

MITTEILUNGEN

ÜBER DIE

STUDIEN UND VORBEREITENDEN MASSNAHMEN
DER ÖSTERR. STAATSEISENBAHNVERWALTUNG

ZUR

AUSNÜTZUNG DER WASSERKRÄFTE

UND ZUR

EINFÜHRUNG DES ELEKTRISCHEN
BETRIEBES AUF VOLLBAHNEN

BEARBEITET IM K. K. EISENBAHNMINISTERIUM



WIEN 1917

K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI

h 37 a 49

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300907

MITTEILUNGEN

ÜBER DIE

STUDIEN UND VORBEREITENDEN MASSNAHMEN
DER ÖSTERR. STAATSEISENBAHNVERWALTUNG

ZUR

AUSNÜTZUNG DER WASSERKRÄFTE

UND ZUR

EINFÜHRUNG DES ELEKTRISCHEN
BETRIEBES AUF VOLLBAHNEN

I. TEIL

BEARBEITET IM K. K. EISENBAHNMINISTERIUM



(37962)

WIEN 1917

K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI

2686



III 18284

(182)

INHALT.

I. ALLGEMEINER TEIL.

	Seite
1. Einleitende Bemerkungen. — Beginn der Studien der Staatseisenbahnverwaltung anlässlich einzelner Elektrisierungsprojekte	1
2. Einleitung systematischer Arbeiten. — Mit der Durchführung der Studien betraute Dienststellen. — Umfang des Studiengebietes	3
3. Stellungnahme und Beschlüsse parlamentarischer und außerparlamentarischer Körperschaften	6

II. AUFSUCHUNG UND AUSWAHL DER WASSERKRÄFTE.

1. Systematische Vorarbeiten	9
a) Planmäßiges Aufsuchen an Stelle des „Entdeckens“.	
b) Geologische Grundlagen.	
c) Hydrologische Grundlagen.	
d) Bautechnische Vorarbeiten.	
2. Technische und wirtschaftliche Auswahl der Wasserkräfte	15
a) Reihenfolge der Projektarbeiten.	
b) Sonderaufgaben der Studienabteilung.	
c) Technische Gesichtspunkte für die Auswahl der Wasserkräfte. — Allgemeine Anforderungen an Bahnwerke.	
d) Wirtschaftliche Gesichtspunkte für die Auswahl der Wasserkräfte.	

III. DIE RECHTLICHE SICHERSTELLUNG DER WASSERKRÄFTE FÜR DEN ELEKTRISCHEN BETRIEB DER VOLLBAHNEN.

1. Einfluß der Bestrebungen zur Erneuerung des Wasserrechtes	26
2. Fördernde Verwaltungsmaßnahmen	27
a) Verfügungen der Zentralstellen.	
b) Die ständige interministerielle Wasserrechtskommission.	
3. Arten der rechtlichen Sicherstellung der Wasserkräfte durch die Staatseisenbahnverwaltung	29
a) Selbständige Konsenswerbung.	
b) Gemeinsame Konsenswerbung mit öffentlichen Faktoren und anderen Interessenten.	
c) Optionsverträge.	
d) Notstandsverträge.	
4. Beziehungen zwischen der Wasserkraftaktion der Staatseisenbahnverwaltung und den Projekten, bezw. Konsenswerbungen privater Unternehmungen	31
5. Staatliche Einflußnahme auf die Wasserkraftausnutzung in anderen Ländern insbesondere im Hinblick auf die Anforderungen des elektrischen Vollbahnbetriebes	35

IV. STUDIEN ZUR VORBEREITUNG DES ELEKTRISCHEN BETRIEBES.

	Seite
1. Veranlassung, Zweck und Umfang der Studien	42
2. Beeinflussung der Vorarbeiten durch die Entwicklung des Einphasenwechselstrom-Systems und durch die Systemfrage im allgemeinen	44
3. Gegenwärtiger Stand der Vorarbeiten und Studien und deren Ergebnisse . .	45
a) Allgemeine Vorarbeiten.	
b) Vorarbeiten hinsichtlich einzelner Linien.	
4. Elektrisch betriebene Bahnlinien Österreichs im Anschlusse an Wasserkraftwerke	49
5. Erschwernisse und Hemmungen für die Umwandlung von mit Dampf betriebenen Vollbahnen auf elektrischen Betrieb	51
a) Forderungen der Heeresverwaltung.	
b) Finanzielle und wirtschaftliche Gründe.	
c) Technische Gründe.	

V. RÜCKBLICK AUF DIE BISHERIGEN UND AUSBLICK AUF DIE ZUKÜNFTIGEN MASSNAHMEN ZUR NUTZBARMACHUNG DER WASSERKRÄFTE.

1. Der Werdegang und die Grenzen der Wasserkraftverwertung	57
2. Die Beziehungen zwischen der Ausnutzung der Wasserkräfte und der Kohlenversorgung	59
3. Verschiedene wirtschaftliche Möglichkeiten der Nutzbarmachung der Wasserkräfte	62
a) Eigene Tätigkeit des Staates.	
b) Freigabe der Wasserkräfte an das private Unternehmertum.	
c) Gemischtwirtschaftliche Unternehmungen.	
4. Staatliches Eingreifen in die Elektrizitätsversorgung	65
5. Fortführung und Abschluß der Aktion der Staatseisenbahnverwaltung . . .	68

ZUSAMMENSTELLUNG

DER VON DER STAATSEISENBAHNVERWALTUNG FÜR ZWECKE DER WASSERKRAFTNUTZUNG STUDIERTEN GEFÄLLSSTUFEN IN DEN ÖSTERREICHISCHEN ALPENLÄNDERN, BEILAGE A	71
--	----

PROBEBLATT DES II. TEILES DER „MITTEILUNGEN“	95
--	----

I. ALLGEMEINER THEIL.

1. EINLEITENDE BEMERKUNGEN. — BEGINN DER STUDIEN DER STAATSEISENBAHNVERWALTUNG ANLÄSSLICH EINZELNER ELEKTRISIERUNGSPROJEKTE.

Die elektrische Ausstellung zu Frankfurt am Main im Jahre 1891 hatte mit der erfolgreichen Durchführung der elektrischen Übertragung der bei Lauffen gewonnenen Wasserkräfte des Neckar nach dem 176 *km* entfernten Ausstellungsplatz das Problem der elektrischen Fernleitung im wesentlichen der Lösung zugeführt und weiteste Ausblicke für die Nutzbarmachung der Wasserkräfte eröffnet. Die Freizügigkeit der Kraft erschien dadurch gewonnen; während es noch kurz vorher zur Nutzbarmachung des Niagarafalles notwendig war, zahlreiche große Fabriken im nahen Umkreise der Fälle anzusiedeln, wiesen die Erfahrungen der Lauffener Kraftübertragung den Weg, auf dem die aus den Wasserkräften gewonnene Energie zu den Zentren der Industrie geleitet werden konnte.

Es gereicht dem österreichischen Abgeordnetenhaus zur Ehre, die erste parlamentarische Körperschaft gewesen zu sein, in der die große wirtschaftliche Umwälzung, die durch die Lösung des Problemes der elektrischen Kraftübertragung angebahnt worden war, zur Erörterung gelangt ist. In vorausblickender Weise hat dortselbst der Abgeordnete Neuwirth in einer am 26. November 1891 gehaltenen Rede die zahlreichen Fragen erörtert, die durch die nunmehr erleichterte Ausnützung der großen Kraftquellen, die in den Wasserläufen liegen, aufgerollt wurden; vor allem die Frage, in welcher Weise Vorsorge zu treffen sei, damit rechtzeitig das Einzelinteresse und die Privatspekulation jene Begrenzung erfahre, die durch das Gemeininteresse geboten ist, damit nicht der Staat eines Tages als derjenige dastehe, der sich durch Unvorsichtigkeit selbst der Früchte der bevorstehenden Umwälzung entäußert habe. Der Mahnruf Neuwirths fand bei der Staatsverwaltung zunächst den Widerhall, daß von nun ab die früher auf

unbeschränkte Dauer hinausgegebenen Wasserrechtskonzessionen zeitlich beschränkt wurden; zu weiter gehenden Beschränkungen, namentlich zur Inaussichtnahme des von Neuwirth empfohlenen Elektrizitätsmonopoles, konnte sich die Staatsverwaltung nicht verstehen.

Seit dem Lauffener Versuch und der Rede Neuwirths sind 26 Jahre verflossen; die Ausnützung der Wasserkräfte zur Gewinnung elektrischer Energie hat seither auch in Österreich eine große Entwicklung genommen; vielleicht nicht in jenem Umfange, der den in Österreich vorhandenen Möglichkeiten entspräche, denn Österreich besitzt in seinen Alpenländern, wo die fast schematisch wiederkehrenden Gefällsstufen und die in zahlreichen Gebirgsseen und ausgedehnten Gletscherfeldern vorhandenen natürlichen Speicherbecken die günstigsten Voraussetzungen für die Schaffung großer Wasserkraftanlagen bieten, noch Millionen Pferdestärken unausgebauter Wasserkräfte.

Österreich ist aber auch reich an großen Kohlenlagern, und zwar gerade in Gegenden, wo seit altersher der Sitz zahlreicher Industrien sich befindet und wo die Entwicklungsmöglichkeiten der Industrien diesen Gegenden ein natürliches Übergewicht über die industriearmen und auch in den Siedlungsmöglichkeiten beschränkten Alpenländern verschaffen. Dadurch ist die wirtschaftliche Ausbaumöglichkeit der großen alpenländischen Wasserkräfte ungünstig beeinflusst worden, denn für die finanzielle Kalkulation kommt zunächst doch nur die Frage in Betracht, welche von den Arten der Krafterzeugung die rentablere ist, und die Antwort fiel in sehr vielen Fällen zu Ungunsten der Wasserkräfte aus.

In diesen Erwägungen hat der Krieg mit seinen wirtschaftlichen Folgerscheinungen eine starke Wandlung hervorgerufen. Die Erzeugungskosten und mit ihnen die Preise der Kohlen sind sprunghaft in die Höhe gegangen, die Kohlenproduktion leidet schwer unter dem Mangel geeigneter Arbeitskräfte, die Transportschwierigkeiten häufen sich immer mehr, während gleichzeitig der Bedarf an Energie stetig wächst. Dadurch wird die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung durch Wasserkräfte in den Vordergrund gerückt, und allseits kommt es zum Bewußtsein, welche große unbehobene Schätze wir in den Wasserkraften besitzen und daß deren ehester Ausbau nicht nur aus privatwirtschaftlichen Erwägungen geboten ist, sondern daß auch die Notwendigkeit, die Bedürfnisse des eigenen Landes im Lande selbst zu decken, im allgemein staatlichen Interesse liegt.

Die Staatseisenbahnverwaltung hat sich mit der Frage des Ersatzes der Kohle durch Heranziehung der Wasserkräfte in den Alpen seit Jahren beschäftigt. Insbesondere lag es nahe, auf Linien mit langen, schwer lüftbaren Tunnels, so auf der *Arlberglinie*, die Einführung elektrischer Traktion unter Heranziehung der in der Nähe gelegenen ausbaumwürdigen Wasserkräfte ins Auge zu fassen. Deshalb begannen die Studien der

Staatseisenbahnverwaltung über die allgemein grundlegenden Fragen des elektrischen Bahnbetriebes, sowie über die Wahl der zur Erzeugung der elektrischen Energie geeigneten Wasserkräfte mit der vorgenannten Strecke. Aus diesen Anfängen der Studien, und zwar aus dem Jahre 1891, stammt auch der erste mit einem Privatunternehmer, dem Ingenieur Paravicini aus Glarus, abgeschlossene *Optionsvertrag*, demzufolge der Staatseisenbahnverwaltung das Bezugsrecht auf eine gewisse Energiemenge für Zwecke der Elektrisierung der Arlbergstrecke aus dem vom Genannten in erster Linie für industrielle Zwecke projektierten Wasserkraftwerke an der *Rosanna* und *Trisanna* gesichert wurde.

Im weiteren Verlaufe der Studien über die Elektrisierung der Arlbergbahn wurden Projekte für Wasserkraftelektrizitätswerke am *Inn bei Landeck* und an der *Oetztaler Ache* von der Staatseisenbahnverwaltung erworben und nebst einem von der k. k. Eisenbahnbaudirektion ausgearbeiteten generellen Projekt für eine Wasserkraft am *Oberlauf des Illflusses* während der Jahre 1904 bis 1907 bei den Wasserrechtsbehörden behufs Durchführung des wasserrechtlichen Verfahrens und Erteilung der Konzession überreicht.

Der *Bau der neuen Alpenbahnen* hat ebenfalls dazu angeregt, die Gewinnung elektrischer Energie auf hydroelektrischem Wege für eine zukünftige allmähliche Elektrisierung aller Bahnlinien in den Alpenländern in Erwägung zu ziehen.

Im Zusammenhange mit dem Bau der zweiten Eisenbahnverbindung mit Triest trat damals die dauernde Ausnützung der Wasserkraft der *Wurzener Save* mit dem für den Vortrieb des Karawankentunnels verwendeten *Rotweinbach* und die Ausnützung des *Isonzo* zwischen *Flitsch* und *Karfreit* in den Vordergrund.

2. EINLEITUNG SYSTEMATISCHER ARBEITEN. — MIT DER DURCHFÜHRUNG DER STUDIEN BETRAUTE DIENSTSTELLEN. — UMFANG DES STUDIENGEBIETES.

Die vorangeführten ersten Studien über die Ausnützung von Wasserkräften, die mit fallweisen Untersuchungen über die Einführung der elektrischen Traktion auf bestimmten, mehr oder weniger eng begrenzten Strecken der österreichischen Staatsbahnen zusammenhingen, gaben dem Eisenbahnministerium im Jahre 1905 Veranlassung, an eine systematische Bearbeitung der gesamten Materie heranzutreten.*)

*) Auch in anderen Staaten ist um jene Zeit mit dem eingehenden Studium der Frage der Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen unter Heranziehung von Wasserkräften begonnen worden. So in Bayern durch das k. Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten, in der Schweiz durch die im Jahre 1903 gegründete „Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb“, die nach Erledigung ihres umfangreichen Programmes und nach Herausgabe einer Reihe wertvoller Publikationen am 18. Juli 1916 ihre Schlußsitzung abhielt.

Hierbei sollten sowohl die Untersuchungen über die allgemeinen Fragen der elektrischen Zugförderung fortgesetzt und vertieft, als auch die Studien über die Nutzbarmachung der großen alpenländischen Wasserkräfte auf alle ausbauwürdigen Gefällsstufen ausgedehnt werden.

Die Staatseisenbahnverwaltung war sich bewußt, daß diese Vorarbeiten nicht ausschließlich im Interesse ihres engeren Ressorts durchgeführt werden konnten, daß sie mit denselben vielmehr Aufgaben erfülle, die der Allgemeinheit zugute kommen sollen, und hiebei jenen Gesichtspunkten folge, die in der vorerwähnten Rede Neuwirths vorgezeichnet worden waren.

Von der Inventarisierung der schon ausgenutzten Wasserkräfte und der noch freien, unbenutzten Gefälle, also der *Aufstellung eines Wasserkraftkatasters*, war die Staatseisenbahnverwaltung dadurch enthoben, daß die gesamten diesbezüglichen Arbeiten ressortgemäß dem hierzu berufenen *hydrographischen Zentralbureau im Ministerium für öffentliche Arbeiten* zufielen. Hingegen wurde zur Bearbeitung aller technischen Fragen der Ausnutzung von Wasserkräften, der Elektrizitätsanlagen und des elektrischen Betriebes der Eisenbahnen eine *Studienabteilung zur Vorbereitung des elektrischen Betriebes der Staatsbahnlinien* errichtet, und die Behandlung aller juristisch-administrativen Fragen unter besonderer Rücksichtnahme auf deren ökonomische Bedeutung einem besonderen Departement des Eisenbahnministeriums zugewiesen.

Das von der Staatseisenbahnverwaltung aufgestellte *Programm* umfaßte folgende Arbeiten:

1. *bautechnische*

(Aufsuchung, Auswahl und Ausbau der Wasserkräfte),

2. *verwaltungsrechtliche*

(Sicherstellung der Wasserkräfte durch Erwerbung von Konzessionen oder der Energie durch Abschluß von Stromlieferungsverträgen),

3. *elektrotechnische*

(Berechnung des Strombedarfes, der Leitungen, der Zentralen, Neuaufrichtung beziehungsweise Abänderung der Fahrpläne und der Betriebs-einrichtungen, Kosten- und Rentabilitätsberechnung mit besonderer Berücksichtigung des Vergleiches zwischen Dampf und Elektrizität).

Das *Arbeitsgebiet* erstreckte sich anfangs auf den vollständigen Amtsbereich der k. k. Staatsbahndirektionen Innsbruck, Villach und Triest und einen großen Teil des Amtsbereiches der k. k. Staatsbahndirektionen Wien und Linz. Später wurden im Hinblick auf eine allfällige Verstaatlichung oder einen Heimfall auch das österreichische Netz der Südbahngesellschaft sowie mehrere andere alpenländische Privatbahnen in die Studien einbezogen.

Die bautechnischen und verwaltungsrechtlichen Vorarbeiten umfaßten demgemäß alle noch unausgenutzten Wasserkräfte der österreichischen Alpenländer und Dalmatiens, die Studien elektrotechnischer Natur alle südlich der Donau und westlich von Wien gelegenen, im Betriebe der k. k. österreichischen Staatsbahnen stehenden Eisenbahnen mit einer gesamten Streckenlänge von rund 4400 km und ein 1800 km langes Netz privater Eisenbahnen dieses Gebietes.

* * *

Die Untersuchung der Großwasserkräfte der österreichischen Alpenländer durch die Staatseisenbahnverwaltung war vor Ausbruch des Krieges zum größten Teile abgeschlossen. Die noch erforderlichen Ergänzungen hätten im Laufe des Jahres 1915 erfolgen sollen. Durch die Kriegsereignisse wurde aber der völlige Abschluß der Arbeiten verhindert. Angesichts des großen Interesses, das gegenwärtig allseits der Wasserkraftaktion entgegengebracht wird, glaubt aber die Staatseisenbahnverwaltung nicht zögern zu sollen, über ihre bisherigen Studien und Vorarbeiten auf dem Gebiete der elektrischen Traktion, sowie über ihre Untersuchungen der alpenländischen Wasserkräfte zwecks Gewinnung elektrischer Energie zu berichten.

Der vorliegende *I. Teil* dieser Mitteilungen soll einen allgemeinen Überblick über die charakteristischen Verhältnisse der Wasserkräfte der österreichischen Alpenländer bieten und das Programm erläutern, das bei Bearbeitung und Verwendung des aus den selbständigen Studien der Staatseisenbahnverwaltung gewonnenen Materials eingehalten wurde. Dieses allgemeine Bild wird vorläufig nur durch die in der *Beilage A* gegebene *Zusammenstellung der von der Staatseisenbahnverwaltung für Zwecke der Wasserkraftnutzung studierten Gefällstufen in den österreichischen Alpenländern ergänzt*, aus der aber doch schon die Lage und das Ausmaß ausbauwürdiger Wasserkräfte entnommen werden kann.

Das Eisenbahnministerium beabsichtigt, in einem *II. Teile* diese Mitteilungen dadurch zu vervollständigen, daß die einzelnen von der Staatseisenbahnverwaltung studierten Projekte in ihrer Disposition und in ihren wichtigsten Einzelheiten in tabellarischer Übersicht dargestellt werden. Ein *Probblatt* dieser, nach Bedarf durch zeichnerische Darstellungen ergänzten Tabellen ist dem vorliegenden Bericht angeschlossen.

Außerdem sollen Einzelheiten der Studienergebnisse auf wasserbau- und elektrotechnischem Gebiete der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, sobald die derzeit einer umfangreichen Publikation entgegenstehenden Schwierigkeiten behoben sein werden.

3. STELLUNGNAHME UND BESCHLÜSSE PARLAMEN- TARISCHER UND AUSSERPARLAMEN- TARISCHER KÖRPERSCHAFTEN.

Bald nachdem die Staatseisenbahnverwaltung begonnen hatte, der Ausnutzung von Wasserkräften zwecks Elektrisierung von Vollbahnlinien erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden, befaßten sich auch verschiedene volkswirtschaftliche Körperschaften mit dieser Angelegenheit und wirkten durch mehrfache Resolutionen fördernd auf die von der Staatseisenbahnverwaltung in Angriff genommenen Arbeiten ein.

So faßte der *Industrierat* auf Grund der Berichte seiner Mitglieder Hugo von Noot und Dr. Franz Křížik in der X. Plenarsitzung vom 14. Februar 1905 den Beschluß:

„In Erwägung, daß den Wasserkräften großer wirtschaftlicher Wert innewohnt, daß selbe eine wichtige Unterlage für die industriellen Gründungen und ein zweckdienliches Mittel für die Verwohlfeilung der industriellen Produktion bilden; in weiterer Erwägung, daß für deren ökonomische, der Industrie und Verkehrsentwicklung förderlichste Ausnutzung vorgesorgt werden soll, wird die Regierung ersucht, zunächst die im Attraktionsgebiete der neuen Alpenbahnen in Betracht kommenden Wasserläufe und Wasserkräfte durch ihre Organe, insbesondere durch das k. k. hydrographische Zentralbureau im Ministerium des Innern einer systematischen Aufnahme und Untersuchung hinsichtlich der für die ökonomische Ausnützung derselben maßgebenden Momente unterziehen zu lassen.“

Zugleich empfahl der *Industrierat* „unter Benutzung und Ergänzung der bestehenden Wassergrundbücher und Wasserkarten einen Wasserkraftkataster für alle im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder anzulegen und die Statistik der Wasserkräfte wissenschaftlich und praktisch zu pflegen.“*)

Auch der *Staatseisenbahnrat* beschäftigte sich mit dieser Angelegenheit und setzte ein eigenes Komitee zur Beratung der wirtschaftlichen und finanziellen Fragen der Einführung der elektrischen Traktion auf den österreichischen Eisenbahnen ein, das auf Grund des Berichtes des Referenten Dr. W. Ellenbogen in der Frühjahrssession 1910 zu folgenden Schlußanträgen gelangte:

„Das k. k. Eisenbahnministerium wird aufgefordert:

1. Die zur Einführung der elektrischen Traktion notwendigen Studien und Vorarbeiten fortzusetzen, auf ein größeres zusammenhängendes Bahngebiet und so weit als möglich auf das gesamte Bahnnetz zu erweitern, sie

*) „Verhandlungen und Beschlüsse des Industrierates. — 7. Heft, Verwendung der Wasserkräfte an den neuen Alpenbahnen und Ausnutzung der Wasserkräfte. Herausgegeben vom Bureau des Industrierates im k. k. Handelsministerium Wien 1905.“

baldmöglichst zu vollenden und hierbei auch auf die Elektrifizierung von geeigneten Strecken nicht nur aus Wasserkraftzentralen, sondern auch aus Wärmekraftzentralen, insbesondere in der Nähe der natürlichen Brennstoffquellen, Bedacht zu nehmen. Auch ist hierbei die Ausnutzung der Wasserkräfte bei Flußregulierungen und Talsperrenbauten in Betracht zu ziehen.

2. Im Einvernehmen mit dem Finanzministerium die Arbeiten zur faktischen Durchführung der elektrischen Traktion auf der Linie Triest—Opčina, auf der Arlberglinie und auf der Linie Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim unverzüglich in Angriff zu nehmen, sowie sich mit der Elektrifizierung der Fortsetzungsstrecke Stainach-Irdning—Selztal und der Linien Bozen—Meran und Meran—Mals zu beschäftigen.

3. Im Interesse der Hebung der gesamten Volkswirtschaft bei der Anlage und Auswahl der Wasserkräfte auf die Beschaffung billiger motorischer Kräfte für Gewerbe, Industrie, Land- und Forstwirtschaft bedacht zu sein und auf den privaten Unternehmungsgeist billige Rücksicht zu nehmen.

4. Bei der Ausschreibung der Arbeiten in einer solchen Weise vorzugehen, daß unter Wahrung der ökonomischen Interessen des Staates eine möglichst gleichmäßige Berücksichtigung aller technisch bewährten und leistungsfähigen Firmen unter selbstverständlich vorzugsweiser Heranziehung der im Inlande etablierten Firmen stattfindet.

5. Darauf zu dringen, daß endlich das Elektrizitätsgesetz der ehesten parlamentarischen Behandlung zugeführt werde.“

In der Plenarversammlung des Staatseisenbahnrates vom 27. Juni 1910 wurden diese Anträge sowie ein vom Mitgliede Rosche gestellter Zusatzantrag, betreffend die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Wiener Stadtbahn, ferner ein Antrag des Mitgliedes Dr. Křížik, betreffend die Verfassung und Drucklegung eines allgemeinen Berichtes des Studienbureaus im Eisenbahnministerium nach Vollendung der bezüglichen Arbeiten, vom Staatseisenbahnrate angenommen.

In der Plenarversammlung von 27. Juni 1912 faßte der Staatseisenbahnrat auf Grund eines Berichtes seines Mitgliedes Dr. Wilhelm Ellenbogen und der vom Eisenbahnministerium gemachten Mitteilungen nachstehende Resolution:

„Das Komitee zur Vorberatung der mit der Einführung der elektrischen Traktion zusammenhängenden wirtschaftlichen und finanziellen Fragen nimmt die Mitteilungen des Eisenbahnministeriums über das Fortschreiten der Vorbereitungen zur Einführung des elektrischen Betriebes auf den Staatsbahnen zur Kenntnis und begrüßt es insbesondere, daß diese Vorbereitungen sich im Sinne des Beschlusses des Staatseisenbahnrates in der Frühjahrssession 1910 nicht nur auf die Alpenländer und Dalmatien, in denen geeignete Wasserkräfte zur Verfügung stehen, sondern auch auf

die Gebiete nördlich der Donau erstrecken, in denen die Energiegewinnung aus kalorischen Zentralen beabsichtigt ist. Vor allem wird mit Befriedigung die Mitteilung entgegengenommen, daß diese Vorbereitungen hinsichtlich der Linie Stainach-Irdning — Attnang-Puchheim unmittelbar vor dem Abschlusse stehen. Das Komitee gibt der bestimmten Erwartung Ausdruck, daß angesichts der ersichtlichen Rentabilität dieser Linie auch das Finanzministerium ihrer Elektrifizierung keinerlei Widerstand entgegensetzen wird. Das Komitee würdigt die große Vorsicht in den Berechnungen und dem Vorgehen des Eisenbahnministeriums, spricht jedoch die Überzeugung aus, daß die Elektrifizierung der hierfür reifen Bahnen auch in dem Falle erfolgen sollte, wenn für die ersten Jahre keine absolute Rentabilität sich errechnen ließe, da die volkswirtschaftlichen und in letzter Linie staatsfinanziellen Vorteile außer Zweifel stehen. Das Komitee fordert das Eisenbahnministerium auf, die Vorbereitungen zur Elektrifizierung der Arlbergbahn mit größter Energie zu beschleunigen und insbesondere die Verhandlungen betreffend den Ausbau der nötigen Wasserkraftwerke sowie den Anschluß der Industrie dem Abschlusse zuzuführen.“

Der *Eisenbahnausschuß des Abgeordnetenhauses* hat sich im März 1910 über Antrag des Abgeordneten Dr. Ellenbogen mit der Einführung des elektrischen Betriebes auf Staatsbahnlinien befaßt und die Aufstellung eines generellen Programmes über die systematische Elektrisierung der Staatsbahnlinien und das Studium der Frage der elektrischen Traktion auf größeren zusammenhängenden Bahngebieten, wobei nicht nur auf die Wasserkräfte, sondern auch auf die im ganzen Reiche verteilten Brennstoffe für die Kraftwerke Rücksicht zu nehmen wäre, empfohlen.*)

*) Beilage 792 zu den stenographischen Protokollen des Abgeordnetenhauses, XX. Session 1910.

II. AUFSUCHUNG UND AUSWAHL DER WASSERKRÄFTE.

1. SYSTEMATISCHE VORARBEITEN.

a) *Planmäßiges Aufsuchen an Stelle des „Entdeckens“.*

Um ein richtiges Bild über die ausbaufähigen Wasserkräfte eines so ausgedehnten Gebietes, wie es die österreichischen Alpenländer sind, zu gewinnen und zur verlässlichen Beurteilung der Ausbauwürdigkeit der vorhandenen Kraftstufen, mußte an Stelle des systemlosen „Entdeckens“ von Wasserkräften ein planmäßiges Aufsuchen derselben und ein eingehendes Studium der natürlichen Verhältnisse der Wasserkraftnutzung, insbesondere also der geologischen und hydrologischen Grundlagen, der Einflüsse der Eis- und Geschiebeführung, der Zusammenhänge der Wasserkraftnutzung mit Trift, Flößerei, Schifffahrt usw. treten.

Diese Verhältnisse zu untersuchen und klarzustellen, war die zunächstliegende Arbeit der Studienabteilung.

Hinsichtlich einzelner mehr oder weniger umfangreicher Gebiete lagen auch schon vor Beginn der systematischen Arbeiten der Staatseisenbahnverwaltung für eine vorläufige Orientierung sehr wohl geeignete beschreibende Zusammenstellungen der verfügbaren Wasserkräfte vor; so zum Beispiel die von den Handels- und Gewerbekammern in Tirol im Jahre 1900 herausgegebene Studie von C. M. Menghius „Tirols Wasserkräfte und deren Verwertung“, in der unter anderem bereits auf die Möglichkeit hingewiesen wurde, den Achensee, dessen Abfluß jetzt nach Norden in den Isar führt, nach Süden zum Inn abzuleiten und auf diese Weise durch Ausnutzung eines großen natürlichen Staubeckens und eines Höhenunterschiedes von 400 m eine der leistungsfähigsten Wasserkraftanlagen Tirols zu schaffen.

b) *Geologische Grundlagen.*

Wie die örtlichen Verhältnisse über die Art und Ausbaufähigkeit der einzelnen Wasserkraft entscheiden, so hängt der Reichtum an Wasserkräften bei großen Landgebieten mit ihrem geologischen Bau und ihrer Oberflächengestaltung aufs innigste zusammen, wofür die Wasserfälle

Schwedens, die 800 bis 900 m erreichenden Hochgefälle in Norwegen und die Steilstrecken im Abfall der Alpen gegen die oberitalienische Tiefebene bekannte Beispiele bilden.

Charakteristisch für die Ostalpen sind die ausgebildeten, von West nach Ost ziehenden Flußtäler, in die von Norden und Süden steile, unausgebildete Seitentäler einmünden. Im Oberlauf besitzen die Haupttäler noch beträchtliche Gefälle, die sich in Hoch- oder Mitteldruckwerken ausnutzen lassen (Sanna und Inn bei Landeck, Salzach bei Taxenbach, Mur bei Stadlfalkendorf, Drau bei Leisach, Save bei Moste).

Mitunter kann auch in den flacheren Strecken der Haupttäler das überschüssige Rinngefälle noch durch große Stauwerke mit unmittelbar anschließendem Krafthaus ausgenützt werden (zum Beispiel Drau bei Faal, Save bei Verje). Im allgemeinen finden sich aber ausbauwürdige Gefälle erst wieder dort, wo sich der Flußlauf seinen Weg quer durch das Gebirge zur Ebene bahnt (zum Beispiel Salzach bei Golling, Ennsknien oberhalb Altenmarkt).

Die einfache Grundgestalt der Talsysteme findet sich hauptsächlich im hochalpinen Teil, während gegen Osten, der fächerförmigen Anordnung der Gebirgsketten entsprechend, auch das Gewässernetz eine größere Mannigfaltigkeit aufweist. Daher herrscht im Westen die einfache Hochdruckanlage mit Längsstollen vor, im Osten kommen auch Durchstiche zwischen benachbarten Tälern in Betracht.

Der hochalpine Teil ist besonders infolge der eiszeitlichen Vergletscherung der Alpen geformt worden und die Entstehung der meisten Talstufen an der Mündung und im Oberlauf der Seitentäler wird der Gletscherwirkung zugeschrieben. Viele Stufen sind augenscheinlich durch Ablagerungen von Bergstürzen und Muhrhängen entstanden, die das Tal abdämmten und Anlaß zur Seenbildung gaben. [Von den ältesten in Österreich ausgebauten Großwasserkraften liegt das Werk an der Gasteinerache bei Lend (1898) an einer Mündungsklamm, das Etschwerk auf der „Töll“ (1899) an einer Muhrstufe.]

Durch Schlamm- und Schotterabsatz verlandeten die Seen und in den an ihre Stelle getretenen Talweitungen liegt der Felsgrund in großer Tiefe, eine Erscheinung, die der Gründung von Stauwerken besondere Schwierigkeiten bereitet.

In großem Umfange kommen Talverschüttungen vor, derart, daß neben dem heute offenen Tal ein älterer, verschütteter Taleinschnitt liegt, und deshalb erfordert sowohl die Benützung von Felsriegeln für Talsperren wie die Führung von Lehnstollen besondere Vorsicht (zum Beispiel Salzach zwischen Taxenbach und Lend).*)

In den kristallinen Gesteinen und Schiefen der Zentralalpen ist der Bau der Täler und daher der Abflußvorgang klar und einfach, in allen

*) Vgl. Ing. Max Singer: Über Talverlegung und Tunnelbau (Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst, 1915, Heft 35).

Gebieten mit ausgedehnten Kalkmassen kommen aber Karsterscheinungen verschiedenen Grades vor. Selbst in den nördlichen Gebirgsstöcken ist der leicht lösliche Kalk tief zerklüftet und von Höhlen durchzogen (zum Beispiel Lambrechtsofenloch im Steinernen Meer, Dachstein-Riesenhöhle bei Obertraun usw.) und der Wasserabfluß vollzieht sich teilweise unterirdisch.*)

Außerhalb des eigentlichen Alpengebietes, im dinarischen Gebirgssystem, dem Teile von Krain und vom Küstenland sowie ganz Istrien und Dalmatien angehören, und welchen Gegenden auch der Name „Karst“ entstammt, werden die Abflußvorgänge infolge der Karsterscheinungen immer verwickelter. Die Flüsse treten oft mit mehreren Kubikmetern Wasserführung aus dem Gebirge und verschwinden nach kurzem offenen Lauf durch Schlucklöcher (Ponore) wieder in dem ausgehöhlten Kalkboden. Häufig läßt sich der von der Bevölkerung behauptete Zusammenhang von oft weit auseinanderliegenden Flußläufen und Quellen nur durch gründliche wissenschaftliche Vorarbeiten feststellen und selbst die Frage, wer an einem Karstgewässer Oberlieger und wer Unterlieger sei, führt manchmal zu besonderen rechtlichen und technischen Schwierigkeiten.

Nach den Erfahrungen im Mittelgebirge setzten die älteren Projektverfasser auch bei den alpenländischen Wasserkräften große Hoffnungen auf die Anwendung von Talsperren. Wegen der Wichtigkeit, die der Wasserspeicherung und der Herstellung eines gleichmäßigen Abflusses für den Bahnbetrieb zukommt, wurde sowohl die Anlage von Staumauern an engen Felsprofilen wie die Eindeichung von Hochwasserbecken in Talweitungen untersucht. In den größeren Alpentälern bestehen für die Gründung der Stauwerke und die Hochwasserabfuhr große Schwierigkeiten. Der erzielbare Stauraum ist im Verhältnis zur Abflußmenge gering und in hohem Maße der Verlandung durch Sinkstoffe und Geschiebe ausgesetzt. Um Anhaltspunkte für die Wirkung des Geschiebeabsatzes zu gewinnen, wurden eingehende Studien durchgeführt, deren Ergebnis einen Schluß auf die Dauer der Verlandungszeiten und auf die Möglichkeit der Behebung der Geschiebeanhäufung durch regelmäßige Baggerung oder sonstige Vorkehrungen zulassen.**).

Die Errichtung von Talsperren im Flußschlauch selbst wird daher nach dem Vorgesagten nur in Ausnahmefällen zulässig und vorteilhaft sein. Hingegen lassen sich manchenorts auf alten Talböden oder Leisten außerhalb des Flußlaufes Weiheranlagen herstellen (Bregenzerache bei Andelsbuch, Lutzbach bei Thüringen, Melach bei Ober-Perfuß), die den Bedürfnissen des Bahnbetriebes volllauf genügen und der Verschotterung entzogen sind.

Zur Aufspeicherung großer, für den Jahresausgleich genügender Wassermassen eignen sich Hochseen (Lünersee, Spullersee), alte Kar-

*) Vgl. Ing. Theodor Schenkel: Karstgebiete und ihre Wasserkräfte 1912.

**) Ing. Max Singer: „Über Flußregime und Talsperrenbau in den Ostalpen.“ — „Geologische Erfahrungen im Talsperrenbau“ (Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1909, Nr. 50 und 51, 1913, Nr. 20 und 21) und „Das Rechnen mit Geschiebemengen“ (Zeitschrift für Gewässerkunde, 1913, XI. Band, 4. Heft).

böden und Gletscherböden (Tauernmoosboden) mit kleinem Einzugsgebiet, die bei entsprechend großem Gefälle sehr wertvolle Wasserkräfte liefern können.

Zur Klärung dieser die Geologie und Geomorphologie vielfach berührenden Fragen wurden schon bei allen Vorerhebungen erfahrene Fachmänner dieses Wissenszweiges herangezogen und sei hier der überaus wertvollen beratenden und begutachtenden Mitarbeit der Mitglieder der k. k. geologischen Reichsanstalt Dr. Otto Ampferer, Dr. Julius Dreger, Dr. Fritz von Kerner und Dr. Theodor Ohnesorge gedacht, denen sich für Angelegenheiten der Lagerstätten Professor Dr. Franz Kossmat und Professor Dr. Franz Wähler mit einer monographischen Untersuchung des Sonnwendgebietes (Achen-See) anschlossen.

c) Hydrologische Grundlagen und Vorarbeiten.

Die Ermittlung der Abflußmengen für Hunderte von Skizzen- und generellen Projekten erforderte einen einfachen, aber zutreffenden Berechnungsvorgang, da die Beurteilung des Wertes einer Gefällsstufe von der richtigen Einschätzung der Abflußmengen und deren Dauer abhängt. Um einen genauen Einblick in die hydrologischen Verhältnisse eines Gewässers zu erlangen, sind mehrjährige Wassermessungen und Pegelbeobachtungen notwendig, wie sie das k. k. hydrographische Zentralbureau im Ministerium für öffentliche Arbeiten auch für das Studiengebiet der Staatseisenbahnverwaltung in Angriff genommen hatte. Das Ergebnis der eingeleiteten Erhebungen konnte jedoch bei Aufstellung der generellen Projekte nicht abgewartet werden, weshalb die maßgebenden Wassermengen vorerst theoretisch ermittelt werden mußten.

Um Fehlresultate zu vermeiden, wurde hierbei im engsten Anschluß an das in den Jahrbüchern des hydrographischen Zentralbureaus niedergelegte reiche Beobachtungsmaterial vorgegangen.

Die Bestimmung der theoretischen mittleren jährlichen Abflußmengen (Q_m) erfolgt aus dem Flächeninhalt des der Entnahmestelle zugehörigen Niederschlagsgebietes (F), der Höhe des mittleren jährlichen Niederschlages (h) und dem entsprechend zu wählenden mittleren jährlichen Abflußkoeffizienten (C_m); auf diese drei Elemente baute Iszkowski seine Formel ($Q_m = 0.03171 \cdot C_m \cdot h \cdot F$) auf.*)

Die Flächeninhalte der großen Niederschlagsgebiete konnten dem vom k. k. hydrographischen Zentralbureau herausgegebenen „Flächenverzeichnis der österreichischen Flußgebiete“ (Wien 1896) entnommen werden. Unterteilungen für kleine Gebiete wurden in der Regel mit Hilfe der Spezialkarte 1:75.000 bestimmt. Bei Karstgewässern weicht jedoch das wirkliche Einzugsgebiet nicht selten erheblich vom geographischen Niederschlagsgebiet ab.

*) Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1886, Seite 86 ff.

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe wurde aus den den Jahrbüchern des hydrographischen Zentralbureaus beigegebenen Isohyetenkarten mit Hilfe der auf das Niederschlagsgebiet entfallenden Flächeninhalte der Kurven gleicher Regenhöhe abgeleitet.

Der zugehörige mittlere Abflußkoeffizient wurde aus den veröffentlichten Wassermessungsergebnissen für größere Flußgebiete theoretisch rückgerechnet, wobei sich für die österreichischen Alpen Werte zwischen 0·4 und 0·8 ergaben. Die richtige Wahl zwischen diesen Grenzwerten hängt nun wieder von der zutreffenden Einschätzung des Einflusses der klimatischen Lage, der geologischen Beschaffenheit, der Oberflächenform und des Vegetationszustandes des Niederschlagsgebietes ab.

Die aus der Iszkowskischen Formel abgeleiteten Resultate gewinnen an Genauigkeit, wenn Vergleiche mit einem hydrologisch bekannten Flußgebiet möglich sind. (Die Wasserwirtschaft für das Stubachtal wurde zum Beispiel abgeleitet aus der Hydrologie des Fuschertales.)

Der einfache Aufbau der Iszkowskischen Formel gestattet die Anwendung des zeichnerischen Verfahrens der logarithmischen Parallelkoordinaten, wodurch sich bei Vorarbeiten größeren Umfangs Zeit gewinnen läßt. *)

Außer der theoretischen mittleren jährlichen Abflußmenge mußte deren wirkliche Verteilung auf die einzelnen Zeitabschnitte des Jahres bestimmt werden. In Anlehnung an die Iszkowskischen Annahmen kann auf Grund der Auswertung der Pegel- und Niederschlagsbeobachtungen des hydrographischen Dienstes in Österreich die Leistungsfähigkeit einer Wasserkraft im inneren Alpengebiet durch drei verschiedene Wassermengen charakterisiert werden, und zwar:

1. Das Niedrigstwasser, das im Verlauf vieler Jahre nur vereinzelt eintritt, aber dann in einer Dauer bis zu 29 Tagen (einmonatlich, zumeist Februar) zu gewärtigen ist;
2. das jährlich wiederkehrende Niederwasser in einer ungefähren Dauer von 93 Tagen (dreimonatlich, zumeist Dezember bis März) und schließlich
3. das Voll- oder Beharrungswasser, das in einer Dauer von ungefähr 243 Tagen (achtmonatlich, zumeist April bis November) vorhanden ist.

Diese Wassermengen betragen in der Regel 14, 28 beziehungsweise 50 vom Hundert der mittleren theoretischen Abflußmenge; es kann jedoch bei abnormalen Verhältnissen des Niederschlagsgebietes hinsichtlich der Vegetation, Bodenbeschaffenheit und insbesondere hinsichtlich der Ausdehnung der Gletscherflächen (natürliche Speicher) das Beharrungswasser ausnahmsweise bis zu 80 vom Hundert der mittleren theoretischen Abflußmenge anwachsen.

Diese Zahlenwerte gelten für Gebiete mit längerer strenger Frostzeit und anschließender Schneeschmelze. Sie ändern sich mit der Abflachung

*) Vgl. Dr. techn. Max Pernt: „Graphische Berechnung von Wassermenge und Leistung“ (Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst, 1912, Heft 49).

der Alpen gegen das Vorland und gegen Osten, wo außer dem Winterminimum auch ein Sommerniederwasser auftritt. Im oberen Isonzogebiet überwiegt infolge der hohen Lage des Einzugsgebietes noch der alpine Charakter des Abflußvorganges; weiter gegen Süden macht sich jedoch die tiefere Lage und die regenlose Zeit derart geltend, daß bei offenen Gerinnen und bei Karstwasserläufen das Kleinstwasser in den Sommermonaten auftritt.

Um auch im ungünstigsten Jahre eine ungestörte Aufrechterhaltung des Bahnbetriebes zu gewährleisten, wurde der Eintritt des Niedrigstwassers als alljährlich wiederkehrend vorausgesetzt. Diese Annahme ist weit strenger als die für Industrieanlagen übliche, gestattet aber das Wertverhältnis verschiedener Anlagen schärfer zu fassen und nur unbedingt sichere Wasserkräfte auszuwählen.

Die Bestimmung der für einzelne bauliche Anlagen wichtigen katastrophalen Hochwassermenge erfolgte, wo tatsächliche Erhebungsdaten fehlten, nach den Formeln von Kreßnik und Iszkowski; bei Weihern und Speichieranlagen jedoch unter der Annahme eines abnormalen größten Stundenniederschlags, der sofort und zur Gänze zum Abflusse gelangt.

Die theoretisch ermittelten Betriebs- und Hochwassermengen dienen nur als vorläufige Grundlage für die generellen Projekte, während die ausführlichen zur Konsenswerbung dienenden Entwürfe zumeist auf unmittelbaren Messungen der Abflußmengen beruhen.

Diese Wassermessungen hat das k. k. hydrographische Zentralbureau für die Zwecke des Wasserkraftkatasters im Jahre 1907 begonnen und parallel mit den Arbeiten der Staatseisenbahnverwaltung fortgeführt. Über Antrag und teilweise auf Kosten der Staatseisenbahnverwaltung wurden 15 Ombrometerstationen sowie 56 Pegelstationen neu errichtet und Konsumtionsmessungen an 103 neuen Meßstellen durchgeführt.

Mit diesen Erhebungen wurden nicht nur die Arbeiten der Staatseisenbahnverwaltung, sondern auch die Interessen der Industrie am Ausbau der Wasserkräfte gefördert, da die verlässliche Bestimmung der verfügbaren Wassermengen eine unbedingt notwendige Voraussetzung für jede größere Neuanlage ist.

d) Bautechnische Vorarbeiten.

Die ersten Vorerhebungen über die vorhandenen Wasserkräfte erstreckten sich auf die Wasserläufe des Alpengebietes von der Donau bis zur Adria mit einer Gesamtlänge von 8700 km.

Die generelle Untersuchung eines so ausgedehnten und vielgestaltigen Gebietes läßt sich rasch und billig nur als Zimmerarbeit an Hand der Landkarte durchführen. Die Kartenblätter des k. u. k. Militärgeographischen Instituts und die Niederschlags- und Abflußbeobachtungen des k. k. hydrographischen Zentralbureaus ermöglichten die Aufstellung von *Skizzen-*

projekten, die bereits die wesentliche Anordnung der Anlage sowie die vorläufige Berechnung der Abflüßmengen enthielten und als Grundlage für die Studien und Aufnahmen im Gelände dienten.

Während sich die Kosten für die Druckrohrleitung, die maschinelle und elektrische Einrichtung und für den Hochbau auch ohne Geländekenntnis wenigstens annähernd schätzen lassen, hängen jene der wichtigsten und kostspieligsten Bauteile, des Wehres und der Stollenanlage, in hohem Maße von den geologischen Verhältnissen ab. Die Feldarbeiten wurden daher mit generellen geologischen Untersuchungen eingeleitet und es wurde zunächst entschieden, ob das Skizzenprojekt fallen zu lassen, abzuändern oder unverändert weiter zu verfolgen sei. Bei den anschließenden Geländeaufnahmen fand die Stereophotogrammetrie in Österreich zum ersten Male ausgedehnte Anwendung für bautechnische Zwecke. Die Projektierung wurde dann zunächst nur so weit ins einzelne geführt, daß an Stelle der ersten allgemeinen Kostenschätzung eine verlässliche Berechnung der Anlagekosten in Kronen und der Leistung des Werkes in Pferdestärken durchgeführt werden konnte. Das Verhältnis beider Werte gibt die spezifischen Ausbaukosten in Kronen für eine Pferdestärke und damit den Maßstab zur wirtschaftlichen Vergleichung der einzelnen Kraftstufen untereinander. Hinsichtlich jener Stufen, bei denen die Kosten der ausgebauten Pferdestärke in angemessenen Grenzen blieben, wurde später an die Ausarbeitung eingehenderer Projekte geschritten.

Studien und Aufnahmen
im Gelände.

Generelle Projektierung.

2. TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE AUSWAHL DER WASSERKRÄFTE.

a) Reihenfolge der Projektarbeiten.

Obwohl auch die Verfassung der ausführlicheren Entwürfe nach einem systematischen Programm eingeleitet wurde, konnte sie nicht mehr so geschlossen durchgeführt werden, wie bei den Skizzenprojekten, die als Ergebnis des Aufsuchens der Wasserkräfte entstanden. Es mußten vielmehr bald aus inneren und bald aus äußeren Gründen einzelne Kraftwerke oder Kraftwerksgruppen eine abgesonderte beschleunigte Behandlung erfahren.

So bestand wiederholt die Absicht, eine Teilstrecke der k. k. Staatsbahnen versuchsweise elektrisch zu betreiben, und dann traten naturgemäß die nächstgelegenen oder bestgeeigneten Kraftwerke in den Vordergrund. (Für den Arlberg: Lutzbach, Spullersee, für Triest — Opčina: die Isonzowerke, für Stainach-Irdning — Attnang-Puchheim: die Energielieferung aus den Gosauwerken.)

Um den geregelten Gang der Studien aufrecht zu erhalten, wurde das Arbeitsprogramm alljährlich überprüft und den Zeitverhältnissen an-

gepaßt. So gelang es, neben den fallweise aufgestellten Projekten noch eine ansehnliche Reihe von Verhandlungsprojekten in planmäßiger Folge fertigzustellen und dem wasserrechtlichen Verfahren zu unterziehen.

Zur Beschleunigung der umfangreichen und häufig befristeten Arbeiten wurden sowohl Vermessungen wie Entwurfsarbeiten auch an bewährte Zivilingenieure und Bauunternehmungen übertragen, so insbesondere an Zivilingenieur Theodor Schenkel in Graz, an Zivilingenieur Wilhelm Lindauer in Cilli, an die Bauunternehmung Brüder Redlich & Berger in Wien, an das Gemeinschaftsbureau der Bauunternehmung Sager & Woerner und der Vereinigten Maschinenfabriken Rüscher-Ganahl in Wien. Eine Reihe wertvoller, auch auf das verkehrstechnische Gebiet übergreifender Sonderuntersuchungen hat der Zivilingenieur Dr. Walter Conrad in Wien im Auftrage der Staatseisenbahnverwaltung verfaßt. Für den maschinellen Teil und für die Gesamtdisposition der Projekte haben der seither verstorbene Oberingenieur S. O. Zoller der Maschinenfabrik Rüscher-Ganahl Aktiengesellschaft und die Maschinenfabrik Andritz A. G. wertvolle Beiträge geliefert.

Da die Arbeiten der Studienabteilung in die Zeit der raschen Entwicklung des Baues von Großwasserkraftanlagen fielen, wurde den Ingenieuren derselben häufig Gelegenheit geboten, auf Studienreisen die wichtigsten Bau- und Betriebserfahrungen im Inlande, in Deutschland, der Schweiz, Italien und Frankreich zu sammeln.

b) Sonderaufgaben der Studienabteilung.

Die Arbeiten der Staatseisenbahnverwaltung zur Sicherung der Wasserkräfte bestanden nicht bloß in der Aufstellung einer großen Zahl von Einzelprojekten und der Konsenswerbung hierfür, es war vielmehr eine ganze Reihe von Sonderaufgaben zu lösen, bezw. bei deren Lösung mitzuwirken.

Die Ausnützung von Großwasserkraften liegt noch nicht weit zurück. Die natürlichen Vorbedingungen der bisher ausgebauten Stufen waren meist so günstig, daß es eines besonderen Studiums der Ausbauwürdigkeit kaum bedurfte. Der Wasserkrafttechniker griff je nach dem Bedarfe an elektrischer Energie und dem Ausmaße der ihm zur Verfügung stehenden Geldmittel die günstigsten Gefällsstufen in mehr oder weniger knapp bemessener Länge heraus, wenn auch dadurch eine Zersplitterung des Gefälles oder der Wassermenge entstand, was heutzutage als Charakteristikon des „Raubbaues“ angesehen wird.

Unter den österreichischen Wasserkraften gibt es nur eine begrenzte Anzahl wirklicher, für den Eisenbahnbetrieb oder für Überlandwerke unersetzlicher Großwasserkräfte. Wenn die Staatseisenbahnverwaltung zur Hintanhaltung unsachgemäßer Zersplitterung dieser Großwasserkräfte

Schutz der
Großwasserkräfte vor
Zersplitterung.

wirksam beitragen wollte, so blieb ihr in Ermanglung gesetzlicher Schutzbestimmungen nur die Einreichung eigener, die ganze Stufe umfassender Konkurrenzprojekte übrig.

In den Blättern des vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten herausgegebenen österreichischen Wasserkraftkatasters, die seit 1909 erscheinen, ist die Inventarisierung der Wasserkräfte nach ihrem natürlichen und rechtlichen Bestand in mustergültiger Weise durchgeführt.

Hilfsdarstellung
des Projektsstandes.

Für die Projektierung und Konsenswerbung der Staatseisenbahnverwaltung mußten für Flußstrecken, an denen sich die bestehenden Anlagen und die Projekte der zahlreichen Konzessionswerber übergreifen, dem Wasserkraftkataster ähnliche Darstellungen hinsichtlich des Projektstandes geschaffen werden, so z. B. für die Mur. Diese Hilfsdarstellungen erwiesen sich als unentbehrlich, um den Zusammenhang der bestehenden Wasserbenützigungen mit den neu zu entwerfenden Anlagen überblicken zu können.

Langwierig und schwierig gestaltete sich die Lösung der Probleme, wenn die endgültige Wahl unter verschiedenen Alternativprojekten für eine Gefällsstufe getroffen werden mußte oder wenn die Projekte der Staatseisenbahnverwaltung die Entscheidung über die Ausnützung ganzer Wasserläufe (Mur, Möll, Drau, Save, Isonzo, usw.) verlangten.

Alternativprojekte.
Gesamtausnützung
größerer Gebiete.

So bot insbesondere das Gebiet der Drau mit ihren Zubringern, Möll und Lieser, und den anliegenden großen Seenbecken eine Reihe komplizierter Aufgaben, die eine mehrfache Lösung zulassen und die daher nach allgemein wirtschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten untersucht und verglichen werden mußten.

Hierher gehört auch das immer wieder auftauchende Projekt der Überleitung der Möll aus dem Gebiete von Winklern in die Drau bei Dölsach. Die hiedurch zu gewinnende Leistung von 8000 bis 29.000 PS ist gewiß bedeutend; der Vergleich dieses Projektes, bei dem die Möll in einer Länge von 50 km abgeschnitten und ein Gefälle von 240 m in einer Stufe ausgenützt würde, mit 7 generellen Entwürfen für Wasserkraftanlagen in der gegenständlichen Möllstrecke selbst, fiel jedoch wesentlich zu Ungunsten des ersteren, großzügig gedachten Werkes aus.

Eingehende Monographien mußten beispielsweise verfaßt werden, um die Streitfragen hinsichtlich der Ausnützung des Wörthersees durch Überleitung der Drau im Vergleiche mit der Verwertung des Draugefalles in diesem Flußabschnitte zu klären und um die tatsächliche Leistung des auf den ersten Blick so bestechenden großzügigen Wörtherseeprojektes mit seinen angeblichen 60.000 bis 80.000 PS zu bestimmen.

Jene Wasserkräfte, die den Verbrauchsgebieten am nächsten liegen, sind begreiflicherweise am stärksten umworben. Beim gewöhnlichen Ausbau könnten sie den Bedürfnissen der Staatseisenbahnverwaltung und großer Städte nicht gleichzeitig entsprechen, und es ist daher notwendig, ihre

Leistungsfähigkeit durch Talsperren, Zusatzwerke und sonstige Hilfsanlagen so weit zu erhöhen, daß alle volkswirtschaftlich gerechtfertigten Ansprüche befriedigt werden können.

Eine solche Sonderstellung kommt für das Wiener Industriegebiet den Wasserkraften der Enns und ihrer Zubringer sowie eines Teiles der nieder- und oberösterreichischen Donau als den östlichsten Großwasserkraften der Alpen zu. Noch unersetzlicher ist der Isonzo für das in großer Entfernung von den dalmatinischen Karstwasserkraften gelegene Gebiet von Triest. Trotzdem sich dieser südlichste Alpenfluß schon von seinen Quellen an zur Ausnutzung eignet, könnte der Gesamtbedarf für Bahnbetrieb, Hafenanlagen, Industrie- und städtische Zwecke nur durch eine aufs äußerste gesteigerte Ausnutzung gedeckt werden.

In solchen Fällen waren Operate für die Gesamtausnutzung in einem Umfang aufzustellen, den man vor den Arbeiten der Staatseisenbahnverwaltung nicht gekannt hat. So wird z. B. im Isonzo-Operat die geschlossene Ausnutzung von 99 *km* des Hauptlaufes und von 48 *km* der Zubringer mit insgesamt 17 Talsperren und 34 Kraftwerken behandelt, und im Drau-Operat der Hauptlauf des die Kronländer Tirol, Kärnten und Steiermark durcheilenden Flußes auf 320 *km* Länge studiert, um schließlich 19 ausbauwürdige Gefällsstufen auswählen und für die weitere Behandlung vorbereiten zu können.

Limnologische
Untersuchungen.

Bei hochgelegenen kleinen Alpenseen, die zur Wasserspeicherung herangezogen werden sollen, war hauptsächlich zu ergründen, ob die nötige Dichtigkeit gegenüber einem höheren Wasserdruck erreichbar sei und ob die Gehänge bei beträchtlichen Spiegelsenkungen standfest bleiben würden.

Von den Anwohnern besiedelter Seen wurden aber viel weitergehende Nachweise verlangt, da es sich um die Zuleitung von kalten, schlamm- und sandführenden Wässern in die bisher klaren und zum Baden geeigneten Alpenseen handelte. Man behauptete eine ungünstige Beeinflussung des Klimas, Abkühlung des Seewassers unter die Badetemperatur und Bewegungen der besiedelten Ufergründe als sicher bevorstehend. Alle diese Fragen wurden zum ersten Male bei dem Projekt der Firma Rüsck und Rhomberg zur Einleitung von Möll und Lieser in den Millstättersee behandelt und sie wiederholten sich besonders bei den Projekten zur Ausnutzung des Weißen-, des Wörther- und des Achensees. Soweit sich die Einwendungen auf die Absenkung allein beziehen, wurden sie auch gegen die Verwendung des Achensees als Wasserspeicher erhoben.

Die wissenschaftliche Bearbeitung der für die Wasserkraftverwertung der Alpenseen zu klärenden Vorfragen wurde vom geographischen Institut der k. k. Universität in Wien und von Universitätsprofessor Dr. F. Machatschek durchgeführt. Die Schüler des o. ö. Universitätsprofessors Dr. Eduard Brückner, Dr. Slavik und Professor Ferdinand Schnabl, untersuchten die Temperaturverhältnisse des Seewassers und verfaßten wert-

volle, für die Entscheidung über die Frage der Einleitung kälterer Wässer in die Seenbecken maßgebende Gutachten, während Prof. Machatschek nebst vielen geologischen Untersuchungen insbesondere die Frage der Standfestigkeit der Seeufer bearbeitete und mit seinen Erhebungen und Schlußfolgerungen für das Maß der zulässigen Schwankungen beim Aufstau und bei der Absenkung der Seespiegel ausschlaggebende Anhaltspunkte lieferte.

Die Aufspeicherung des Wassers für Betriebszwecke mußte nicht nur in geologischer (Wasserdichtheit, Verlandung durch Geschiebe und Sinkstoffe) und wasserwirtschaftlicher Richtung (Ausgleich von Zufluß und Entnahme, Einfluß von Verdunstung und Eisbildung) untersucht werden, sondern auch in dynamischer Beziehung. Bezüglich der inneren Vorgänge beim Betrieb von Wasserkraftwerken war die Frage zu klären, wie sich beim plötzlichen Abstellen der Turbinen der Spiegel im Wasserschloß und Stollen unter dem Einfluß der aus letzterem nachdrängenden Wassermassen und der allfälligen Entlastungsvorrichtungen verhalte. Von der hierüber entstandenen Literatur ist die Arbeit von Prof. Dr. F. Prašil in Zürich für die technische Praxis besonders wertvoll. Deshalb wurde u. a. das Wasserschloß und der Druckstollen der untersten Stufe der Gosauwerke auf Grund eines Gutachtens von Prof. Dr. Prašil durchgerechnet und für einen allfälligen Spitzenbetrieb der Strecke Steinach-Irdning—Attnang-Puchheim bemessen.

Unter den nach außen wirksamen Vorgängen der Werksbetriebe macht sich das stoßweise Ablassen von Wasser in den unterhalb liegenden Betrieben störend bemerkbar. Für jede plötzlich abströmende Wassermenge gibt es eine von den Abmessungen des Flußbettes abhängige Auslauflänge, nach der sozusagen ein Einholen der vorausgegangenen Welle eintritt und der Abfluß für gewöhnliche Betriebe wieder als gleichmäßig gelten kann.

Die Unterlieger fordern häufig die Herstellung eines Ausgleichbeckens, aus dem das Wasser genau nach Maßgabe des natürlichen Zulaufes austritt; dies kann so hohe Kosten verursachen, daß die Ausbauwürdigkeit einer Wasserkraft fraglich wird. Derartige Forderungen müssen daher in jedem Falle auf das gründlichste geprüft werden, was die Beschaffung aller hierzu erforderlichen Unterlagen und umfangreiche Studien und Erhebungen seitens des Konsenswerbers bedingt.

Aus den unwegsamen Waldgebieten des Hochgebirges wird das Holz herkömmlicherweise als Block oder Scheitholz herausgetriftet und schwimmt dann auch im Hauptlauf weiter, bis es am Verbrauchs- oder Umschlagsort an Holzrechen herausgefangen wird. Die Trift ist wohl eine äußerst billige Art der Förderung, verursacht jedoch große Substanz- und Wertverluste. Die Forstverwaltungen sind daher bestrebt, trockene Bringungsanlagen zu errichten, um das Holz verarbeitungs- und marktfähig zur Bahn zu bringen. Derartige Anlagen, wie Rieswege, Ziehwege, Seilbahnen lohnen sich jedoch nur bei großen Holzmassen oder bei geringen Ausbaukosten.

Hydraulische
Untersuchungen.

Aufrechterhaltung von Trift,
Flößerei und Schifffahrt.

Wo die Trift durch Stauwerke oder Wasserentziehung von Wasserkraftanlagen beeinträchtigt wird, taucht daher immer wieder die Forderung nach entsprechenden Ersatzanlagen auf, deren Kosten das neue Unternehmen ganz oder teilweise tragen soll. Bei Privatgewässern muß sich der Konsenswerber mit dem Waldbesitzer (Triftberechtigten) über die Lösung einigen, bei forstärarischen und öffentlichen Gewässern wird der Interessenausgleich der beteiligten Verwaltungszweige im Wege der Zentralstellen gesucht, wobei das k. k. Ackerbauministerium den Bestrebungen der Staatseisenbahnverwaltung besondere Rücksichtnahme entgegenbringt.

Ähnliche Verhältnisse bestehen hinsichtlich der Flößerei. Schon die alten Stauwerke in der Traun hatten Floßgassen zur Durchfahrt. Bei den wesentlich größeren modernen Stauanlagen versagt diese einfache Lösung und es muß untersucht werden, ob die Flößerei durch Einbau von Floßschleusen (z. B. Drau) aufrecht zu erhalten oder ob sie unter entsprechender Schadloshaltung durch Landverfrachtung zu ersetzen sei (z. B. Enns).

Auf den für die Wasserkraftausnützung in Betracht kommenden Alpenflüssen besteht mit Ausnahme der Donau keine Schifffahrt. Bei Donaukraftwerken sind Schiffsschleusen vorzusehen, die bei den weitgehenden Plänen über die Ausgestaltung der Wasserstraßen große Abmessungen erhalten müssen.

Aufrechterhaltung der
Fischerei.

Obwohl die Fischerei nach dem österreichischen Wasserrecht kein grundsätzliches Hindernis für die anderweitige Ausnützung der Gewässer bilden kann, kommt den Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Fischbestandes, beziehungsweise den an die Fischerei-Interessenten zu leistenden Entschädigungen eine größere wirtschaftliche Bedeutung zu.

Die Bestrebungen zur Ausnützung der Wasserkräfte erstreckten sich auch auf abgelegene Gewässer, die vorher nur wegen ihres unberührten Fischreichtums aufgesucht wurden, und haben daher in Fischereikreisen eine übertriebene Beunruhigung erzeugt. In Ausführung der Beschlüsse des Vertretertages alpenländischer Fischereivereine in Klagenfurt (1912) wurden eigene „Direktiven für Fischerei-Interessenten bei Kommissionierungen von Stauwehren, industriellen und gewerblichen Anlagen und Flußregulierungen“ herausgegeben, in denen die zu erhebenden Forderungen umschrieben sind. In den meisten Fällen wird die Herstellung entsprechender Fischwege über das Stauwehr verlangt, ferner die Anbringung von engmaschigen Rechen oder Netzen vor der Oberwasserausleitung; die allgemeinen Einwendungen richten sich sogar gegen die Verwendung von Beton als Baustoff. Bei weitgehender Wasserentziehung ist für das Zurückbleiben des unentbehrlichen Wassers in Tümpeln und Zufluchten zu sorgen.

Die Fischerei-Interessen werden amtlich durch den k. k. Fischereinspektor im Ackerbauministerium wahrgenommen. Dem Entgegenkommen dieser Zentralstelle ist es zu verdanken, daß sich bereits gewisse Grundsätze für die Aufrechterhaltung der Fischerei herausgebildet haben, wodurch sich stets ein gerechter Interessenausgleich vollziehen läßt.

C) *Technische Gesichtspunkte für die Auswahl der Wasserkräfte. —
Allgemeine Anforderungen an Bahnwerke.*

Der elektrische Vollbahnbetrieb stellt an die Kraftwerke bedeutende Anforderungen sowohl hinsichtlich der Leistung als auch der Betriebssicherheit.

Der Wettbewerb mit den modernen schweren Dampflokomotiven hat bereits zum Bau elektrischer Lokomotiven mit Stundenleistungen bis zu 3000 PS geführt. Vergegenwärtigt man sich, daß im Bereiche eines Kraftwerkes zeitweise mehrere durch solche Lokomotiven geförderte Züge zugleich unterwegs sind, so geht schon hieraus hervor, daß für den elektrischen Vollbahnbetrieb auf Gebirgsstrecken nur Großkraftwerke mit Höchstleistungen in Betracht kommen, die ein Mehrfaches der oben angegebenen Lokomotivleistung darstellen.

Die weitgehenden Forderungen des Eisenbahnverkehrs hinsichtlich Betriebssicherheit bedingen, daß die Zahl der Kraftwerke für einen bestimmten Netzzumfang nicht zu gering werden darf, damit bei Störungen in einem Werke der Betrieb mit den anderen aufrechterhalten werden kann. Zweckentsprechende Anordnung und Verteilung der Werke, der Leitungsanlagen, der Transformatorenstationen usw. sind selbstverständliche Forderungen des Vollbahnbetriebes, auf deren Erörterung hier nicht näher eingegangen werden soll.

Jedem einzelnen Werke und jeder Kraftwerksgruppe muß eine große Betriebssicherheit zukommen, Betriebsstörungen infolge Wassermangels muß durch vorsichtige Veranschlagung der Betriebswassermengen und entsprechende Auswahl der Wasserkräfte vorgebeugt werden. Schäden durch katastrophale Hochwässer sind infolge der strengen Vorschriften der Wasserrechtsbehörden über die Höchstwasserabfuhr bei guter Bauausführung nur ausnahmsweise zu befürchten. In solchen Fällen wird zumeist ein anderes bahneigenes Werk die Aushilfe übernehmen können. Die Staatseisenbahnverwaltung sichert sich überdies durch sogenannte „Notstandsverträge“ auch die Aushilfe seitens privater Kraftwerke.

Die Auswahl und das Zusammenarbeiten der Bahnkraftwerke nach Gruppen ermöglicht die vorübergehende Stillsetzung eines einzelnen Werkes zum Zwecke von Überprüfungen, Ausbesserungen oder Umgestaltungen.

Besonders wichtig bei der Anlage von Wasserkraftwerken für den elektrischen Vollbahnbetrieb ist die Rücksichtnahme auf die diesem Betrieb eigenen, sehr bedeutenden täglichen und jährlichen Schwankungen des elektrischen Leistungsbedarfes im Hinblick auf die zur Verfügung stehenden variablen Wassermengen.

Am einfachsten und wirksamsten wird den vorerwähnten Schwankungen durch Aufspeicherung des Betriebswassers entsprochen. Es genügt,

wenn einzelne Werke einer Gruppe speicherfähig sind, da sich die elektrische Arbeit derart auf die einzelnen Werke verteilen läßt, daß die nicht speicherfähigen möglichst voll und annähernd gleichmäßig belastet werden, während die speicherfähigen vorwiegend zur Deckung des die Durchschnittsleistung überragenden Bedarfes als sogenannte Spitzendeckungswerke betrieben werden.

Erhöhung der Jahresleistung
durch Wasserspeicherung.

Die Ausnutzungsmöglichkeit einer Wasserkraftanlage wächst mit der Gleichmäßigkeit der Wasserstände. Gelingt es, das Niedrigstwasser durch Zuschuß aus einem Speicher auf die Höhe des Niederwassers oder sogar des Beharrungswassers zu ergänzen, so erhöht sich dementsprechend auch die Belastungsfähigkeit des Kraftwerkes.

Wenn die Geländeverhältnisse die Benützung bestehender Seen oder die Anlage künstlicher Speicherbecken für Jahresausgleich oder Wasserzuschuß gestatteten, wurden hierfür bautechnische Entwürfe und bis ins einzelne gehende Wasserwirtschaftspläne verfaßt.

Bei diesem Anlasse mögen zwei große Arbeiten, in welchen das hydrographische Zentralbureau die Frage des Speicherwertes natürlicher Seen ausführlich behandelte, besonders erwähnt werden. Es sind dies: die „*Studie über die Wasserwirtschaft des Millstätterseewerkes bei Verwendung der Wassermengen der Lieser und des Seebaches*“ (Jänner 1910) und das „*Gutachten über die hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Fragen, betreffend die Wasserkraftanlagen im Gebiete des Achensees und Achenbaches*“. (April 1910.)

Die aufgespeicherten Wassermassen können auch zur Hebung der Leistungsfähigkeit entfernt liegender Werke verwendet werden, z. B. durch Zusammenfassung mehrerer Kraftwerke zu einer Betriebsgruppe, in der das Speicherwerk vorwiegend in der Niederwasserzeit Energie liefert (zum Beispiel Ötztalerache mit Stuibebach, Speicher am Finstertalsee) oder zur Speisung der im Unterwasser des Speicherwerkes liegenden Anlagen. Infolge dieser Maßnahmen kann die Niederwasserleistung der unterhalb gelegenen Werke derart verbessert werden, daß sie aus der Gruppe der ausbaufähigen in die Gruppe der ausbauwürdigen Wasserwerke hinaufrücken (zum Beispiel Spullersee und die Werke an der Alfenz, die Ennszubringer Sölk-, Tal-, Forstau- und Preuneggbach und die Ennswerke im Gesäuse). Manchmal können sogar beide Vorteile, die Gruppenkupplung und die Speisung der Unterwasserwerke, ausgenützt werden (zum Beispiel die vier Stufen der Stubache mit dem Speicher im Tauernmoosboden).

Erhöhung der Jahresleistung
durch Verbindung mit
Wärme- kraftwerken.

Wo es die Kohlenpreise zulassen, beziehungsweise die Anlage einer hydraulischen Akkumulierung unwirtschaftlich wird, kann letztere durch eine kalorische Hilfsanlage ersetzt werden, bei der man den Energiezuschuß in wirtschaftlicher Weise bis etwa auf die Höhe der sechsmonatigen Wasserkraftleistung steigern kann (zum Beispiel Mur bei Mötschlach im Anschluß an die Dampfkraftanlage der Böhlerwerke in Kapfenberg). Die oberste

Grenze der Ausnützung ganzer Flußgebiete ergäbe sich durch Verbindung ihrer Wasserkräfte mit Dampfkraftanlagen am Fundorte der Kohle (zum Beispiel Drau und Mur mit dem südsteierischen Kohlenbecken; Donau und ihre Zubringer mit dem westböhmischem oder schlesischgalizischen Kohlengebiete).

Weit leichter als die jährlichen Schwankungen des natürlichen Abfluvorganges kann man die beim elektrischen Bahnbetrieb innerhalb eines Tages auftretenden Schwankungen im Kraftbedarfe in wirtschaftlicher Weise durch Speicherung des überschüssigen Betriebswassers in sogenannten Tagesspeichern ausgleichen.

Erhöhung der Tagesleistung durch Wasserspeicherung.

Der innerhalb 24 Stunden mehr oder weniger regelmäßig wiederkehrende Höchstbedarf (die „Spitze“) wird sich im Verhältnis zu dem mittleren Tagesbedarfe je nach der Verkehrsdichte der Bahnlinien, deren Länge usw. im allgemeinen als ein größeres oder kleineres Vielfaches der notwendigen Durchschnittsleistung ergeben; für mittlere Verhältnisse als das Dreibis Fünffache.*)

Der erforderliche Inhalt des Tagesspeichers richtet sich nach diesem Verhältnis und den Zeitabständen, in denen die Spitzen aufeinander folgen. Bei entsprechender Verkehrsdichte genügt ein großes Wasserschloß, allenfalls wird auch der Zulaufstollen zur Speicherung herangezogen.

Tagesspeicher für Bahnzwecke sollen stets die Stelle des Wasserschlosses einnehmen, also am Ende des Oberwasserkanals oder Stollens und nicht etwa an dessen Anfang liegen; nur dann kann die Entnahme in weiten Grenzen schwanken und bei Störungen in der Wasserzufuhr der Betrieb bis zur Erschöpfung des Speichers aufrechterhalten werden.**)

Findet sich im Zuge der Oberwasserführung keine günstige Stelle für die Unterbringung eines solchen Wasservorrates oder würde — wie bei Nieder- und Mitteldruckwerken — dem kleinen Gefälle eine unverhältnismäßig große Wasseraufspeicherung entsprechen, so kann man auf einem Hochboden in der Umgebung des Krafthauses einen Weiher für eine sogenannte Pumpakkumulierung anlegen. In den Zeiten geringen Kraftbedarfes wird dann ein Teil des sonst ungenützt über das Wehr laufenden Betriebswassers in den Hochbehälter gedrückt, um es bei Eintritt erhöhten Kraftbedarfes in Hilfsturbinen auszunutzen und die aufgespeicherte Arbeit nutzbar zu machen (z. B. Murstufe Frojach-Teufenbach).

Erhöhung der Tagesleistung durch Pumpakkumulierungen.

Dieses System der Spitzendeckung und des Belastungsausgleiches verdient trotz erheblicher Anlagekosten und ungünstigen Gesamtwirkungsgrades in besondern Fällen den Vorzug vor kalorischen Zusatzanlagen und

*) Siehe u. a.: Dr. techn. Artur Hruschka: „Grundlagen der Zugförderung beim elektrischen Betriebe der k. k. österreichischen Staatsbahnen.“ (Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1910, Heft 25 bis 30) W. Kummer: „Neuere Studien über die Schwankungen des Kraftbedarfes der elektrischen Zugförderung.“ (Schweizerische Bauzeitung, 1916, Seite 199 ff.)

***) Vgl. Ing. Max Singer: „Über Wasserwirtschaft im Gebirge.“ (Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1909, Nr. 27 und 28.)

findet in neuerer Zeit — insbesondere in kohlenarmen Ländern, zum Beispiel in der Schweiz — vom Gesichtspunkte weitestgehender Ausnutzung der schon bestehenden Wasserkraftanlagen erhöhte Beachtung.*)

d) Wirtschaftliche Gesichtspunkte für die Auswahl der Wasserkräfte.

Vergleich mit den Kosten
der Wärmekraft.

Eine technische Neuerung wird im allgemeinen nur durchgeführt, wenn damit ein wirtschaftlicher Erfolg erreicht wird. Da für die Einführung des elektrischen Betriebes die Frage nach der damit zu erzielenden Verbilligung vorangestellt wird, sind auch für die Auswahl der Wasserkraftwerke die kleinsten spezifischen Ausbau- und Betriebskosten von großer Bedeutung. Es sind daher bei Detailstudien für jedes in Betracht kommende Werk unter bestimmten Betriebsannahmen die Kosten einer Kilowattstunde zu berechnen und untereinander sowie mit den Kosten der Energie aus einer Wärmekraftanlage zu vergleichen. Die bei allen Projekten einer Umwandlung des Dampflokotivbetriebes auf elektrischen Betrieb aufzustellende Vergleichsrechnung gipfelt im allgemeinen in der Ermittlung des sogenannten kritischen Strompreises, d. h. jenes Preises für die Kilowattstunde, bei dem — unter genauer Berücksichtigung aller durch die Einführung des elektrischen Betriebes bedingten Mehr- und Minderausgaben, insbesondere also auch der Verzinsung und Tilgung aller hinzukommenden Anlagen und Einrichtungen — Kostengleichheit für beide Betriebsarten besteht.

Ausbaufähigkeit und
Ausbauwürdigkeit.

Die Ausdrücke „Ausbaufähigkeit“ und „Ausbauwürdigkeit“ werden mit wechselnder Bedeutung gebraucht. Es empfiehlt sich folgende Unterscheidung einzuhalten:

Wenn eine Wasserkraft allen technischen Anforderungen (Leistung, Speicherfähigkeit, Betriebssicherheit usw.) entspricht, die für den betreffenden Zweck gestellt werden, so ist sie ausbaufähig. Vom wirtschaftlichen Standpunkt wird sie aber erst ausbauwürdig, wenn sie ein finanzielles Erträgnis verspricht, d. h. wenn entweder die Energie unter dem kritischen Strompreis und billiger als durch eine Wärmekraftzentrale erzeugt oder infolge besonderer Verhältnisse zu Vorzugsbedingungen verkauft werden kann.

Die Ausbaufähigkeit ist daher der Wasserkraft eigen, ist ihre natürliche Eigenschaft. Die Ausbauwürdigkeit hängt von äußeren wirtschaftlichen Zeitumständen ab. Eine Wasserkraft kann daher von der Ausbaufähigkeit zur Ausbauwürdigkeit heranreifen, entweder durch die Teuerung der Kohle (Erhöhung des kritischen Strompreises) oder durch das Sinken des Zinsfußes.

Umgekehrt kann die ziffermäßig nachgewiesene Ausbauwürdigkeit (gegenüber einem Wärmekraftwerke) durch Eintritt besonders günstiger Strombezugsmöglichkeit gewissermaßen zurückgehen. Dieser Fall tritt z. B.

*) Vgl. Zuppinger: Bessere Ausnutzung unserer weißen Kohle mittels hydraulischer Kraftakkumulierung, (Schweizerische Wasserwirtschaft, 1917).

ein, wenn der geringe Energiebedarf weit auseinander liegender Bahnlinien von mäßiger Verkehrsstärke wohl aus ausbauwürdigen bahneigenen Werken gedeckt werden, die Energie aber noch billiger aus bestehenden oder geplanten Industriekraftwerken bezogen werden könnte. In solchen Fällen sichert sich die Staatseisenbahnverwaltung den Energiebezug aus den privaten Werken und hält die Sicherstellung bahneigener Wasserkräfte nur aufrecht, wenn später ein die Option übersteigender Bedarf zu erwarten ist.

In einfachen Fällen ermöglichen die Vorarbeiten bereits die Aufstellung von Baukostenschätzungen und Betriebskostenberechnungen, die zur Auswahl der voraussichtlich ausbauwürdigen und daher einer eingehenden Behandlung zu unterziehenden Stufen genügen.

In manchen Fällen konnte die Ausbauwürdigkeit erst auf Grund der Forderungen von Interessenten und der behördlichen Vorschriften festgestellt werden, weshalb solche Projekte möglichst frühzeitig dem wasserrechtlichen Verfahren zugeführt werden mußten, wodurch allerdings der Fortgang der Arbeiten vom Verlaufe des mitunter recht langwierigen Verfahrens abhängig wurde.

Die voraussichtliche Belastung eines Bahnwerkes hängt von der Größe des zu versorgenden Streckenabschnittes, von der Verkehrsentwicklung und der Netzausgestaltung ab, demnach von Umständen, die unabhängig von den natürlichen Eigenschaften der Wasserkraft sind, auf die aber dessenungeachtet bei der Auswahl der Wasserkräfte Bedacht genommen werden muß. Jeder Fortschritt in der Elektrotechnik und im Verkehrswesen äußert eine Rückwirkung auf die Auswahl der Wasserkräfte und die Schwierigkeit kommt am deutlichsten darin zum Ausdruck, daß die Summe aller ausgewählten und sichergestellten Wasserkräfte dem in einem fernen Zeitpunkt eintretenden Bedarf des Bahnbetriebes entsprechen soll.

Grenzen der Reservierung.

Diese komplizierte Aufgabe läßt sich daher nicht durch einmalige und endgültige Reservierung einer großen Zahl von Wasserkräften lösen, die dann brach liegen würden, bis sie endlich für den elektrischen Betrieb herangezogen werden. Aus volkswirtschaftlichen Gründen müssen die vorbehaltenen Wasserkräfte auch in der Zwischenzeit nach fachlichen Gesichtspunkten derart bewirtschaftet werden, daß auch anderen Interessen genügend Spielraum gewährt und das große und bleibende Ziel des elektrischen Vollbahnbetriebes trotzdem nicht beeinträchtigt wird.

III. DIE RECHTLICHE SICHERSTELLUNG DER WASSERKRÄFTE FÜR DEN ELEKTRISCHEN BETRIEB VON VOLLBAHNEN.

1. EINFLUSS DER BESTREBUNGEN ZUR ERNEUERUNG DES WASSERRECHTES.

Das derzeit in Kraft stehende österreichische Wasserrecht beruht auf dem Reichswassergesetz vom 30. Mai 1869 und auf den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Landeswassergesetzen. Entsprechend ihrer Entstehungszeit tragen diese Gesetze hauptsächlich der bis dahin üblich gewesenen Benützung des Wassers für landwirtschaftliche und gewerbliche Zwecke Rechnung und schützen die bestehenden Wasserbenutzungsrechte in weitgehender Weise vor Beeinträchtigung durch Neuanlagen, und zwar auch dann, wenn sich letztere als volkswirtschaftlich weit wichtigere und großzügigere Unternehmungen darstellen, als die bestehenden Anlagen.

Dies erwies sich vielfach hinderlich für die Verwertung der Wasserkräfte im Sinne der modernen Bestrebungen zur Schaffung von Großwasserkraftwerken.

Unter Anwendung dieses Schutzes kann beispielsweise der Besitzer einer innerhalb einer Gefällsstufe liegenden Mühle die Ausnützung der ganzen Stufe durch seinen Einspruch beträchtlich erschweren und unter Umständen selbst ganz verhindern. Da Großwasserkraftanlagen häufig Flußstrecken von 6 bis 10 *km* umfassen, so ist die Zahl der aus dem Titel eines bestehenden Wasserrechtes Einspruchsberechtigten oftmals eine außerordentlich große und wachsen dann deren Forderungen namentlich in besiedelten Gegenden ins wirtschaftlich Unerträgliche.

In vielen Fällen erwies sich auch der Rechtsbestand einer auf Grund des geltenden Gesetzes erworbenen wasserrechtlichen Konzession allein als ein Hindernis für eine großzügige Ausnutzung der Wasserkräfte, weil eine solche Konzession auch dann, wenn noch keine nahe Aussicht für die Verwertung der Energie und sohin keine ausreichende finanzielle Grundlage für den Ausbau der Anlage vorhanden war, den Inhaber in gewissem Sinn

zum Herrn der betreffenden Stufe machte, von dessen Zustimmung alle späteren Projekte zur Verwertung der selben Wasserkraft abhängig sind.

Wachsende Schwierigkeiten ergaben sich auch für die Trink- und Nutzwasserversorgung der Großstädte und industriellen Betriebe.

Diese Mißstände veranlaßten die industriellen und technischen Verbände, eine Reform des geltenden Wasserrechtes zu fordern, die auch dem Ausbau der Großwasserkräfte Rechnung tragen sollte.

Nach eingehender Vorberatung in den industriellen und landwirtschaftlichen Körperschaften sowie in wissenschaftlichen und Berufsverbänden brachte die Regierung im Jahre 1911 den Entwurf eines neuen Wasserrechtsgesetzes in den Landtagen ein; der Einheitlichkeit des Wasserrechtes innerhalb des ganzen Staatsgebietes sollte durch möglichst gleichlautende Fassung aller Landesgesetze Rechnung getragen werden. *)

Nur in vier Kronländern, nämlich in Kärnten, Krain, Görz und Vorarlberg, ist der Entwurf noch vor Kriegsausbruch von den Landtagen angenommen worden, doch sind die neuen Wasserrechtsgesetze dort bisher noch nicht in Kraft getreten.

Der Entwurf der neuen Wasserrechtsgesetze nimmt sowohl meritorisch als auch formell auf die in fortschreitender Entwicklung befindliche Ausnutzung der Großwasserkräfte gebührend Rücksicht; es darf daher wohl der Erwartung Ausdruck gegeben werden, daß auch die Aktion der Staatseisenbahnverwaltung zur Heranziehung der Großwasserkräfte für Bahnzwecke eine Beschleunigung erfahren wird, sobald der Regierungsentwurf auch in den übrigen für das Studiengebiet der Staatseisenbahnverwaltung besonders wichtigen Kronländern (Oberösterreich, Salzburg, Steiermark und Tirol) verabschiedet sein wird.

2. FÖRDERNDE VERWALTUNGSMASSNAHMEN.

a) Verfügungen der Zentralstellen.

Abgesehen von den im vorherigen Abschnitte besprochenen Hemmnissen rechtlicher Natur erwachsen der Aktion der Staatseisenbahnverwaltung

*) Aus der umfangreichen Literatur auf dem Gebiete des Wasserrechtes seien u. a. angeführt:
Dr. Ernst Ritter von Seidler: „Die Reform des österreichischen Wasserrechtes.“ Zeitschrift für Volkswirtschaft, Sozialpolitik und Verwaltung. IX. Band. „Interessenkonflikte auf dem Gebiete der Wasserwirtschaft.“ Volkswirtschaftliche Wochenschrift 1907. „Das Wasserrecht und die Landwirtschaft.“ Wiener Landwirtschaftliche Zeitung 1908. „Die neuen Wasserrechtsgesetze.“ Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1914, S. 447 ff.
Dr. Rudolf Alter: „Wasserrechtsgesetze.“ Band I, Wien 1913, Manzsche k. u. k. Hof-, Verlags- und Universitätsbuchhandlung.
Dr. Wilhelm Freiherr von Alter: „Die Wasserrechtsreform.“ Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst, 1912, S. 896 ff.
Dr. Heinrich Schreiber: „Die Elektrizität in Recht und Wirtschaft.“ Leipzig und Wien 1913, S. 82ff.
O. Mayr: „Der österreichische Regierungsentwurf neuer Landes-Wasserrechtsgesetze.“ Wien 1913.

zur Sicherung der für den Bahnbetrieb erforderlichen Wasserkräfte große Schwierigkeiten aus der anfänglich bestandenen Mangelhaftigkeit der hydrologischen Grundlagen und Unsicherheit über den Energiebedarf der Eisenbahnen.

Diesen Schwierigkeiten in dankenswerter Weise Rechnung tragend, hat das Ackerbauministerium, nachdem es schon in den Jahren 1899 und 1901 an die Wasserrechtsbehörden I. und II. Instanz besondere Weisungen hinsichtlich der Behandlung einlaufender privater Ansuchen um Erteilung wasserrechtlicher Bewilligungen im Gebiete der Arlbergbahn beziehungsweise der neuen Alpenbahnen erlassen hatte, im Jahre 1906 diese Verfügungen in entsprechender Anpassung an die besonderen Verhältnisse auf den ganzen Bereich der österreichischen Alpenländer ausgedehnt und die Vorlage größerer privater Wasserkraftprojekte an das Eisenbahnministerium zur Prüfung vom Standpunkte der Notwendigkeit der Wasserkraft für Eisenbahnbetriebszwecke angeordnet.

Da jedoch diese Verfügungen einerseits in mancher Richtung hemmend auf die Betätigung des privaten Unternehmungsgeistes auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung einwirkten, andererseits mit Rücksicht auf den großen Geltungsbereich eine zu weit gehende Inanspruchnahme der mit der Durchführung der Studien betrauten Organe der Staatseisenbahnverwaltung mit sich brachten, wurden sie außer Kraft gesetzt und im Jahre 1910 vom Ackerbauministerium im Einvernehmen mit den beteiligten Zentralstellen neue Vorschriften über die formelle Behandlung privater Wasserkraftprojekte erlassen (Erlaß vom 1. August 1910, Z. 24930).

Dieser Erlaß sieht nur eine Anzeigepflicht hinsichtlich der privaten Wasserkraftprojekte an das Ministerium für öffentliche Arbeiten und die Verständigung des Eisenbahnministeriums von den dortselbst eingelangten Anzeigen vor.

Die Fristen, die gemäß den Vereinbarungen zwischen den beteiligten Ministerien für die Entschließung der Staatseisenbahnverwaltung bestimmt wurden, sind so knapp bemessen, daß das Eisenbahnministerium innerhalb von nur 8 Tagen nach Einlangen der Anzeige sich zu äußern hat, ob das Projekt Interessen seines Ressorts berühre und infolgedessen die Vorlage an das Ministerium für öffentliche Arbeiten erforderlich sei; innerhalb 21 Tagen nach der Vorlage ist schon die Entscheidung über die im Einvernehmen mit den zuständigen Zentralstellen anzuordnenden weiteren Maßnahmen zu treffen.

Diese Vorschriften, die gegenwärtig noch in Geltung stehen, verfolgten und erreichten den Zweck, der Staatseisenbahnverwaltung im Rahmen der geltenden gesetzlichen Normen den erforderlichen Einfluß auf die Ausnutzung der Wasserkräfte zu sichern, ohne daß hieraus den privaten Konsenswerbern fühlbare, ihre Absichten benachteiligende Verzögerungen bei der Behandlung ihrer Projekte erwachsen.

Bei der Handhabung dieser Vorschriften hat das Ackerbauministerium ebenso wie das Ministerium für öffentliche Arbeiten auf die bei der Wasserkraftaktion der Staatseisenbahnverwaltung in Betracht kommenden wichtigen volkswirtschaftlichen und gesamtstaatlichen Interessen weitgehend Rücksicht genommen.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß auch die als wasserrechtliche Konsensbehörden fungierenden politischen Behörden I. und II. Instanz im allgemeinen die Bestrebungen der Staatseisenbahnverwaltung zur Sicherung der für den elektrischen Bahnbetrieb erforderlichen Wasserkräfte durch verständnisvolles Entgegenkommen gefördert haben.

b) Die ständige interministerielle Wasserrechtskommission.

Über Anregung des Eisenbahnministeriums wurde Ende 1909 die „Ständige interministerielle Wasserrechtskommission“ ins Leben gerufen, deren Wirkungskreis sich erstreckt auf die Beratung

1. aller legislativen Maßnahmen wasserrechtlicher Natur,
2. der in Wasserrechtsangelegenheiten an die Unterbehörden seitens des Ackerbauministeriums und des Ministeriums für öffentliche Arbeiten zu erlassenden Weisungen allgemeiner Natur,
3. jener vom Ackerbauministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten bezüglich Konzessionierung konkreter Wasserkraftanlagen zu treffenden Verfügungen, hinsichtlich welcher bisher das Einvernehmen mit anderen beteiligten Zentralstellen im Wege der Akteneinsicht zu pflegen war.

Die Kommission befaßte sich in der Folge in wiederholten Beratungen unter anderem mit den Grundzügen über den Verkehr zwischen den Zentralstellen bezüglich der privaten Wasserkraftprojekte, mit dem neuen Wasserrechtsgesetz einschließlich der zu erlassenden Durchführungsverordnung, mit der Frage der Ausnutzung der österreichisch-bayrischen Grenzgewässer, sowie mit Angelegenheiten konkreter Wasserkraftprojekte, wie zum Beispiel mit denen an der Cetina, Save, Drau usw.

Auch in dieser Kommission fand die Staatseisenbahnverwaltung werktätige Förderung ihrer Absichten.

3. ARTEN DER RECHTLICHEN SICHERSTELLUNG DER WASSERKRÄFTE DURCH DIE STAATSEISEN- BAHNVERWALTUNG.

a) Selbständige Konsenswerbung.

Wie schon aus der in Abschnitt I gegebenen Darstellung der Entwicklung der Aktion der Staatseisenbahnverwaltung hervorgeht, war es

unabweisliche Pflicht der letzteren, rechtzeitig und in ausreichendem Maße alle Vorbedingungen zu schaffen, um im gegebenen Zeitpunkte auf die elektrische Zugförderung übergehen zu können. Das Eisenbahnministerium würde sich dem Vorwurfe des Mangels an Voraussicht und Fürsorge für die Vervollkommnung des heimischen Eisenbahnwesens ausgesetzt haben, wenn es dieser Aufgabe nicht seine volle Aufmerksamkeit zugewendet und an ihrer Lösung gearbeitet hätte.

Welche Wege standen nun der Staatseisenbahnverwaltung offen, um die erforderlichen Wasserkräfte sicherzustellen?

Das geltende Wasserrecht kennt weder einen allgemeinen Vorbehalt einzelner Gewässer oder Gewässerstrecken, noch, wie das Eisenbahnkonzessionsgesetz, ein Heimfallsrecht zugunsten des Staates. Wenn ein staatlicher Verwaltungszweig die Erlangung eines Wasserbenutzungsrechtes anstrebt, so muß er geradeso wie jeder private Unternehmer, bei der staatlichen Wasserrechtsbehörde um die Verleihung des Wasserbenutzungsrechtes einschreiten.

Damit war auch für die Staatseisenbahnverwaltung der Weg vorgezeichnet, den sie betreten mußte, um in den Besitz der für ihre Zwecke erforderlichen wasserrechtlichen Bewilligungen zu gelangen.

Bei dem großen Umfange des Gebietes, auf das sich die Studien und infolgedessen auch die Konzessionsbewerbungen erstreckten, war die Zahl der bei den Wasserrechtsbehörden einzubringenden generellen und Detailprojekte sehr bedeutend, zumal die wasserrechtliche Verhandlung für alle für den Bahnbetrieb technisch geeignet erscheinenden Wasserkräfte durchgeführt werden muß, da erst auf Grund des Ergebnisses derselben und der Stellungnahme der maßgebenden Behörden und Verwaltungszweige sowie der Privatinteressenten die technische und ökonomische Durchführbarkeit des Projektes festgestellt und die Auswahl und genaue Differenzierung der ausbauwürdigen Projekte erfolgen kann.

Schwierigkeiten, die sich dieser anfänglich einzigen Art der Sicherung von Wasserkräften entgegenstellten, sowie die Erkenntnis, daß im Rahmen derselben auf die Bedürfnisse des privaten Unternehmungsgeistes nicht immer in dem von der Staatseisenbahnverwaltung selbst gewünschten Maße Rücksicht genommen werden kann, boten Veranlassung, von der allgemeinen und unterschiedslosen Anwendung dieser Methode Umgang zu nehmen.

b) Gemeinsame Konsenswerbung mit öffentlichen Faktoren und anderen Interessenten.

In Anbetracht des bedeutenden Aufwandes, den die Verfassung genauer Projekte sowie insbesondere der Ausbau von Wasserkräften erfordert, dann aber auch zur Behebung von Interessenkonflikten zwischen der Staatseisenbahnverwaltung und anderen, für die Verwertung von Wasserkräften

in Betracht kommenden Faktoren, wurde mit diesen in mehreren Fällen ein gemeinsames Vorgehen bezüglich Projektverfassung, Konsenswerbung und allfälligen Ausbaues von Wasserkraften angebahnt und zum Teile auch verwirklicht (Gemeinschaftsaktion mit dem Lande Krain, Achenseevertrag mit dem Stadtmagistrat Innsbruck und andere).

c) Optionsverträge.

Eine weitere Methode der Sicherstellung der für Bahnzwecke benötigten Energie, die sich im Laufe der Aktion herausbildete und in solchen Fällen angewendet wurde, in denen die Verwirklichung der Projekte privater Konsenswerber in absehbarer Zeit zu erwarten war, sind die sogenannten Optionsverträge.

Durch diese wurde den privaten Unternehmern und zwar auch in Fällen, in denen die Staatseisenbahnverwaltung selbst als Konsenswerber aufgetreten war, die betreffende Wasserkraft unter Verzichtleistung auf das eigene Projekt zur Ausnutzung überlassen, wogegen der private Unternehmer sich verpflichtete, der Staatseisenbahnverwaltung aus dem von ihm zu erbauenden Werke elektrische Energie unter besonderen Bedingungen zu liefern.

Auch bei derartigen Vereinbarungen wurde den Interessen der privaten Unternehmer, insbesondere in Fällen der Ausnutzung von Wasserkraften für industrielle Zwecke, so weit entgegengekommen, als es mit den Aufgaben und Bedürfnissen der Staatseisenbahnverwaltung irgendwie vereinbar war.

d) Notstandsverträge.

Um in Fällen von Betriebsstörungen in Bahnkraftwerken, bei vorübergehenden abnormalen Verkehrssteigerungen (im Kriegs- und Mobilisierungsfalle und dergleichen) benachbarte private Kraftwerke zur aushilfsweisen Lieferung von elektrischer Energie für Bahnzwecke heranziehen zu können, wurden in vereinzelt Fällen mit den betreffenden Konsenswerbern oder Wasserwerksbesitzern sogenannte Notstandsverträge abgeschlossen.

4. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER WASSERKRAFT-AKTION DER STAATSEISENBAHNVERWALTUNG UND DEN PROJEKTEN, BEZIEHUNGSWEISE KONSENSWERBUNGEN PRIVATER UNTERNEHMUNGEN.

Die auf die Sicherstellung von Wasserkraften gerichtete Tätigkeit der Staatseisenbahnverwaltung geriet naturgemäß in einzelnen Fällen in Widerstreit mit den Bestrebungen privater Konsenswerber. Wie bereits aus

Früherem hervorgeht, wurde in solchen Fällen nach Möglichkeit ein Ausgleich der Interessen herbeigeführt.

Hierbei mußte der Gesichtspunkt maßgebend sein, daß die Eisenbahnen von der Nutzbarmachung der Großwasserkräfte nicht ausgeschlossen bleiben dürfen, daß daher die von der Staatseisenbahnverwaltung vertretenen Interessen und Bedürfnisse des öffentlichen Verkehrs bei der Verwertung dieses natürlichen Reichtumes unserer Alpenländer voll zur Geltung zu kommen haben.

Während im Auslande vielfach sehr einschneidende Maßnahmen ergriffen wurden, um die gemeinwirtschaftlichen und öffentlichen Bedürfnisse bei der Verwertung der Wasserkräfte zum Durchbruch zu bringen, wurden in Österreich, obwohl bereits zu Beginn der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts in parlamentarischen Kreisen das Verlangen nach stärkerer Wahrnehmung der staatsfinanziellen Belange gestellt worden war, seit jeher dem privaten Unternehmungsgeiste ein weiter Spielraum offen gelassen und bei Wahrung der öffentlichen Interessen mit aller Schonung der privatwirtschaftlichen Bedürfnisse vorgegangen.

Zahlenmäßig finden diese Bestrebungen ihren Ausdruck in der Statistik über die Erledigung der dem Eisenbahnministerium in der Zeit von Ende August 1910 bis 30. Juni 1917 zugegangenen Anzeigen über die Ansuchen privater Konsenswerber. Von rund 1060 Anzeigen wurden innerhalb der festgesetzten Frist von 8 beziehungsweise 21 Tagen 976 Projekte, also rund 92 % ohne Einschränkung freigegeben; nur in 15 Fällen lag eine Konkurrenz mit diesen Bewerbern vor, während in 54 Fällen Vertragsverhandlungen für Options- beziehungsweise Stilllegungsverträge angebahnt und zum größten Teile im gegenseitigen Einvernehmen abgeschlossen werden konnten.

Diese Behandlung der Wasserkraftprojekte privater Konsenswerber beweist deutlich, daß neben und innerhalb der Aktion der Staatseisenbahnverwaltung für die private Betätigung auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung noch ein weites Feld offen blieb.

Dies geht auch aus der folgenden Übersicht der nicht geringen Zahl von Großwasserkraftanlagen hervor, die bisher während dieser Aktion, und zwar zum Teil unter Förderung durch die Staatseisenbahnverwaltung tatsächlich ausgebaut wurden.

**AUSGEBaute GROSSE WASSERKRAFTANLAGEN
PRIVATER KONSENSWERBER, DEREN BAU IN DIE ZEIT DER VON DER
STAATSEISENBAHNVERWALTUNG ZUR SICHERSTELLUNG VON
WASSERKRÄFTEN EINGELEITETEN AKTION FÄLLT.**

Post Nr.	Konzessionär	Kronland	Gewässer	Ort der Anlage	Leistung in PS	Anmerkung
1	Getzner, Mutter & Co.	Vorarlberg	Alvierbach	Bürs	1600	
2	Kont. Ges. f. ange- wandte Elektrizität, Landeck	Tirol	Trisanna und Rosanna	Wiesberg	6000—10000	
3	Mittenwaldbahn, Akt.-Ges.		Rutzbach	Unterschönberg	4000—8000	
4	Kaiserwerke, G. m. b. H.		Hintersteiner- see	Kufstein	3000	
5	Etschwerke d. Städte Bozen u. Meran		Schnalsbach	Schnalstal	4800—15500	
6	Stadt Trient		Sarca	Drò	5000	
7	Stern & Hafferl, Akt.-Ges.	Salzburg	Großarlerache	St. Johann im Pongau	3600—12000	2 Stufen kon- sentierte
8	Stadt Salzburg		Almbach	Wiestal	4000	
9	Gewerkschaft Rathausberg		Bockhartsee	Naßfeld	480	
10	Stern & Hafferl, Akt.-Ges.	Ober- österreich	Gosaubach	Stegg	9600	5 Stufen kon- sentierte
11	Stadt Villach	Kärnten	Gail		5400	
12	Steierm. Elektr.-Ges.	Steier- mark	Drau	Faal	15100—33500	
13	Ing. Friedr. Pichler, Weiz		Raab	Raabklamm	400	
14	Krain. Landesaussch. u. Staatseisenb.-Verw.	Krain	Zaveršnica	Scheraunitz	1430	
15	Niederösterr. Landes- Elektrizitätswerk	Nieder- österreich	Lassing u. Erlauf	Wienerbruck	1130	
16	Akt.-Ges. z. Nutzbar- machung der Wasser- kräfte Dalmatiens (Sufid)	Dalmatien	Cetina	Duare	2600—64000	

Zu den Maßnahmen, durch welche die Staatseisenbahnverwaltung ihr Entgegenkommen gegenüber den privaten Bestrebungen zur Wasserkraftnutzung klar und deutlich bekundet hat, zählen ferner unter anderem:

1. Zurückstellung ihrer eigenen Projekte in solchen Fällen, in denen es sich um ernste Unternehmungen Privater handelte;

2. Abschluß von Verträgen auf Stilllegung (Außerbetriebsetzung) kleinerer Wasserkraftanlagen für den Fall und den Zeitpunkt des Ausbaues des Bahnwerkes bei Übernahme der Verpflichtung seitens der Staatseisenbahnverwaltung, als Ersatz der stille gelegten Wasserkraft elektrische Energie zu liefern.

3. Überlassung umfangreichen und wertvollen Studienmaterials an private Projektanten, zum Beispiel für Wasserkraftanlagen am Eisack und Avisio, Großache, Mengbach, Gerlos-, Ziller-, Zemm- und Tuxbach, an der Mur usw.

Die Konsenswerbung der Staatseisenbahnverwaltung, ja selbst die Erlangung der wasserrechtlichen Konzession bedeutet noch keineswegs eine Brachlegung der betreffenden Wasserkräfte, da es jedem privaten Unternehmen freisteht, sich bezüglich der von ihm ins Auge gefaßten, mit dem Vorhaben der Staatseisenbahnverwaltung etwa kollidierenden Ausnutzung in Verhandlung zu treten, und zwar gleichgültig, in welchem Stadium sich die Projektsbewerbung der Staatseisenbahnverwaltung gerade befinden mag.

Zutreffenden Falles hat die Staatseisenbahnverwaltung nach Zulässigkeit ihres Arbeitsprogrammes und im Rahmen der ihr pflichtgemäß obliegenden Vorsorge für die Sicherstellung der Wasserkräfte für einen künftigen Vollbahnbetrieb ernstest Bewerber gegenüber stets das größte Entgegenkommen bewiesen.

So kamen Vorverträge betreffs Ausnutzung der Wasserkräfte des Stubachtales mit einem führenden österreichischen Finanzinstitute, wegen der Wasserkräfte des Oetztales mit einer der größten Bauunternehmungen Österreichs zustande, während der Vertragsabschluß mit einer bedeutenden chemischen Industriegesellschaft betreffs einzelner Draustufen nahe bevorsteht.

Daß es der Staatseisenbahnverwaltung in vielen Fällen gelungen ist, einen Ausgleich zwischen den öffentlichen und privaten Interessen herbeizuführen, geht auch daraus hervor, daß die mit einer Reihe von privaten Unternehmungen abgeschlossenen Optionsverträge kein Hindernis für die Finanzierung und den Ausbau der betreffenden Wasserkraftanlagen bildeten. (Z. B. die Großkraftwerke an der Sanna bei Landeck, an der Bregenzerache bei Andelsbuch, in der Gosau, am Draufusse bei Faal.)

Wenn sich sohin die Staatseisenbahnverwaltung im Rahmen der von ihr ressortmäßig zu erfüllenden Aufgaben mit einem Minimum an Vorsorgen für einen künftigen elektrischen Bahnbetrieb begnügte, so hat sich doch

mehrfach die Notwendigkeit ergeben, Bestrebungen von Personen, die eine Okkupierung von Wasserkraften lediglich zu spekulativen Zwecken beabsichtigten, entgegenzutreten und hierdurch das Einreißen von Zuständen, wie sie in anderen Ländern als Raubwirtschaft und private Bannlegung von Wasserkraften beklagt werden, zu verhindern.

Den hierdurch ausgelösten Angriffen gegen die Staatseisenbahnverwaltung kann die folgende Äußerung des geschäftsführenden Verwaltungsrates der steiermärkischen Elektrizitätsgesellschaft und der österreichischen Baugesellschaft für Verkehrs- und Kraftanlagen, Ingenieur Roßhaendler, entgegengehalten werden, die einem am 12. März 1914 im Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein gehaltenen Vortrage entnommen ist:

„Die Erfahrungen bei den Konzessionierungen größerer Projekte in den letzten Jahren erwiesen, daß das k. k. Eisenbahnministerium nur berechnete Interessen der Staatseisenbahnverwaltung zu schützen sucht und nicht nur keine Hindernisse für den Ausbau großer Wasserkraftanlagen bietet, sondern im Gegenteil ernste Reflektanten zu unterstützen und zu fördern sucht. Man kann es nicht als einen Schaden für das öffentliche Wohl bezeichnen, wenn das genannte Ministerium mit dem k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten und dem hydrographischen Zentralbureau zu verhindern sucht, daß wertvolle Stufen durch Erstellung kleiner Anlagen zersplittert werden, und für eine rationelle Wasserkraftverwertung eintritt.“

5. STAATLICHE EINFLUSSNAHME AUF DIE WASSERKRAFTAUSNUTZUNG IN ANDEREN LÄNDERN, INSBESONDERE IM HINBLICK AUF DIE ANFORDERUNGEN DES ELEKTRISCHEN VOLLBAHNBETRIEBES.

Nachdem in den vorhergehenden Abschnitten die auf die Sicherstellung der Wasserkraften für den elektrischen Vollbahnbetrieb gerichtete Tätigkeit der österreichischen Staatseisenbahnverwaltung sowie die hierfür in Betracht kommenden verschiedenen Formen erörtert worden sind, sollen im nachstehenden vergleichsweise die in anderen Staaten erfolgten analogen Vorkehrungen hinsichtlich der Wasserkraftnutzung im allgemeinen und für Zwecke des Bahnbetriebes im besonderen Erwähnung finden, wobei gleichzeitig der derzeitige Stand der Wasserkraftausnutzung — soweit verlässliche Angaben zur Verfügung stehen — angeführt werden soll.

In einzelnen an Wasserkraften reicheren Staaten des Deutschen Reiches — insbesondere in Bayern und Baden — hat die beabsichtigte Einführung des elektrischen Bahnbetriebes den Anstoß zur Nutzbarmachung von Wasserkraften durch den Staat gegeben. Speziell in Bayern ist für den

a) Deutschland.

vorgedachten Zweck eine Reihe von Wasserkraften vom Staate mit Beschlag belegt worden. In der letzten Zeit ist infolge verschiedener Umstände die Ausbreitung der elektrischen Vollbahntraktion in den genannten Ländern vorläufig in den Hintergrund getreten gegenüber den auf die allgemeine Elektrizitätsversorgung abzielenden Vorkehrungen der bezüglichen Regierungen.

Hinsichtlich der Wasserrechtsverhältnisse und der seitens der einzelnen Bundesstaaten auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung und der Elektrizitätsversorgung getroffenen Maßnahmen sei auf die umfangreiche Literatur, insbesondere auf nachfolgende Veröffentlichungen hingewiesen:

„Die Wasserkräfte Bayerns“, im Auftrage des königl. Staatsministeriums des Innern bearbeitet von der königl. obersten Baubehörde München 1907;

„Die Ausnutzung der Wasserkräfte Bayerns“, Entwicklung in den Jahren 1908 und 1909, bearbeitet im königl. Staatsministerium des Innern, Februar 1910;

„Bericht über den Stand der Wasserkraftausnutzung in Bayern in den Jahren 1910 und 1911“ bearbeitet im königl. Staatsministerium des Innern;

„Bericht über den Stand der Ausnutzung der der Staatseisenbahnverwaltung vorbehaltenen staatlichen Wasserkräfte“, bearbeitet im königl. Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten, Februar 1914;

„Staatliche Elektrizitätswerke in Deutschland“ von Richard Passow, Jena 1916.

Am zielbewußtesten und weitestgehenden sind in der Frage der Heranziehung der Wasserkräfte für staatliche und insbesondere Bahnbetriebszwecke bisher die Schweiz und Schweden vorgegangen.

b) Schweiz.

Gleichwie Österreich, ist auch die Schweiz reich an Wasserkraften, hiegegen zum Unterschiede von unserem Vaterlande arm an Kohle.

Es muß daher die für öffentliche wie für private Zwecke erforderliche Kohle aus dem Auslande über weite Strecken dorthin befördert werden.

In der Schweiz sind demnach alle natürlichen Voraussetzungen für die Heranziehung der Wasserkraft zur Gewinnung elektrischer Energie gegeben.

Es haben denn auch in der Schweiz frühzeitig Bestrebungen eingesetzt, um angesichts des Kohlenmangels und der dadurch bedingten Abhängigkeit vom Auslande die reichen und natürlichen Hilfsquellen, welche im Lande selbst vorhanden sind, nämlich die Wasserkräfte, planmäßig auszubauen.

Abgesehen von dem bei der Gesetzgebung ihr zustehenden Einflusse, hat die Regierung auch im Wege der Erwerbung von Konzessionen für Wasserkraftanlagen zum Betriebe der Schweizerischen Bundesbahnen das gemeinwirtschaftliche Interesse am Ausbaue der Wasserkräfte zur Geltung zu bringen getrachtet.

Das neue „Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte“ vom 22. Dezember 1916 wahrt dem Bund die Oberaufsicht über die Nutz-

barmachung der Wasserkräfte der öffentlichen und privaten Gewässer, sieht aber von einer Monopolisierung der Wasserkräfte gänzlich ab, obwohl eine solche auch in der Schweiz viele Anhänger hatte und insbesondere im Hinblick auf die zu Ende des vorigen und zu Beginn dieses Jahrhunderts vielfach zutage getretene systemlose Ausbeutung und mehrere krasse Fälle der Zersplitterung und unökonomischen Ausnutzung von Wasserkraften in Erwägung gezogen wurde. Doch erscheint die Tendenz der Heranziehung der Wasserkraftnutzung für die Zwecke der Allgemeinheit und die Möglichkeit der Ausnutzung der Wasserkräfte seitens des Bundes selbst durch eine Reihe von Bestimmungen gewahrt.

Die Verfügung über die Wasserkräfte steht den Kantonen oder den ihnen untergeordneten Gemeinwesen (Bezirken, Gemeinden oder Körperschaften) zu. Der Bund ist aber berechtigt, für die Erfüllung der ihm obliegenden Aufgaben die Benutzung eines Gewässers in Anspruch zu nehmen; hat er für die erworbene Wasserkraft noch keine Verwendung, so ist er befugt, das Nutzungsrecht inzwischen einem Dritten zur Ausübung zu überlassen. Die Verleihung von Wasserrechten erfolgt nur an Schweizer Bürger, die während der ganzen Dauer der Verleihung ihren Wohnsitz in der Schweiz haben müssen. Die Verleihungsbehörde setzt die Leistungen und Bedingungen fest, gegen die den Beliehenen das Nutzungsrecht erteilt wird, wie Gebühren, Wasserzins (der sechs Franken für die Bruttoferdekraft nicht übersteigen darf), Abgabe von Wasser oder Kraft, Verleihungsdauer (höchstens 80 Jahre, das Recht auf Wiederverleihung haben nur Gemeinwesen, nicht aber Private), Bestimmungen über Strompreise, Beteiligung des Gemeinwesens an der Verwaltung und am Gewinn, Heimfall der Verleihung, Rückkauf usw.

Die eigene Betätigung des Bundes auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung ist zunächst aus den auf die Elektrisierung von Vollbahnen gerichteten Bestrebungen hervorgegangen.

Die der ehemaligen Gotthardbahn erteilten und von den schweizerischen Bundesbahnen erworbenen Konzessionen umfassen nicht einzelne Gewässerstrecken sondern ganze Flußgebiete, wodurch die schweizerischen Bundesbahnen in der Anordnung und wasserwirtschaftlichen Gruppierung der Kraftwerke freie Hand haben. Die Konzession im Kanton Uri umfaßt alle Wasserkräfte der Reuß von Andermatt bis Amsteg, der Meienreuß, des Felli- und des Kärstelenbaches. Die Konzession im Kanton Tessin erstreckt sich auf die Wasserkräfte des Ritomsees und des Tremorgiosees nebst deren Zu- und Abflüssen, des Tessins bei Monte Piottino, der Piumogna und sämtlicher ausnutzbaren Gewässer von der Tremola bis Lavorgo. Der Beginn der Bauten ist an keine Frist gebunden; die Konzessionsdauer beträgt 50 Jahre, wobei aber die Behörden schon erklärt haben, auf Wunsch des Konzessionärs die Konzession nach Ablauf dieser Zeit ohne Erschwernisse zu erneuern.

Für den Betrieb des Simplontunnels und der Walliser sowie anderer Strecken des Kreises I erwarben die Schweizer Bundesbahnen Wasserrechtskonzessionen an der Binna und an der Rhône. Ferner bewerben sie sich um eine Konzession zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Sihl mit einem großen Stausee bei Einsiedeln (Etzelwerk) und einiger weiterer zweckmäßig gelegener großer Wasserkräfte.

Der Ausbau der von den Schweizer Bundesbahnen in Aussicht genommenen Wasserkraftanlagen wird sich selbstverständlich auf eine längere Zeit verteilen müssen, denn die Elektrisierung der Bahnen erfordert Summen, die erst im Laufe von Jahrzehnten aufgebracht werden können.

Die Bundesbahnen beabsichtigen daher, an konzessionierten Gewässerstrecken, die vorläufig von ihnen nicht benötigt werden, Subkonzessionen zu erteilen, um die Wasserkräfte einstweilen für die Privatindustrie nutzbar zu machen. So ist im Dezember 1916 ein Subkonzessionsvertrag mit der A. G. Lonza in Basel abgeschlossen worden zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Binna und der Rhône zwischen Fiesch und Mörel.

Zwei Wasserkraftwerke zum Betriebe der Gotthardlinie, das Reußkraftwerk bei Amsteg und das Ritomwerk mit (konstanter 24stündiger) durchschnittlicher Turbinenleistung von zusammen 26.000 PS (32.000 PS bei Stauung des Ritomsees um 7 m) sind gegenwärtig in Ausführung begriffen.

Die in der Schweiz überhaupt verfügbaren Wasserkräfte können nach den neuesten Berechnungen mit rund $2\frac{1}{4}$ Millionen Netto-PS Jahreskonstantleistung (unter der Annahme des Ausgleiches mittels Staubecken) angenommen werden.

Die mittlere Nettoleistung aller bestehenden Wasserkraftanlagen der Schweiz beträgt derzeit etwa 550.000 PS.

c) Schweden.

In Schweden, wo von altersher die Wasserläufe Privatbesitz sind („wer ein Ufer besitzt, besitzt auch das Wasser“) gehen die neueren Tendenzen der Gesetzgebung unzweifelhaft auf eine Erhöhung des staatlichen Einflusses in der Wasserkraftnutzung.

Hinsichtlich der faktischen Ausnutzung von Wasserkraften durch den Staat und hinsichtlich der Maßnahmen für eine rationelle Verteilung der in diesen staatlichen Werken gewonnenen elektrischen Energie ist Schweden unter allen Staaten Europas am weitesten vorgeschritten. Der Staat ist, vorwiegend aus dem Titel des Grundbesitzes, Eigentümer von 277 Wasserfällen mit einer Leistungsfähigkeit von rund 800.000 PS. Es bestehen derzeit schon drei große staatliche Wasserkraftwerke (Trollhättan, Porjus, Aelfkarleby) mit einer Leistung von zusammen 180.000 PS, ein viertes staatliches Wasserkraftwerk (Västeras) geht seiner Vollendung entgegen.

Die insgesamt verfügbaren Wasserkräfte werden auf rund 4 Millionen Pferdestärken angegeben, wovon etwa 750.000 PS bereits ausgenutzt sind.

Auch in Schweden spielt die Ausnutzung der Wasserkräfte für die Zwecke des Eisenbahnbetriebes eine hervorragende Rolle. Allein mehr als

ein Drittel der ganzen im Porjuskraftwerke erzeugten elektrischen Energie dient dem Betriebe der Staatsbahnlinie Kiruna—Riksgränsen.

Norwegen hat bisher im allgemeinen den Ausbau und die Verwertung der Wasserkräfte ganz der Industrie und den Gemeinden überlassen. Immerhin treten auch hier in letzter Zeit Tendenzen zutage, die dem Staat erhöhten Einfluß auf die Nutzbarmachung der Wasserkräfte sichern sollen. Durch eine neue Gesetzvorlage wird zwar in erster Linie die Erteilung von Konzessionen an Ausländer erschwert, außerdem aber die Konzessionsdauer im allgemeinen auf 40 Jahre herabgesetzt. Nach Fristablauf fallen die Kraftanlagen samt Maschinen, Zubehör und Arbeiterwohnungen unentgeltlich an den Staat, während innerhalb der Konzessionsdauer eine Einlösung durch den Staat gegen Entgelt vorgesehen ist. Im faktischen Ausbau von Wasserkraften hat sich der norwegische Staat, der im Besitze von Wasserkraften mit etwa 700.000 PS Leistungsfähigkeit ist, bisher nicht selbst betätigt, beabsichtigt aber für die Elektrisierung der Bahn Christiania—Drammen die Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Solbergfos, Halfredfos und Mörkfos in Glommen gemeinsam mit der Stadt Christiania.

d) Norwegen.

Die in Norwegen insgesamt vorhandenen Wasserkräfte werden mit rund 8 Millionen Pferdestärken angegeben, wovon bereits rund 1 Million Pferdestärken ausgenutzt sind. Die Wasserkraftnutzung hat — speziell für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke — in der letzten Zeit und besonders während des Krieges so rasch zugenommen, daß vielfach bereits vor Überspekulation in der Wasserkraftindustrie gewarnt wird.

Ähnlich wie in der Schweiz liegen auch die Verhältnisse in Italien, zumindest soweit Oberitalien in Betracht kommt: großer Reichtum an Wasserkraften, Mangel an Kohle.

e) Italien.

Infolgedessen ist dort ein ähnlicher Entwicklungsgang wie in der Schweiz zu beobachten.

In Italien war schon seit Beginn dieses Jahrhunderts ein rascher Ausbau hydroelektrischer Anlagen durch die Industrie, an der ausländisches Kapital in hervorragendem Maße beteiligt war, zu verzeichnen. Die Gesetzgebung sieht dort vor, daß auf Grund des Gutachtens einer hiezu eingesetzten Zentralkommission die Erteilung des Konsenses für eine Wasserkraftanlage verweigert werden kann, wenn staatliche oder allgemeine Interessen die Reservierung der betreffenden Kraftstufe für staatliche Zwecke erforderlich erscheinen lassen. Auch wurden besondere Verfügungen hinsichtlich der Sicherstellung von Wasserkraften für Zwecke des staatlichen Eisenbahnbetriebes erlassen, auf Grund welcher sich der Staat eine Reihe günstiger Kräfte — angeblich mit einer Leistungsfähigkeit von 300.000 PS — für den elektrischen Bahnbetrieb vorbehalten hat. Soweit bekannt geworden, hat aber der Staat außer dem für den Betrieb der Valtellinabahn dienenden Kraftwerke an der Adda bei Morbegno keine Wasserkraftanlage selbst ausgebaut und deckt den Bedarf für die elektrisierten Strecken aus privaten

Kraftwerken (für den Betrieb der Giovinlinie dient ein bahneigenes Dampfkraftwerk).

Die Leistungsfähigkeit aller Wasserkräfte Italiens wird mit rund 5 Millionen Pferdestärken angegeben; hiervon entfallen etwa 1 Million Pferdestärken auf den Südabhang der Alpen.

Der Ausbau der Wasserkräfte Italiens hat insbesondere in den letzten Jahren rasch zugenommen; wenn auch derzeit verlässliche ziffernmäßige Angaben fehlen, so dürfte man doch die Leistung der gegenwärtig ausgebauten und im Baue befindlichen Wasserkraftanlagen auf nahezu 1 Million Pferdestärken veranschlagen können.

Die elektrische Vollbahntraktion auf den hiezu in erster Linie geeigneten Gebirgsstrecken, die schon vor dem Kriege namhaften Umfang hatte, (1914 bereits 283 km Streckenlänge) ist, soviel bekannt geworden, seither stetig fortgeschritten und bedient sich vorwiegend hydroelektrischer Energie.

In jüngster Zeit hat die italienische Regierung besondere Maßnahmen für den Ausbau von Wasserkräften zwecks Erzeugung elektrischer Energie für die militärische Rüstungsproduktion getroffen und zu diesem Zwecke einen Kredit bis zum Höchstbetrage von 20 Millionen Lire vorgesehen. Besonders beachtenswert ist hierbei, daß die betreffenden Wasserkraftanlagen nach Wegfall des Bedarfes der Militärverwaltung in Betrieb und Benutzung der Eisenbahnen übergehen sollen.

Falls letztere die von diesen Anlagen erzeugte Energie nicht sofort für ihren Bedarf benutzen können oder wollen, wird die Verwaltung der öffentlichen Arbeiten — unter Vorbehalt der Verwendung der Energie für den künftigen Bedarf der Eisenbahnen — für den Betrieb der Anlagen selbst sorgen.

f) Frankreich.

Auch in Frankreich hat der Ausbau der Wasserkräfte während des Krieges sehr bedeutend zugenommen und zwar insbesondere für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke, sodaß dermalen nahezu 1 Million Pferdestärken ausgenutzt, beziehungsweise im Ausbau begriffen sind, gegenüber 475.000 ausgenutzten Pferdestärken im Jahre 1910.

Auch die elektrische Zugförderung unter Heranziehung von Wasserkräften hat während des Krieges, und zwar hauptsächlich auf den Pyrenäenlinien der französischen Südbahn, namhafte Ausdehnung erfahren, wofür in erster Linie die große Steigerung der Kohlenpreise maßgebend war.

Die in Frankreich insgesamt verfügbaren Wasserkräfte werden mit 9 Millionen Pferdestärken angegeben. Die hauptsächlich im Süden und Südosten des Landes gelegenen Wasserkraftanlagen bilden derzeit einen überaus wertvollen teilweisen Ersatz für den Verlust der durch die feindlichen Heere besetzten nördlichen Kohlengebiete.

g) Rußland.

Einem im Jahre 1914 vom russischen Verkehrsministerium ausgearbeiteten Entwurf eines Wasserrechtsgesetzes liegt die Erwägung zugrunde, daß das Verfügungsrecht über die Wasserkräfte nur dem Staate zugesprochen

werden könne, der diese Kräfte entweder selbst für die Bedürfnisse des Allgemeinwohles ausbeuten oder sie im Interesse der Entwicklung gewisser Industriezweige, die besonderen staatlichen Schutzes bedürfen, auf dem Wege der Konzession vergeben kann; die an private Unternehmungen verliehenen Konzessionen müssen zeitlich begrenzt sein und die Möglichkeit bieten, sowohl die Bedingungen, unter denen die Verleihung erfolgt, als auch ihren Zweck zu revidieren. Die Ausnutzungen von Wasserkraften müssen sich unter beständiger Aufsicht der Regierung befinden und der Staat müsse berechtigt sein, eine Wasserkraftanlage vor Ablauf der Konzession gegen eine gewisse Entschädigung zu erwerben. Die Denkschrift eines Komitees für hydrometrische Erforschung des Landes regt an, Mittel und Wege ausfindig zu machen, wie sich die Gewinnung der russischen Wasserkräfte ohne Inanspruchnahme privaten Kapitals ermöglichen ließe.

* * *

Wenn somit auch hinsichtlich der Nutzbarmachung der Wasserkräfte für Zwecke des Staates und des Gemeinwohles sowie für die Zwecke des elektrischen Betriebes von Eisenbahnen in den verschiedenen Staaten Europas keine Einheitlichkeit besteht, so läßt sich doch unschwer in der ganzen Entwicklung der Wasserkraftnutzung in den letzten Jahren vielfach die Tendenz erhöhter staatlicher Einflußnahme und das Bestreben erkennen, die Wasserkräfte auch wirtschaftlich und finanziell der Gesamtheit nutzbar zu machen.

IV. STUDIEN ZUR VORBEREITUNG DES ELEKTRISCHEN BETRIEBES.

1. VERANLASSUNG, ZWECK UND UMFANG DER STUDIEN.*)

Die Gründe, die bei günstigen Voraussetzungen für die Elektrisierung der Bahnen, namentlich auf Gebirgsstrecken sprechen, sind so allgemein bekannt, daß an dieser Stelle eine kurze Zusammenfassung genügt. Sie sind:

Erhöhung der Verkehrsleistungsfähigkeit insbesondere auf Gebirgsstrecken infolge Verminderung der toten Zuglast durch Wegfall des Tendergewichtes und bessere Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes sowie durch Erhöhung der Anfahrbeschleunigung und der mittleren Zuggeschwindigkeit; Möglichkeit der Anwendung größerer Neigungen und damit Ersparung an Baukosten bei Anlage neuer Linien; Entfall der Kohlenlager und der Wasserstationen; Fortfall der Rauch- und Rußentwicklung und damit der Belästigung und Gefährdung des Bahnpersonals und des reisenden Publikums — besonders in langen Tunnels — und aus dem gleichen Grunde billigere und leichtere Erhaltung aller Baulichkeiten; Verminderung der Kosten der Oberbau-erhaltung im allgemeinen infolge der Verringerung der toten Zuglast und insbesondere in Tunnels durch Wegfall der schädlichen Einflüsse der Lokomotivrauchgase; Möglichkeit der Anwendung einmänniger Bedienung bei den Lokomotiven, deren stete Betriebsbereitschaft und bessere Ausnutzung infolge Wegfalles des Anheizens und des Auswaschens der Kessel; zentralisierte Erzeugung der für den Betrieb benötigten Energie unter Ausnutzung von Wasserkräften und billigen Brennstoffen; Möglichkeit des teilweisen Arbeitrückgewinnes auf langen Gefällen usw.

Diese Vorteile der elektrischen Traktion haben schon frühzeitig zu einer Untersuchung einiger besonders geeignet erscheinender Strecken geführt.

Bei den k. k. Staatsbahnen wurde die Elektrisierung der Arlbergbahn schon im Jahre 1903 studiert und wurde damals auch die Frage der Anwendung der elektrischen Zugförderung auf der eben im Bau befindlichen

*) Siehe: „Die Vorbereitungen der Staatseisenbahnverwaltung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hauptlinien“ von Ing. Wolfgang von Ferstel, k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium. (Ztschft. Öst. Ing. u. Arch. Ver. 1908.)

Karawanken- und Wocheinerlinie mit der Fortsetzung bis Triest erwogen. Das Ergebnis einer informativen Ausschreibung für die Elektrisierung der vorgenannten Linien war die Einbringung einer Reihe eingehender Entwürfe seitens der leistungsfähigsten österreichischen Elektrizitätsfirmen.

Von einer weiteren Verfolgung dieser Projekte mußte jedoch, und zwar in erster Linie infolge der ablehnenden Haltung der Heeresverwaltung zunächst abgesehen werden.

Seither wurde aber der elektrischen Zugförderung seitens der Staatseisenbahnverwaltung die volle Aufmerksamkeit zugewendet, zumal um jene Zeit auch einzelne Nachbarländer, insbesondere die Schweiz und Italien schon mit der Einführung der elektrischen Traktion auf einzelnen Vollbahnstrecken vorgegangen waren (1899 Inbetriebsetzung der Bahnlinie Burgdorf — Thun; 1902 Eröffnung des schon 1899 beschlossenen elektrischen Betriebes auf der Valtellinabahn; 1906 desgleichen im Simplontunnel).

Im Jahre 1902 wurden die elektrotechnischen Anlagen der Valtellinabahn durch Organe der Staatseisenbahnverwaltung einer eingehenden Besichtigung unterzogen und die hiebei gewonnenen Eindrücke bei den damals gerade im Zuge befindlichen Vorerhebungen für die Elektrisierung der Arlbergstrecke verwertet.

In den Arbeiten der im Jahre 1906 ins Leben getretenen Studienabteilung zur Vorbereitung des elektrischen Betriebes der Staatsbahnlinien nahmen die Vorarbeiten elektro-, maschinen- und verkehrstechnischer Natur neben den Maßnahmen zur Sicherstellung der Wasserkräfte einen breiten Raum um so mehr ein, als eine großzügige Durchführung der Studien und deren Ausdehnung auf das gesamte Gebiet der österreichischen Eisenbahnlinien südlich der Donau und westlich von Wien alsbald schon aus dem Grunde als zweckdienlich erkannt wurde, da einerseits die in diesem Gebiete vorhandenen reichen Wasserkräfte im Falle eines wirtschaftlich günstigen Ergebnisses der Studien für die weitere Zukunft eine umfangreiche Anwendung der neuen Betriebsform erwarten ließ und andererseits die für diesen Fall notwendige Sicherstellung der erforderlichen Wasserkräfte die Ermittlung des Arbeitsbedarfes für das gesamte vorerwähnte Gebiet nötig machte.

Die Studien gliederten sich in *allgemeine* und in *besondere Arbeiten*.

Die *allgemeinen Studien* umfaßten insbesondere die Ermittlung des Arbeits- und des Leistungsbedarfes für das vorgenannte Netz von Eisenbahnlinien; die Aufstellung der allgemeinen technischen Grundlagen für die elektrische Traktion auf den österreichischen Bahnen, wobei speziell die Anfahr- und Bremsverhältnisse der Züge, deren Geschwindigkeit, Gewichte und Zusammensetzung, die Zugfolgezeiten und Aufenthalte, die Fahrzeuge (Lokomotiven und Motorwagen), die verschiedenen Stromsysteme usw. einem eingehenden Studium zu unterziehen waren; die Aufstellung der wirtschaftlichen Grundzüge des elektrischen Betriebes; die

Sammlung und kritische Verarbeitung des gesamten, hinsichtlich der Vollbahnelektrisierung in Fachzeitschriften, amtlichen Berichten und dergleichen veröffentlichten Materials und schließlich die Aufstellung einheitlicher Normen für die Projektierung und allfällige Ausschreibung bestimmter Anlagen.

Die *besonderen Studien* betrafen die eingehende Untersuchung einzelner Bahnlinien, deren Elektrisierung aus wirtschaftlichen und technischen Gründen in erster Linie in Betracht kam.

2. BEEINFLUSSUNG DER VORARBEITEN DURCH DIE ENTWICKLUNG DES EINPHASENWECHSELSTROMSYSTEMS UND DURCH DIE SYSTEMFRAGE IM ALLGEMEINEN.

Bis zum Beginn dieses Jahrhunderts kam für den elektrischen Bahnbetrieb nur das Gleichstromsystem, das sich bereits im Straßen- und Lokalbahnbetriebe bewährt hatte, und das Drehstromsystem in Betracht.

Das Jahr 1902 hatte ein für die weitere Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebes bedeutungsvolles Ereignis gebracht, die Konstruktion eines Einphasenwechselstrom-Kollektormotors, dessen Betriebseigenschaften damals schon die künftige Eignung des Einphasenwechselstromsystems für die Vollbahntraktion voraussehen ließ, so daß den vorerwähnten zwei Stromsystemen, dem Gleichstrom und Drehstrom, im Einphasenwechselstrom ein neuer ernster Konkurrent erwuchs.

Dies wirkte auf die bezüglich Einführung der elektrischen Vollbahntraktion eingeleiteten vorbereitenden Maßnahmen in den meisten beteiligten Staaten zunächst verzögernd ein, da die Eisenbahnverwaltungen im Hinblick auf die gebotene Freizügigkeit der elektrischen Fahrbetriebsmittel nun vor die schwierige Aufgabe gestellt wurden, sich unter genauer Abwägung der technischen und wirtschaftlichen Vor- und Nachteile für eines der drei in Betracht kommenden Systeme zu entscheiden, und mit Rücksicht auf den internationalen Verkehr sogar eine einheitliche Festsetzung der für die elektrische Zugförderung anzuwendenden Stromart, Spannung und Periodenzahl für alle Vollbahnen des europäischen Festlandes wenn auch nicht unbedingt erforderlich, so doch immerhin zweckmäßig erschien.

Weder die im Juli 1910 in Bern stattgehabte achte Sitzung des Internationalen Eisenbahnkongreßverbandes, noch die in einem vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen über Anregung des Eisenbahnministeriums eingesetzten besonderen „Unterausschuß zur Festsetzung einheitlicher Bestimmungen über die Stromart, Fahrdrahtspannung und Periodenzahl bei elektrisch zu betreibenden Vollbahnen“ in der Zeit von Ende 1911 bis vor Kriegsausbruch gepflogenen Verhandlungen führten zu einer endgültigen formellen Einigung über das Stromsystem usw.

Durch die mittlerweile erfolgte rasche Vervollkommnung des Gleichstrom-, Drehstrom- und Einphasenwechselstrom-Systems kam aber bei allen Fachleuten die Überzeugung zum Durchbruch, daß die Frage der elektrischen Zugförderung auf Vollbahnen technisch nach jedem dieser drei Systeme gelöst werden könne.

Unter diesen Umständen schien zwar eine gewisse Vorsicht in der Inangriffnahme der faktischen Elektrisierung von Vollbahnstrecken begründet und gerechtfertigt, doch konnten alle auf die Sicherstellung der für einen zukünftigen ausgedehnteren elektrischen Betrieb erforderlichen Wasserkräfte abzielenden Maßnahmen unbehindert fortgesetzt werden.

3. GEGENWÄRTIGER STAND DER VORARBEITEN UND STUDIEN UND DEREN ERGEBNISSE.

a) Allgemeine Arbeiten.

Im Rahmen der allgemeinen Arbeiten kam in erster Linie die Ermittlung des bei Einführung der elektrischen Traktion zu gewärtigenden Arbeits- und Leistungsbedarfes in Betracht.

Die sehr eingehend behandelte Bedarfsrechnung für die in der Nähe der Alpen und der Karstwasserkräfte, das ist für die südlich der Donau liegenden, vom Staate betriebenen Bahnlinien von rund 4400 km Länge wurde bereits im Jahre 1911 zum vorläufigen Abschluß gebracht;*) in den folgenden Jahren wurden auch die im vorgenannten Gebiete liegenden, für eine allfällige künftige Elektrisierung in Betracht kommenden privaten Eisenbahnen mit einer Streckenlänge von 1800 km in die Rechnung einbezogen.

Die Veröffentlichung des Ergebnisses der Bedarfsrechnung, besonders auch im Hinblick auf die zu erwartende zukünftige Verkehrssteigerung, dann der übrigen Arbeiten bleibt einem späteren Berichte vorbehalten.

b) Vorarbeiten hinsichtlich einzelner Linien.

Die nachstehend angeführten Linien wurden einer eingehenden Untersuchung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einer allfälligen Einführung der elektrischen Zugförderung unterzogen.

1. Triest—Opčina.

Von der Elektrisierung dieser Linie mußte auf Grund der eingehenden Berechnungen technischer und wirtschaftlicher Natur aus ökonomischen Gründen abgesehen werden.

*) Siehe „Bericht über die Vorarbeiten zur Elektrifizierung der k. k. österreichischen Staatsbahnen“ von Dr. A. Hruschka, k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium (Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen. 1911. Seite 561 ff.)

Die Ursachen hierfür lagen in dem noch nicht genügend starken Verkehr, in dem Mißverhältnis zwischen der (kurzen) Betriebslänge und der (großen) Länge der elektrisch auszurüstenden Gleise (Bahnhof Triest und Hafen), den bedeutenden Höchstleistungen und den relativ hohen Stromkosten.

2. Steinach-Irdning—Attnang-Puchheim.

Die Elektrisierung dieser Linie trat in den Vordergrund, als durch einen mit der Firma Stern und Hafferl am 23. Mai 1909 abgeschlossenen Vertrag, betreffend Stromlieferung für Bahntraktionszwecke aus den Gosauwerken, günstige Vorbedingungen für die Einführung des elektrischen Betriebes geschaffen waren. Der Landtag in Oberösterreich brachte der Elektrisierung dieser Bahn großes Interesse entgegen und ermächtigte den Landesausschuß, das erforderliche Baukapital zu beschaffen, während die Staatseisenbahnverwaltung lediglich die Kapitalsverzinsung und Tilgung aus den Betriebskostensparnissen übernehmen sollte, also ein Kapitalsaufwand ihrerseits nicht erforderlich gewesen wäre.

Als weiterer Schritt zur Verwirklichung der Einführung der elektrischen Traktion fand in der Zeit vom 29. April bis 3. Juni 1912 die politische Begehung des Projektes für die elektrische Streckenausrüstung statt.

Die zur finanziellen Sicherstellung des Projektes notwendigen Verhandlungen der in Betracht kommenden Faktoren stießen jedoch im weiteren Verlaufe auf Schwierigkeiten und mußten schließlich im Jahre 1912 angesichts der mittlerweile eingetretenen Verschlechterung der Geld- und Kreditverhältnisse vorläufig abgebrochen und einem günstigeren Zeitpunkte vorbehalten werden.

3. Arlbergstrecke.

Nach Fertigstellung der Berechnungen für die Linie Steinach-Irdning—Attnang-Puchheim konnte an eine Detailprojektierung für die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Arlbergstrecke Landeck—Bludenz geschritten werden. Das hierbei zutage getretene günstige wirtschaftliche Ergebnis führte dazu, die Studien auch auf die Strecke Innsbruck—Landeck auszudehnen, wobei sich ergab, daß auch diese Linie vom ökonomischen Standpunkte für die Einführung des elektrischen Betriebes vollkommen geeignet wäre.

Die Schwierigkeiten des gegenwärtigen Dampfbetriebes im Arlberg-tunnel, die relativ große Verkehrsleistung, die hohen Brennstoffkosten (wegen der beträchtlichen Entfernung von den Kohlenrevieren) und das Vorhandensein mehrerer, durchaus geeigneter Wasserkräfte lassen die Arlbergstrecke für die Einführung des elektrischen Betriebes nicht nur vom technischen, sondern auch vom wirtschaftlichem Standpunkte aus prädestiniert erscheinen.

Im Jahre 1913 hatten sich mehrere große elektrotechnische Firmen an das Eisenbahnministerium mit dem Ersuchen gewendet, es möge ihnen das notwendige Studienmaterial zur Verfügung gestellt werden, um Angebote wegen Übernahme der Elektrisierung der Arlberglinie, insbesondere auch der Finanzierung stellen zu können. Zur Vorlage der Offerte ist es jedoch infolge des Kriegsausbruches nicht mehr gekommen.

Vor kurzem sind die auf die Einführung der elektrischen Traktion auf der Arlbergstrecke abzielenden Angebote seitens der privaten Unternehmungen wieder aufgegriffen worden, ohne daß jedoch bisher im Hinblick auf die ungeklärten Verhältnisse, namentlich hinsichtlich der Preise und der Beschaffungsmöglichkeit aller in Betracht kommenden Materialien, eine eingehendere Behandlung dieser Angelegenheit möglich gewesen wäre.

Hingegen sind die Maßnahmen wegen Sicherstellung der zum Betriebe der Arlbergstrecke erforderlichen Wasserkräfte durch Verhandlungen mit einer großen österreichischen Bauunternehmung wesentlich gefördert worden.

4. Bozen-Meraner und Vinschgaubahn.

Auf Grund der Studien wurde schon im Jahre 1913 an die Verwaltung der Etschwerke wegen Abgabe eines Stromlieferungsoffertes herangetreten. Dieses für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer allfälligen Elektrisierung ausschlaggebende Angebot ist aber bisher nicht eingelangt.

5. Tarvis—Laibach.

Diese Linie wurde in die Studien einbezogen, weil das Land Krain allfällig in der Lage wäre, aus dem im Einvernehmen mit der Staatseisenbahnverwaltung projektierten und ausgeführten Wasserkraftwerke an der Zavržnica Strom zu liefern.

Die diesfälligen, kurz vor Kriegsausbruch eingeleiteten Verhandlungen erfuhren seither eine Unterbrechung.

6. Dalmatinische Eisenbahnlinien (Dugopolje—Aržano etc.).

Die im Jahre 1913 begonnenen Studien konnten nicht abgeschlossen werden, da damals die Stellungnahme der Heeresverwaltung noch offen war, und auch im Hinblick auf die noch nicht endgültig festgelegte Trassenführung eine Weiterverfolgung der Studien einem geeigneteren Zeitpunkte vorbehalten werden mußte.

7. Verschiedene kleinere Eisenbahnlinien.

Studien über die Elektrisierung der Linien Rohr—Bad Hall, Lambach—Haag, Bregenz—Bezau (Bregenzerwaldbahn) und Eisenerz—Vordern-

berg haben, mit Ausnahme der letztgenannten Linie, zu einem ungünstigen Ergebnis in wirtschaftlicher Beziehung geführt.

Die unmittelbar vor Kriegsausbruch abgeschlossenen Studien für die Linie Eisenerz—Vordernberg werden — wie überhaupt alle Erfolg verheißenden Projekte — nach Wiedereintritt stabiler Verhältnisse einer genauen Nachprüfung auf Grund der dann maßgebenden Verhältnisse zu unterziehen sein.

8. Eisenbahnen nördlich der Donau.

Theoretische Erwägungen, sowie praktische Versuche in anderen Ländern (beispielsweise in Preußen auf der Probetriebslinie Dessau — Bitterfeld und in Italien auf der Steilrampe Pontedecimo — Busalla bei Genua) wiesen darauf hin, daß es unter gewissen Voraussetzungen nicht ausgeschlossen erscheine, auch dann, wenn die Stromerzeugung in Wärmekraftwerken erfolgen muß, für einzelne Linien ökonomische Erfolge bei Einführung des elektrischen Betriebes zu erzielen. Die Studien wurden daher, und zwar in Übereinstimmung mit dem diesbezüglichen Beschluß des Staatseisenbahnrates in der Sitzung vom 27. Juni 1910 auch auf die nördlich der Donau im Staatsbetriebe stehenden Eisenbahnlinien ausgedehnt, jedoch in Anbetracht des umfangreichen Netzes zunächst auf die Linien der Staatsbahndirektionen Prag und Pilsen beschränkt.

Die Studien über eine Elektrisierung des ganzen Streckenkomplexes der Staatsbahndirektionen Prag und Pilsen, ebenso wie eine spezielle Untersuchung der direkt im Braunkohlenrevier liegenden Linien Bodenbach—Komotau und Laun—Wiesa—Moldau, ergaben zunächst kein vorteilhaftes wirtschaftliches Resultat.

Die günstigen Verhältnisse, die dort dem Dampflokomotivbetrieb, insbesondere hinsichtlich der Brennstoffkosten (geringe Kohlentransportkosten infolge Nähe der Bezugsquellen) zustatten kommen, lassen die Erzielung von Ersparnissen zunächst als ausgeschlossen erscheinen. Es wird daher in jenen Gebieten, die hinsichtlich der Beschaffung der Lokomotivheizkohle günstig gelegen sind und bei denen das Moment des vorteilhaften Ersatzes der Energie der Kohle durch Wasserkräfte vorläufig nicht gegeben ist, die Einführung der elektrischen Traktion nur auf solchen Strecken in Betracht gezogen werden können, bei denen besondere Verkehrs- und Betriebsverhältnisse auf den Ersatz der Dampflokomotiven durch elektrische Lokomotiven hinweisen.

4. ELEKTRISCH BETRIEBENE BAHNLINIEN ÖSTERREICHS IM ANSCHLUSSE AN WASSER- KRAFTWERKE.

Zur Umwandlung einer derzeit mit Dampflokomotiven betriebenen vollspurigen Hauptbahnlinie auf elektrischen Betrieb ist es in Österreich bisher nicht gekommen. Immerhin werden schon derzeit eine Reihe von Bahnen mit einer gesamten Betriebslänge von 492 *km* elektrisch unter Ausnutzung von Wasserkraften betrieben, und zwar:

a) Die Gleichstrombahnen

1. Bludenz — Schruns (Montafonerbahn), vollspurige Lokalbahn, 12·35 *km*.
Fahrdrahtspannung 650 Volt.
Strombezug aus dem Elektrizitätswerk Schruns der A. G. Montafonerbahn.
Wasserkraft des Litzbaches im Silbertale.
2. Bozen — Kaltern (Überetscherbahn) — St. Anton, vollspurige Lokalbahn 11·89 *km*.
Fahrdrahtspannung 1200 Volt.
Strombezug aus den Etschwerken der Gemeinden Bozen-Meran, Wasserkraft der Etsch (Töllwerk), Übertragungsspannung 10000 Volt Drehstrom. Entfernung der Umformeranlage vom Kraftwerk zirka 36 *km*.
3. Bruneck — Sand i. T., vollspurige Lokalbahn 15·24 *km*.
Fahrdrahtspannung 750 Volt.
Strombezug aus dem Elektrizitätswerk Bruneck.
Wasserkraft des Mühlbaches, Übertragungsspannung 3000 Volt Drehstrom, Übertragungsentfernung zirka 1·2 *km*.
4. Innsbruck — Hall, schmalspurige Lokalbahn 11·92 *km*.
Fahrdrahtspannung 1000 Volt.
Strombezug aus den Städtischen Elektrizitätswerken Innsbruck.
Wasserkraft der Sill, Übertragungsspannung 11000 Volt Zweiphasen-Wechselstrom, Übertragungslänge zirka 7 *km*.
5. Trient — Malè, schmalspurige Lokalbahn 59·53 *km*.
Fahrdrahtspannung 800 Volt.
Strombezug aus dem Elektrizitätswerk Trient.
Wasserkraft der Sarca, Übertragungsspannung 20000 Volt Drehstrom, Länge der Hochspannungsfernleitung vom Kraftwerk bis zur entferntesten Umformerstation 66 *km*.
6. Dermullo — Mendelpaß, schmalspurige Lokalbahn 23·55 *km*.
Fahrdrahtspannung 800 Volt.
Strombezug aus dem Elektrizitätswerk Romeno.

- Wasserkraft der Novella, Übertragungsspannung 4000 Volt Drehstrom, Übertragungsentfernung zirka 16 km.
7. Salzburg — österreichisch-bayerische Grenze (Drachenloch), Salzburg — Parsch, vollspurige Lokalbahn 15·45 km.
Fahrdrahtspannung 850 Volt.
Strombezug aus dem Städtischen Elektrizitätswerk Salzburg.
Wasserkraft des Almbaches (Wiestalwerk), Übertragungsspannung 25000/3000 Volt Drehstrom, Übertragungsentfernung 15 km.
 8. Neumarkt — Waizenkirchen — Peuerbach, vollspurige Lokalbahn 16.287 km.
Fahrdrahtspannung 750 Volt.
 9. Linz — Eferding — Waizenkirchen, vollspurige Lokalbahn 42·31 km.
Fahrdrahtspannung 750 Volt.
 10. Ebelsberg — St. Florian, schmalspurige Lokalbahn 9·65 km.
Fahrdrahtspannung 650 Volt.
 11. Gmunden — Vorchdorf, schmalspurige Lokalbahn 14·58 km.
Fahrdrahtspannung 650 Volt.
 12. Vöcklamarkt — Attersee, schmalspurige Lokalbahn 13·67 km.
Fahrdrahtspannung 650 Volt.
Der Strombezug für die unter 8. bis 12. genannten Bahnen erfolgt aus dem 25000/10000 Volt-Drehstromnetz der Elektrizitätswerke Stern & Hafferl A. G. In dieses Netz arbeiten die Wasserkraftanlagen am Traunfalle, am Offensee und Schwarzensee, am Dittelbache bei St. Wolfgang, am Gosau- und am Gr. Arlbache. Die weiteste Entfernung zwischen einer Kraft- und einer Umformerstation beträgt zirka 175 km.
 13. Zartlesdorf-Hohenfurt-Lippnerschwebe, vollspurige Lokalbahn 22·51 km.
Fahrdrahtspannung 1200 Volt.
Strombezug aus dem Kraftwerk Obermühle bei Hohenfurt.
Wasserkraft der Moldau; direkte Speisung.
 14. Mixnitz—St. Erhard, schmalspurige Lokalbahn 10·68 km.
Fahrdrahtspannung 750 Volt.
Strombezug aus dem Elektrizitätswerk Yserstitt und Kremnitzer in Mixnitz; direkte Speisung.

b) Die Einphasen-Wechselstrombahnen

15. Innsbruck Wbhf.—Reichsgrenze bei Scharnitz, Reutte—Reichsgrenze bei Griesen (Mittenwaldbahn), vollspurige Lokalbahn 65·65 km.
Fahrdrahtspannung 15.000 Volt, 15 Per. in der Sekunde.
Strombezug aus bahneigenem Werke.

Dieses *im Betriebe der Staatseisenbahnverwaltung stehende Kraftwerk* für die Mittenwaldbahn nützt die Wasserkraft des Ruetzbaches, eines

Zubringers der Sill, mit einem Gefälle von 186 m aus. Die zwei im Kraftwerke aufgestellten Turbinen sind für eine Maximalleistung von je 4000 PS, die mit den Turbinen unmittelbar gekuppelten Einphasengeneratoren für eine normale Leistung von je 3000 KVA. und eine Höchstleistung von je 4500 KVA. gebaut; Übertragungsspannung 50000 Volt. Entfernung vom Kraftwerke zur entferntesten Transformatorstation (Schanz) zirka 76·5 km.

16. Innsbruck—Fulpmes (Stubaitalbahn) schmalspurige Lokalbahn 18·16 km.

Fahrdrahtspannung 2500 Volt. 42 Per. in der Sekunde.

Strombezug aus dem städtischen Elektrizitätswerk Innsbruck.

Wasserkraft der Sill, Übertragungsspannung 10000 Volt, Entfernung zwischen Kraftwerk und entferntester Transformatorstation 11·4 km.

17. St. Pölten—Mariazell—Gußwerk (niederösterr.-steirische Alpenbahn), schmalspurige Lokalbahn 91·33 km.

Fahrdrahtspannung 6500 Volt, 25 Per. in der Sekunde.

Strombezug aus dem niederösterreichischen Landeselektrizitätswerk.

Wasserkraft der Erlauf und des Lassingbaches.

Übertragungsspannung 27000 Volt, Leitungslänge zwischen Kraftwerk und entferntester Transformatorstation zirka 53 km, bei Notschaltung zirka 63·3 km.

Von den vorangeführten Bahnen stehen die Strecken Bludenz—Schruns, Trient—Malè, Zartlesdorf—Lippnerschwebe und die Mittenwaldbahn mit einer Betriebslänge von *insgesamt 160 km im Betriebe der k. k. Staats-eisenbahnverwaltung.*

Die Strecken Bludenz—Schruns, Bruneck—Sand i. T., Trient—Malè, Dermullo — Mendelpaß, Linz — Eferding — Waizenkirchen, Neumarkt—Waizenkirchen—Peuerbach, Ebelsberg—St. Florian, Gmunden—Vorchdorf, Vöcklamarkt—Attersee, Zartlesdorf—Hohenfurt—Lippnerschwebe, Mixnitz—St. Erhard, Innsbruck—Fulpmes (Stubaitalbahn) und die Mittenwaldbahn wurden *von Haus aus für elektrischen Betrieb gebaut*, während die Strecken Bozen—Kaltern, Innsbruck—Hall i. T., Salzburg—Drachenloch und St. Pölten—Mariazell—Gußwerk (niederösterr.-steirische Alpenbahn) *vom Dampfbetrieb auf elektrischen Betrieb umgewandelt* wurden.

5. ERSCHWERNISSE UND HEMMUNGEN FÜR DIE UMWANDLUNG VON MIT DAMPF BETRIEBENEN VOLLBAHNEN AUF ELEKTRISCHEN BETRIEB.

Die Ursachen, die bisher der Umwandlung einer mit Dampf betriebenen vollspurigen Hauptbahnlinie auf elektrischen Betrieb erschwerend und hemmend im Wege standen, sind teils militärischer, teils finanzieller und technischer Natur.

a) Forderungen der Heeresverwaltung.

Wie anderwärts hat auch in Österreich die Heeresverwaltung bisher im allgemeinen den Standpunkt eingenommen, daß der elektrische Betrieb gegenüber dem Dampfbetrieb hauptsächlich wegen der leichteren Möglichkeit der Beschädigung oder Störung der Kraftwerke, Transformatorstationen und Leitungen weniger betriebssicher sei. Militärischerseits wurde daher im Prinzip die Zustimmung zur Elektrisierung strategisch wichtiger Linien an die Forderung der Sicherstellung der Reaktivierung des Dampfbetriebes im Kriegsfall geknüpft und wurden daher weitgehende Vorkehrungen hinsichtlich der Erhaltung der Betriebsbereitschaft aller Dampflokomotiven, der Wasserstationen, Zugförderungsanlagen und der Werkstätten für den Dampfbetrieb verlangt, und zwar derart, daß der Übergang vom elektrischen Betrieb zum Dampfbetrieb im Kriegsfall sofort erfolgen könne. Außerdem wurde die Hinterlegung der für den Kriegsverkehr notwendigen Kohlenvorräte an bestimmten Kohlenfassungsstationen und deren dauernde Intakthaltung, die Bereithaltung einer mit den Streckenverhältnissen vertrauten Personalreserve für den allfällig sofortigen Übergang von der Friedensfahrordnung zur Kriegsfahrordnung bezw. vom elektrischen zum Dampfbetrieb und die Aufstellung eines genauen Betriebsprogrammes für den vorerwähnten Betriebswechsel gefordert, damit die notwendigen Vorkehrungen im Kriegsfall ohne Verzug ins Werk gesetzt werden können.

Es ist ohneweiters einleuchtend, daß diese Forderungen die Elektrisierung mancher Strecke finanziell so schwer belasten können, daß die elektrische Traktion aus wirtschaftlichen Gründen nicht angewendet werden kann.

Jene Linien hingegen, die entweder gar keine oder nur geringe strategische Bedeutung haben, werden seitens der Heeresverwaltung entweder bedingungslos für die Elektrisierung freigegeben oder es werden lediglich besondere Vorschriften hinsichtlich der Leistungsfähigkeit (Beförderung einer gewissen Anzahl von Zügen von bestimmter Achsenzahl und Geschwindigkeit) und der Betriebssicherheit — sowohl hinsichtlich der Kraftwerke als der Leitungsanlagen — gemacht, beziehungsweise es wird die Elektrisierung an die Forderung der unbedingten Aufrechterhaltung der beim bisherigen Dampfbetriebe bestandenen Kriegsleistungsfähigkeit geknüpft.

Diese Forderungen sind in der Regel ohne nennenswerte finanzielle Erschwernis zu erfüllen, so daß also die Elektrisierung strategisch minder wichtiger Bahnen durch die Ansprüche der Heeresverwaltung wirtschaftlich nicht oder nur wenig beeinflußt wird; doch ist zu bedenken, daß solche Linien in der Regel auch nur einen relativ geringen Friedensverkehr aufweisen, also aus diesem Grunde für die Umwandlung auf elektrischen Betrieb wenig geeignet sind.

Von den vorangeführten Gesichtspunkten ausgehend, hat das Kriegsministerium seinerzeit nur der Elektrisierung der Strecken Triest—Opčina

und Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim bedingungslos zugestimmt und sich ferner mit der Einleitung eines elektrischen Probetriebes auf der Linie Innsbruck—Lindau, beziehungsweise Landeck—Bludenz unter Einhaltung der oben angeführten Bedingungen einverstanden erklärt. Bezüglich der letztgenannten Probestrecke wäre das Kriegsministerium laut seiner letzten — noch vor Ausbruch des Krieges erfolgten — Äußerung auch zu einem Entgegenkommen hinsichtlich der für einen eventuellen Übergang zum Dampfbetrieb zu treffenden Maßnahmen bereit gewesen.

Es ist anzunehmen, daß die bisherige Stellung der Heeresverwaltung durch die im Eisenbahnkriegsverkehr sowie mit der Anwendung der elektrischen Kraftübertragung für militärische Zwecke im allgemeinen gemachten Erfahrungen nicht unbeeinflusst geblieben ist.

Das Eisenbahnministerium ist daher vor kurzem an das k. u. k. Kriegsministerium herangetreten, um dessen derzeitige Stellungnahme zur Einführung des elektrischen Vollbahnbetriebes im allgemeinen, insbesondere aber zur Elektrisierung der Strecke Landeck—Bludenz beziehungsweise Innsbruck—Bregenz kennen zu lernen.

Dies erscheint auch deshalb geboten, weil es der Staatseisenbahnverwaltung durch die Präzisierung der militärischen Forderungen voraussichtlich ermöglicht werden dürfte, die Sicherstellung der für den Bahnbetrieb erforderlichen Wasserkräfte auf gewisse Gebiete und allfällig auch zeitlich in dem Sinne einzuschränken, daß Wasserkräfte, deren Heranziehung zur Vollbahnelektrisierung in absehbarer Zeit nicht in Frage kommen, zunächst für andere — insbesondere industrielle — Zwecke zur Verfügung gestellt werden können. Hierdurch könnte noch mehr als bisher berechtigten Interessen anderer hinsichtlich der Ausnutzung von Wasserkräften in Betracht kommender Faktoren entsprochen werden.

b) Finanzielle und wirtschaftliche Gründe.

Bei den Studien und Untersuchungen über die Elektrisierung bestimmter Strecken mußte das finanzielle Moment, die Frage der Wirtschaftlichkeit der Elektrisierung im Vergleich mit dem derzeitigen Dampflokotivbetrieb, in den Vordergrund gestellt werden. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kohlenersparnis als solche, die Schonung unserer Kohlenvorräte, und auch Erwägungen betriebstechnischer Natur mußten demgegenüber in den Hintergrund treten. So hat zum Beispiel eine eingehende Durchrechnung dervon der Heeresverwaltung seinerzeit bedingungslos freigegebenen Strecke Triest—Opčina ergeben, daß bei Bedachtnahme auf das Erfordernis der Wirtschaftlichkeit an eine Elektrisierung derselben nicht zu denken sei.

Für die zweite, von der Heeresverwaltung freigegebene Strecke, Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim, hatten die Berechnungen die Wirtschaftlichkeit der Einführung des elektrischen Betriebes nachgewiesen.

Wenn auch die Betriebskostensparnisse gegenüber dem Dampfbetriebe nicht sehr bedeutende gewesen wären, so hätte sich die Strecke doch sehr gut dazu geeignet, mit der Umwandlung einer schon im Betriebe stehenden Vollbahn auf elektrischen Betrieb auch in Österreich den Anfang zu machen, Bau- und Betriebserfahrungen zu sammeln usw.

Die Gründe, die die Verwirklichung dieses Projektes zunächst unmöglich machten, sind bereits früher erwähnt worden.

c) Technische Gründe.

Die Frage einer einheitlichen Festsetzung des für den Betrieb von Vollbahnen anzuwendenden Stromsystems ist, wie schon erwähnt, bisher nicht endgültig gelöst worden.

Die meisten großen Eisenbahnverwaltungen Europas, darunter auch die österreichische Staatseisenbahnverwaltung neigten allerdings schon einige Jahre vor Kriegsausbruch auf Grund genauer Abwägung der den einzelnen Stromsystemen anhaftenden Vor- und Nachteile dem Einphasenwechselstrom-Systeme mit einer Fahrdrathspannung von 15000 Volt bei $16\frac{2}{3}$ Perioden in der Sekunde zu und haben auch die Elektrisierung einzelner Strecken unter Anwendung dieses Systems beschlossen, beziehungsweise durchgeführt.*) So Preußen, wo der elektrische Versuchsbetrieb auf der Strecke Dessau—Bitterfeld anfangs 1912 eröffnet und die Elektrisierung der schlesischen Gebirgsbahnen Mitte 1911 beschlossen und noch vor Kriegsausbruch teilweise durchgeführt worden war; Bayern, wo die Strecke Salzburg—Freilassing—Reichenhall—Berchtesgaden unmittelbar vor dem Kriege für elektrischen Betrieb eingerichtet wurde; die Schweiz, wo die Lötschbergbahn Spiez—Brieg seit Mitte 1913 in regelmäßigem elektrischen Betrieb steht; Schweden, wo die schon 1910 beschlossene Elektrisierung der Staatsbahnlinie Kiruna—Riksgränsen anfangs 1915 vollendet wurde usw.

Während des Krieges — anfangs 1916 — hat sich der Verwaltungsrat der Schweizerischen Bundesbahnen hinsichtlich der schon 1913 beschlossenen Elektrisierung der Gotthardbahn ebenfalls für die Anwendung des Einphasenwechselstromes mit 15000 Volt bei $16\frac{2}{3}$ Perioden in der Sekunde entschieden, wobei die mittlerweile gesammelten Erfahrungen auf der Lötschbergbahn, der Strecke Dessau—Bitterfeld der Preußischen Staatsbahnen und der Schwedischen Staatsbahnlinie Kiruna—Riksgränsen mitbestimmend waren.

Auch in Österreich ist für die Mittenwaldbahn Innsbruck—Reichsgrenze bei Scharnitz — (Garmisch - Partenkirchen) — Reichsgrenze bei

*) Nur Italien behielt auch bei seinen späteren Elektrisierungen das schon auf der Valtellinabahn angewendete Drehstromsystem mit einer Fahrdrathspannung von 3000 Volt und $16\frac{2}{3}$ Perioden in der Sekunde bei.

Griesen—Reutte, die Ende 1912 in Betrieb gesetzt wurde, seitens des Eisenbahnministeriums im Einvernehmen mit dem königlich bayrischen Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten die Anwendung dieses Systems und der oben angeführten Fahrdrachtspannung (jedoch mit einer Periodenzahl von 15 in der Sekunde) vorgeschrieben worden.

Eine umfassendere Anwendung der elektrischen Vollbahntraktion hat also auch in anderen Ländern erst in den allerletzten Jahren und zum Teile — in der Schweiz und in Schweden — sogar erst während des Krieges begonnen.

Bei der Beurteilung der Möglichkeiten der elektrischen Traktion und des Vorgehens der Eisenbahnverwaltungen darf auch nicht unberücksichtigt bleiben, daß der Übergang vom Dampftrieb zur elektrischen Traktion bei einer schon im Betriebe stehenden Vollbahn wirtschaftlich (und zum Teile auch technisch) immer viel schwieriger ist als die Anwendung der elektrischen Zugförderung bei einer neu zu erbauenden Bahnstrecke und zwar schon deshalb, weil beim Betriebswechsel stets gewisse vorhandene Dampfbetriebsanlagen abgeschrieben werden müssen und durch die hinzukommende elektrotechnische Ausrüstung das gesamte Anlagekapital bedeutend steigt, ohne daß es natürlich möglich wäre, die Vorteile der elektrischen Traktion hinsichtlich der Anwendung größerer Steigungen im Sinne einer Baukostensparnis auszunutzen, wie dies bei Neubaulinien der Fall ist.

Bei mehreren neuen Bahnen gelangte, wie schon angeführt, auch in Österreich und zwar unter Einflußnahme und unmittelbarer tätiger Mitwirkung der Staatseisenbahnverwaltung die elektrische Traktion unter Heranziehung von Wasserkraften zur Anwendung, so bei der Lokalbahn Trient—Malè*), bei der Mittenwaldbahn u. a.

Die zum Teile wenig günstigen Erfahrungen, die von den preußischen und den badischen Staatsbahnen mit ihren ersten für Dessau—Bitterfeld und den für die Wiesentalbahn gelieferten elektrischen Lokomotiven gemacht worden waren, lassen annehmen, daß der österreichischen Staatseisenbahnverwaltung bei einem zu raschen Vorgehen in der Elektrisierung von Vollbahnen unangenehme, finanziell vielleicht sehr einschneidende Erfahrungen nicht erspart geblieben wären. Es war daher auch von diesem Gesichtspunkte aus um so mehr Vorsicht geboten, da ein selbst vorübergehender technischer oder wirtschaftlicher Mißerfolg bei einer Vollbahnelektrisierung — wie er in anderen Staaten vorgekommen ist — einen nur schwer wieder gut zu machenden Rückschlag mit sich gebracht hätte; ähnlich, wie es zum Beispiel in Bayern der Fall war, wo vorübergehende Schwierigkeiten bei den elektrischen Einrichtungen für die bayerische Strecke der Mittenwaldbahn und erhebliche Kostenüberschreitungen beim

*) Siehe „Die elektrische Lokalbahn Trient—Malè“. Von Ing. Paul Dittes, k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium. „Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architektenvereines“, 1910, Nr. 4 und 5.

staatlichen, für den Betrieb der Strecke Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden bestimmten Saalachkraftwerk — daneben allerdings auch andere Gründe — im Jahre 1913 zum vorläufigen Abschluß und Stillstand der von der bayrischen Staatseisenbahnverwaltung seit Beginn dieses Jahrhunderts eingeleiteten, weitausgreifenden Aktion zur Elektrisierung von Vollbahnen unter Ausnutzung der Wasserkräfte führten.

Die Staatseisenbahnverwaltung hat daher die Elektrisierung einer längeren Vollbahnstrecke erst in einem Zeitpunkt in Aussicht genommen, in dem schon Betriebserfahrungen vorlagen und eine Klärung der Anschauungen in der Systemfrage eingetreten war, wie dies zur Zeit ihres Antrages auf Elektrisierung der Linie Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim der Fall war. Derzeit wären wegen der in Österreich, der Schweiz, in Deutschland und in Schweden mit Einphasenwechselstrom gesammelten weiteren, zum Teil schon mehrjährigen Betriebserfahrungen und besonders infolge der im Bau elektrischer Vollbahnlokomotiven auf Grund dieser Erfahrungen erzielten Verbesserungen, die Verhältnisse für die Umwandlung einer Vollbahn vom Dampf- auf den elektrischen Betrieb noch günstiger.

Es wäre sohin von diesem Gesichtspunkt aus der Zeitpunkt gekommen, mit der Elektrisierung solcher Strecken vorzugehen, die — wie zum Beispiel die Arlbergstrecke — aus mehrfachen Gründen für die Anwendung der elektrischen Traktion besonders geeignet erscheinen, sobald es gelingt, die durch den Krieg geschaffenen Erschwernisse technischer und wirtschaftlicher Natur, insbesondere die Schwierigkeiten der Beschaffung der erforderlichen Materialien, zu überwinden.

V. RÜCKBLICK AUF DIE BISHERIGEN UND AUSBLICK AUF DIE ZUKÜNFTIGEN MASZNAHMEN ZUR NUTZBAR- MACHUNG DER WASSERKRÄFTE.

1. DER WERDEGANG UND DIE GRENZEN DER WASSER- KRAFTVERWERTUNG.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte Österreichs ist bisher nicht in jenem Umfange erfolgt, den der Reichtum an diesem Naturschatz erwarten ließe, denn von den in den Alpenländern allein zur Verfügung stehenden rund 3 Millionen PS ausbauwürdiger Wasserkräfte, wurden derzeit erst etwa 250.000 PS, also nur etwa 8 Prozent ausgenützt.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß seit Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, seitdem die Möglichkeit der Übertragung der elektrischen Energie auf größere Entfernungen praktisch nachgewiesen worden war, vielfach das voraussichtliche Tempo der Entwicklung der elektrischen Kraftübertragung und der hiermit in innigem Zusammenhange stehenden Ausnutzung der Wasserkräfte einigermaßen überschätzt wurde.

Das neunzehnte Jahrhundert war bis gegen sein Ende von der Dampfmaschine beherrscht gewesen; sie war es, die der Entwicklung der Industrie, des Handels, des Verkehrswesens den Stempel aufdrückte. Rastlos wurde an ihrer Vervollkommnung gearbeitet, große Betriebssicherheit und weitgehende Ökonomie in der Ausnützung des zu ihrem Betriebe verwendeten Brennmaterials erzielt.

Wenn auch während des vorigen Jahrhunderts und insbesondere in dessen zweiter Hälfte die Ausnutzung der Wasserkräfte infolge des allgemeinen industriellen Aufschwunges und gefördert durch die rasche Vervollkommnung der Wasserturbine — es sei diesbezüglich unter andern nur an die Namen Fourneyron, Jonval, Henschel, Girard, Francis, Pelton,

Pfarr, Escher, Wyss und Co., Voith, Piccard und Pictet, Ganz und Co. erinnert — insbesondere für den Zweck des Betriebes von Mühlen, Spinnereien und Webereien, Holzschleifereien und Papierfabriken vielfach Fortschritte gemacht hatte, so war doch hie und da Stillstand, ja selbst Rückgang zu verzeichnen; keinesfalls hielt die Entwicklung der Ausnutzung von Wasserkraften Schritt mit der Zunahme der Leistung der Dampfkraftanlagen.

Mit der Entwicklung der industriellen Betriebe hatten nämlich die Frage der Beschaffung und der Entlohnung der nötigen Arbeitskräfte, die Kosten des Transportes der Rohmaterialien und der Industrieprodukte sowie deren Absatzmöglichkeiten immer mehr an Bedeutung gewonnen, so daß es vorteilhaft erschien, Fabriken unmittelbar an die Eisenbahnen und in dichter bevölkerte Gebiete und ausserdem womöglich dorthin zu verlegen, wo infolge der Nähe von Kohlengruben die für den Fabriksbetrieb benötigte Kraft mit geringen Kosten erzeugt werden konnte. Demgegenüber trat die Ausnutzung der vielfach abseits der Verkehrswege in volksarmen Gegenden liegenden und hinsichtlich ihrer Verwertung noch an den Ort ihrer Gewinnung gebundenen Wasserkraften in den Hintergrund.

Als nun der Lauffener Versuch die Möglichkeit dargetan hatte, elektrische Energie auf größere Entfernungen zu übertragen, schien der fast unbegrenzten Entwicklung der Wasserkraftausnutzung nichts mehr im Wege zu stehen.

Es zeigte sich jedoch, daß auf dem Gebiete der Übertragung elektrischer Energie mit den bei großen Entfernungen und großen Leistungen erforderlichen sehr hohen Spannungen noch manche Schwierigkeiten zu überwinden und viel Lehrgeld zu bezahlen war, bevor jenes Maß der Freizügigkeit der elektrischen Arbeit erreicht war, wie es zum erfolgreichen Wettbewerb der Wasserkraften mit den anderen Energiequellen erforderlich war.

Durch die in den letzten Jahrzehnten erfolgte, zum Teil durch die gegenseitige Konkurrenz und den Wettbewerb mit den Wasserkraftanlagen bedingte unausgesetzte Entwicklung der Wärmekraftmaschinen (technische und wirtschaftliche höchste Vervollkommnung der Dampfkraftanlagen und speziell der Dampfturbinen, Entwicklung der Großgasmaschinen, der Dieselmotoren usw.) wurde die wirtschaftliche Reichweite der Wasserkraftanlagen verringert, was ebenfalls verzögernd auf den Ausbau der Wasserkraften einwirkte.

Auch jene Industrien, die eine vorteilhafte Verwertung der aus der Wasserkraft gewonnenen elektrischen Energie an Ort und Stelle ermöglichen, insbesondere also die elektrochemischen Verfahren, waren bezüglich des spezifischen Energieverbrauches noch nicht so weit entwickelt, daß es bei relativ großem Kraftverbrauch, also großen Kraftwerksleistungen, möglich gewesen wäre, mit gewissen ausländischen, hinsichtlich der Ausbaurkosten besonders bevorzugten Großwasserkraftanlagen in Wettbewerb zu treten.

Mangelnde Erfahrung im Bau von großen Wasserkraftanlagen, Unterschätzung der bei Gründungen von Wehren u. dgl. zu erwartenden Schwierigkeiten, beziehungsweise der Mangel genügender Vorarbeiten, geologischer Kenntnisse und Untersuchungen haben während der ersten Zeit des Aufschwunges im Bau hydroelektrischer Anlagen hin und wieder zu schweren Mißerfolgen finanzieller und technischer Natur geführt, die der Entwicklung der Wasserkraftverwertung keineswegs förderlich waren.

Eine Reihe der in Österreich ausgebauten Wasserkraftanlagen arbeitete ferner mit sehr schlechtem Ausnutzungskoeffizienten und sohin mit geringen Erträgen; Versuche, die Rentabilität solcher Anlagen durch Einführung neuer Industrien zu verbessern, haben vielfach zu keinem günstigen Ergebnis geführt. Dies alles sind Umstände, die der Ausnützung von Wasserkraften abträglich waren und die es begründet erscheinen lassen, daß noch der Tätigkeitsbericht des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie für das Jahr 1911 hervorhebt, daß „der Ausbau großer Wasserkraften ein sehr riskantes, die höchste kaufmännische Geschicklichkeit erforderes Unternehmen sei, das selbst im Mutterlande der Wasserkraftausnutzung, der Schweiz, in der Regel nur eine sehr knapp bemessene Verzinsung bringt“.

Wenn dies auch derzeit nicht mehr ganz zutreffend erscheinen mag, so gibt diese Äußerung doch eine Erklärung für den Umstand, daß zumindest in der Zeit vor dem Kriege das heimische Kapital es vielfach vorzog, sich in anderen, rascheren Gewinn verheißenden Unternehmungen zu betätigen und daß daher bei vielen der Realisierung zugeführten oder in Verhandlung gestandenen Projekten es größtenteils ausländisches Kapital gewesen ist oder doch anfänglich war, welches für diese zur Verfügung gestellt wurde.

Daß eine nicht geringe Anzahl von an private Unternehmer erteilten wasserrechtlichen Konzessionen bisher nicht ausgenutzt wurde, wodurch eine zumindest vorübergehende Bannlegung von Wasserkraften eintrat, ist schließlich ein Beweis einerseits dafür, daß oftmals wasserrechtliche Bewilligungen lediglich aus spekulativen Gründen nachgesucht wurden, andererseits aber für die Schwierigkeiten technischer und finanzieller Natur, die sich häufig der Verwirklichung auch ernster Projekte privater Unternehmungen entgegenstellen.

2. DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER AUSNUTZUNG DER WASSERKRÄFTE UND DER KOHLENVERSORGUNG.

Ein für eine Reihe von Staaten — insbesondere die Schweiz, Schweden, Norwegen, Italien und bis zu einem gewissen Grade auch für Frankreich —

gemeinsam maßgebendes Moment zur Ausnutzung der Wasserkräfte liegt in dem Umstande, daß diese Staaten mit dem Bezuge von Kohle ganz oder teilweise an das Ausland gewiesen sind und daher aus staats- und volkswirtschaftlichen, aber auch aus politischen Gründen trachten müssen, durch möglichst weitgehende Ausnutzung der heimischen Wasserkräfte ihre Abhängigkeit vom Auslande zu verringern. Für die Schweiz hat die Einfuhr von Kohle aus dem Auslande schon vor dem Kriege (1913) eine Ausgabe von 107 Millionen Franken, im Jahre 1915 aber von 125 Millionen Franken verursacht; Schweden stößt besonders während des jetzigen Krieges auf die größten Schwierigkeiten in der Kohlenbeschaffung, so daß schon die Einführung der Holzfeuerung im Dampflokotriebetriebe der Bahnen in Erwägung gezogen werden mußte. Italien ist mit dem Kohlenbezug ganz ans Ausland gewiesen und muß jährlich etwa 12 Millionen Tonnen Kohle einführen; Frankreich ist mit einem Fehlbetrag von 20 Millionen Tonnen ans Ausland gewiesen, könnte aber bei Ausbau seiner Wasserkräfte ganz auf den Bezug von Kohle aus dem Auslande verzichten.

Diese wenigen Daten genügen, um die eminente Bedeutung der Ausnutzung der Wasserkräfte für alle kohlenarmen Länder und auch für jene Länder, die ihren großen Bedarf an Kohle nicht ganz im Inland decken können, darzutun.

In Österreich liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Beschaffung von Steinkohle für industrielle und Bahnbetriebszwecke allerdings wesentlich günstiger als in der Schweiz, in Schweden, Norwegen und Italien. Doch darf nicht übersehen werden, daß auch Österreich-Ungarn (im Jahre 1913) Steinkohlen im Werte von rund 210 Millionen Kronen aus Deutschland bezogen hat und daß eine rasche Zunahme dieser Kohleneinfuhr zu erwarten steht, falls nicht energisch an die Heranziehung der Wasserkräfte zumindest für alle jene Betriebe geschritten wird, die günstig hinsichtlich der Wasserkräfte und ungünstig hinsichtlich der heimischen Kohlenreviere gelegen sind.

Die Bedingungen hierfür sind ja in Österreich insofern gegeben, als gerade in den von den Steinkohlenrevieren entfernt gelegenen Gebieten reiche Wasserkräfte vorhanden sind.

Es kann kaum oft genug betont werden, daß den unter abnormalen Verhältnissen zeitweise auftretenden großen Schwierigkeiten in der Kohlenversorgung, unter denen zum Beispiel im letzten Winter die gesamte Bevölkerung, die Industrie und der Betrieb der Eisenbahnen schwer zu leiden hatten, für die Zukunft in rationeller Weise nur durch weitgehende Ausnutzung unserer Wasserkräfte und zweckentsprechende Fortleitung und Verteilung der aus ihnen gewonnenen elektrischen Energie wird begegnet werden können.

Insbesondere in Zeiten der Rohstoffnot, des Mangels an Eisenbahnfahrzeugen und des ungünstigen Standes der Valuta darf der Gedanke der Ausnutzung unserer Wasserkräfte und der Sicherstellung der in ihnen ruhenden

Werte für das Staatsganze nicht mehr fallen gelassen werden, muß vielmehr mit Energie und so rasch als möglich in die Tat übergeführt werden.

So wie bisher wird in der Zukunft, insbesondere auch in der Zeit der Übergangswirtschaft, der Kostenanteil der Antriebskräfte bei der Kalkulation der Preise aller Industrieprodukte eine wesentliche Rolle spielen. Die Preise der Kohle, die sich schon vor dem Kriege — hauptsächlich infolge Steigerung der Löhne und der zunehmenden Schwierigkeiten der Gewinnung der Kohle — beständig in ansteigender Linie bewegt haben, sind während des Krieges fast sprunghaft in die Höhe gegangen. Hierzu haben in hervorragendem Maße die Konjunktur und der hierdurch bedingte, beziehungsweise erhoffte Wertzuwachs der Kohlenflöze, dann die abnorme Steigerung aller Löhne für die Förderung sowie der Kosten der für den Arbeitsbetrieb benötigten Hilfsmaterialien beigetragen. Es sind dies zwei Posten der Preisbildung mit andauernd steigender Tendenz; denn bei anziehenden Kohlenpreisen erhöht sich der Wertzuwachs sowie das auf Grund dieses Zuwachses geforderte Erträgnis des Besitzers und die Höhe der Löhne steht in direkter Abhängigkeit von den Kosten der Lebenshaltung des Arbeiters.

Wenn man nun diese Grundlagen der Preiskalkulation für die aus der Kohle gewonnene Energie mit der aus den Wasserkraften erzielbaren vergleicht, so ergibt sich, daß mit den Zinsen und der Amortisation des für den Bau der Wasserkraftanlage investierten Kapitals und den Ansätzen für Sachamortisation, beziehungsweise Erneuerung schon ein Großteil der Betriebskosten gedeckt ist, und zwar in einer Weise, daß bedeutende Schwankungen ausgeschlossen sind.

Das Betriebspersonal einer Wasserkraftanlage ist gering, es handelt sich nur um wenige Personen, Arbeitslöhne spielen also beim Strompreise keine wichtige Rolle. Es bleiben somit nur noch jene Hilfsmittel zum Betriebe, wie Schmieröl und ähnliches, die bei dem geringen Verbrauch niemals von ausschlaggebendem Einfluß auf die Preisbildung der Energie sein können.

Der Wert des Grundbesitzes, auf dem die Wasserkraftanlage erbaut ist, spielt lange nicht die Rolle des steigenden Wertes der Kohlenflöze; eine Eskomptierung der Wertsteigerung wasserrechtlicher Konzessionen könnte aber hintangehalten werden.

Die Kosten der Kohlenenergie sind sohin schwankend mit unbegrenzt steigender Tendenz, die Kosten der Wasserkraftenergie dagegen nahezu stabil.

Ein nicht unbedeutender Einfluß kommt auch dem durch ausgedehnte Wasserkraftnutzung eintretenden Freiwerden des für den Kohlentransport erforderlichen Frachtraumes in Eisenbahnwagen zu, denn eine Jahres-P. S. Wasserkraft entspricht ungefähr 3000 bis 8760 kg Kohle, je nachdem die Kraftquelle in täglich zehnstündigem oder im ununterbrochenen Betrieb steht.

Die Anzahl der durch den Wegfall der Kohlentransporte freiwerdenden Wagen richtet sich auch nach der in Betracht kommenden Transportlänge; doch kann im Durchschnitt angenommen werden, daß je 100 P.S. ausgebaute Wasserkraft etwa zwei Kohlenwagen für andere Zwecke freimachen.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß in der Zeit nach dem Kriege ein Teil der hochwertigen einheimischen Kohle für die Versorgung der Schifffahrt wird bereitgestellt werden müssen und daß die Ersparnis an Qualitätskohle eine unvermeidliche Forderung in der Frage der Loslösung vom Import englischer Kohle nach den Adria Häfen bedeutet.

3. VERSCHIEDENE WIRTSCHAFTLICHE MÖGLICHKEITEN DER NUTZBARMACHUNG DER WASSERKRÄFTE.

Wenn auch bezüglich der unbedingten Notwendigkeit, die Wasserkräfte Österreichs für Zwecke der allgemeinen Staats- und Volkswirtschaft nutzbar zu machen, kaum mehr ein Zweifel bestehen kann, so ist doch die Frage, in welcher Form dies geschehen soll, noch keineswegs als entschieden anzusehen.

Soviel steht aber fest, daß das oberste Prinzip für das Verhalten des Staates in dieser Frage sein muß, die Ausnutzung der Wasserkräfte mit allen Mitteln zu fördern.

Hiezu stehen verschiedene Wege offen. Welchen dieser Wege die österreichische Staatsverwaltung betreten soll, kann vom Standpunkte eines einzelnen Ressorts allein nicht beurteilt werden. Die Stellungnahme in diesem Belange wird nur im Rahmen und nach Maßgabe der vom Staate in Hinkunft zu befolgenden allgemeinen staatswirtschaftlichen und finanzpolitischen Grundsätze erfolgen können. Diese zu erörtern, fällt nicht in den Rahmen der vorliegenden Mitteilungen, die sich darauf beschränken müssen, die in Betracht kommenden Alternativen zu skizzieren.

a) Eigene Tätigkeit des Staates.

a) Die eigene Tätigkeit der Staatsverwaltung, das heißt der Ausbau geeigneter Wasserkräfte mit eigenen Mitteln der Staatsverwaltung und Betrieb der Anlagen durch sie selbst. Dies setzt die Durchführung der erforderlichen technischen und wirtschaftlichen Vorarbeiten und die Bereitstellung der notwendigen Mittel seitens des Staates voraus.

Was den ersten Punkt betrifft, so hat die den Gegenstand dieser Mitteilungen bildende Aktion der Staatseisenbahnverwaltung schon viel wertvolles Material geschaffen und den Großteil der erforderlichen Vorarbeiten geleistet.

Hinsichtlich der Bereitstellung der erforderlichen finanziellen Mittel durch den Staat muß es zunächst noch als fraglich betrachtet werden, ob unter den gegenwärtigen Umständen die Voraussetzungen für eine großzügige eigene Betätigung des Staates, geschweige denn für ein Staatsmonopol der Wasserkraftausnutzung gegeben sind.

Was die Staatseisenbahnverwaltung anbetrifft, so wird sie bei Fortsetzung ihrer auf die Einführung der elektrischen Zugförderung auf den hierfür geeigneten Strecken abzielenden Aktion die Errichtung bahneigener Kraftwerke fallweise in Erwägung ziehen und hierbei insbesondere auch die Möglichkeit einer rationellen Ausnutzung dieser Bahnkraftwerke durch Stromabgabe für industrielle Zwecke ins Auge fassen. Die Entscheidung in konkreten Fällen wird nur unter genauer Abwägung aller in Betracht kommenden technisch-wirtschaftlichen Verhältnisse erfolgen können und durch eine allfällige prinzipielle Stellungnahme der Staatsverwaltung in der Frage der Wasserkraftverwertung beeinflusst werden müssen.

b) Der zweite Weg wäre die Freigabe der Wasserkräfte an das private Unternehmertum.

b) Freigabe der Wasserkräfte an das private Unternehmertum.

Würde hiermit volle Sicherheit für den notwendigen systematischen Ausbau von Wasserkraftanlagen größeren Umfanges in absehbarer Zeit geschaffen und gleichzeitig den Interessen der Allgemeinheit, insbesondere auch der elektrische Energie verbrauchenden Industrien in der Bereitstellung genügender Mengen von Kraft zu entsprechenden Preisen Rechnung getragen, so könnte unter den gegenwärtigen Umständen auch dieser Weg beschritten werden, wobei jedoch dem Staat in allen Fällen das Recht gewahrt bleiben sollte, Großwasserkraftanlagen einlösen oder eine entsprechende nutzbringende Beteiligung an der Verwertung der Wasserkräfte erlangen zu können.

c) Eine weitere Form wäre die der Vereinigung von rein staatlichen und rein privatwirtschaftlichen Unternehmungen in sogenannte gemischtwirtschaftliche Unternehmungen.

c) Gemischtwirtschaftliche Unternehmungen.

Diese bestünden entweder darin:

α) daß die Staatsverwaltung, dann auch die Länder, eventuell auch Gemeinden sich mit Privatunternehmungen zu Gesellschaften in kommerzieller Form zusammenschließen, um den Ausbau von Wasserkräften durchzuführen.

Die finanziellen Aufwendungen der Staatsverwaltung und ihr Risiko werden dabei wesentlich herabgedrückt und die Möglichkeit geschaffen, die staatlichen und gemeinwirtschaftlichen Interessen innerhalb der Gesellschaft (als Mitglied der Geschäftsleitung) zur Geltung zu bringen.

Solche gemischtwirtschaftliche Unternehmungen sind bekanntlich in Deutschland in großer Zahl entstanden und haben sich als ein kräftiger Faktor rascher Entwicklung der Elektrizitätsversorgung bewährt.

β) Oder die Staatsverwaltung baut einzelne besonders wichtige Wasserkraftanlagen auf eigene Kosten aus und tritt mit diesen Anlagen in eine Gemeinschaft aller privaten und öffentlichen Wasserkraft- beziehungsweise Elektrizitätswerke in einem bestimmten Gebiete ein, um in dieser Gemeinschaft durch ihren Einfluß die öffentlichen Interessen zur Geltung bringen zu können. (Ein ähnlicher Gedanke, wie er in dem von der königl. bayerischen Regierung im Oktober 1915 grundsätzlich angenommenen Projekte des Reichsrates O. v. Miller zum Ausdruck kommt.)

γ) Ein drittes wäre schließlich die Verwirklichung des Buchleitnerschen*), von Ing. Jos. Tschermak**) mit spezieller Berücksichtigung des Vorkommens der österreichischen Alpenwasserkräfte weiter ausgeführten Gedankens, daß der Staat das Fernleitungsnetz auf eigene Kosten oder in gemischtwirtschaftlicher Form baue und dadurch die bestehenden und zukünftigen Wasserkraftanlagen bzw. Elektrizitätswerke miteinander verbinde, den Absatz der Kraft nach kraftbedürftigen Konsumgebieten sichere und als Eigentümer des Leitungsnetzes in der Gemeinschaft den entsprechenden Einfluß übe, ein Gedanke, der nur den Übelstand hat, daß ein solches Fernleitungsnetz ohne gleichzeitigen Ausbau großer Kraftanlagen, der dem privaten Unternehmungsgeist überlassen bleiben soll, vorerst vom rein kaufmännischen Standpunkt wenig rentabel erscheinen würde.

Von diesen verschiedenen Wegen wird derzeit keiner als der ausschließlich zum Ziele führende bezeichnet werden können.

Vor die Alternative gestellt, die Ausnutzung bestimmter Wasserkräfte dem privaten Unternehmertum zu überlassen oder — bei vorläufiger Untun-

*) Dipl. Ing. A. Buchleitner „Der Weg zur rationellen Elektrizitätsversorgung und Wasserkraftverwertung Österreichs 1914“.

**) „Die Ausnützung der Wasserkräfte Krains“ in Rundschau für Technik und Wirtschaft. Prag, 1913. Seite 148 f.

Auf Grund einer eingehenden Untersuchung der Wasserkräfte Krains, die die vom wasserkrafttechnischen Standpunkt als erschwerend empfundenen Einflüsse eines gleichartigen Niederschlagsgebietes aufweisen, entwickelt der Autor, ausgehend von der Voraussetzung des Zusammenschlusses von Wasserkraftwerken in Niederschlagsgebieten von verschiedenem topographischen und klimatischen Charakter an gewissen Knotenpunkten, das Prinzip der Kuppelung dieser Erzeugungsstätten elektrischer Energie. Dieses Ziel wasserwirtschaftlich günstigster Verwertung der erzeugbaren Energie läßt sich nach Anschauung des Autors in Österreich, insofern nur technische Erwägungen maßgebend sind, unschwer erreichen, da die Verteilung der Wasserkräfte in den österreichischen Alpenländern eine charakteristische Häufung dieser Energiequellen um bestimmte Orte erkennen lasse.

Verlegt man diese Knotenpunkte, die als Dispositionsstationen für den Transport elektrischer Energie eines ganz Österreich durchziehenden Fernleitungsnetzes gelten können, etwa nach *Bludenz* für die Werke am Jilflusse und dessen Zubringern, sowie für die Werke im Bregenzerwald, *Innsbruck* für den Inn mit seinen Nebenflüssen bis zur Überleitung des Achensees nach dem Inn, *Zell am See* für den Mittellauf des Inn und den österreichischen Anteil des Salzachflusses, *Bozen* für die Werke südlich des Brenners an der Rienz, am Eisack, am Avisio, an der Etsch und in Judicarien und dessen Seitentälern,

Spittal a. d. Drau (bzw. Villach) für die obere Drau mit Möll, Lieser und für die großen Seenbecken, *Marburg a. d. Drau* für die Werke an der mittleren und unteren Drau,

Hieflau für die Werke am Ennsknie im Gesäuse und an den Zubringern der Enns, einschließlich der Werke im steirischen Salzkammergute,

Laibach für die Savewerke der Gemeinschaftsaktion der Staatseisenbahnverwaltung und des Landes Krain, *Sta. Lucia am Isonzo* für den oberen und mittleren Lauf des Isonzoflusses,

so erhält man einen Versorgungsbereich, der weit über die Grenzen Österreichs, im Norden bis Stuttgart und Regensburg, im Westen bis Basel, im Süden bis an den Po reicht, während in Österreich-Ungarn selbst im Norden noch Pisek und Brünn, im Osten Westungarn bis an den Plattensee und im Süden Zara einbezogen werden könnten.

Die Ergebnisse dieser für die Klärung der einschlägigen Verhältnisse wertvollen Untersuchungen werden in einer dieser Arbeit beigegebenen Karte der österreichischen Alpenländer dargestellt, wobei die Versorgungsbereiche der Hauptknotenpunkte durch Kreise von 100 und 200 km Halbmesser begrenzt werden.

Bei Betrachtung dieser Karte fällt das vielfache Übergreifen dieser Kreise auf, denn bei Anwendung der Radien von 200 km finden sich nur wenige Orte in Österreich, für die nicht zumindest eine doppelte Deckung der Versorgungsgebiete zu erzielen wäre.

lichkeit der Errichtung staatlicher Werke — diese Wasserkräfte brach zu legen, müßte der Staat allerdings die erstere wählen, wobei aber in geeigneter Weise die Interessen der Allgemeinheit gewahrt werden müssen.

Diesem Gesichtspunkte entspricht der vom Eisenbahnministerium bisher geübte Vorgang hinsichtlich der Erwerbung beziehungsweise Überlassung von wasserrechtlichen Konzessionen, wonach — abgesehen von jenen Fällen, in denen ein privater Konsenswerber volle Gewähr für den wirklichen Ausbau der Wasserkraft in absehbarer Zeit bietet — ein Zweig der Staatsverwaltung als Konzessionswerber für die ausbauwürdigen Großwasserkräfte auftritt und hiebei im Rahmen der bestehenden Gesetze von den in Betracht kommenden Zentralstellen unterstützt und gefördert wird.

Aufgabe und Pflicht des die wasserrechtlichen Konzessionen erwerbenden Zweiges der Staatsverwaltung wird es sein, solche Konsense entweder auf eigene Rechnung auszubauen oder aber — insofern für die eigenen Zwecke zunächst kein Bedürfnis besteht, das die Rentabilität dieses Ausbaues sichern könnte, oder andere staatsfinanzielle Gründe gegen den Ausbau von staatlichen Werken sprechen — mit den in Betracht kommenden Privatinteressenten, Gemeinden und dergleichen entweder ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen zu bilden, oder aber die betreffende Konzession auf bestimmte Dauer und unter staatsfinanziell günstigen Bedingungen an Privatunternehmungen zur Ausnützung zu überlassen.

Durch diesen Vorgang würde sowohl einer allmählichen Monopolisierung der Wasserkräfte zugunsten des privaten Unternehmerthums sowie einer spekulativen Bannlegung von Wasserkraften vorgebeugt, als auch die Ausnutzung der Wasserkräfte für Zwecke der allgemeinen Volkswirtschaft unter Vorbereitung einer Teilnahme des Staates an dem Ertragnisse der Wasserkraftnutzung ermöglicht werden.

4. STAATLICHES EINGREIFEN IN DIE ELEKTRIZITÄTSVERSORGUNG.*)

Andere Staaten, auch die beispielgebenden deutschen Bundesstaaten, verfolgen fast ausnahmslos verschiedene der besprochenen Methoden, ohne daß es jedoch bisher auch nur in einem der Bundesstaaten, geschweige denn im ganzen deutschen Reiche, zu einer endgiltigen einheitlichen Regelung des Elektrizitätswesens gekommen wäre.

In *Preußen* ist der Staat in mehreren Fällen, in denen er im Zusammenhang mit staatlichen Kohlenbergwerken oder staatlichen Wasserkraftwerken (besonders bei Talsperrenbauten, Flußregulierungen usw.) Elektrizitätswerke

a) Preußen.

*) Siehe: Dr. A. v. Krasny, „Die Aufgaben der Elektrizitätsgesetzgebung“; Richard Passow, „Staatliche Elektrizitätswerke in Deutschland“; Dr. Richard Hartmann, „Das Reichselektrizitätsmonopol“; Ried, „Gegenwart und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und Österreich“ u. a.

für den eigenen Bedarf gebaut hat, auch als Stromlieferant aufgetreten. Eine weitergehende staatliche Einflußnahme auf die Elektrizitätswirtschaft Preußens ist für die Zukunft in Aussicht genommen; auch sind schon einzelne Provinzen, insbesondere die Provinz Brandenburg, daran gegangen, die einheitliche Elektrizitätsversorgung in die Hand zu nehmen.

b) Bayern.

In *Bayern* soll nach einem Vorschlage des Reichsrates Dr. Oskar v. Miller zwecks einheitlicher Versorgung des ganzen rechtsrheinischen Bayerns eine eigene Gesellschaft, das „Bayernwerk“, gegründet werden, das ein Hochspannungsnetz mit den nötigen Haupttransformatorenwerken auf seine Kosten ausführen, von dem durch den Staat zu erbauenden und zu betreibenden Walchenseekraftwerk sowie von anderen staatlichen oder privaten Stromerzeugungsanlagen elektrische Energie beziehen und selbe an die einzelnen, teils schon zusammengefaßten oder noch zu schaffenden Stromversorgungsgebiete liefern soll. Innerhalb ihrer Stromversorgungsgebiete würden die Städte und Überlandwerke den Strom wie bisher an die einzelnen Abnehmer selbst weiter verkaufen.

Durch diesen Zusammenschluß soll der Ersatz teurer Dampfkkräfte durch billige Wasserkkräfte (insbesondere durch die Walchenseekraft) und die vollkommene Ausnutzung der in Bayern außerdem vorhandenen Niederdruckwasserkkräfte, deren zweckentsprechende Ergänzung durch einige wenige, besonders günstige Dampfbetriebe und die Verringerung der Zahl und Leistung der Reservemaschinen erzielt werden. Dadurch soll der Strom für die Gesamtversorgung erheblich billiger erzeugt werden, als dies gegenwärtig den einzelnen Werken möglich ist.

Die Teilhaber der Gesellschaft „Bayernwerk“ sollen bilden: der Staat, die Überlandwerke der Städte und die an der Ausführung des primären (100.000 Volt-) Verteilungsnetzes beteiligten Firmen.

Diesem Plane hat der bayerische Landtag im wesentlichen zugestimmt; die weiteren Verhandlungen hinsichtlich der Verwirklichung des Projektes sind noch im Gange.

Die baulichen Herstellungen für das staatliche Walchenseekraftwerk sind vor kurzem vergeben worden und sollen unmittelbar nach Friedensschluß im Angriff genommen werden.

c) Baden.

In *Baden* hat der Staat durch die Errichtung des Murgkraftwerkes, das demnächst in Betrieb kommen soll, in die staatliche Elektrizitätsversorgung hauptsächlich in der Absicht eingegriffen, der Errichtung eines privaten Elektrizitätsmonopoles entgegenzutreten. Das Murgkraftwerk wird der größte Stromerzeuger im mittleren und nördlichen Baden sein, sich jedoch nicht mit der Verteilung der elektrischen Energie an die Einzelabnehmer befassen, sondern dies den Großabnehmern überlassen, mit denen er besondere Stromlieferungsverträge abschließt. In diesen Verträgen behält sich der Staat ein weitgehendes Aufsichtsrecht vor, setzt eine Lieferungsspflicht an die Abnehmer des Versorgungsgebietes, die Höhe des

Strompreises und grundlegende Bestimmungen der von den Großabnehmern mit Gemeinden abzuschließenden Stromlieferungsverträge und dergleichen fest.

Die Tendenz des staatlichen Eingreifens geht dahin, die elektrische Energie möglichst billig an die Großabnehmer abzugeben, denen die gleiche Verpflichtung hinsichtlich ihrer Konsumenten obliegen soll.

Sachsen ist der einzige deutsche Bundesstaat, in dem von der Regierung ein Projekt der allgemeinen staatlichen Elektrizitätsversorgung des ganzen Landes vorgelegt worden ist. Hierbei kam der Regierung der Umstand besonders zustatten, daß der sächsische Staat in den letzten Jahren ausgedehnte Braunkohlenfelder erworben hatte.

d) Sachsen.

Der Plan geht dahin, in erster Linie die Großerzeugung des elektrischen Stromes und dessen Verteilung in Hoch- und Mittelspannungsleitungen in die Hand zu nehmen. Hierbei soll dem Staate durch die Stromversorgung eine Gewinnquelle nicht eröffnet, die Strompreise sollen vielmehr so bemessen werden, daß nach Deckung der Betriebs- und Erneuerungskosten die volle Verzinsung und eine angemessene Tilgung des in dem Unternehmen angelegten Kapitals sichergestellt wird. Der Kleinverkauf des Stromes soll in der Regel den Gemeinden und Gemeindeverbänden überlassen bleiben, wobei sich jedoch der Staat vorbehält, den Strom unter gewissen Voraussetzungen auch unmittelbar den Verbrauchern zuzuführen.

Kennzeichnend für das von der sächsischen Regierung beabsichtigte und von den gesetzgebenden Körperschaften genehmigte Vorgehen ist, daß die Durchführung des staatlichen Elektrizitätsmonopols mit keinerlei Zwangsmaßnahmen gegenüber bestehenden Privat- und insbesondere Gemeindeunternehmungen bezüglich Fortführung ihrer Betriebe verbunden sein soll und daß der Staat nur dadurch, daß er aus den von ihm zu erwerbenden und auszugestaltenden und den neu zu errichtenden Großkraftwerken den Strom zu besonders billigen Preisen liefern kann, die bestehenden Unternehmungen zur Einstellung ihrer Betriebe und zur Einfügung in das staatliche Großverteilungsnetz veranlassen will.

Die Verwirklichung dieses weitausgreifenden Projektes ist selbstverständlich nur schrittweise möglich. Die weitere Entwicklung wird insbesondere davon abhängen, wie sich die Gemeinden und die bestehenden Privatwerke zu den Absichten der Regierung stellen werden.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, daß im Deutschen Reich die Regelung des Elektrizitätswesens vorläufig von den einzelnen Bundesstaaten in die Hand genommen wurde, wenngleich auch schon vielfach Stimmen für die Schaffung eines Reichskraftnetzes laut geworden sind.

5. FORTFÜHRUNG UND ABSCHLUSS DER AKTION DER STAATSEISENBAHNVERWALTUNG.

Was die Fortführung und den Abschluß der Vorarbeiten der Staatseisenbahnverwaltung betrifft, so waren schon Mitte des Jahres 1913 die Erhebungen über den Energiebedarf sowie über die Auswahl der für die elektrische Traktion erforderlichen Wasserkräfte so weit gediehen, daß der Umfang und die Zahl der für diese Zwecke noch erforderlichen Werke bestimmt, deren Projektierung veranlaßt und in die Konsenswerbung eingetreten werden konnte.

Ende 1913 und anfangs 1914 wurde daher noch die Vorsorge für die Verfassung von 28 Verhandlungsprojekten getroffen. Ein Teil hiervon wurde an Ingenieurfirmen vergeben, für 5 Projekte von Wasserkraftanlagen in Süd- und Osttirol traten die Bestimmungen eines Übereinkommens aus dem Jahre 1911 in Kraft, nach welchen diese Projekte vorerst von einer Unternehmung fertigzustellen sind, während die Entscheidung über die Art der Konsenswerbung und über die Sicherstellung des Energiebedarfes der Staatseisenbahnverwaltung einem späteren Zeitpunkte vorbehalten bleibt.

Eine dritte Gruppe von Projekten sollte von der Staatseisenbahnverwaltung ausgearbeitet werden.

In dieser Zusammenfassung sind die in Interessengemeinschaft mit dem Lande Krain verfaßten und weiter verfolgten Projekte für Wasserkraftanlagen an der Save und deren Zubringern nicht berücksichtigt.

Nach diesem Programme wären die Projektierungsarbeiten im Jahre 1915 im großen und ganzen abgeschlossen worden und sodann nur mehr die eingeleiteten wasserrechtlichen Verfahren abzuschließen gewesen.

Die Durchführung dieses Programmes war aber bis nun nicht möglich; die notwendigen Feldarbeiten waren kaum begonnen, als der Krieg ausbrach, und im August 1914 mußten alle Projektsarbeiten eingestellt werden. Aber auch die Beendigung bereits anhängiger wasserrechtlicher Verfahren erfuhr infolge dauernder Überlastung der politischen Behörden mit anderen Amtshandlungen eine lange Unterbrechung.

Erst im Laufe dieses Jahres war es den politischen Behörden möglich, ältere, seit Jahren anhängige wasserrechtliche Verfahren wieder aufzunehmen. Auch die Einleitung neuer Verfahren konnte in Erwägung gezogen werden, so daß die Möglichkeit gegeben erscheint, die der Staatseisenbahnverwaltung seinerzeit übertragene Aufgabe der Sicherstellung der für den Bahnbetrieb erforderlichen Wasserkraftwerke wieder nachdrücklicher aufzugreifen.

Das bisherige Ergebnis der von der Staatseisenbahnverwaltung im Interesse der Verwertung der österreichischen Wasserkräfte bisher geleisteten Arbeit findet seinen praktisch greifbaren Ausdruck in dem Verfügungsrechte über 18 Konzessionen für Wasserkraftanlagen mit einer Leistungsfähigkeit von 164.000 PS im Jahresmittel.

Hiermit erscheint heute schon die Überführung eines Teiles der bisher fast ausschließlich der Individualwirtschaft überlassenen Werte der Wasserkräfte Österreichs in das Gebiet der Allgemeinwirtschaft angebahnt. Unter steter Bedachtnahme auf berechnete Interessen der Privatwirtschaft, insbesondere der Industrie, konnten auch schon einzelne Etappen auf diesem Wege erreicht werden. Die in der letzten Zeit zwischen der Staatseisenbahnverwaltung und einzelnen Finanzinstituten, beziehungsweise Industrieunternehmungen getroffenen Übereinkommen über die zeitliche Überlassung der Verwertung von der Staatseisenbahnverwaltung konsentierten Wasserkraften an die Industrie enthalten bereits Bestimmungen über die Einlösung, beziehungsweise den seinerzeitigen unentgeltlichen Heimfall der betreffenden Anlagen an die Staatsverwaltung.

Nach Wiederkehr stabiler Verhältnisse wird es voraussichtlich binnen kurzem möglich sein, die Aktion der Staatseisenbahnverwaltung zu einem baldigen Abschluß zu bringen. Möge eine entsprechende Verwertung der von der Staatseisenbahnverwaltung geleisteten umfangreichen Vorarbeiten zur zielbewußten Ausnutzung unserer Wasserkräfte und damit zur dauernden Erstarbung der Staats- und Volkswirtschaft Österreichs beitragen!

ZUSAMMENSTELLUNG

DER

VON DER STAATSEISENBAHNVERWALTUNG FÜR
ZWECKE DER WASSERKRAFTNUTZUNG STUDIERTEN
GEFÄLLSSTUFEN IN DEN ÖSTERREICHISCHEN
ALPENLÄNDERN

BEILAGE A

ZU DEN

MITTEILUNGEN ÜBER DIE STUDIEN UND VORBEREITENDEN
MASSNAHMEN DER ÖSTERREICHISCHEN STAATSEISENBAHN-
VERWALTUNG ZUR AUSNÜTZUNG DER WASSERKRÄFTE
UND ZUR EINFÜHRUNG DES ELEKTRISCHEN BETRIEBES
AUF VOLLBAHNEN. I. TEIL

BEARBEITET IM K. K. EISENBAHNMINISTERIUM



ZEICHENERKLÄRUNG.

* = Das Projekt wird *nicht* weiter verfolgt.

O. v. = Optionsvertrag betreffend Stromlieferung *vorbereitet*.

O. a. = Optionsvertrag betreffend Stromlieferung *abgeschlossen*.

K. = Konzession erteilt an die *Staatseisenbahnverwaltung*.

K. P. = Konzession erteilt an einen *privaten Interessenten*.

*Projekte ohne * werden weiter verfolgt.*



Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
1	Vorarlberg	Rhein	Jll	Cardatscha	3400	
2			Jll	Parthennen	9600	
3			Jll	Tschagguns	5200	
4			Jll	Nenzing	5000	K. behoben
5			Jll	Frastanz	3000	*
6			Litzbach	Schruns	3600	*
7			Leder- und Tilisunabach	Ganzanahl	1250	O. v.
8			Rellsbach	Vandans	1400	*
9			Alfenz	Klösterle	3900	*
10			Alfenz	Hintergasse	3800	
11			Alfenz	Lorüns	4500	
12			Alfenz	Stallehr		Variante
13			Spullersee	Danöfen	4400	
14			Wäldli-Tobel	Klösterle	450	
15			Alvierbach	Schattlagant	2500	
16			Alvierbach	Brand	2000	
17			Alvierbach	Bürs	4800	K. P. gebaut
18			Lutz- u. Marulbach	Thüringen	4400	
19			Schwarzbach	Gais	1300	
20			Mengbach	Nenzing	5000	O. v.

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
21	Vorarlberg	Rhein	Samina	Frastanz	5300	*
22			Bregenzerache	Andelsbuch	4700	O. a. gebaut
23			Subersache	Hof	3300	
24			Bolgenache	Hittisau	2200	
25	Tirol	Lech	Lech	Lechleiten	3200	*
26			Plan- und Heiterwangersee	Reutte	4600	O. v. gebaut
27		Vermuntbach	.	.	Überleitung zur Jll (Post Nr. 1)	
28		Rosanna und Trisanna	Wiesberg	8000	K. P. O. a. gebaut	
29		Sanna	Landeck	7600		
30		Sanna	Landeck	.	Variante	
31		Inn	Ried	11000		
32		Inn	Landeck	18000	K. rechtskräftig	
33		Inn	Landeck	.	Variante	
34		Faggenbach	Prutz	6600	K. nicht rechtskräftig	
35	Gurglbach	Imst	1200	*		
36	Riffelsee	Mandarfen	3000			
37	Pitzbach	Wiesle	4400	*		
38	Pitzbach	Pitzenhof	4700			
39	Pitzbach	Arzl	3800			
40	Ötztalerache	Bruggen	4800			

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
41	Tirol	Inn	Öztalerache	Umhausen	10700	
42			Öztalerache	Ötz	11100	K. rechtskräftig
43			Öztalerache	Ötztal	5700	
44			Fischbach	Gries	3900	*
45			Fischbach	Längenfeld	6600	*
46			Horlachbach	Umhausen	6600	*
47			Leiersbach	Umhausen	4600	*
48			Stuibebach	Silz	4100	
49			Finstertalseen	.	.	Speicher zu Post Nr. 48
50			Melach	Perfuß	3600	K. nicht rechtskräftig
51			Melach	Perfuß	.	Variante
52			Rutzbach	Unterschönberg	7500	K. P. O. a. gebaut
53			Rutzbach	Fulpmes	.	Stauweiher
54			Rutzbach u. Sill	Wilten	10900	O. v.
55			Greybach	Ranalt	2600	
56			Kundlerache	Kundl	2200	*
57			Gerlos	Zell am Ziller	8000	O. v.
58			Gerlos	Durlosboden	.	O. v. Speicher
59			Ziller	Mairhofen	5700	O. v.
60			Zemm- u. Tuxbach	Hochstegen	9300	O. v.

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
61	Tirol	Inn	Tuxbach	Groß-Dornau	3500	O. v.
62			Zamserbach	Breitlahneralpe	4400	
63			Salzach			Überleitung zur Gerlos (P.-Nr. 57)
64		Isar	Leutascherache	Telfs	9300	
65			Achensee	Jenbach	9500	
66			Ampelsbach	Achenkirch	300	
67			Ampelsbach	Jenbach	4300	
68			Loisach	Griesen	2400	*
69			Loisach			* Variante
70			Karwendelbach	Scharnitz	2500	O. v.
71			Brandenbergerache	Reintalersee	7700	K.
72			Brandenbergerache			Variante
73			Brandenbergerache	Voldöpp	3600	K.
74		Brandenbergerache	Mariatal		Variante	
75		Inn	Ursprungbach	Landl	1200	*
76			Thierseer Ache	Kufstein	3600	*
77			Hechtsee	Kufstein		* Variante
78			Aschauer- und Brixentalerache	Tappen	1800	*
79			Windauer- und Kelchsauerache	Einöden	5000	*
80			Großache	Niederndorf	18000	

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
81	Tirol	Inn	Großache	Kössen		Variante
82			Großache	Kössen		Variante
83			Inn	Niederndorf	12000	
84	Ober-österreich.		Inn	Pyret	13000	
85	Salzburg	Saalach	Saalach	Maishofen	2400	*
86			Saalach	Unken	6500	
87			Saalach	Unken		Variante
88			Leogangbach	Saalfelden	900	*
89			Loferbach	Lofer	3200	
90	Tirol		Haselache	Waidring	1500	
91	Salzburg	Salzach	Tauernmoosbach	Enzingerboden	5300	K. rechtskräftig
92			Wurfbach	Schneiderhütte	7500	K. rechtskräftig
93			Stubache	Uttendorf	4800	K. rechtskräftig
94			Grünsee	Enzingerboden	700	K. rechtskräftig
95			Ober- und Unter-Sulzbach		6500	*
96			Krimmlerache	Krimml	5000	*
97			Krimmlerache, Ober- und Unter-Sulzbach			* Variante
98			Großarlerache	St. Johann i. Pongau	6400	K. P. 1 Stufe gebaut
99			Wagreinbach	St. Johann i. Pongau	4200	*
100			Tappenkaarsee	Hüttschlag	4000	

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
101	Salzburg	Salzach	Fritzbach	Bischofshofen	2100	*
102			Lammer	Golling	1700	*
103			Lammer	Golling	.	* Variante
104			Salzach	Lend	9900	
105			Salzach	Lend	.	Variante
106			Dientenbach	Lend	2200	
107			Salzach	Golling	12000	K. rechtskräftig
108			Gasteinerache	Böckstein	6700	K. nicht rechtskräftig
109			Bockhartsee	Böckstein	1000	K. P. gebaut
110			Anlaufbach	Böckstein	600	K. gebaut
111			Gasteinerache	Bad Gastein	4000	*
112			Kötschachbach	Bad Gastein	1500	*
113			Fischach	Lengfelden	1800	*
114			Fischach	.	.	* Variante
115	Ober-österr.	Traun	Ager	Neudörfl	2800	
116	Salzburg		Grieslerache	Thalgau	1250	
117			Fuschlsee	St. Lorenzen	1800	
118			Wolfgangsee	Scharfling	2500	*
119	Steier-mark		Lahngang-Toplitzsee	Gössl	2700	O. v.
120			Toplitz-Grundlsee	Gössl	500	O. v.

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung	
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS		
121	Steiermark	Traun	Grundlsee-Traun	Bad Aussee	1150	O. v.	
122			Altausseeer-Traun	Bad Aussee	750	O. v.	
123			Ödensee-Traun	Unter Kainisch	1350	O. v.	
124	Ober-österreich		Koppen-Traun	Rastlsepp	8000	O. v.	
125			Koppen-Traun	Koppenwinkel	7000	O. v.	
126			Gosaubach	Steeg	9600	(5 Stufen) K. P. O. a. gebaut	
127	Steiermark	Enns	Salzabach	St. Martin	1500	K. rechtskräftig	
128			Enns	Weissenbach	.	*	
129			Enns	Spitzenbachgraben	.	*	
130			Enns	Groß Reifling	63000		
131			Enns	Admont	.	Speicher	
132			Enns	Krippau-Altenmarkt	16400		
133			Enns	Pumpakkumulierung am Lechberg	.		
134			Enns	Pumpakkumulierung am Wiesberg	.		
135			Ober-österreich	Enns	Steyr an der Enns	.	O. v.
136			Steiermark	Salzafluß	Groß Reifling	3400	
137	Salzafluß	Gschöder		2500	*		
138	Salzafluß	Weichselboden		1600	*		
139	Salzafluß	Palfau-Groß Reifling		3300			
140	Ober-österreich	Steyr	Traunfried	2000			

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
141	Ober- österreich	Enns	Steyr	Stromboding	2000	
142			Steyr	Trünkler	1300	*
143			Sölkbach	Stein an der Enns	3600	
144			Sölkbach	Groß Sölk	3900	
145			Sölkbach	.	4100	Speicher, Variante
146			Thalbach	Schladming	3400	
147			Thalbach	Auer	3700	
148			Rissachsee	.	1700	
149			Forstau- und Preuneggbach	.	4600	
150			Donnersbach	Donnersbach	.	
151	Donnersbach	Kuttenbrunner	.			
152	Oberösterreich	Donau	Große Mühl	Unter Mühl	13000	K. P. O. v.
153			Donau	Aschach	60000	O. v.
154			Donau	Wallsee	136000	O. a.
155			Ispers-Naarn	.	.	O. a.
156	Niederösterreich	Donau	Ybbs	Opponitz	500	O. v.
157			Ybbs	Kogelsbach	2100	O. v.
158			Ybbs	Lunz	7200	O. v.
159			Krems-Kampfluß	.	.	O. a.
160			Donau	Wien	46000	Hochwasserschutzkanal

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
161	Salzburg	Mur	Mur	Kendlbruck	5000	*
162			Mur	Turrach	3100	*
163			Mur	Falkendorf	5100	K. nicht rechtskräftig
164			Mur	Lutzmannsdorf	4200	*
165			Mur	Murau	5500	
166			Mur	Triebendorf	3900	*
167			Mur	Frojach	3700	*
168			Mur	Teufenbach	3500	
169			Mur	Lind	2600	*
170	Steiermark		Mur	Unzmarkt	900	*
171			Mur	Edling	2800	
172			Mur	Schütt	1400	
173			Mur	Thalheim (St. Peter)	1800	
174			Mur	Judenburg	1000	*
175			Mur	Zeltweg	5700	O. v.
176			Mur	Fisching	4700	O. a.
177			Mur	Landschach	2300	O. a.
178			Mur	Fisching-Landschach		Variante O. a.
179			Mur	Altendorf	7000	K. rechtskräftig
180			Mur	St. Stefan	5800	K. rechtskräftig

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
181	Steiermark	Mur	Mur	St. Michael	1500	*
182			Mur	Göss	6800	*
183			Mur	Vorder-Leinsach (Einödmayer)	.	O. a.
184			Mur	Hinterberg	.	O. a.
185			Mur	Leoben	.	*
186			Mur	St. Dyonisen	6600	K. P. rechtskräftig
187			Mur	Utschbachmündung	1300	K. rechtskräftig
188			Mur	Übelstein	1900	
189			Mur	Kirchdorf	2000	K. rechtskräftig
190			Mur	Mixnitz	3000	
191			Mur	Röthelstein	5000	
192			Mur	Eggenfeld	5400	
193			Mur	Graz-Wildon, I. Stufe	10700	
194			Mur	Graz-Wildon II. Stufe		
195			Mur	Graz-Wildon III. Stufe		
196			Mur	Graz-Wildon IV. Stufe		
197			Mur	Graz-Wildon V. Stufe		
198			Mur	Gössendorf	1600	
199			Mur	Wagnitz	2000	
200			Mur	Kalsdorf	2000	

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung	
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS		
201	Steiermark	Mur	Mur	Groß-Sulz	2000		
202			Mur	Werndorf	1700		
203			Mur	Unter Gralla	4500		
204			Mur	Leitring	6100		
205			Mur	Vogau-Mureck I. Stufe	} 21400		
206			Mur	Vogau-Mureck II. Stufe			
207			Mur	Vogau-Mureck III. Stufe			
208				Pölsbach	Pöls	3100	
209				Stübing- und Übelbach	Peggau	1500	*
210				Stübing- und Übelbach	Peggau	.	* Variante
211			Teigitsch	Edelschrott	2800	O. v.	
212			Niederlassnitzbach	Wildbach	800	*	
213			Niederlassnitzbach	Deutsch-Landsberg	600	*	
214			Raab	Raabmühle	600	*	
215			Raab	Hofmühle	1000	K. P. O. a. gebaut	
216			Raab	Oberdorf	400	*	
217			Raab	.	.	* Variante	
218			Feistritz	Koglhof	2200	*	
219			Waissenbach	Birkfeld	800	*	
220			Feistritz	Ober Feistritz	2000	*	

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
221	Steiermark	Raab	Feistritz	.	.	* Variante
222			Feistritz	Fronsborg	1300	*
223			Feistritz	Johannesbrücke	1000	*
224			Feistritz	Kaibing	1300	*
225			Lafnitz	Beigirtl	1800	K. rechtskräftig
226	Tirol	Etsch	Etsch	Schleis	9700	
227			Etsch	Laatsch	3000	
228			Etsch	Göflan	14000	K. rechtskräftig
229			Etsch	Kastelbell	3100	*
230			Etsch	Marling	10200	
231			Punibach	Mals (I. Stufe)	2000	*
232			Punibach	Mals (II. Stufe)	800	*
233			Rambach	Glurns	6500	*
234			Suldenbach	Prad	5000	*
235			Salurnbach	Schluderns	5800	*
236			Schnalsbach	Schnalstal	3000	K. P. O. a. gebaut
237			Passerbach	Meran	2100	*
238			Valschauerbach	Ober Lana	9900	*
239			Talfer	Afing	15200	
240	Talfer	Ravenstein	7200			

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung	
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS		
241	Tirol	Etsch	Avisio	Neumarkt	43000	O. a.	
242			Pfitscherbach	Sterzing	6700		
243			Rienz	Brunneck	6100		
244			Gaderbach	St. Lorenzen	7800		
245			Rainbach	Sand im Tauferertal	7300		
246			Noce	Dermullo	17500		
247			Noce	Denno	9500		
248			Eisack und Rienz	Neustift	34500		
249			Eisack und Rienz	Unterau	13400		
250			Eisack	Neustift	8800	Variante	
251			Rienz	Schabs	18000	Variante	
252			Rienz	Brixen	17800	Variante	
253			Eisack	Waidbruck	13700		
254			Steineralmbach	Windisch Matrei	1300	*	
255			Molvenosee	Zambana	5400	*	
256			Sarca	Sarca	Pietramurata	13700	*
257				Sarca	Stenico	6000	*
258				Sarca	Drò	10000	*
259				Arnobach	Breguzzo	3100	*
260			Brenta	Maso	Pontarso	1800	*

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
261	Tirol	Brenta	Maso	Carzano	5800	*
262			Grigno	Grigno	3600	*
263			Isel	Huben	6800	
264		Kalserbach	Huben	5000		
265		Defereggengbach	Huben	8300	*	
266		Drau	Leisach	6600		
267		Kärnten	Drau	Möll	Dölsach	19900
268	Möll			Rangersdorf	5400	*
269	Möll			Gössnitz	5500	*
270	Möll			Obervellach (I. Stufe)	9400	*
271	Möll			Obervellach (II. Stufe)	8500	*
272	Mallnitz			Obervellach	9900	
273	Mallnitz			Mallnitz	1200	K. gebaut
274	Möll			Kolbnitz	7500	
275	Möll			Sachsenburg	11100	
276	Möll			Kolbnitz	.	Variante
277	Möll			Sachsenburg	.	Variante
278	Lieser			Seeboden	13900	O. v.
279	Millstättersee			Olsach	12200	O. v.
280	Lieser	Lieseregg	.			

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
281	Kärnten	Drau	Lieser	Seebach	.	
282			Lieser	Spittal an der Drau	.	
283			Mühdorferbach	Mühdorf	.	
284			Drau	Sachsenburg	3200	*
285			Drau	Ortenburg	7200	
286			Drau	Ober Amlach	5000	
287			Drau	Mauthbrücken	4800	
288			Drau	Rosegg	12500	
289			Drau	Rosegg	.	* Variante
290			Drau	Selkach (I. Stufe)	7000	
291			Drau	Selkach (II. Stufe)	13500	
292			Drau	Wernberg	.	* Variante
293			Drau	Selkach	.	*
294			Drau	Unter Krajach	17600	
295			Drau	Unter Krajach	.	* Variante
296			Drau	Oresnik I. Stufe	6100	
297			Drau	Oresnik II. Stufe	10500	
298			Drau (Wörthersee)	Velden	15000	*
299			Wörthersee	Maria Rain	27000	*
300			Wörthersee	Zell (Gurk)	40100	*

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
301	Kärnten	Drau	Gurk	Oberboden	4100	
302			Gurk	Steindorf	3500	
303			Weissensee	Steinfeld	4100	*
304			Drau	Gleinach	13000	
305			Drau	Gleinach	.	* Variante
306			Drau	Annabrücke	10000	
307			Drau	Pirk	9700	
308			Drau	Pirk	.	* Variante
309			Drau	Lippitzbach	9700	
310			Drau	Lippitzbach	.	* Variante
311			Drau	Wunderstätten	12200	
312			Drau	Wunderstätten	.	* Variante
313			Drau	Lavamünd	9400	
314			Drau	Unterdrauburg	8200	*
315			Lavant	Wolfsberg	9800	
316			Mies	Unterdrauburg	1500	*
317			Gailitz	Maglern	2500	*
318	Steiermark	Drau	Untergegental	7700		
319		Drau	Dobrava	12000		
320		Drau	Fresen	14500		

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS	
321	Steiermark	Drau	Drau	St. Oswald	16000	
322			Drau	Faal	24000	K. P. O. a. gebaut
323			Drau	Felberinsel	17000	K. P. O. a.
324			Drau	Pettau	21500	K. nicht rechtskräftig
325			Drau	Friedau	24300	K. nicht rechtskräftig
326			Drau	Friedau-Polsterau I. Stufe	26000	K. P.
327			Drau	Friedau Polsterau II. Stufe	19000	K. P. O. a.
328			Sann	Laufen	2200	*
329			Sann	Prassberg	1100	*
330			Missling-Paak	Huda-Lukna	1000	*
331			Missling-Paak			* Variante
332			Paak	Paakdorf	1100	*
333			Paak	Paakdorf		* Variante
334			Feistritz	Hohenmauthen	2200	*
335	Rothwein	Asp		K. P. O. a. gebaut		
336	Krain	Save	Wurzner Save	Lengenfeld-Assling	2500	Nr. 336 bis Nr. 375 Staats- eisenbahnverwaltung gemeinsam mit Krain. Landesausschuß
337			Wurzner Save	Assling-Radmanns- dorf, I. Dobrava	2400	
338			Wurzner Save	Assling-Radmanns- dorf, II. Asp	3400	
339			Wurzner Save	Assling-Radmanns- dorf, III. Veldes	4400	
340			Wurzner Save	Assling-Radmanns- dorf, IV. Lanzowo	2100	

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung	
			Gewässer	Ort	Jahresmittel Leistung in PS		
341	Krain	Save	Wocheiner Save	Stiege-Radmansdorf	2300		
342			Wocheiner Save	Log	.	Speicheranlage	
343			Save	Globoko	5800	K nicht rechtskräftig	
344			Save	Krainburg-Zwischenwässern, I. Breg	5000		
345			Save	Krainburg-Zwischenwässern, II. Flödnig	5000		
346			Save	Krainburg-Zwischenwässern, III. Verje	7200		
347			Save	Zwischenwässern-Tazen	3000		
348			Save	Tazen-Salloch, I. Tschernutsch	2900		
349			Save	Tazen-Salloch, II. St. Martin	2900		
350			Save	Tazen-Salloch, III. Salloch	3500		
351			Save	Laase-Fischern	7000		
352			Save	Werneke-Sawa (Littai)	15200		
353			Save	Prusnik-Savedörfl-Sannmündung, I. Prusnik	12100		
354			Linkes Ufer Steiermark, rechtes Ufer Krain	Save	Prusnik-Savedörfl-Sannmündung, II. Savedörfl	4600	
355				Save	Prusnik-Savedörfl-Sannmündung, III. Sannmündung	11800	
356				Save	Ratschach-Gimpel	11500	
357				Save	Auen-Untér Piauscho	8600	
358			Save	Gurkfeld	9100		
359			Krain	Zaveršnica	Moste	700	*
360			Krain	Zaveršnica	Scheraunitz	1200	K behoben, gebaut

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
361	Krain		Zaveršnica	Oberlauf, I. Stufe	700	
362			Zaveršnica	Oberlauf, II. Stufe	800	
363			Laibachfluß	bei Laibach	1500	
364			Pöllander Zeier und Zavodnica	Fužine	700	
365			Wocheiner See	Abfluß	400	
366	L. Uf. Krain, R. Uf. Kroatien	Save	Kulpa	Kuželj	700	
367			Kulpa	Thal	900	
368			Kulpa	Podzemelj	800	
369			Gurk	Fužine	800	
370			Gurk	Seisenberg	1100	
371	Krain		Gurk	Hof	900	
372			Čabranka	Schwarzenbach	800	
373			Čabranka	Wisgarn	1100	
374			Kanker	Kanker	1600	
375			Kanker	Höflein	1400	
376	Küstenland	Isonzo	Isonzo	Baumbachhütte	4100	
377			Zadnjica	Baumbachhütte	700	
378			Isonzo	Soča	2800	
379			Isonzo	Pri Kumerče	2300	
380			Lepenja	Pri Kumerče	200	*

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
381	Küstenland	Isonzo	Isonzo	Vodenca	2400	
382			Isonzo	Flitsch-Karfreit	26700	
383			Isonzo	Podklopce	1500	P.-Nr. 383—387 Variantenstudien zu P.-Nr. 382 bzw. 388
384			Isonzo	Podčelom	1300	
385			Isonzo	Podčelom	3100	Stausee
386			Isonzo	Podčelom-Karfreit	24100	
387			Isonzo	Žaga-Karfreit	20000	
388			Isonzo	Serpenizza-Karfreit	18600	O. v.
389			Gljun	Plužna	600	
390			Isonzo	Kamno	2000	Stausee
391			Isonzo	Selišče	1300	Stausee
392			Isonzo	Woltschach	2300	Variante zu P.-Nr. 393
393			Isonzo	Tolmein	2100	Stausee
394			Tominka und Zadlaska	Tolmein	3600	O. v.
395			Tominka	Zastena	1800	
396			Tominka	Pologar	2100	
397			Zadlaska	Perbla	1100	
398			Zadlaska	Ravna	1400	
399			Isonzo und Idria	Selo	12900	O. v.
400			Isonzo	Ronzina	18700	Variante zu P.-Nr. 399

Post-Nr.	Kron-land	Fluß-gebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
401	Küstenland	Isonzo	Isonzo	Selo-Ronzina	5800	
402			Isonzo	Canale-Salcano	15100	O. v.
403			Isonzo	Deskla-Salcano	9500	*
404			Isonzo	Salcano-Strazig	6200	*
405	Dalmatien	Dalmatinische Küstenflüsse	Zrmanja	Dramotič-Zekanovič	2100	
406			Krupa	Žegar	1200	*
407			Zrmanja	Sernaderi-Mühle	2800	
408			Zrmanja	Kovačević-Mühle	2100	*
409			Zrmanja	Biedovi	1600	*
410			Butišnica	Lesina-Mühle	1600	*
411			Butišnica	Golubić	2500	*
412			Kerka	Bilušič-Buk	1800	
413			Kerka	Kloster Arkandjel	1500	*
414			Kerka	Roški-Slap	2500	*
415			Kerka	Scardona	10000	O. v.
416			Čikola	Drniš	1900	*
417			Cetina	Koljane-Mühle	2200	*
418			Cetina	Koljane	.	* Variante
419			Cetina	Čikota	12000	O. v.
420			Cetina	Duare	32000	K. P. O. a. gebaut

Post-Nr.	Kronland	Flußgebiet	Kraftwerk			Anmerkung
			Gewässer	Ort	Jahresmittel-Leistung in PS	
421	Dalmatien	Dalmatinische Küstenflüsse	Cetina	Duare-Vrulja	12500	
422			Trebinjčica	Ombla	26500	O. v.
423	Bosnien-Herzegowina	Bosnisch-herzegowinische Karstflüsse	Šujica und Ričina	Prisoje	14800	*
424			Ričina	Aržano	9100	*
425			Ričina	Ričice	27300	*
426			Suaja	Postranje	5600	*
427			Suaja	Glavina	16300	*
428			Vrlika	Tihaljina	24000	*
429			Tihaljina	Vitina	7600	*
430			Mlade (Trebižat)	Stubica	6000	*
431			Mlade (Brza voda)	Dusina	2400	*
432			Matica voda	Perasto	2200	*
433			Kroatien, Dalmatien	Kroatisch-dalmatinische Karstflüsse	Ričice	Zekanovič

Wien, im August 1917.

MITTEILUNGEN

ÜBER DIE

STUDIEN UND VORBEREITENDEN MASSNAHMEN
DER ÖSTERR. STAATSEISENBAHNVERWALTUNG

ZUR

AUSNÜTZUNG DER WASSERKRÄFTE

UND ZUR

EINFÜHRUNG DES ELEKTRISCHEN
BETRIEBES AUF VOLLBAHNEN

II. TEIL

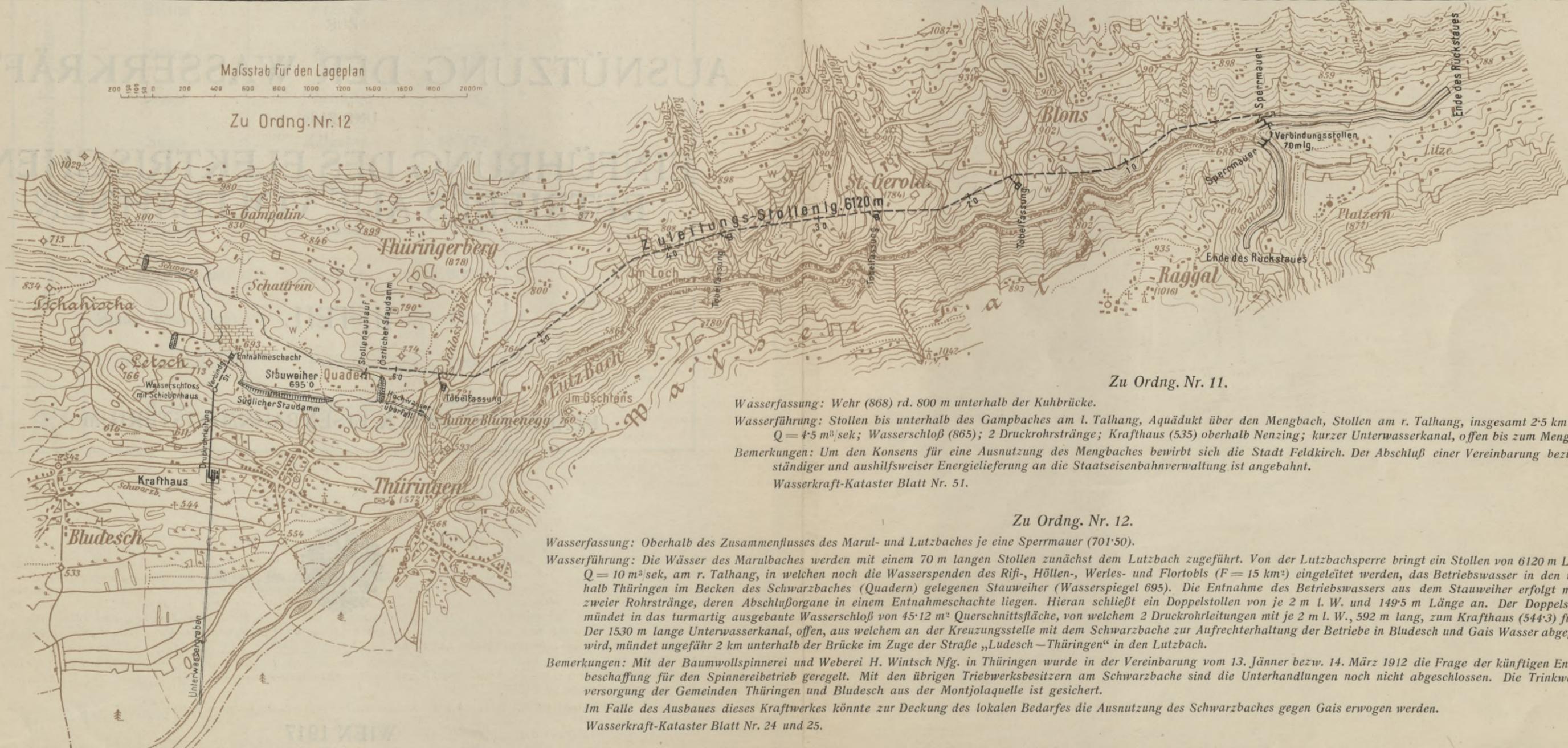
BEARBEITET IM K. K. EISENBAHNMINISTERIUM



WIEN 1917

K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI

Ordng. Nr.	Konzessionswerber, bzw. Konzessionär	Bezeichnung der Anlage		Projektsgrundlagen									Projektsstand	Wasserrechtliches Verfahren	
		Gewässer Örtlichkeit	Kronland Politischer Bezirk	Niederschlags-		Wassermengen Q in m ³ /sek			Gefälle H in m	Leistungen A = 10 · Q · H in PS an der Turbinenwelle					Nutzbarer Speichereinhalt m ³
				Gebiet F in km ²	Höhe im Mittel h in mm	Q ₀	Q ₁	Q ₂		A ₀	A ₁	A ₂			
11	K. k. Staatseisenbahnverwaltung	Mengbach bei Nenzing	Vorarlberg Bludenz	61	1700	0·50	1·00	1·85	330	1650	3300	6000	—	S	
12	K. k. Staatseisenbahnverwaltung	Lutzbach bei Thüringen	„	157	1920	2·00	2·00	3·50	151·4	3030	3030	5300	2,471.000	Ve	Wd



Zu Ordng. Nr. 11.
 Wasserrfassung: Wehr (868) rd. 800 m unterhalb der Kuhbrücke.
 Wasserführung: Stollen bis unterhalb des Gampbaches am l. Talhang, Aquädukt über den Mengbach, Stollen am r. Talhang, insgesamt 2·5 km lang, Q = 4·5 m³/sek; Wasserschloß (865); 2 Druckrohrstränge; Krafthaus (535) oberhalb Nenzing; kurzer Unterwasserkanal, offen bis zum Mengbach.
 Bemerkungen: Um den Konsens für eine Ausnutzung des Mengbaches bewirbt sich die Stadt Feldkirch. Der Abschluß einer Vereinbarung bezüglich ständiger und aushilfsweiser Energielieferung an die Staatseisenbahnverwaltung ist angebahnt.
 Wasserkraft-Kataster Blatt Nr. 51.

Zu Ordng. Nr. 12.
 Wasserrfassung: Oberhalb des Zusammenflusses des Marul- und Lutzbaches je eine Sperrmauer (701·50).
 Wasserführung: Die Wässer des Marulbaches werden mit einem 70 m langen Stollen zunächst dem Lutzbach zugeführt. Von der Lutzbachsperr bringt ein Stollen von 6120 m Länge, Q = 10 m³/sek, am r. Talhang, in welchen noch die Wasserspanden des Rifi-, Höllen-, Werles- und Flortobls (F = 15 km²) eingeleitet werden, das Betriebswasser in den unterhalb Thüringen im Becken des Schwarzbaches (Quadern) gelegenen Stauweiher (Wasserspiegel 695). Die Entnahme des Betriebswassers aus dem Stauweiher erfolgt mittels zweier Rohrstränge, deren Abschlußorgane in einem Entnahmeschachte liegen. Hieran schließt ein Doppelstollen von je 2 m l. W. und 149·5 m Länge an. Der Doppelstollen mündet in das turmartig ausgebaute Wasserschloß von 45·12 m² Querschnittsfläche, von welchem 2 Druckrohrleitungen mit je 2 m l. W., 592 m lang, zum Krafthaus (544·3) führen. Der 1530 m lange Unterwasserkanal, offen, aus welchem an der Kreuzungsstelle mit dem Schwarzbache zur Aufrechterhaltung der Betriebe in Bludesch und Gais Wasser abgegeben wird, mündet ungefähr 2 km unterhalb der Brücke im Zuge der Straße „Ludesch—Thüringen“ in den Lutzbach.
 Bemerkungen: Mit der Baumwollspinnerei und Weberei H. Wintsch Nfg. in Thüringen wurde in der Vereinbarung vom 13. Jänner bzw. 14. März 1912 die Frage der künftigen Energiebeschaffung für den Spinnereibetrieb geregelt. Mit den übrigen Triebwerksbesitzern am Schwarzbache sind die Unterhandlungen noch nicht abgeschlossen. Die Trinkwasserversorgung der Gemeinden Thüringen und Bludesch aus der Montjolaquelle ist gesichert.
 Im Falle des Ausbaues dieses Kraftwerkes könnte zur Deckung des lokalen Bedarfes die Ausnutzung des Schwarzbaches gegen Gais erwogen werden.
 Wasserkraft-Kataster Blatt Nr. 24 und 25.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-18284

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300907