerranée (PLM) eröffnete 1901 die Gebirgslinie Fayet-Chamonix-Vallorcine (70 km) von 1 m Spurweite mit elektrischem Betrieb, 500 V Gleichstrom, 3. Schiene, Triebwagenzügen. Im Jahre 1905 unternahm sie Versuche mit dem von Auvert und Ferrand vorgeschlagenen System mit oberirdischer Stromzuführung von einphasigem Wechselstrom und dessen Umformung auf der Lokomotive in Gleichstrom, mit dem die Motoren betrieben wurden.

Die Südbahn traf in den Jahren 1902 bis 1908 mit dem Staat Uebereinkommen zur Elektrifizierung verschiedener älterer Linien und erhielt die Konzession zur Ausnutzung mehrerer Wasserkräfte in den Pyrenäen. Die Gesellschaft elektrifizierte zunächst (1910) die Gebirgslinie Villefranche-Bourg Madame (56 km) mit 1 m Spurweite, 850 V Gleichstrom, 3. Schiene und Triebwagen. Darauf entschloss sie sich, ihre Hauptlinien mit einphasigem Wechselstrom von 12,000 V Fahrdrahtspannung und 17 Per/s zu elektrifizieren.

Um einen Typ für Lokomotive und Leitung ausfindig zu machen, versah sie die Strecke Ille-Villefranche (24 km) mit Stromzuführung und schrieb eine Lokomotive für 1500 PS und 80 t Gewicht aus.

Der Staat endlich elektrifizierte im Jahre 1904 die Schmalspurlinie Saint Georges-Cœmiers à la Mure (31 km) mit 2400 V Gleichstrom oberirdischer Stromzuführung in Dreileiterschaltung und Lokomotiven (Thury), die dem Kohlentransport dienten. Obwohl dieser Betrieb gut arbeitete, entschloss man sich wegen der Doppelleitung später, die Leitung einpolig mit 2400 V und Hintereinanderschaltung der Motoren umzubauen.

2. Die Zeit nach 1910. Die Orléansbahn gab 1913 für ihre Pariser Strecke neue, schwerere Lokomotiven 1-D-1 von 1800 PS, 86 t, Kuppelstangenantrieb (Buchli) und elastischem Zwischenglied (Parodi) in Auftrag, deren Ausführung durch den Krieg hinausgeschoben wurde. Die PLM setzte zunächst auf der Strecke Cannes-Grasse ihre oben erwähnten Versuche mit der Einphasen-Gleichstrom-Lokomotive von 136 t Gewicht bei einer Fahrdrachtspannung von 12,000 V und 25 Per/s fort. Die Staatsbahn vergrößerte ihre Dampfkraftwerke und nahm neue in Angriff; sie befasste sich mit neuen Bestellungen auf rollendes Material, deren Ausführung indes der Krieg verhinderte. Die Südbahn baute neue Kraftwerke und elektrifizierte in den Pyrenäen mehrere Linien mit einphasigem Wechselstrom und Triebwagenzügen (Westinghouse). Nach Versuchen mit sechs von verschiedenen Firmen bezogenen Einphasen-Lokomotiven beabsichtigte sie, 24 derartiger Maschinen in Bestellung zu geben, doch nahm sie davon Abstand, weil die bei den Versuchen zutage getretenen Störungen der Telegraphen- und Telephonleitungen zu viel Vorarbeiten und Studien erfordert hätten.

Der Krieg brachte dann alle Arbeiten der genannten Eisenbahnverwaltungen an Leitungsnetzen und rollendem Material ins Stocken, rief dagegen für den zunehmenden Strombedarf der Industrien den Bau weiterer Dampf- und Wasserkraftwerke hervor. Die zunehmende Kohlenkrise lenkte die Augen auf die bisher noch unbenutzten Wasserkräfte, die sich im mittleren Frankreich allein auf 500,000 bis 600,000 PS beliefen. Die Orléansbahn, die hier hauptsächlich den Eisenbahnverkehr vermittelte, suchte 1917 die Konzession für die Ausnutzung der Wasserkräfte der oberen Dordogne zwecks Elektrifizierung ihrer Hauptlinien nach, erhielt sie aber erst im Jahre 1920. Die Südbahn nahm ihre Projekte wieder auf und dehnte sie auf ein Netz von 2700 bis 4000 km aus, wofür sie die Wasserkraftkonzessionen der Gave, Ariège und Têt nachsuchte.

Am Tage nach dem Waffenstillstand (1918) setzte der Minister der öffentlichen Arbeiten zur Prüfung der Projekte der Orléansbahn und Südbahn ein Komitee ein, das aus einer technischen und administrativen Kommission bestand. Die technische Kommission besichtigte im Jahre 1919 der Reihe nach die hauptsächlichsten elektrischen Eisenbahnen der Schweiz, Italiens, der Vereinigten Staaten und Englands. Sie übergab am 15. Mai 1920 dem Obersten Rate für öffentliche Arbeiten den folgenden, vom Minister bestätigten Antrag:

1. Die primäre Stromverteilung erfolgt mit Drehstrom von 50 Per/s nach den für die grossen Elektrizitätswerke festgesetzten Bedingungen derart, dass alle zusammenliegenden Bezirke die Energie voneinander beziehen und sich gegenseitig aushelfen können.
2. Für den Bahnbetrieb kommt Gleichstrom von 1500 V, in Ausnahmefällen 3000 V Fahrdrachtspannung zur Verwendung.
3. Jede Lokomotive von 1500 V ist für die Stromabnahme von einer 3. Schiene und von einer Hochleitung einzurichten und muss auf jede mit dieser Spannung elektrifizierte Bahnlinie übergehen können.

Auf Grund dieser Vorarbeiten haben die drei Bahngesellschaften: PLM, Südbahn und Orléansbahn, beschlossen, in einem Zeitraum von etwa 20 Jahren insgesamt 8000 km ihrer Eisenbahnnetze zu elektrifizieren (Abb. 3).

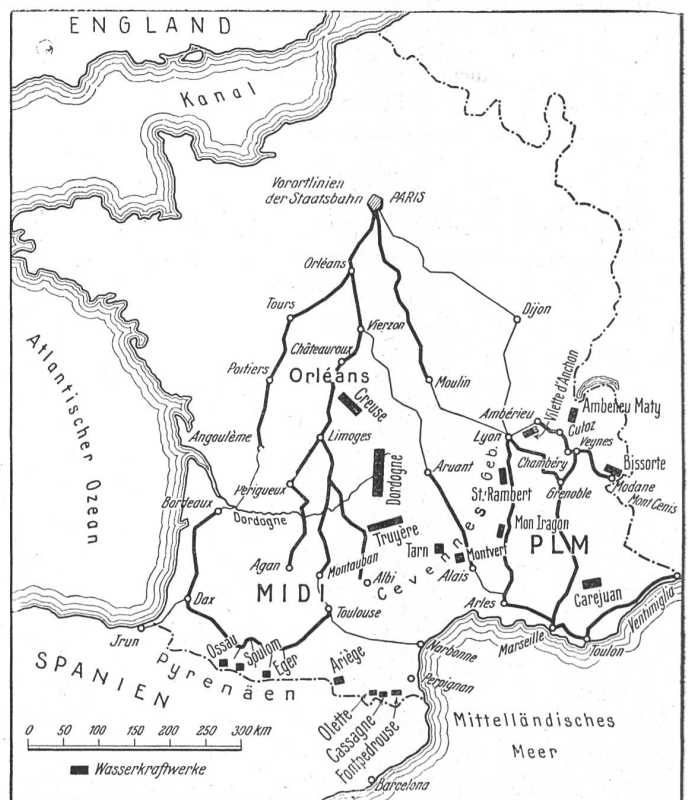


Abb. 3. Die Entwürfe und Bauarbeiten an der Elektrifizierung der französischen Eisenbahnen und Wasserkräfte.

Von den im Berichte Sabouret's angeführten Begründungen des vorstehend wiedergegebenen Beschlusses verdienen die folgenden kurz erwähnt zu werden. Es ist von Interesse, dass dieser Beschluss von dem Gesamtkomitee einstimmig gefasst worden ist. Einen überwiegenden Einfluss übte hierbei die nach den Vereinigten Staaten abgesandte Kommission aus, deren Mitglieder, wie der Bericht von Sabouret bemerkt, bei ihrer Abreise in der Mehrzahl dem Einphasensystem zuneigten, bei der Rückkehr dagegen ohne Ausnahme für hochgespannten Gleichstrom waren. Eine internationale Einigung in der Stromfrage biete nicht das geringste Interesse, da im gewöhnlichen Betrieb selbst die Dampflokomotive, die völlig freizügig ist, über die Grenzen nicht übergehe.

Die Frage der Schwachstromstörungen steht in der Begründung an erster Stelle. Die technische Kommission habe bei den Einphasenbahnen der Vereinigten Staaten, der Schweiz, Italiens und Frankreichs verwickelte, umständliche und häufig ungenügende Vorkehrungen gegen diese Störungen kennen gelernt. Das Einphasensystem böte zwar mit seiner hohen Fahrdrachtspannung den Vorzug, die Zahl der Unterwerke einzuschränken, doch habe man sich in den Vereinigten Staaten eben wegen der Schwachstromstörungen genötigt gesehen, ihre Anzahl zu erhöhen, d. h. sie bis auf etwa 10 km aneinanderzurücken (Norfolk & Western, Pennsylvania). Die französische Telegraphenverwaltung würde auf Verlangen der Einphasenbahnen zweifellos ihre Leitungen aus dem Störungsbereich fortrücken — aber auf Kosten der elektrischen Bahn. Bei der mit Gleichstrom elektrifizierten Pazifcibahn Chicago-Milwaukee-St. Paul (CMP) hätten die Vertreter der französischen Telegraphenverwaltung demgegenüber festgestellt, dass keinerlei Störungen stattfänden, demgemäss auch besondere Vorkehrungen zum Schutze der Schwachstromleitungen vorhanden seien.

Der zweite wichtige Punkt betrifft die Mehrfachbespannung der Züge. Die Fahrgeschwindigkeit und Zuglast in steilen Rampen werden durch die Dauerzugkraft der Lokomotiven bzw. Zugbeanspruchung der Kupplungen begrenzt. Erstere sei bei elektrischen Lokomotiven, denen die Energie in jeder Menge zugeführt werden kann, ohne weiteres zu steigern, und die Fahrgeschwindigkeiten werden bei Uebergang zu elektrischem Betrieb in der Tat überall erhöht. Die Kupplungsfrage könne durch die bei elektrischem Betrieb sehr bequeme Mehrfachbespannung der Züge ausgeschaltet werden, wie die mit Gleichstrom (CMP), Einphasendrehstrom (Norfolk und Western) und Drehstrom (Italien) betriebenen

Bahnen bewiesen. Bei Einphasenbahnen indessen habe die Kommission nirgends solche Mehrfachbespannung auf Bergstrecken angefounden. Das läge an den schwierigen Anfahrbedingungen, wenigstens bei Einphasenmotoren von 25 Per/s, wenn nicht völlige Uebereinstimmung in der Arbeit der verschiedenen Lokomotiven eines Zuges bestehe. Es wäre ja möglich, dass man über diese Mängel noch hinwegkommen werde, doch wäre das zur Zeit der Studien noch nicht der Fall gewesen, so dass der Einwand berechtigt sei, wo es sich um Gebirgsbahnen handle. Sabouret gibt bei dieser Gelegenheit einen von der Orléansbahn bearbeiteten Vorschlag zur Verständigung der Führer der in einem Zuge arbeitenden Maschinen untereinander bekannt. Diese Uebermittlung soll durch einen dem Bahnstrom im Zuge überlagerten Wechselstrom höherer Frequenz erfolgen.

Mit der Mehrfachbespannung hänge die Zugbeanspruchung der Kuppelungen eng zusammen, und hier wirft Sabouret mit Recht die Frage auf, um wieviel mehr man auf dem Kontinent zur Mehrfachbespannung der Züge übergehen müsse, wenn der Amerikaner bei einer viermal grösseren zulässigen Zugbeanspruchung der Kuppelungen zu diesem Mittel greife, um die Zuglasten zu verdoppeln und zu verdreifachen, so dass die Verdoppelung der Gleise oder Entlastungslinien entbehrlich würden.

Diese Ueberlegung leitet zum nächsten Punkt, dem Einzelaachsantrieb über, als dessen Vorzüge der Berichterstatter Verringerung des Achsdruckes und Bewegungswiderstandes, bessere Kurvenläufigkeit, Schonung des Gleises und Fortfall der Brückenverstärkungen hervorhebt.

Auch die Stromrückgewinnung auf der Fahrt im Gefälle führt Sabouret an, indem er besonders der damit erleichterten Stillstandsbremung gedenkt. Darauf geht er nach einigen Angaben über den Energieverbrauch der Bahn Chicago-Milwaukee-St. Paul auf die Unterhaltung des rollenden Materials der gleichen Bahnanlage ein. Der Uebergang zum elektrischen Betrieb ermöglichte hier, von fünf Lokomotivhallen und drei Reparaturwerkstätten je zwei aufzugeben. In der einzigen Werkstätte seien unter 275 Arbeitern nur 18 Elektriker beschäftigt. Dieser Werkstattbetrieb in Deer Lodge böte einen vorzüglichen Masstab für die Güte der Maschinen einerseits und die Organisation des Bahnbetriebes andererseits, welche beide bei elektrischer Zugförderung erheblich höher als bei Dampftrieb stünden. Hier war es, wo die technische Kommission ihre Einstimmigkeit in der Anerkennung des Betriebes mit hochgespanntem Gleichstrom feststellte.

Von allgemeinem Interesse ist dann die Frage

der Stromversorgung, die Sabouret nun in seinem Bericht behandelt. Als Primärenergie wäre, gleichgültig, welche Stromart man für die Zuförderung der drei grossen Bahngesellschaften auch gewählt hätte, schon mit Rücksicht auf die allgemeinen Stromverteilungsnetze des ganzen Landes nur Drehstrom von 50 Per/s in Betracht gekommen. Wie auch in Punkt 1 der oben angeführten, vom Minister bestätigten, Richtlinien zum Ausdruck gekommen ist, werden die Verteilungsnetze der Bahngesellschaften einen Teil des allgemeinen Netzes bilden und zur gegenseitigen unmittelbaren Aushilfe bereitstehen. Dieser Gesichtspunkt stehe heute tatsächlich bei der Elektrifizierung der Eisenbahnen an erster Stelle und im Vordergrund des volkswirtschaftlichen Interesses. Die Südbahn wird die Wasserkräfte der Pyrenäen, die PLM die der mittleren Rhone und der Alpen und endlich die Orléansbahn die der obern Dordogne und der Creuse sich und der Allgemeinheit dienstbar machen. Gegen Paris zu finde das dort im Ausbau begriffene Dampfkraftwerk in Gennevilliers Anschluss. Auf diese Weise entstehe ein Stromversorgungskomplex von grosser nationaler Bedeutung (vgl. Abb. 3).

Für den Gleichstrom der Fahrleitungen kam anfänglich die Spannung von 2400 V in Betracht, doch entschied man sich dann endgültig für 1500 V, weil die Berechnungen für beide Spannungen im grossen ganzen die gleichen Anlagekosten ergaben. Man habe damit auch eine Grenze erreicht, bei der sich noch als Zuleitung die dritte Schiene verwenden lasse, die es ermögliche, an Stelle ausländischen Kupfers inländischen Stahl zu verarbeiten.

#### 4. Spanien.

Spanien hat bis jetzt mit zwei Anlagen in der Elektrifizierung von Hauptbahnen einen Anfang gemacht:

1. Die Südbahn setzte 1911 die 22 km lange Gebirgslinie Gergal-Santa Fé in Betrieb, wozu sie der damaligen Zeitströmung folgend Drehstrom wählte. Auf der Linie verkehren gleichzeitig immer zwei Züge, bergan mit 150 t, bergab (28 Promille max. Gefälle) mit 450 t und Stromrückgewinn. Das Dampfkraftwerk hat nur die Energie der Anfahrt zu liefern.

2. Im Norden des Landes wird soeben die Elektrifizierung der Strecke Busdogno-Pola de Lena der Linie Léon-Gijon beendet, gleichfalls von Gebirgscharakter (20 Promille max. Steigung) mit Kohlenförderung. Obwohl hier aus bestimmten Gründen Mehrfachbespannung der Züge nicht in Frage kam, die Züge also nur mit je 1 Lokomotive gefördert werden, hat man doch eine solche Steigerung der Förderleistung erzielt, dass man von einer Verdoppelung der Gleise oder dem

Einbau weiterer Ausweichgleise absehen konnte. Man hat für diese Linie mit Rücksicht auf ihren späteren Einschluss in ein noch zu elektrifizierendes Bahnnetz hochgespannten Gleichstrom (3000 V) mit Stromrückgewinn gewählt.

#### 5. Schweden, Norwegen und Dänemark.

Den Bericht über diese Länder erstattete M. J. Oefverholm, Chef der elektrischen Abteilung der Schwedischen Staatsbahnen. In den nordischen Ländern Europas hatten wegen der Kohlenarmut schon frühzeitig Bestrebungen zur Einführung des elektrischen Betriebes auf den Eisenbahnen eingesetzt. Schweden voran hat von Zeit zu Zeit grosse Entwürfe in dieser Richtung aufgestellt, ohne dass es indessen zu entsprechenden Ausführungen gekommen wäre. Im Jahre 1899 wurde eine königliche Kommission damit betraut, den Wasserkraftbedarf für die Staatsbahnen festzustellen, um diese Energie für den genannten Zweck mit Beschlag zu belegen. Ihre Arbeit war 1902 beendet, und 1903 ging man an den Bau einer Versuchslinie. 1906 stellte der Reichstag die Gelder für den Erwerb der benötigten Wasserkräfte bereit. 1907 waren die Versuche beendet, worauf 1910 ein Entwurf für die Elektrifizierung eines grösseren Abschnittes der Reichsbahnen, nämlich die Strecke Kiruna—Riksgränsen für Einphasen-Wechselstrom aufgestellt wurde. Man stand hier seinerzeit vor der Frage, zur Erhöhung der Förderleistung dieser Erztransportbahn entweder die Gleise zu verdoppeln oder elektrischen Betrieb einzuführen, durch den zugleich die Schwierigkeit der Befahrung des Tunnels Abisko—Riksgränsen behoben werden konnte. Nachdem der Reichstag die Eisenbahnverwaltung mit der Elektrifizierung dieser Strecke und die Wasserfallverwaltung mit dem Ausbau der Porjusfälle beauftragt hatte, konnte die Riksgränsenbahn 1910 den Betrieb aufnehmen und 1915 alle Züge elektrisch fahren. Seit dieser Zeit arbeitet diese Linie nach Ueberwindung einiger Störungen an der Fahrleitung und an den Lokomotiven ohne Unterbrechung.

1917 wurde die Verlängerung der Riksgränsenbahn nach Süden bis Svartön und die Elektrifizierung der Linie Kiruna—Nattavaara beschlossen. Der hier schon teilweise aufgenommene Betrieb werde 1922 vollständig durchgeführt sein. Gleichzeitig werde dann auch auf der norwegischen Seite die Elektrifizierung von Riksgränsen bis zu den Seehafen Narvik beendet werden.

Die Riksgränsenbahn arbeitet mit Einphasen-Wechselstrom von 16000 V Fahrdrabt- und 80000 V Fernleitungsspannung. Auf der 130,5 km langen Gesamtstrecke sind 13 Transformatorunterwerke aufgestellt, so dass auf ein Unterwerk im Mittel eine Strecke von 10 km kommt. Ende 1921 waren 45 Lokomotiven und 2 Triebwagen in Betrieb.

Bei der Elektrifizierung weiterer Dampflinien suchte man nun von solchen des grössten Kohlenbedarfs auszugehen und wählte hiezu die Strecken Stockholm-Göteborg, Järna-Malmö und Stockholm-Brücke. Wasserkraft würde für die erstere in den Trollhättan-Fällen genügend vorhanden sein. Bei diesen Linien hat man sich ebenfalls für Einphasenwechselstrom entschlossen. Die Bewilligung der Gelder für die Elektrifizierung der zuerst in Angriff zu nehmenden Strecke Stockholm-Göteborg machte der Reichstag indessen von den Bedingungen abhängig, dass der Strom zu einem niedrigen Preise abgegeben werde, und dass die Telegraphen- und Telephonanlagen durch den Bahnstrom nicht gestört würden. Für diese Untersuchung sind zwei Königliche Kommissionen eingesetzt worden; sie haben einen Bericht über die Schwachstromstörungen schon geliefert und sind jetzt damit beschäftigt, auf Grund verschiedener Besichtigungen auswärtiger Bahnen einen zweiten zu bearbeiten. Da im Berichtsjahr (1921) der Preis der Kohle unerwarteterweise gefallen ist und das nötige Kapital schwer aufzubringen war, habe man die weiteren Elektrifizierungen einstweilen aufgeschoben, um sich vor der Hand mit den erforderlichen Berechnungen und Veranschlagungen zu beschäftigen.

Die Tätigkeit der schwedischen Privatbahnen auf dem Gebiete der Elektrifizierung war nicht unerheblich. Es wurden für den elektrischen Betrieb gebaut bzw. eingerichtet die Linien:

- 1893: Stockholm-Djursholm,
- 1906: Hälsingborg-Raa-Ramlösa,
- 1908: Borensberg-Klockrike,
- 1913: Stockholm-Saltsjöbaden,
- 1915: Linköping-Fagelsta und Fornasa-Motala,
- 1916: Lund-Björred,
- 1921: Karlstad-Munkfors und Hagfors-Filipstad sowie Deje-Filipstad.

Alle diese Linien sind verhältnismässig kurz; sie arbeiten mit Einphasen-Wechselstrom bzw. Gleichstrom.

In Norwegen wurden 1908 die Privatbahnen Thamshavn-Lökken im Trandjemer Bezirk (Erzförderung) und 1911/12 die Rjukanbahn elektrifiziert, von welcher letzteren die Strecke Notodden-Tinneset von den Norwegischen Staatsbahnen übernommen worden ist. Die Staatsbahn selbst war im Berichtsjahr damit beschäftigt, die Linie Kristiania - Drammen und Riksgränsen - Narvik zu elektrifizieren. Alle diese Linien werden mit Einphasenwechselstrom betrieben. Die Thamshavnbahn und Rjukanbahn empfangen Drehstrom, der mit Frequenzformern (Motorgeneratoren) in Einphasenstrom von

6000 V bzw. 10,000 V umgewandelt wird. Die Kristiania-Drammen-Bahn hat nicht nur bedeutenden Vorortsverkehr, sondern auch starken Güterbetrieb. Es sind 24 Lokomotiven B + B und 1 — B + B — 1 im Betrieb, und es werden auch die Vorortzüge mit Lokomotiven gefahren.

Für weitere Elektrifizierungen hat der norwegische Staat eine Anzahl von Wasserkraften erworben.

(Schluss folgt.)



## Neueres über Fundationsarbeiten.

Von Dr. G. Lüscher, Ing., Aarau.

Bei der Rekonstruktion unterkolkter Turbinenfundamente beim Elektrizitätswerk der Stadt Aarau haben verschiedene ungünstige Umstände zur Anwendung eines neueren Verfahrens geführt, das ein weiteres Interesse beanspruchen dürfte.

Die Zentrale dieses Elektrizitätswerkes nützt das Aaregefälle zwischen dem Unterwasserkanal des Werkes Olten-Gösgen und der Kettenbrücke in Aarau aus mit 5 bis 6,5 m bei Hoch- bzw. Niederwasserstand. Sie umfaßt eine alte Anlage I und eine neue II. Die Turbinenanlage I wurde in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von einer englischen Textilgesellschaft erbaut, aber von dieser nie benützt, sondern an die Zement-Kalk-Fabrik Fleiner & Cie. übertragen, die damit bis Ende der neunziger Jahre mit etwa 100 PS ihre Mühlen betrieb. Dann installierte die Stadt Aarau neben dieser sog. Fleinerschen Turbine eine weitere für ihr Elektrizitätswerk; durch spätere Erweiterungen stieg die Anzahl auf vier mit einer Leistung von 5000 PS. An diese alte Zentrale I wurde in den Jahren

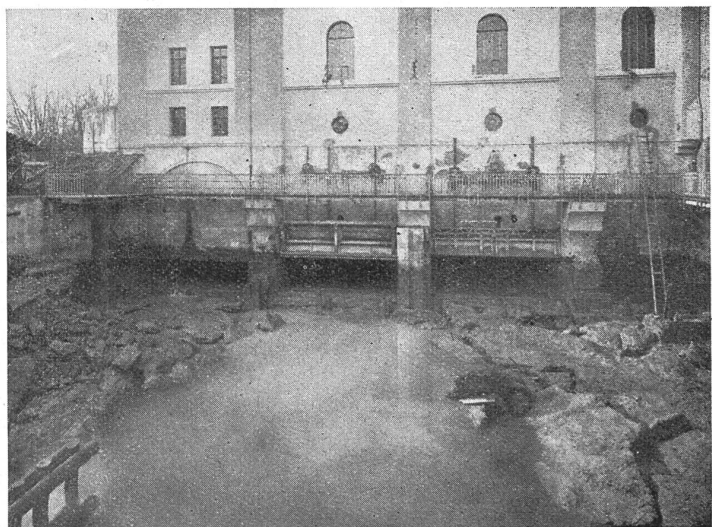


Abb. 1. Trocken gelegter Unterwasserkanal.