

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 13 (1920-1921)

**Heft:** 7-8

**Artikel:** Der gegenwärtige Stand der Elektrifizierung der österreichischen Staatsbahnen [Fortsetzung]

**Autor:** Dittes, Paul

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-919863>

### **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:** 19.02.2025

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

sammelbecken fast gänzlich zur Entleerung kamen. So lag die gewaltige Eder-Talsperre, eines der grössten Staubecken des Kontinents, das sonst 220 Millionen m<sup>3</sup> Wasser fasst, Ende November beinahe völlig trocken da. Durch den starken Wassermangel war die Elektrizitätsversorgung für weite Gebiete zum Teil ganz unterbunden, manche Betriebe entweder still gelegt oder nur in sehr beschränktem Umfang weiter betriebsfähig. Die Folgen der langen Trockenzeit im Oktober und November vergangenen Jahres zeigten sich um so schärfer, als die vorausgegangenen Monate August und September ebenfalls nur verhältnismässig geringe Regenmengen brachten; überhaupt war das ganze Jahr 1920 ein eigentliches Trockenjahr. Es beträgt zum Beispiel bis Ende Dezember die gesamte Niederschlagshöhe von Zürich nur 737 mm; sie zählt wie die Jahresmenge von 1911 (736 mm) und diejenige von 1865 (737 mm) zu den geringsten der letzten 60 Jahre.

Ungewöhnliche meteorologische Erscheinungen haben stets das Interesse weiter Kreise erweckt und daneben auch dem Studium der Witterungskunde vielfach Vorschub geleistet; denn sie regen zu Erhebungen an, die sonst meist unterbleiben würden. Jetzt schon ein Gesamtbild der letztjährigen abnormen Trockenzeit-Erscheinung zu entwerfen, ist kaum möglich, denn wir kennen weder die räumliche Ausdehnung des Phänomens genau, noch auch die entgegengesetzte Abweichung — der Niederschlagsüberschuss, der sich als Ausgleich meist daneben zu legen pflegt. Vermutlich liegt dieses Kompensationsgebiet mit übernormaler Nässe weit im Südwesten und Süden der Alpen.

Für die Leser dieser Zeitschrift mag es von Interesse sein, zu erfahren, was für enorme Unterschiede im Niederschlagsregime diesseits der Alpenscheide, im Laufe langer Jahre, vorkommen können. Die Niederschlagssumme (Oktober + November) trockener Herbste beträgt für Zürich

in den Jahren	1920	1897	1884	1908	1907	1906	1918	1899	1887
mm Niederschlagshöhe:	8	34	66	69	74	77	78	88	91

Diesen trockenen Herbsten gegenüber stehen die berühmten nassen, sie liefern für Zürich im Jahre

1875	1882	1870	1885	1917	1868	1880	1903	1872	
in mm Wasserhöhe:	384	342	281	249	245	238	236	230	228

Es sind Kontraste, die man in unserm klimatischen Bereich kaum für möglich halten würde.

Welches die letzten Ursachen der jüngsten grossen Trockenzeit im Herbst 1920 sind, ist uns leider nicht bekannt; mit den Sonnenflecken oder sonstigen kosmischen Vorgängen hängt sie jedenfalls nicht zusammen. Die Wetterkarten zeigten wohl im Osten und Norden des Erdteils während Oktober und November ungewöhnlich intensive andauernde Hochdrucklagen, durch sie allein lässt sich aber die Armut an Wasserdampf in der Atmosphäre über der Alpenzone

kaum genügend erklären. Die lange Trockenzeit zählt mit zu den merkwürdigen Niederschlagsschwankungen, die seit einem halben Jahrhundert bei uns diesseits der Alpenscheide zur Erscheinung kamen. Wir können deren Auftreten bis heute nur sorgfältig registrieren und müssen es der Zukunft überlassen, aus der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre ihre Ursache abzuleiten.

Es ist bemerkenswert, in welchem Masse die letzten 30 Jahre in der Nordostschweiz eine fast zusammenhängende relative Trockenzeit markieren. Es zeigt sich, dass seit dem Beginn des Jahres 1891 die mittlere jährliche Niederschlagshöhe in genanntem Landesstrich selten mehr erreicht wird. Für Zürich beträgt die mittlere jährliche Regenmenge (berechnet aus den letzten 50 Jahren) rund 1120 Millimeter. Als fünfjährige Mittel der Niederschlagshöhe, ausgedrückt in Prozenten dieses langjährigen Mittels, ergibt sich nun für die Zeit

Prozentuale Niederschlagshöhe	von 1866—70	1871—75	1876—80	1881—85	1886—90	
	0/0	101	106	123	105	109
	von 1891—95	1896—1900	1901—05	1906—10		
	0/0	86	92	94	93	
		von 1911—15	1916—20			
		0/0	89	89		

Diese kleine Tafel zeigt deutlich, dass seit etwa 30 Jahren bei uns in Zürich die jährliche Niederschlagsmenge, im Mittel der Jahrfünftel, nie mehr erreicht wurde, wie dies von 1866—1890 des öftern der Fall gewesen war. Es ist dies eine auffällige Erscheinung, die einer besondern Untersuchung wohl wert erscheint. Unzweifelhaft werden die nächsten Jahre wieder den entsprechenden Ausgleich bringen müssen.



### Der gegenwärtige Stand der Elektrifizierung der österreichischen Staatsbahnen.

Auszug aus dem Vortrag, gehalten in der Vollversammlung des Österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereins am 27. März 1920 von Ministerialrat Ing. Paul Dittes, Direktor des Elektrifizierungsamtes der österreichischen Staatsbahnen.

(Fortsetzung.)

Das Einzugsgebiet des Spullerseebeckens umfasst einen Flächenraum von 10,7 km<sup>2</sup>, die mittlere jährliche Niederschlagshöhe des Einzugsgebietes beträgt rund 2050 mm; unter Zugrundelegung eines Abflusskoeffizienten von 75 Hundertstel ergibt sich eine mittlere jährliche Abflussmenge von 17,25 Millionen Kubikmeter.

Die Oberfläche des Sees auf der Höhe 1795,3 beträgt rund 18,4 ha, sein Inhalt ungefähr 2 Millionen Kubikmeter bei einer grössten Tiefe von 19 m. Dadurch, dass der Wasserspiegel des Sees durch zwei an der nördlichen und südlichen Seeschwelle zu errichtende 30 bzw. 20 m hohe Sperrmauern von 1795,3 auf 1823,7 m, also um rund 28 m gespannt wird, erhält das Seebecken einen Inhalt von 13,5

Millionen m<sup>3</sup>, wobei die erzeugte Stauspiegelfläche rund 54 ha umfasst. Die Wasserfläche des gestauten Beckens reicht mit einer Zunge in das Tal des Alpbaches und bedeckt die Almhütten des Klösterlestaffels, der verlegt werden muss.

Da in den ersten Jahren des Betriebes des Spullerseeerwerkes der volle Stauinhalt noch nicht benötigt wird, sollen die Staumauern im ersten Ausbau bloss auf eine solche Höhe ausgeführt werden, dass der Seespiegel um 10 m gehoben und der Seeinhalt auf 4 Millionen m<sup>3</sup> gebracht werden kann. Die weitere Erhöhung der Sperrmauern wird erfolgen, sobald es die zunehmende Werksbelastung erfordert. Durch diesen Vorgang, dem natürlich die Bauweise der Sperren angepasst werden muss, wird der unter den heutigen Verhältnissen besonders wichtigen Forderung Rechnung getragen, nicht nur die maschinelle und elektrische Einrichtung, sondern auch die baulichen Herstellungen der Kraftwerke soweit als möglich ihrer jeweiligen Ausnutzung, d. h. also der allmählich zunehmenden Ausdehnung und Verkehrsleistung der von ihnen mit Energie zu versorgenden Eisenbahnlinien, anzupassen.

Der 1,8 km lange Druckzulaufstollen ist für eine grösste Wasserführung von 6 m<sup>3</sup>/sek. bemessen. Er durchschneidet den aus Kalksteinschichten der Trias- und Juraformation aufgebauten Gebirgsstock der Grafenspitze und endigt in einem Pufferschacht oder Wasserschloß, von dem die Druckleitung zu dem Werksgebäude nächst der Station Danöfen führt. Ob diese Leitung, die in ihrem untersten Teile einen Druck von rund 80 Atmosphären aufweisen wird, aus obertags auf Betonfundamenten verlegten stählernen Rohren oder aus einem durch den Berg getriebenen geneigten, mit bewehrtem Beton ausgekleideten Schacht von kreisförmigem Querschnitt bestehen soll, ist eine noch nicht entschiedene äusserst interessante Frage, deren Beantwortung nach eingehender Untersuchung aller einschlägigen geologischen, technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte demnächst erfolgen muss. Sollte die Entscheidung zugunsten eines Druckschachtes fallen, der übrigens an seiner Innenfläche eine Eisenhaut erhalten müsste, dann würde damit ein im Hinblick auf das Gefälle von 800 m auf der ganzen Erde einzig dastehendes Bauwerk geschaffen.<sup>1)</sup>

Das Kraftwerk soll im vollen Ausbau sechs Maschinensätze zu 8000 PS. enthalten; zunächst werden deren drei zur Aufstellung gelangen.

Die Bauten für das Spullersee-Kraftwerk gliedern sich der Lage nach in drei Gruppen: die erste Gruppe umfasst die Arbeiten nächst dem Spullersee, also die Herstellung des Absenkungstollens, der Staumauern, der Wasserfassung und des anschliessenden Stollenteiles, verschiedene Wegherstellungen und die Alpbachverbauung. Die zweite

Gruppe bildet der gegen den Pufferschacht zu gelegene Teil des Hauptstollens, das Wasserschloß selbst und der obere Teil der Druckleitung bis herab zur Station Danöfen, sowie die Anlage der Seilbahn. Zur dritten Gruppe gehören die Bauten, die sich um das Krafthaus anordnen, also das Krafthaus selbst, der unterste Teil der Druckleitung bis zum Krafthaus, der Unterwasserkanal, die Wohn- und Nebengebäude.

Den Bauerfordernissen kann nur durch die Anlage einer Schwebeseilbahn, die die Station Danöfen mit dem Spullersee verbindet, entsprochen werden.

Diese Schwebeseilbahn, deren Ausführung der Firma Waagner, Biro & Kurz übertragen wurde, hat eine Länge von ungefähr 2800 m; der von ihr zu überwindende Höhenunterschied beträgt 735 m. Die stündliche Leistung der Bahn stellt sich auf 4000 kg.

Die Notwendigkeit der Beförderung von Baumaterialien von der Station Danöfen zum Wasserschloß und zum anschliessenden Stollen, ferner zu den Baustellen längs der Druckleitung und zu dieser selbst, bedingt die Anlage eines verlässlichen und leistungsfähigen Beförderungsmittels. Die günstige Bodengestaltung und die anderwärts gemachten Erfahrungen liessen einen Schrägaufzug als zweckmässigste Lösung erscheinen. Dieser Schrägaufzug wird durch die Firma Pohlig ausgeführt und auch zur Beförderung der im Tale wohnhaften Mannschaft verwendet werden.

Der Schrägaufzug wird als Dreischienenbahn mit einer Ausweiche in der Mitte ausgeführt und hat eine Länge von 1060 m, horizontal gemessen, was bei einem Neigungswinkel von 33° einer schiefen Länge von 1340 m entspricht. Der Höhenunterschied zwischen Tal- und Bergstationen beträgt 700 m.

Für die Bewältigung der umfangreichen Sprengarbeiten in den Stollen und in den Fundamenten werden Druckluftanlagen erforderlich, eine nächst der Station Danöfen für die Felssprengungen im Stollen und im Pufferschacht und für den in der Nähe des Bahnhofes gelegenen Steinbruch, die zweite in der Nähe der Staumauer am Spullersee.

In allen Baubereichen werden zur möglichsten Ausschaltung der Handarbeit Baumaschinen zur Aufstellung gelangen, insbesondere Betonmischmaschinen, Schotterquetschen und Sandmühlen, Mörtelmischmaschinen und Aufzüge verschiedener Arten.

Die ausgedehnte Anwendung von Baumaschinen, deren Kraftbedarf sich zur Zeit des Höchstbetriebes auf etwa 330 PS. stellen wird, machte die Sicherstellung einer Kraftquelle nötig. Nach eingehendem Studium der einschlägigen Verhältnisse wurde der Ausbau des bestehenden Kraftwerkes der Montafonerbahn am Litzbach als zweckmässigste und am raschesten zum Ziele führende Lösung beschlossen. Der Ausbau dieser Zentrale durch Aufstellung eines neuen 400pferdigen Maschinensatzes, die Herstellung einer

<sup>1)</sup> Anmerkung der Redaktion: Das in den Jahren 1912—1915 erstellte Elektrizitätswerk Fully in der Schweiz hat ein Gefälle von 1650 m.

Transformatorstation in Schruns, die Führung einer 13 km langen Hochspannungsleitung von Schruns nach Danöfen und von hier zu den einzelnen Arbeitsstellen ist im Gange.

bei der Wasserentnahme und die Fundamentausrüche für die Staumauer in Angriff genommen werden.

Bei den Geländeaufnahmen für das Spullersee-Kraftwerk wurde das stereophotogrammetrische Verfahren im weitestgehenden Masse verwendet. Es hat sich bei dem überaus schwierigen, zum Teil unzugänglichen Gelände und bei der Kürze der für die Detailaufnahmen des Sees, der Stollen- und Rohrleitungsstrasse zur Verfügung stehenden Zeit glänzend bewährt. Aus den von der Stereographie Ges. m. b. H. durchgeführten Arbeiten sind auch die Abbildungen 5 und 6 entstanden.

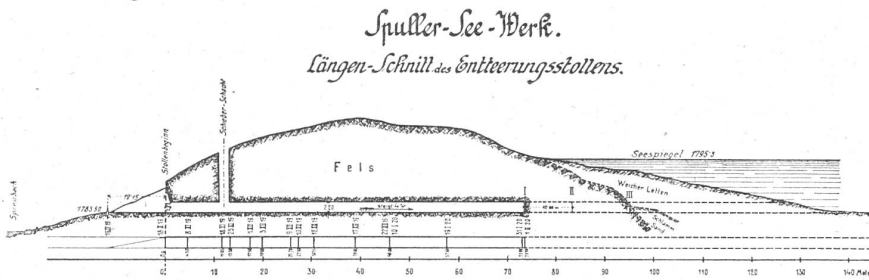


Abb. 4. Längenschnitt des Stollens zur Absenkung des Spullersees.

Um die langwierigen und umfangreichen Bauarbeiten für die Staumauer und für die Wasserentnahme am Spullersee und den Vortrieb des Stollens vom See aus beginnen zu können, ist die Absenkung des Seespiegels um ungefähr 12 m erforderlich. Diesem Zweck dient ein Entleerungsstollen (siehe Abb. 4), der also die dringendste Bauarbeit beim Spullerseewerk darstellt. Dieser Stollen wurde am 18. Oktober 1919 angeschlagen; trotz arger Ungunst der Witterung und der Verpflegungsverhältnisse und trotz einem Lawinenunglück, wurden die Arbeiten den ganzen Winter mit einer kurzen Unterbrechung betrieben, so dass im Frühjahr die Seeabsenkung erfolgen kann. Die vor kurzem vorgenommenen Peilungen haben auf der Seeseite eine grosse Überlagerung der tief gelegenen Dolomitschicht mit weichem Schlamm erwiesen. Es wird deshalb die weitere Arbeit mit aller Vorsicht erfolgen müssen. Bis II (siehe Längenschnitt Abb. 4) erfolgte der Vortrieb wie gewöhnlich, auf der Strecke II bis III werden nach jedem zweiten Angriff am First 1,8 m lange schräge Probelöcher gebohrt werden. Mit dem Entleerungsstollen gelangt auch der provisorische Schieberschacht samt den Schützenzügen zur Ausführung. Die Schützen müssen vor dem Stollendurchschlag eingebaut sein; mit ihnen wird dann die Regelung des Wasserablaufes während der Absenkung des Seespiegels erfolgen. Der Stollendurchschlag dürfte Ende April erfolgen, so dass anfangs Mai mit der Seeabsenkung begonnen werden könnte. Nach erfolgter voller Absenkung des Sees können der Vortrieb des Hauptstollens vom See aus, die Arbeiten

Nächst den Kraftwerken kommt den Anlagen zur Übertragung der Energie zu den Triebfahrzeugen, also den Leitungsanlagen und den Transformatorstationen die grösste Bedeutung zu. Hier musste die Tätigkeit der Staatsbahnverwaltung zunächst auf die Aufstellung der Detailprojekte für die Strecke Innsbruck-Landeck-Bludenz und Stainach-Irdning-Attnang-Puchheim, die Einleitung und Durchführung der politischen Begehung und der Enteignungsverhandlungen sowie auf die Offertausschreibungen gerichtet sein. Der weitaus überwiegende Teil dieser technischen Vorarbeiten wurde unter Mitwirkung der grossen elektrotechnischen Firmen bereits durchgeführt. Nebenbei war aber das Elektrifizierungsamt bestrebt, auch mit den wirklichen Bauarbeiten der elektrischen Streckenausrüstung im Vorjahre wenigstens den Anfang zu machen. Sowohl auf der Arlberg- als auch auf der Salzkammergutstrecke wurden im Herbst und Winter eine grössere Anzahl eiserner Fahrleitungsmaste aufgestellt, bis die Arbeiten mit Rücksicht auf die Witterungsverhältnisse unterbrochen werden mussten. Die Wiederaufnahme des Leitungsbaues auf den genannten Strecken, selbstverständlich in wesentlich verstärktem Masse, steht mit dem Eintritt der günstigen Baujahreszeit unmittelbar bevor. Der durch die Einführung der elektrischen Traktion bedingte Umbau der staatlichen und bahneigenen Schwachstromleitungen, die infolge An-

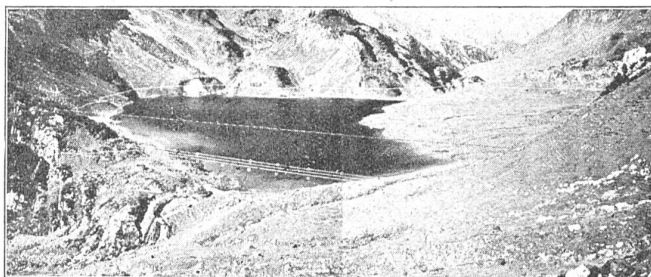


Abb. 5. Spullersee vom Süden.



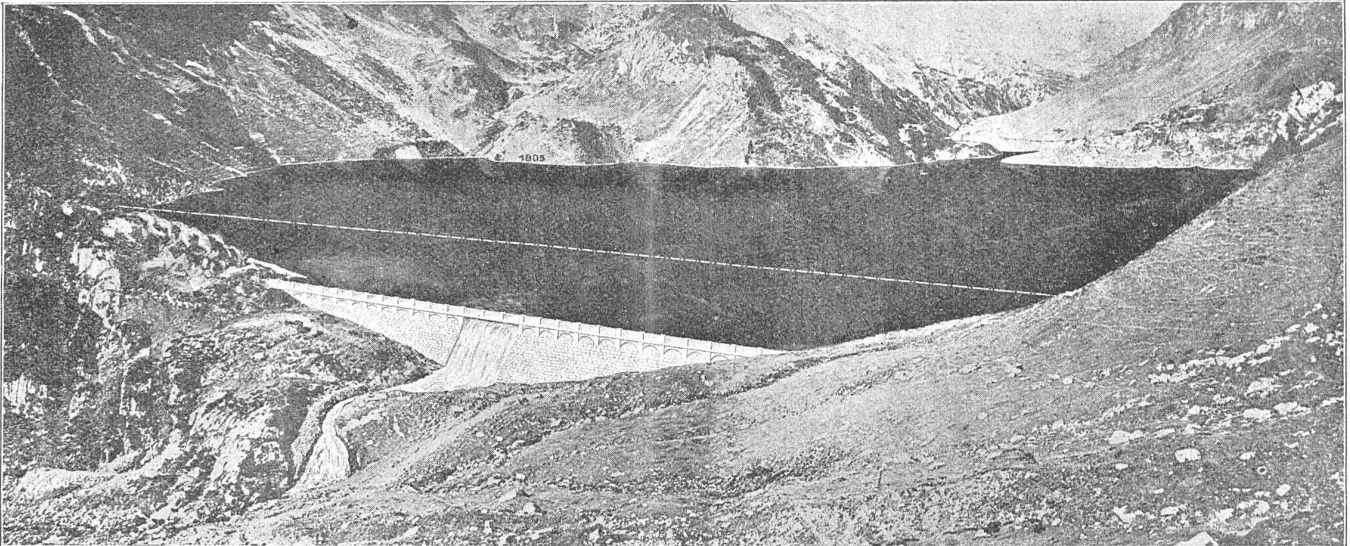


Abb. 6. Spullersee; Darstellung der künftigen Sperrmauer und des Seespiegels bei einer Stauung auf 1805 m; die strichlierte Linie stellt die Mittellinie der Dammkrone bei Vollausbau der Sperrmauer (Seespiegelhöhe 1823,7 m) dar.

bringung der Fahrleitungen an eisernen Brücken erforderlichen Rekonstruktionen sind ebenfalls eingeleitet, letztere zum Teil an die Eisenbauwerkstätten bereits vergeben.

Bis jetzt sind zwei Typen elektrischer Lokomotiven zur Bestellung gelangt, und zwar eine schwere Gebirgsschnellzugslokomotive der Achsanordnung  $1C + C1$  und eine leichtere Personenzugslokomotive  $1C1$ .

Die  $1C + C1$ -Lokomotiven, von denen zunächst drei Stück bei den österreichischen Brown-Boveri-Werken, bzw. der Wiener Lokomotivfabrik-A.-G. bestellt wurden, sind für die Beförderung der Schnellzüge und der schweren durchgehenden Personzüge auf der Arlbergstrecke bestimmt. Sie müssen auf der Ostrampe mit grössten Steigungen von  $26,4\text{‰}$  Züge von 360 t mit 50 km/h, auf der Westrampe mit grössten Steigungen von  $31,4\text{‰}$  Züge von 300 t mit 45 km/h ziehen können. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 65 km/h.

Die Lokomotiven sind Doppeldrehgestell-Lokomotiven mit je drei gekuppelten Achsen in jedem Drehgestell und einer Laufachse an jedem Lokomotivende. Der auf beide Drehgestelle aufgesetzte Mittelteil enthält den Transformator und die beiden Führerstände. Jedes Drehgestell enthält zwei als Doppelmotoren ausgebildete Einphasen-Reihenschlusskollektormotoren, die mit einer Zahnradübersetzung auf eine Blindwelle arbeiten.

Jeder Motor ist für eine Dauerleistung von 370 kW. und eine Stundenleistung von 460 kW. bei 575 V,  $16\frac{2}{3}$  Perioden und 640 Uml./Min. gebaut. Die Dauerleistung der Lokomotive beträgt bei 50 km/h zirka 1850 PS. und kann vorübergehend bis über 3000 PS. am Umfang der Triebräder gesteigert werden.

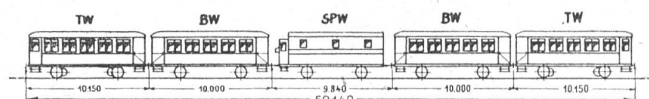
Die Lokomotiven der Bauart  $1C1$  sind als sogenannte „Mittellokomotiven“ für die Beförderung

von Schnell-, Personen- und Güterzügen auf Strecken mit stark wechselnden Neigungsverhältnissen, mit unausgeglichenem Längenprofil, in erster Linie für die Strecke Stainach-Attnang, dann aber auch für die leichteren Personenzüge auf der Strecke Innsbruck-Landeck bestimmt. Die Stundenleistung dieser mit zwei Motoren ausgerüsteten Lokomotiven wird rund 1000 PS. bei 35 km Geschwindigkeit, die Höchstgeschwindigkeit rund 70 km, das Gesamtlokomotivgewicht rund 68 t betragen. Zwölf dieser Lokomotiven wurden bei der A. E. G.-Union Elektrizitätsgesellschaft bestellt; den mechanischen Teil wird die Lokomotivfabrik der St. E. G. liefern.

Gewissermassen als Vorläufer der Elektrifizierung kann man die vom Elektrifizierungsamte Ende vorigen Jahres bewirkte versuchsweise Beschaffung von drei Akkumulatoren-Triebwagenzügen betrachten, die — unabhängig von einer Oberleitung — dazu bestimmt sind, noch vor einer weitausgreifenden Elektrifizierung der Staatsbahnen in bescheidenem Umfange und in den diesem Verkehrsmittel gezogenen technischen und wirtschaftlichen Grenzen die Bedürfnisse des kleinen Lokalverkehrs, hauptsächlich des Arbeiter- und Schülerverkehrs in der unmittelbaren Umgebung mittelgrosser Städte besser als derzeit zu befriedigen. Gleichzeitig wird durch die Indienststellung dieser Züge eine gewisse Kohlenersparnis erzielt werden, indem die zum Betriebe notwendige

### Speichertriebswagenzug der öst. Stb.

Sitzplätze: (2 Triebwagen zu 44 und 2 Beiwagen zu 44) 176  
Stehplätze: (2 „ „ 29 „ 2 „ „ 36) 130  
Gesamt-Fassungsvermögen 306



Gewicht: TW (2 Motoren zu 47 s PS) leer 13.200 kg, vollbesetzt 18.310 kg  
BW " " " " 10.400 " " " 16.000 "  
SPW (ohne Batterie) 40.000 kg, mit Batterie 29.800 kg  
Gesamtzugsgewicht: leer 77.000 kg, vollbesetzt 98.420 kg

Fahrtgeschwindigkeit:  
auf horizontaler Strecke 35 km  
auf  $10\text{‰}$  Steigung 25 km  
Höchstgeschwindigkeit 50 km

Abb. 7. Speichertriebswagenzug der österreichischen Staatsbahnen.

elektrische Energie aus Wasserwerken entnommen werden soll. Um diese Triebwagenzüge möglichst bald in Verkehr setzen zu können, werden sie aus vorhandenen, entsprechend umzugestaltenden Wagen gebildet (s. Abb. 7).

Die Herstellungen an mechanischen Teile der Wagen werden in der Staatsbahnwerkstätte St. Pölten besorgt, die elektrische Ausrüstung wird von der A. E. G. Union-Elektrizitätsgesellschaft, die Akkumulatorenatterie von der Akkumulatorenfabrik A.-G. geliefert.

Die Triebwagenzüge werden wahrscheinlich auf den Strecken Innsbruck-Telfs, Salzburg-Hallein und Linz-Wels in Verkehr gesetzt werden. Diese Strecken eignen sich hiezu wegen der Art des Verkehrsbedürfnisses, ihrer Länge und Neigungsverhältnisse und wegen der Möglichkeit, den Ladestrom aus Wasserkraft-Elektrizitätswerken zu beziehen.

(Schluss folgt.)



### Der Wasserwirtschaftsplan des Tössgebietes.

Im Auftrage des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes hat J. Büchi, beratender Ingenieur für Wasserkraftanlagen, in Zürich, einen Wasserwirtschaftsplan für das Tössgebiet aufgestellt; für den geologischen Teil der Untersuchung wirkte Dr. J. Hug in Zürich mit.

Die Töss charakterisiert sich als ein Gewässer, das von seinem Austritt aus dem eigentlichen Quellgebiet bei Bauma an bis hinunter zum Rhein, also auf die ganze Länge des eigentlichen Tössstals für Wasserkraftzwecke sehr stark ausgenützt wird. Volle 76 % des Gefälls dieser Strecke sind für Kraftanlagen verwertet. Insbesondere von Turbental bis Sennhof und von Töss bis Rorbas folgt ein Werk auf das andere, ohne jeden Unterbruch. Einige dieser übrigen kleineren Werke sind durch Stauweiher ergänzt oder besitzen Oberwasserkanäle, die bis zu einem gewissen Grad als Wasserspeicher benützt werden können. Diese generellen Verhältnisse haben dem Wasserwirtschaftsplan bestimmte Richtlinien gewiesen: Einerseits reduzieren sich die nicht ausgenützten Strecken auf das kleine eigentliche Einzugsgebiet oberhalb Bauma und auf einzelne kürzere Zwischenstrecken zwischen Bauma und Turbental, Sennhof und Töss, Rorbas und Freienstein. Es konnte sich also bei der Untersuchung der Wasserkraftverhältnisse im wesentlichen nur darum handeln, diese noch nicht ausgenützten Strecken durch Projektierung weiterer Gefällstufen in die Ausnützung einzubeziehen und das Ganze durch Anlage einiger Saisonspeicher, die jetzt im Tössgebiet noch vollständig fehlen, zu ergänzen. Eine Zusammenfassung einer Anzahl von bestehenden Werken zu einheitlichen grösseren Kraftstufen verbot sich aber, weil die Gestehungskosten solcher Kräfte gegenüber der Konkurrenzkraft viel zu gross wären. — Andererseits bereitete die weitgehende Ausnützung und Tagesaufspeicherung ziemlich grosse Schwierigkeiten, um die verfügbaren Wassermengen und deren Verlauf einigermaßen einwandfrei zu bestimmen; denn der natürliche Abfluss wird durch künstliche und mehr oder weniger willkürliche Eingriffe tagsüber stark verändert, und der Abfluss ist im Verlauf der Jahre wegen der Anpassung an die veränderte Arbeitsweise in den Fabriken weitem Schwankungen unterworfen gewesen. — Endlich führt die stark verschotterte Tössstalmulde auf dem grössten Teil ihrer Länge ein erhebliches und wertvolles Grundwasser, das besonders für die Stadt Winterthur bereits stark herangezogen wird und ohne Zweifel dazu ausersieht, in Zukunft noch viel stärker herangezogen zu werden.

Die Abflussverhältnisse sind in der Weise bestimmt worden, dass man auf Grund verschiedenartiger

aber zu wenig weitreichend verfügbarer Pegelbeobachtungen und privater Wassermengenangaben und durch den Vergleich dieser Erhebungen mit den Niederschlagsmessungen an verschiedenen Stellen des Einzugsgebietes den Verlauf des Abflusses konstruierte, wie er etwa in dem wasserarmen Jahr 1911 und in dem wasserreicheren Jahr 1917 vorhanden war. Dieser Wasserablauf wurde für verschiedene charakteristische Punkte des Flussgebietes aufgestellt. Natürlich war eine Umrechnung der konzentrierten Betriebswassermengen auf die 24-stündigen Wassermengen nötig und auch die Grundwasserströmungen mussten berücksichtigt werden. Es ist in dieser Weise gelungen, charakteristische Abflussmengenverläufe zu konstruieren, die für die Zwecke der generellen Untersuchung genügen.

Massgebend für die grösseren Wasserkraftwerke war die Idee, dass man vor allem geeignete Saison-Reservoirs im Oberlauf schaffen müsse, weil die Werke an den ausgesprochenen Winter- und Sommerreservoirs im Oberlauf schaffen müsse, weil die Werkebesitzer an den ausgesprochenen Winter- und Sommerniedersässern leiden und weil andererseits auch die Hochwasserabflüsse eine Aufspeicherung als erwünscht erscheinen lassen. Diese Saisonspeicher hat man in der Tösscheide auf Cote 824 ü. M. mit 1,5 Mill. m<sup>3</sup> Nutzinhalt und beim Kehlhof-Turbental auf Cote 586 ü. M. mit 2,5 Mill. m<sup>3</sup> Nutzinhalt angenommen. Die noch nicht ausgenützten Tössstrecken zwischen dem obern Reservoir bei der Tösscheide und dem letzten bestehenden Werk bei Freienstein sollen durch sieben neu zu erstellende Kraftwerkstufen mit einem Bruttogefälle von 276 m ausgenützt werden. Die bestehenden Kraftwerke mit zusammen 191 m Buttogefälle wären den verbesserten Wasserverhältnissen anzupassen. Der Wasserhaushaltsplan wurde so angenommen, dass die neuen Werke und die bestehenden Werke zusammen eine möglichst gleichmässige Jahresleistung ergeben sollen. Diese graphisch ermittelte konstante Jahresleistung der bestehenden und neuen Werke zusammen hätte im trockenen Jahr 1911 rund 9000 PS ab Turbinen und im wasserreicheren Jahr 1917 rund 11,250 PS ab Turbinen betragen, beides als 11-stündige PS gemessen. Würde die Leistung nur 9 Stunden pro Tag benötigt, so würde die Kraft beinahe im Verhältnis von 11:9 grösser sein. — Im einzelnen ist zu den projektierten Neuanlagen zu bemerken, dass die Abschlussmauer des Tösscheidesees in eine gesunde Nagelfluhklamm zu liegen kommt. Der Damm des Kehlhofsees dagegen müsste aus Kies, Erde und Lehm geschüttet werden und käme auf Kies zu liegen, welcher durch natürliche Lehmlagerungen zu einer wasserundurchlässigen Schicht zusammengespült worden ist. Immerhin wären beim Kehlhof eingehende Sondierungen nötig, wenn diese Baute ausgeführt werden sollte.

Die Kosten der Wasserkraftwerke und der produzierten Energie sind auf Grund der Vorkriegspreise ermittelt worden. Sie betragen für die sieben neuen Werke und für die Anpassung der bestehenden Werke an die neuen Verhältnisse zusammen ca. 8,3 Mill. Fr. Vorkriegspreis. Die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf ca. 750,000 Fr. Die Jahresleistung der neuen Werke und der Leistungsgewinn der bestehenden Werke betragen zusammen ca. 17 Mill. PS/Std. ab Turbinen. Die Kraftkosten betragen daher ca. 4,4 Cts. pro PS/Std. ab Turbine. Diesen Kosten würde ein Kraftpreis von 5,1 Cts. pro KW-Stunde ab Hochspannungsnetz entsprechen. Es ergibt sich nun, dass dieselbe Kraft, vom Elektrizitätswerk des Kantons Zürich auf Grund des Vorkriegstarifs bezogen, auf ca. 6 Cts. pro KW-Stunde zu stehen kommt. Die Selbstkosten der Kraft aus den Töss-Wasserwerken wären also nur wenig geringer, als die Kosten des Kraftbezuges von aussen. Sie würden aber erheblich grösser werden, wenn man eine kürzere Betriebszeit und einen entsprechend grösseren maschinellen Ausbau der Kraftwerke annimmt, wenn man nicht alle produzierte Kraft wirklich verbrauchen kann und wenn durch irgendwelche unvorhergesehenen Verhältnisse die Voranschlagssumme erhöht werden müsste. Die erstgenannten beiden ungünstigen Verhältnisse würden aber ziemlich sicher eintreten. Die Untersuchung gelangt daher zum Schluss, dass der Ausbau der Tösskräfte schon auf Grund der Vorkriegspreise vor-