

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 10 (1917-1918)  
**Heft:** 21-22  
  
**Rubrik:** Mitteilungen des Rheinverbandes

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

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

# Mitteilungen des Rheinverbandes

Gruppe des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes

Sekretariat: Chur, Welschdörfli. Sekretär: Ing. W. Versell.

Erscheinen nach Bedarf

Die Mitglieder des Rheinverbandes erhalten die Nummern der „Schweizerischen Wasserwirtschaft“ mit den „Mitteilungen“ gratis

Verantwortlich für die Redaktion: SEKRETARIAT DES RHEINVERBANDES in CHUR

Verlag der Buchdruckerei zur Alten Universität, Zürich 1  
Administration in Zürich 1, St. Peterstrasse 10  
Telephon Selnau 224. Telegramm-Adresse: Wasserwirtschaft Zürich

## Zur Frage der elektrischen Energiegewinnung, Verteilung und Ausfuhr im Kanton Graubünden.

Von C. Rieder, Ing., Fanas.

Für den Kanton Graubünden mit seinen reichen Wasserkraften gestaltet sich die Frage der elektrischen Energieverteilung und Leitungsführung im Kanton selbst und nach den angrenzenden Absatzgebieten zu einem äusserst wichtigen und vordringlichen Problem, dessen baldige und gründliche Lösung mit aller Entschiedenheit und Energie angestrebt werden muss. Es mag wohl, namentlich dem Nichtfachmanne, auf den ersten Blick befremdlich erscheinen, dass dieser Frage eine derartige Wichtigkeit und vordringliche Bedeutung zukommen soll. Sie erhält diesen Charakter aber durch die besonderen geographischen, geologischen und wirtschaftlichen Verhältnisse des Kantons und sie dürfte durch die folgende Überlegung wohl auch vom Laien in ihrer Bedeutung erkannt werden.

Wie aus der Tabelle I (s. Anhang, S. 27) hervorgeht, waren am 1. Januar 1914 im Kanton Graubünden in 144 Werken noch 636,556 PS. netto an den Turbinenwellen, entsprechend 435,000 kW. elektrischer Leistung an den Generatorklemmen unausgebaut verfügbar als konstante Leistung bei entsprechender Regulierung mittelst Staubecken. Auf das Rheingebiet allein entfallen hiervon in 94 Werken 388,821 PS. netto, entsprechend 266,000 kW. Hierzu kommen nun noch die am gleichen Zeitpunkte (1. Januar 1914) bereits ausgebauten und in Betrieb befindlichen Wasserkraften im Kanton. Deren Zahl und Leistung betrug gemäss der Tabelle II (s. Anhang, S. 28) in 55 verschiedenen Werken 68,108 PS. netto als Durchschnittsleistung, entsprechend zirka 46,600 kW. elektrischer Generatorenleistung. In diesen Zahlen sind Anlagen mit einer Durchschnittsleistung von weniger als 20 PS. nicht berücksichtigt, da sie für Energieverteilung nicht mehr in Frage kommen. *Insgesamt wäre also für den ganzen Kanton in 199 verschiedenen Werken mit einer konstanten Nettoleistung von 704,664 PS. entsprechend 481,600 kW. bei Regulierung mittelst Staubecken zu rechnen, wobei Wasserkraften unter 20 PS. nicht mitgezählt sind.*

Zu beachten ist noch, dass unter den 55 ausge-

bauten, in Betrieb befindlichen Werken sich drei, nämlich Brusio, Albula und Chur befinden, welche zurzeit bereits elektrische Energie aus dem Kanton ausführen und zwar zurzeit zusammen zirka 52,400 PS. entsprechend 35,900 kW.

Von den oben angegebenen Netto-Wasserkraft-Leistungen dürfte der Kanton bei vorsichtiger Schätzung zur Deckung seines Eigenbedarfes an elektrischer Energie gemäss den näheren diesbezüglichen Berechnungen (siehe Anhang, Seite 26) höchstens zirka 152,000 PS. entsprechend 104,400 kW. benötigen und es würden deshalb unter Berücksichtigung der oben angegebenen, bereits bestehenden Energieausfuhren aus dem Kanton für den weiteren Energieexport die in nachstehender Zusammenstellung angegebenen Mengen noch zur Verfügung stehen.

Total der im ganzen Kanton verfügbaren Wasserkraften: in 199 Werken 704,664 PS. entsprechend 481,600 kW.

Zurzeit schon bestehende Ausfuhr aus dem Kanton: in 3 Werken 52,400 PS. entspr. 35,900 kW.

*Voraussichtlicher Eigenbedarf im Kanton für die Zukunft: in 81 Werken 152,000 PS. entsprechend 104,400 kW.*

**Für den weiteren Export noch verfügbare Energiemenge: in 115 Werken 500,264 PS., entsprechend 341,300 kW.**

Es fragt sich nun, wo können wir diesen, bei — hoffentlich recht baldigem — vollem Ausbau unserer Wasserkraften verfügbaren Energieüberschuss absetzen?

An der zurzeit schon bestehenden Energieausfuhr von 35,900 kW. ist das Ausland (Italien) mit 22,000 kW. und die untere Schweiz (Stadt Zürich) mit 13,900 kW. beteiligt.

Aus triftigen nationalwirtschaftlichen Gründen dürften namentlich auch nach den Erfahrungen des derzeitigen Weltkrieges einer weiteren Energieausfuhr in das Ausland sicher und wohl mit allem Recht ganz erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Jedenfalls wird aber allen dahin zielenden Bestrebungen jegliche kantonale oder bundesstaatliche Unterstützung oder Förderung zu versagen sein und es soll deshalb auch bei meinen weiteren Untersuchungen mit einer nennenswerten Steigerung der Kraftausfuhr ins

Ausland nicht gerechnet werden. Wohl aber sollen alle Mittel intensive Beachtung finden, die geeignet sind, als Ersatz hierfür den Energieabsatz im eigenen weiteren Vaterlande zu erleichtern und zu fördern.

Wir werden also unsere Stromabnehmer in erster Linie unter den angrenzenden Nachbarkantonen Tessin, Uri, Glarus und St. Gallen und weiterhin unter deren Hinterländern, den Kantonen Schwyz, Ob- und Nidwalden, Luzern, Zug, Zürich, Thurgau, Appenzell-Ausser- und Innerrhoden suchen müssen. Über deren relative Aufnahmefähigkeit mag die Tabelle IV (siehe Anhang, S. 28) namentlich durch die spezifischen Werte (pro Einwohner) näheren Aufschluss geben. Daraus ist leicht ersichtlich, dass die Kantone Tessin, Uri, Glarus, Schwyz und Obwalden selbst über verhältnismässig sehr reiche Wasserkräfte verfügen und deshalb namentlich auch angesichts ihrer geringeren industriellen Bedeutung als Stromabnehmer für uns ausscheiden dürften. Dagegen werden namentlich die Kantone Thurgau, St. Gallen und Zürich sehr wohl als Konsumenten in Betracht kommen. Leider sind wir nun zufolge unserer geographischen Verhältnisse im Gegensatz zu den Flachländern nicht in der angenehmen Lage, unsere Absatzgebiete auf dem nächsten und kürzesten d. i. geraden Wege mit unseren Kraftquellen einfach durch Leitungen zu verbinden. Wir werden vielmehr mit letzteren ganz analog wie bei den Strassen- und Eisenbahnnetzen auf weite Strecken den Talrichtungen folgen müssen und es kommen neben den Talmündungen nur einige wenige geeignete Pässe als Ausfuhrpunkte in Frage. Von den oben genannten Kantonen sind die beiden ersten hauptsächlich durch Linien durch das Vorder- und das Bündner- und st. gallische Rheintal, der letztere durch eine Linie dem Walensee entlang zu erreichen, eventuell zur Entlastung mit einer Nebenlinie durch das Tal von Vättis. Die einfache Leitungslänge ab Kantonsgrenze würde betragen: nach St. Gallen z. B. 61 km, nach Frauenfeld 95 km und nach Zürich 99 km. Aus obigem ergibt sich nun klar, dass unser bündnerisches Rhein- und Vorderrheintal in erster Linie durch

die Aus- und Durchfuhr der elektrischen Exportenergie nach den ausserkantonalen volkswirtschaftlich geeigneten Absatzgebieten berührt und demgemäss auch am stärksten mit elektrischen Ausfuhrleitungen belegt werden müsste. Dabei handelt es sich um die Verteilung und Ausfuhr ganz gewaltiger Energiemengen auf grosse und grösste Entfernungen. Dies ist wirtschaftlich, das heisst ohne allzu grosse Verluste einerseits und zu hohe Kapitalaufwendungen für das Leitungsmaterial andererseits aber nur möglich bei der Wahl hoher, nach dem Stande der Technik höchstmöglicher Betriebsspannungen, worüber weiter unten noch Näheres zu sagen sein wird. Derartige Hochspannungsleitungen können bei dem heutigen Stande der Technik nur als oberirdisch auf entsprechende Isolatoren und Tragkonstruktionen montierte „Freileitungen“ ausgeführt werden. Ausserdem erfordert die Betriebssicherheit bei den hohen, in Frage stehenden wirtschaftlichen Werten namentlich in unserem Alpengebiete die Anordnung von getrennten, auf von einander ganz unabhängigen Trägern geführten Doppelleitungen. Ein Beispiel solcher Ausführung bietet für uns die Leitung des Albulawerkes von Sils i. D. nach Zürich.

Ich habe nun in der Zusammenstellung auf Seite 27 gezeigt, dass es sich bei der Verteilung und Ausfuhr der elektrischen Energie in bezw. aus unserem Kanton um eine in 199 Werken erzeugte Leistung von 481,600 kW. und für die Ausfuhr nach der Inner- und Schweiz allein (ohne die Werke Brusio, Albula und Chur) um die in etwa 115 Werken erzielte Leistung von 341,300 kW. handelt. Zu diesen 115 neu zu erstellenden, dem Export dienenden Werken würden bei vollem Ausbau unserer Wasserkräfte noch 29 neu zu bauende Werke mit einer Leistung von 93,700 kW. treten, welche neben den schon bestehenden 55 Werken den bereits bestehenden Energieexport und den künftigen Eigenbedarf im Kanton zu decken hätten, wodurch sich etwa die nachstehende Verteilung der im Kanton überhaupt vorhandenen Leistungen ergeben würde:

1. Zurzeit bereits aus dem Kanton exportierte Leistung	in	3 Werken	52,400 PS.	entsprech.	35,900 kW.
2. „ „ im Kanton selbst verbrauchte Leistung	„	55	15,708	„	10,700 „
3. „ „ im Kanton ausgenutzte Leistung . .	„	55	68,108	„	46,600 „
4. Voraussichtlicher künftiger Verbrauch im Kanton, Leistg.	„	29	136,292	„	93,700 „
5. Voraussichtliche künftige Ausfuhr aus dem Kanton, „	„	115	500,264	„	341,300 „
6. Noch verfügbare auszubauende Leistung im Kanton, „	„	144	636,556	„	435,000 „
7. Voraussichtlicher künftiger Eigenbedarf d. Kantons, „	„	81	152,000	„	104,400 „
8. Gesamte im Kanton verfügbare Wasserkraftleistung .	„	199	704,664	„	481,600 „

Die zurzeit schon bestehenden 55 Werke bestreichen mit ihren Leitungsnetzen naturgemäss in der Hauptsache in den Talrichtungen heute schon den weitaus grösseren Teil unseres Kantons und da sie mit Ausnahme der drei Werke Brusio, Albula und Chur nur der Befriedigung des noch relativ kleinen, lokalen Energiebedarfes dienen, erscheinen diese Netze

in der Hauptsache hintereinander gereiht. Dadurch ergaben sich für die Leitungsführung bisher kaum nennenswerte Schwierigkeiten und das Landschaftsbild wurde meines Wissens im allgemeinen erfreulicherweise nirgends wesentlich beeinträchtigt. Wo dies etwa in geringerem Masse doch geschah, war es da, wo die Leitungen zweier oder mehrerer Werke bereits

parallel geführt werden mussten, wie etwa im Rheintal oder im Domleschg.

Ganz wesentlich, und zwar in ungünstigem Sinne, werden sich aber die Verhältnisse beim weiteren bis vollen Ausbau unserer Wasserkräfte ändern, wenn an der bisherigen Praxis festgehalten wird, dass jedes Werk sich sein eigenes Leitungsnetz nach seinem Absatzgebiete erstellt. Zunächst einmal würde es sich schon um 144 neue Werke handeln gegenüber nur 55 vorhandenen, also fast um die dreifache Anzahl; dann aber auch um wesentlich höhere Leistungen, denn es würden den bisherigen Durchschnittsleistungen pro Werk — von a) ca. 320 PS. zur Deckung des Eigenverbrauches im Kanton (55 Werke), b) ca. 17500 PS. für Energieausfuhr (3 Werke) und c) ca. 1250 PS. bisher ausgebauter Leistung — im Mittel ca. 4500 PS. Leistung pro Werk bei den 144 neu zu erstellenden Werken gegenüberstehen. Während sich bisher die der lokalen Energieversorgung dienenden Leitungsnetze hintereinander schieben konnten, wird dies in den weitaus meisten Fällen bei den neu zu erstellenden Leitungen nicht mehr der Fall sein und zwar sowohl bei den 29 der Eigenversorgung dienenden Werken als auch erst recht bei den exportierenden Werken. Bei letzteren wird fast ausnahmslos die Parallelführung der Fernleitungen mit schon bestehenden Leitungen auf weite Strecken und bei Übertragung sehr hoher Leistungen notwendig werden, wodurch sich — wie schon auf Seite 18 begründet — weiterhin die Anordnung von Doppelleitungen erforderlich macht. Da nun alle diese Ausfuhrleitungen den innerschweizerischen Absatzgebieten zustreben, würde namentlich im Rhein- und Vorderrheintal, zum Teil auch im Domleschg und Prättigau, mehr oder weniger aber auch in allen übrigen Tälern die Zahl der parallel zu führenden Leitungen sich zu einer ganz unmöglichen Höhe ansammeln. Aus der Kolonne 1 der Tabelle No. I des Anhangs ist ersichtlich, wie viele Werke für die parallele Führung ihrer Leitungen unter diesen Voraussetzungen in den einzelnen Talstrecken in Frage kommen würden, wobei aber die Führung der nötigen Doppelleitungen nicht mitgezählt ist. Es kommt sodann als weiteres zu berücksichtigendes Moment hinzu, dass auch für die elektrische Traktion auf vielen Strecken die parallele Verlegung eines gesonderten Leitungsstranges erforderlich wird, weil für diese Zwecke eine andere Stromart (Gleichstrom oder Einphasen-Wechselstrom) oder auch Wechselstrom anderer Periodenzahl und Spannung (Einphasen-Wechselstrom von 15 Perioden pro Sekunde und 15000 Volt statt Drehstrom von 50 Perioden) zur Anwendung gelangen wird. Allen diesen Tatsachen gegenüber kann es wohl kaum in's Gewicht fallen, wenn auch in praxi wohl in erster Linie nur die grossen und die grössten Wasserkräfte für die Ausfuhr elektrischer Energie in Betracht kommen und dass durch Zusammenfassung mehrerer solcher Unter-

nehmungen in einer und derselben Hand die Zahl der erforderlichen Leitungen noch etwas, eventuell sogar ziemlich stark reduziert werden kann; ganz abgesehen davon, dass wir ein sehr grosses Interesse daran haben, auch die mittleren und kleineren Wasserkräfte ausgenutzt zu wissen. Es wird immer noch eine derart hohe Zahl notwendiger Leitungen übrig bleiben, dass bei der bisherigen Ausbaumweise von jedem Unternehmen für sich die Parallelführung der ersteren in der Talrichtung vielerorts zur direkten technischen Unmöglichkeit würde. Auch die unbedingt nötige Rücksicht auf das Landschaftsbild würde eine derartige Übersetzung unserer schönen Alpentäler mit Leitungen und Leitungsgestängen kategorisch verbieten. Wir sind in dieser Hinsicht heute schon mancherorts an der Grenze des Zulässigen und Erträglichen angelangt. Auch ist damit zu rechnen, dass unsere Nachbarkantone aus den gleichen Motiven die Durchführung weiterer Leitungen durch ihr Gebiet uns verweigern und uns damit von unsern volkswirtschaftlich gegebenen Absatzgebieten abschneiden könnten. Die Folge davon wäre jedenfalls, dass der volle Ausbau unserer Wasserkräfte ernstlich in Frage gestellt oder aber in volkswirtschaftlich ganz unerwünschte Bahnen gelenkt werden könnte.

*Es wird darnach auch dem Laien verständlich werden, dass es unbedingt nötig ist, mit aller Beschleunigung alle Mittel und Wege zu prüfen und rechtzeitig alle nötigen Vorkehrungen zu treffen, welche verhindern können, dass eine volle Aufschliessung und Verwertung unserer wertvollen Wasserkräfte in gut nationalem Interesse durch einen planlosen Ausbau der elektrischen Energieverteilungsnetze in unserem Kanton gänzlich in Frage gestellt oder zum mindesten wesentlich behindert oder verzögert wird. Diese Forderung muss vom technischen, wirtschaftlichen und ästhetischen (Heimatschutz) Standpunkt aus mit aller Dringlichkeit erhoben werden. Unterlassungsfehler, die in dieser Richtung heute begangen werden, müssen sich in Bälde bitter rächen und werden nur unter den schwersten finanziellen Opfern später wieder gut zu machen sein, soweit dies überhaupt noch möglich sein wird.* An der Entschiedenheit, mit der diese Forderungen geltend gemacht werden müssen, vermag auch die vorauszusehende Einwendung nicht das Geringste zu ändern, dass wir in der Schweiz zurzeit wohl selbst nicht genügenden Absatz für alle unsere überschüssigen Wasserkräfte hätten und deshalb vorerst wenigstens namentlich unseren ennetbergischen Tälern Misoix, Bergell und Puschlav sowie Münstertal lieber im Interesse des Zustandekommens der Werke die Energieausfuhr ins Ausland gestatten sollten. Es könnte ja scheinbar durch die hierdurch mögliche Verminderung der nötigen Leitungen den übrigen Kantonsteilen die Ausfuhr ihres Kraftüberschusses nach der Innerschweiz erleichtert werden. Eine solche Folgerung ist zweifelsohne

gleichbedeutend mit einem endgültigen Verzicht auf die Verwertung jener heute ins Ausland ausgeführten Kräfte im Interesse unseres eigenen Vaterlandes, denn es liegt auf der Hand, dass später, wenn nicht jetzt entsprechend eingegriffen wird, die Schwierigkeiten der Überleitung dieser Kräfte nach der Innerschweiz nicht kleiner, *sondern im Gegenteil sehr viel grösser sein werden*. Es ist deshalb nicht abzusehen, wie später jemals eine Änderung im Sinne besserer nationaler und volkswirtschaftlicher Verwertung erwartet werden dürfte, ganz abgesehen davon, dass erfahrungsgemäss ohne ganz absolut zwingende Gründe alte lieb und bequem gewordene Verbindungen nur sehr schwer und selten gelöst werden. Wir stehen ohne Zweifel heute vor der endgültigen Entscheidung dieser Fragen und es ist nur zu wünschen, dass wir sie auch unter diesem klaren Bewusstsein treffen. Meine am Eingange dieses Abschnittes gemachten Ausführungen behalten allen gemachten Einwendungen gegenüber ihre volle Bedeutung. Bleiben wir uns dessen bewusst!

Und nun wende ich mich der Frage zu: Wie kann dauernd wirksam den drohenden Schwierigkeiten begegnet und den am Eingange des vorigen Abschnittes aufgestellten Forderungen entsprochen werden? Sie ist ohne weiteres dahin zu beantworten, dass dies nur durch die Schaffung eines *einzigsten* nach grossen Gesichtspunkten angelegten, leistungsfähigen, den ganzen Kanton umfassenden, einheitlichen Leitungsnetzes geschehen kann, welches sowohl der Energieverteilung im eigenen Lande, als auch der Ausfuhr des Kraftüberschusses aus dem Kanton dient und an welches anzuschliessen alle noch zu bauenden aber auch alle schon bestehenden Werke, welche elektrische Energie verteilen oder weggleiten, gehalten sein sollten. Für letztere wird dies im eigenen Interesse geschehen, da sie damit ohne weiteres die sehr wertvolle Möglichkeit erhalten, zu Zeiten des Kraftüberschusses Energie an das Netz abzugeben und zu Zeiten des Energiemangels oder in Störungsfällen im eigenen Werke Ergänzungs- bzw. Ersatzkraft von den Schwesterwerken zu beziehen. Daneben wird, wie sich später zeigen wird, noch eine Reihe anderer Vorteile sich ergeben. Es wird sich aber auch zeigen, dass auch bei der Erstellung eines solchen einzigen Einheitsnetzes noch genügend viele Leitungen zu führen sein werden, wenn dasselbe allen zu stellenden Anforderungen gerecht werden soll und dass der Schwierigkeiten genug bleiben werden, wenn auch der Forderung der Schonung des Landschaftsbildes die gebührende Beachtung geschenkt werden soll. In dieser Feststellung wird aber zugleich auch ein neuer schlagender Beweis für die unabweisbare Notwendigkeit zu erblicken sein, die Leitungsführung in unserem Kanton so bald als möglich nach einheitlichen, konsequenten Grundsätzen und klaren Plänen zu regeln.

Die Anforderungen, welche wir an ein solches einheitliches, allgemeines Leitungsnetz stellen müssen, sind nun etwa die folgenden: 1. Möglichste Rücksichtnahme und Anpassung an die schon bestehenden Werke. 2. Möglichkeit des gegenseitigen Ausgleiches und der Aushilfe der einzelnen Werke untereinander. 3. Genügende Leistungsfähigkeit zur ausreichenden Versorgung des ganzen Kantons mit elektrischer Energie an möglichst allen Punkten desselben. 4. Ausreichende Leistungsfähigkeit zur wirtschaftlichen Übertragung aller Überschusskraft an die Anschlusspunkte der sämtlichen in Frage kommenden Exportleitungen. 5. Einfachheit, Übersichtlichkeit und möglichste Einheitlichkeit in Anordnung und Betrieb. 6. Weitgehendste Betriebssicherheit. 7. Verringerung der Bau- und Betriebskosten gegenüber Einzelleitungsanlagen gleicher Gesamtleistungsfähigkeit. 8. Weitgehendste Rücksichtnahme auf das Landschaftsbild. 9. Möglichkeit einer gerechten und genauen Stromverrechnung.

Aus den Forderungen 1 und 2 ergibt sich zunächst die Entscheidung einer Reihe wichtiger prinzipieller Vorfragen, darunter ist in erster Linie anzuführen die

#### 1. Wahl des Stromsystems:

Die Tabelle No. V (siehe Anhang, Seite 29 und 30) gibt eine Übersicht der zurzeit im Kanton in Betrieb befindlichen Elektrizitätswerke geordnet nach Stromsystem, Periodenzahl und Betriebsspannung und es ergibt sich daraus, dass von insgesamt 45 Werken (worunter 2 doppelt gezählt) 25 nach dem Drehstrom- (Dreiphasen-Wechselstrom) System, 7 nach dem Einphasen-Wechselstrom-System und 13 meist kleinere (abgesehen von den dem Bahnbetrieb dienenden) nach dem Gleichstrom-System ausgebaut sind und dass ausserdem der Drehstrom-Gruppe die weitaus grösste Zahl grosser Werke angehören. Die moderne Fernkraftübertragung erfolgt auch in den übrigen Landesteilen der Schweiz nach dem Dreiphasen-Wechselstrom-System, so dass es auch auf Grund der oben aufgestellten Forderung 1 nicht schwer fallen kann, die Wahl zugunsten des Drehstrom- (Dreiphasen-Wechselstrom) Systems zu entscheiden.

Auch die zweite Frage, nämlich die

#### 2. Wahl der Periodenzahl

kann darnach keiner längeren Erörterung mehr rufen. Von den 25 in der Tabelle No. V aufgeführten Bündner Elektrizitätswerken arbeiten 23 mit der normalen Periodenzahl von 50 per Sekunde und nur 2 weichen davon ab. Da auch alle grösseren Drehstrom-Verteilungsnetze der Innerschweiz, an welche eventuell unsere Ausfuhrfernleitungen anzuschliessen wären, mit der normalen Periodenzahl von 50 per Sekunde betrieben werden, muss auch unsere Entscheidung unweigerlich für diese Zahl fallen.

Nicht so einfach wie bei Stromsystem und Periodenzahl gestaltet sich die

### 3. Wahl der Betriebsspannungen.

Gemäss den aufgestellten Forderungen 3 und 4 soll das Leitungsnetz neben einer ausreichenden Versorgung des Kantons mit elektrischer Energie an möglichst allen Punkten auch einer wirtschaftlichen Überleitung des Kraftüberschusses nach allen hierfür in Betracht kommenden Anschlusspunkten der Ausfuhrleitungen dienen. Dieser Doppelaufgabe kann es am besten gerecht werden, wenn über einem der normalen Energieverteilung im Kanton dienenden Mittelspannungs-Netz mit etwa 10—20,000 Volt ein Oberspannungs-Netz mit sehr hoher, ja technisch höchst möglicher Betriebsspannung (90—150,000 Volt) angeordnet wird. Dieses letztere Netz hätte dann die Aufgabe, neben einem Ausgleich des Potentials des Mittelspannungsnetzes auch die Überleitung der Überschusskraft nach den Ausfuhrspisepunkten zu übernehmen. An geeigneten Punkten sind beide Netze unter Zwischenschaltung von Transformatoren zum Zwecke des Ausgleichs mit einander zu verbinden. Werke unter 5000 kW. Leistung würden in der Regel an das Mittelspannungsnetz, solche höherer Leistung direkt an das Oberspannungsnetz angeschlossen werden. In analoger Weise wäre bei der Stromabgabe an Grosskonsumenten zu verfahren. Die

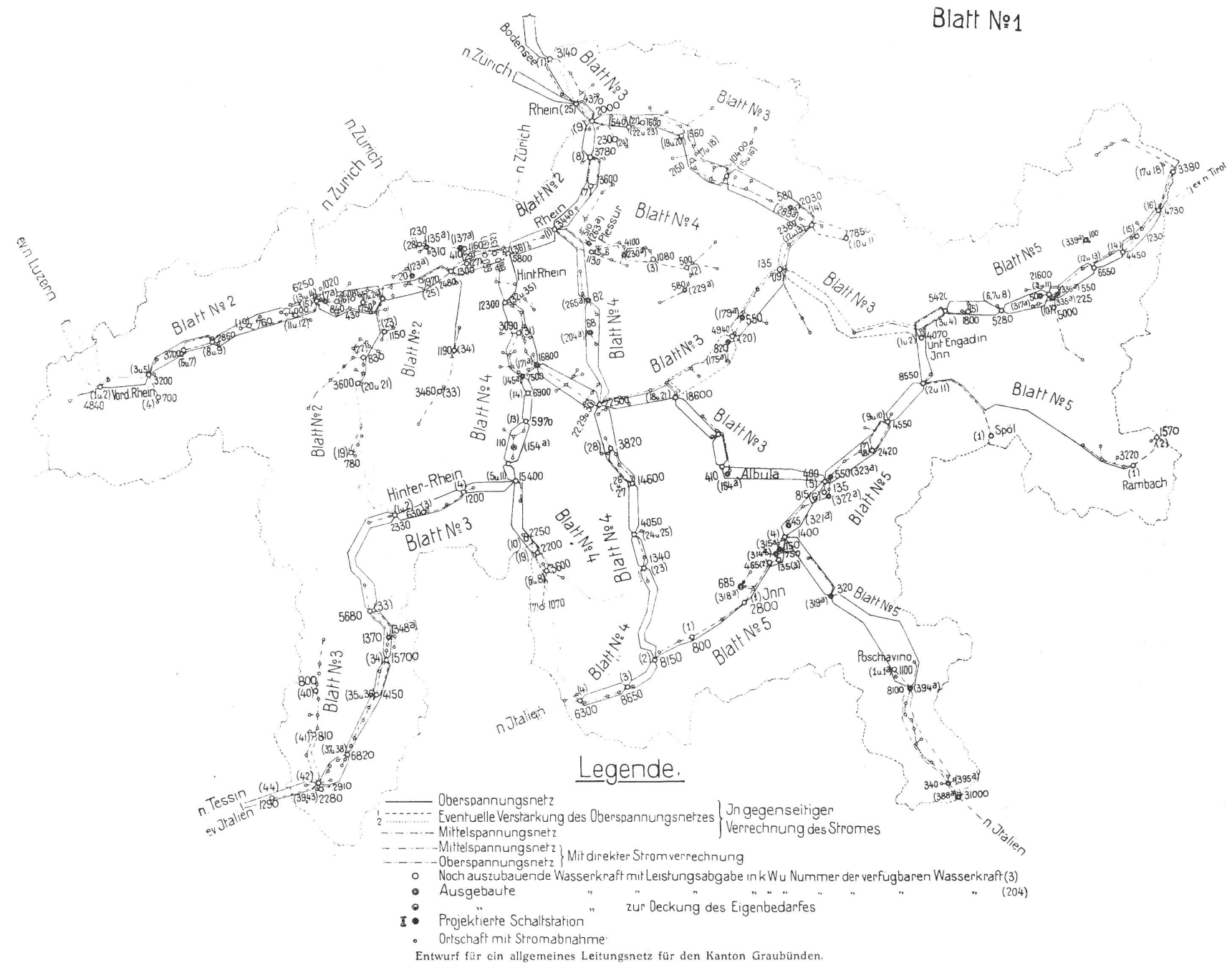
#### a) Mittelspannung

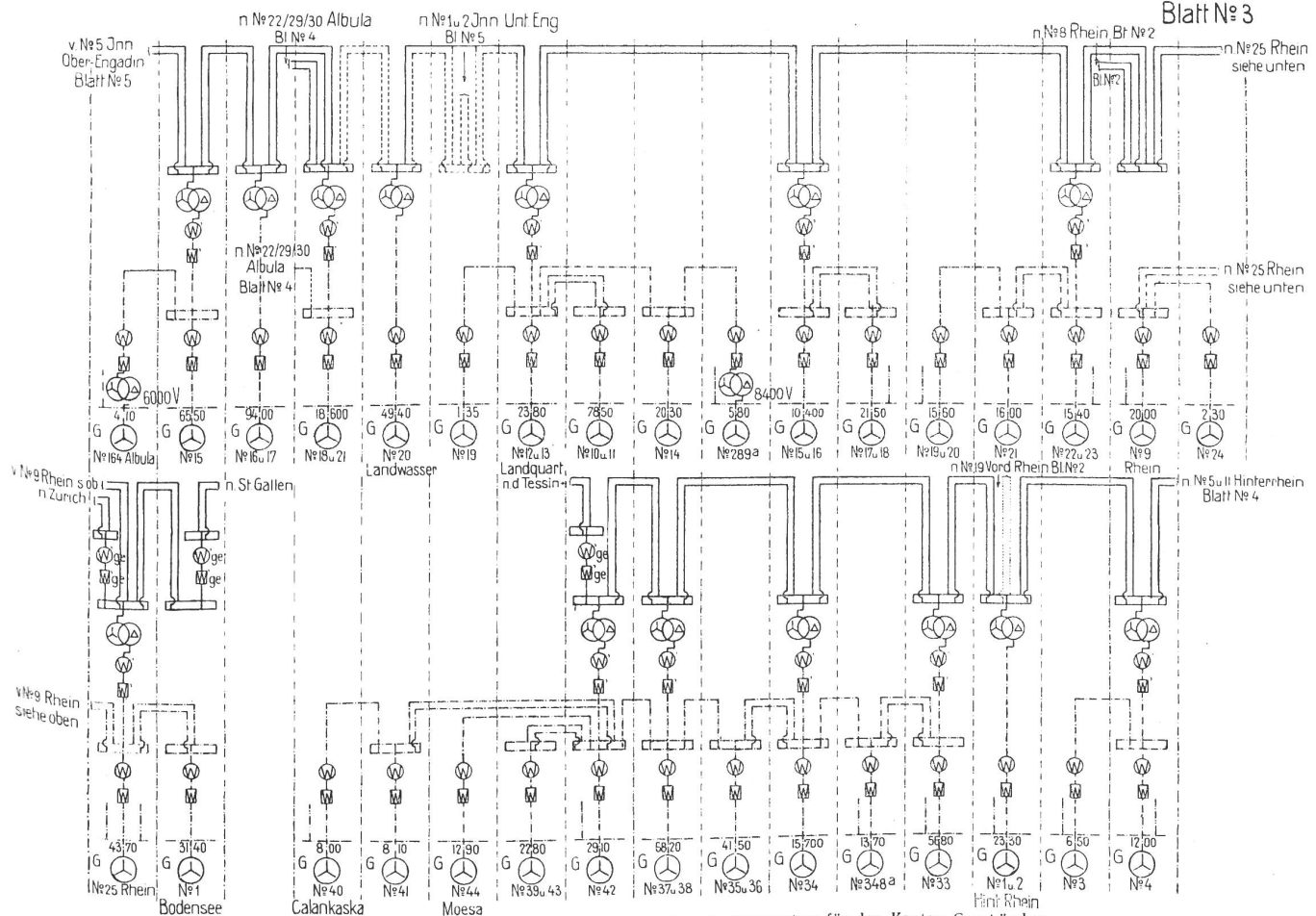
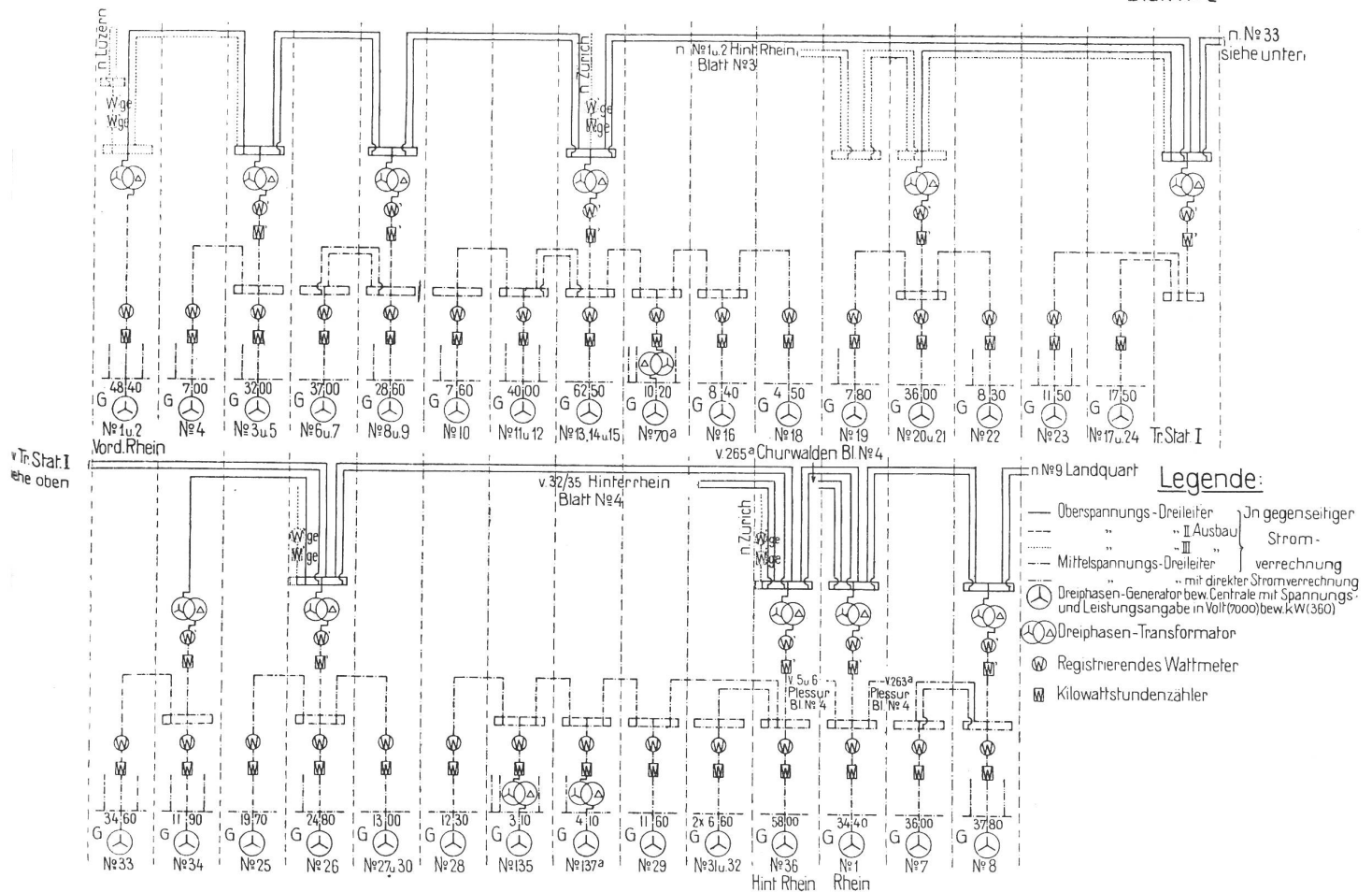
wird nun zweckmässig so hoch gewählt, dass sie ohne allzugrosse Gefahr für Maschinen und Bedienung und ohne zu starke Verteuerung der Schaltanlagen in den elektrischen Generatoren der Kraftwerke noch direkt erzeugt werden kann, damit eine Zwischentransformation erspart bleibt. Zum Zwecke einer möglichststen Reduktion der nicht billigen Transformationen (Transformator und zugehörige Schaltanlage) von Mittelspannung auf Oberspannung und einer möglichststen Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Mittelspannungsnetzes auch ohne Unterstützung durch das Oberspannungsnetz erscheint die Wahl einer recht hohen Spannung sehr erwünscht. Letztere wird aber andererseits wieder durch die Rücksicht auf die Betriebssicherheit der rotierenden Generatoren, in denen sie direkt erzeugt werden soll, begrenzt und auch auf die Kosten der Schalt- und Messeinrichtungen. Auch im Hinblick auf die schon bestehenden Anlagen verbietet sich nach Forderung 1 die Wahl einer beliebig hohen Mittelspannung. Ein Blick auf die Kolonne „Primäre Verteilungs-Spannung“ der Tabelle No. V des Anhangs zeigt leider bei unseren bündnerischen Drehstromwerken eine reine Musterkarte von Betriebsprimärspannungen. Darnach erzeugen von den 25 Werken in ihren Generatoren direkt: 2 eine Spannung 10,000 Volt, 5 eine solche von 8400 bis 8600 Volt, 1 eine solche von 8000 Volt, 4 eine solche von 7000 Volt, 1 eine solche von 6000 Volt, 1 eine

solche von 5000 Volt, 2 eine solche von 4000 Volt, 2 eine solche von 3600 Volt, 2 eine solche von 3000 bis 3200 Volt, und endlich 5 eine Primärspannung von 2000 Volt. Es ist also hier 10,000 Volt die höchste in den Generatoren direkt erzeugte Spannung und zwar nur in 2 Werken, zu welchen dann noch unter Transformation im Anschluss an die Leitung des Albulawerkes (47,000/10,000) das Verteilungsnetz Maienfeld-Jenins tritt. Fasst man diese Momente alle zusammen, so erscheint für unsere bündnerischen Verhältnisse die Wahl von 10,000 Volt als Mittelspannung am zweckmässigsten. Ich möchte aber gleichzeitig hinzufügen, dass eine endgültige Entscheidung dieser Frage nur auf Grund einer sorgfältigen Vergleichs-Kostenberechnung erfolgen kann, zu welcher mir die nötigen Unterlagen heute fehlen. Bezüglich der Wahl der

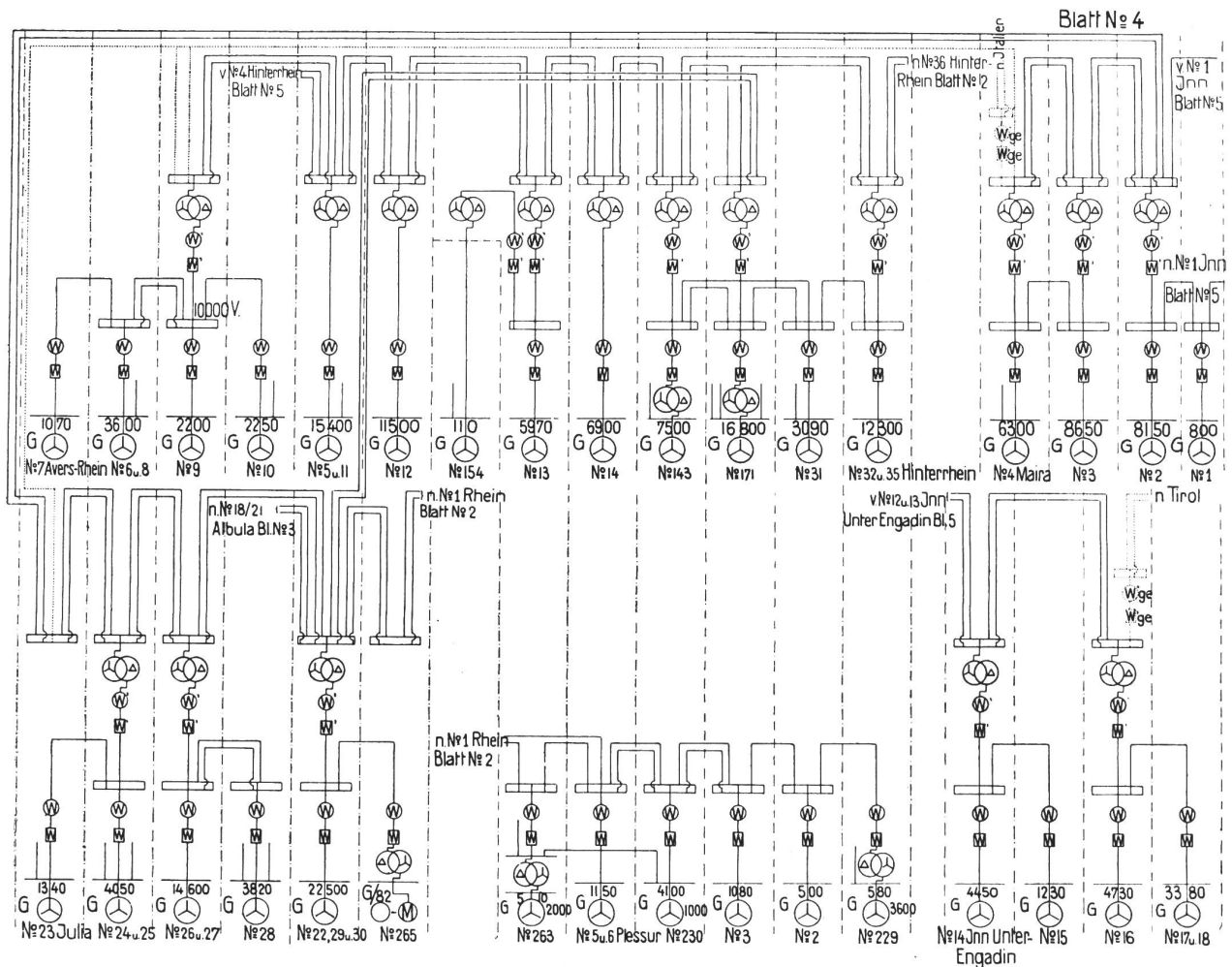
#### b) Oberspannung

liegen die Verhältnisse wesentlich einfacher. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Übertragung der in Betracht kommenden sehr grossen Leistungen auf ganz bedeutende Entfernungen kann es sich nur um die Wahl einer nach dem Stande der derzeitigen Technik höchstmöglichen Spannung handeln. Diese ist heute mit etwa 100 bis 180,000 Volt erreicht und in Amerika schon öfters seit längerer Zeit angewendet. In Europa werden seit einigen Jahren die „Pfalzwerke“ Ludwigshafen a. Rh.-Kaiserslautern-St. Ingbert in grösserem Massstabe mit 110,000 Volt Oberspannung und guten Resultaten betrieben und auch andere Anlagen mit 100,000 Volt und mehr sind mittlerweile hinzugetreten. Die Schweiz ist auf diesem Gebiete leider etwas ins Hintertreffen gekommen, indem die Fernleitung Olten-Gösigen nach Frankreich und dem Elsass die erste Anlage dieser Art sein dürfte. Sie wird auf der Strecke Anwil-Bottmingen für eine Betriebsspannung von maximal 100,000 Volt und wie alle Leitungsanlagen dieser Art nach dem sogenannten Weitspannsystem, das heisst nach dem Grundsatz der eisernen, besonders festen Stützpunkte und der grossen Spannweiten (180—230 m gegen 30—60 m bei bisherigen Anlagen) ausgebaut. Ganz überschlägige Berechnungen zeigen, dass wir selbst bei der Wahl dieser hohen Betriebsspannungen bei annehmbaren Verlusten mit ganz respektablen, aber immerhin noch praktisch brauchbaren Leitungsquerschnitten zu rechnen haben werden. Durch entsprechende Anordnung von Ring- und Ausgleichsleitungen wird es möglich werden, die Überschussenergie in durchaus wirtschaftlicher Weise den Verbrauchsstellen zuzuführen. Im übrigen wird bei der endgültigen Festsetzung der Oberspannung auch mit den Wünschen und Bedürfnissen unserer Stromabnehmer zu rechnen sein. Nach den Erfahrungen während des gegenwärtigen Weltkrieges ist mit ziemlicher Sicherheit damit zu rechnen, dass auch die grossen Werke der übrigen





Schaltbild zum Entwurf eines allgemeinen Leitungsnetzes für den Kanton Graubünden.



Schaltbild zum Entwurf eines allgemeinen Leitungsnetzes für den Kanton Graubünden.

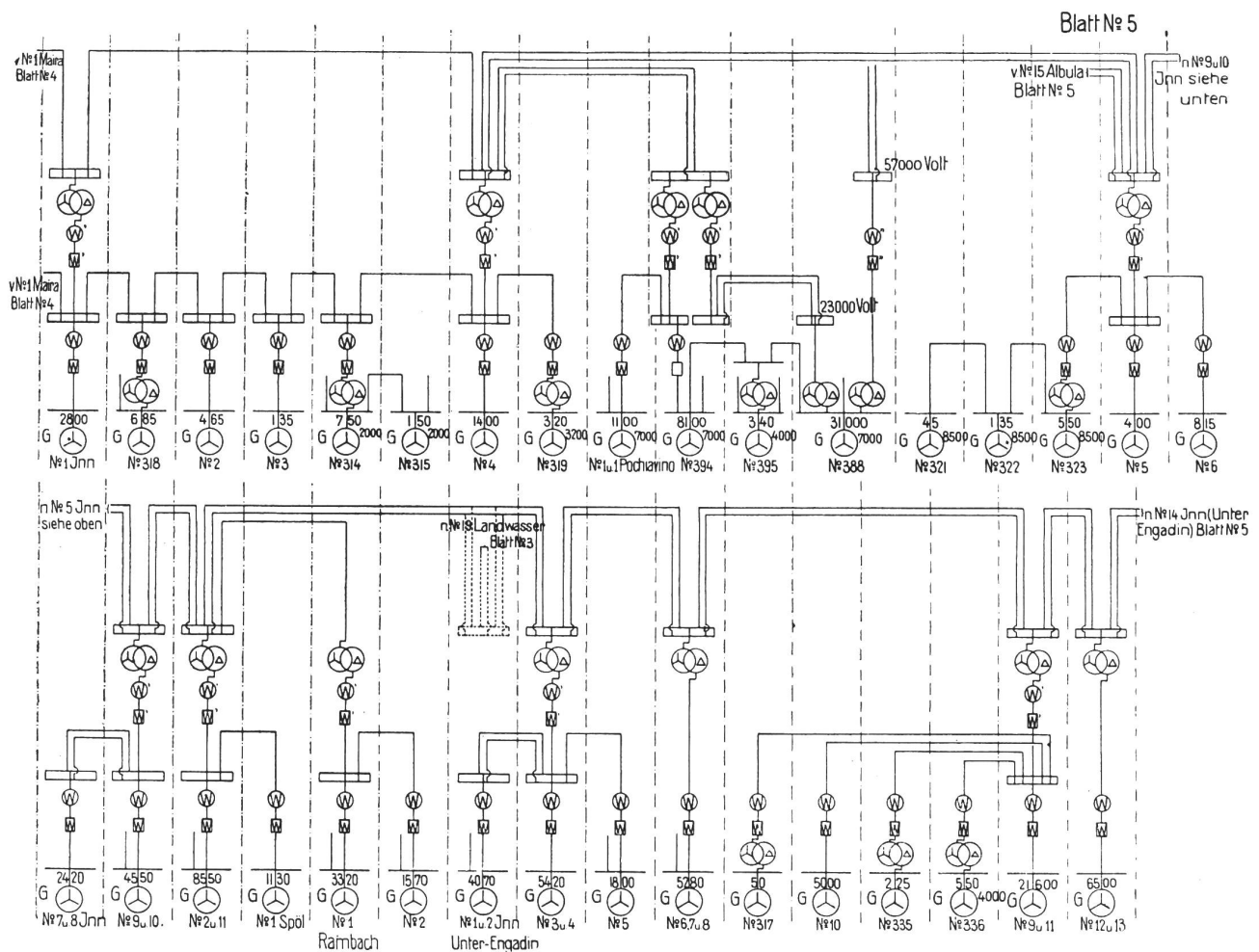
Schweiz in der nächsten Zeit daran gehen werden, durch Erstellung von genügend starken Ausgleichsnetzen den noch fehlenden Zusammenschluss zum Zwecke des Ausgleiches und der gegenseitigen Unterstützung und Aushilfe zu schaffen. Dabei werden voraussichtlich ebenfalls sehr hohe Betriebsspannungen Anwendung finden und es wäre von grossem wirtschaftlichem Vorteil, wenn die von uns noch festzusetzende Oberspannung mit den dort von unsern voraussichtlichen, künftigen Stromabnehmern gewählten Spannungen in Einklang gebracht und die Netze alsdann ohne Zwischentransformation direkt zusammengeschlossen werden könnten. Es wird Sache weiterer diesbezüglicher Umfragen, Verhandlungen und Untersuchungen sein, um die nötigen Unterlagen zur endgültigen Entscheidung dieser wichtigen Frage zu schaffen.

#### 4. Anordnung.

Durch die auf Seite 20 aufgestellten Forderungen 5 und 6 wird von dem neuen Leitungsnetz Einfachheit, Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit in Anordnung und Betrieb neben weitgehendster Betriebssicherheit verlangt. Diesen Anforderungen wird die schon im letzten Abschnitt kurz angedeutete

Anordnung in hohem Masse gerecht. Sie ist in dem beigefügten „Entwurfe für ein allgemeines Leitungsnetz für den Kanton Graubünden (Blatt No. 1, siehe Seite 22) und in den darauf gestützten Schaltungs-schemas (Blätter No. 2 bis 5, siehe Seite 23, 24 u. 25) näher dargestellt und soll im Folgenden noch etwas erläutert werden.

Die elektrischen Generatoren G (siehe Schaltungs-schemas) in den Kraftwerken erzeugen normaler Weise direkt die Mittelspannung (10,000 Volt) und geben ihre Leistung zunächst an die Zentralensammelschienen ab. Von diesen aus erfolgt einerseits die Stromlieferung an die von den Werken aus direkt versorgten Stromabnehmer (— · — · — eingezeichnete Leitungen), andererseits nach Messung durch Wattmeter und integrierende Zähler an das allgemeine Mittelspannungsverteilungsnetz (— · — · — eingezeichnete Leitungen), welchem in der Hauptsache die Versorgung der Stromabnehmer im Kantonsgebiet als Aufgabe zufällt. Sofern die Werke selbst oder zusammen mit kleinern benachbarten Werken Leistungen von zirka 5000 kW. erreichen oder überschreiten, erfolgt — ebenfalls nach entsprechender Messung der Durchgangsenergie — die Transformation von Mittel-



Schaltbild zum Entwurf eines allgemeinen Leitungsnetzes für den Kanton Graubünden.

auf Oberspannung und Überleitung der Überschussenergie an das Oberspannungsnetz, welches hauptsächlich dem Ausgleich der Spannung im Mittelspannungsnetz und der Kraftausfuhr zu dienen hat.

Die Sammelschienen — sowohl im Mittel- als auch im Oberspannungsnetz — sind als Ringleitungssysteme mit den nötigen Trenn- und Umschaltern versehen gedacht, so dass etwaige Störungen in einem Teile des Systems durch entsprechende Umleitung jederzeit schnellstens lokalisiert und unschädlich gemacht werden können. Diese Einzelheiten sind in den Schaltungsschemas nicht eingezeichnet, sondern nur angedeutet. (Ringleitungsschienen.)

Mit Ausnahme der Transformatorstation I bei Ilanz sind diese Transformatoren- und Schaltstationen direkt als Anbau an die Kraftwerke gedacht, woselbst sie durch entsprechend instruiertes Werkpersonal am schnellsten und sichersten bedient werden können. Dadurch kann auch an Baukosten für eigene Transformatoren- und Schalthäuser, Grunderwerb usw. jedenfalls wesentlich gespart werden. Auch die elektrische Kuppelung der Werke mit den Leitungsnetzen lässt sich hier auf diese Weise am billigsten und zweckmässigsten vollziehen.

In allen den Fällen, in denen die schon vorhandene Zentralenspannung mit der Mittelspannung (10,000 Volt) nicht übereinstimmt, ergibt sich die Notwendigkeit einer Zwischentransformation zwischen Zentralensammelschienen und Mittelspannungsverteilungsschienen (Blatt 2: Werke No. 70a, 135a und 137a). Eine Differenzierung der Mittelspannung etwa nach Talschaften in Anpassung an die Betriebsspannung der schon bestehenden wichtigeren Werke empfiehlt sich nicht, da hierdurch die Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit des ganzen Netzes (Forderung 5) wesentlich beeinträchtigt, die wirtschaftlich sehr wichtige Einfachheit in der Lagerhaltung von Reservematerial (Transformatoren, Schalter, Messvorrichtungen, Isolatoren, Schutzapparaten usw.) in Frage gestellt und die Auswechselbarkeit der nicht billigen Transformatoren-Mittel-Hochspannung in der Hauptsache unmöglich gemacht würde. Die im Falle dieser Differenzierung der Mittelspannung dauernd in Kauf zu nehmenden Nachteile würden bei fortschreitendem Ausbau der Wasserkräfte sicher die anfänglich erzielbaren Vorteile um ein Mehrfaches übertreffen.

**ANHANG.****Schätzung des voraussichtlichen künftigen Eigenbedarfes an elektrischer Leistung für den Kanton Graubünden.**

Die Verwendung elektrischer Energie kommt in der Hauptsache für folgende Zwecke in Frage:

1. Elektrische Beleuchtung; 2. elektromechanische Antriebe und gewerbliche Zwecke; 3. elektrisches Heizen; 4. elektrisches Kochen; 5. elektrische Traktion, und 6. elektrochemische Anwendungen.

Für die Deckung des Eigenbedarfes zu den Zwecken der elektrischen Beleuchtung (1) und der elektromechanischen Antriebe und gewerblichen Verwendung (2) dürfte mit einem Erfahrungsansatz von 200 Watt pro Kantonseinwohner für absehbare Zeit Genüge geleistet sein. Dieser Ansatz wird heute praktisch nur in ganz gewerbe- und industriereichen Gegenden erreicht und er dürfte deshalb für unsere Verhältnisse reichlich hoch gegriffen sein, um die Deckung des Eigenbedarfes auf viele Jahre hinaus sicher zu stellen.

Für elektrisches Heizen (3) und Kochen (4) wird es reichlich genügen, 400 Watt pro Kantons-einwohner in Rechnung zu stellen, namentlich wenn man bedenkt, dass bei uns auf dem Lande vielfach die doch noch billigere Holz- und Torffeuerung auch in Zukunft vorherrschend bleiben wird.

Unter elektrischer Traktion (5) kommt für uns wohl nur der elektrische Antrieb der Rätischen Bahn und einiger kleinerer Nebenbahnen, sowie eventuell der künftigen Ostalpenbahn in Frage, nachdem für Fluss- und Seeschifffahrt wohl kaum sich Gelegenheit zur Anwendung bieten wird und zwar auch in weiterer Zukunft. Wir werden deshalb unserem künftigen diesbezüglichen Kraftbedarf reichlich Rechnung tragen — auch für den Fall des Baues der Ostalpenbahn —, wenn wir hiefür den von der „schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb“ ermittelten Betrag für den Bahkreis IV einstellen. Es würde demnach, wie aus nachstehender Tab. No. III, S. 28, hervorgeht, mit einer mittl. Leistung von 20,500 PS. und mit einer max. Leistung von 65,000 PS. ab Turbinenwellen der Kraftwerke zu rechnen sein.

Die Schaffung der möglichen Staubecken zur Wasserakkumulierung und eines ausreichenden Ausgleichsnetzes vorausgesetzt, haben wir für unsere Ermittlung des Eigenbedarfes an mechanischer bzw. elektrischer Energie nur die mittlere Leistung von 20,500 PS. entsprechend ca. 14,000 kW. in Rechnung zu setzen.

Was nun endlich noch den künftigen Energiebedarf für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke (6) betrifft, so lässt sich derselbe nur unsicher oder eigentlich gar nicht vorausbestimmen. Es kommen für diese Zwecke stets sehr grosse Leistungen in Frage. Für unseren Kanton ist die Wasserkraftsverwendung für Elektrochemie und Elektrometallurgie stets gleichbedeutend mit der Ansiedelung neuer Industrien. In welchem Umfange dies aber eintreten wird, lässt sich kaum voraussehen. Die Strompreise, welche auf diesem Anwendungsgebiete der Elektrizität bisher bezahlt wurden und zufolge konkurrierender Verfahren wohl auch in Zukunft erzielt werden dürften, stehen auf der untersten Grenze des Möglichen, so dass im allgemeinen nur Wasserkräfte mit besonders günstigen Ausbauverhältnissen hiefür in Frage kommen können. Zurzeit befindet sich meines Wissens im Kanton Graubünden nur ein einziges Werk dieser Art im Betriebe (Thusis), welches neben der Licht- und Kraftabgabe dem Betriebe einer Carbidfabrik dient. Die durchschnittliche Betriebsnettleistung beträgt 6180 PS., die Gesamtmaschinenleistung 10,090 PS. und die (hydraulisch) erreichbare Höchstleistung 7500 PS. Aus den vorstehend angegebenen Gründen möchte ich von einer vagen Schätzung des Zukunftsbedarfes an elektrischer Energie für elektrochemische Zwecke in unserem Kanton absehen und lediglich aus formalen Gründen und als Reserve einen Betrag von etwa 40,000 PS. entsprechend 27,400 kW. in Rechnung stellen und zwar unter Einschluss der Leistung des in Thusis zurzeit schon bestehenden Werkes.

Indem ich nunmehr zusammenfasse, gelange ich zu nachstehender Schätzung des Energiebedarfes für den Kanton Graubünden für die Zukunft:

1. Elektrische Beleuchtung	} zusammen pro Kantonseinwohner 200 W. od. 0,2 kW.	ca. 30,500 PS. entsprechend	21,000 kW.
2. Elektromechanische Antriebe			
3. Elektrische Heizung	} zusammen pro Kantonseinwohner 200 W. od. 0,4 kW.	ca. 61,000 PS.	„ 42,000 kW.
4. Elektrisches Kochen			
5. Elektrische Traktion		ca. 20,500 PS.	„ 14,000 kW.
6. Elektrochemische Anwendungen		ca. 40,000 PS.	„ 27,400 kW.

Voraussichtlicher künftiger Energiebedarf total ca. 152,000 PS. entsprechend 104,400 kW.

Dabei ist angenommen, dass es gelingen wird, eine neue elektrochemische Industrie im Kanton anzusiedeln mit einem Leistungsbedarf von ca. 33,000 PS. entsprechend 22,500 kW.

**Tabelle No. I.** Zusammenstellung der am 1. Januar 1914 im Kanton Graubünden noch verfügbaren (nicht ausgenützten) Wasserkräfte.

An der Leitungsführung beteiligte Anzahl Werke (pro Gebietsstrecke)	Gewässer-Gebiete	Unausgenützte Gewässerstrecken: Leistung in PS.						Leistungszunahme bestehender Anlagen durch Akkumulierung	
		Verfügbar				Ausgenutzt		Verfügbar	Ausgenutzt
		Bei gewöhnlicher Minimalabflussmenge	Bei neunmonatlicher Abflussmenge	Bei sechsmonatlicher Abflussmenge	konstant mit Regulierung mittelst Staubecken	Minimale PS.	Durchschnittliche PS.	konstant mit Regulierung mittelst Staubecken	Minimale PS.
32	Vorderrhein von den Quellen bis zur Mündung des Hinterrhein . . . . .	30 200	48 950	117 150	66 020	464	547	—	—
14	Hinterrhein von den Quellen bis zur Mündung der Albula . . . . .	14 900	28 370	54 730	73 260	—	—	—	—
4	Albula von den Quellen bis zur Mündung der Landwasser . . . . .	9 580	13 440	21 540	58 370	400	440	—	—
3	Landwasser von den Quellen bis zur Mündung der Albula . . . . .	5 600	7 820	16 100	19 320	280	550	—	—
7	Julia von den Quellen bis zur Mündung in die Albula . . . . .	10 140	14 410	34 010	57 420	—	—	—	—
36	Hinterrhein (inkl. Rabiusa) von den Quellen bis Vorderrhein-Mündung . . . . .	54 260	85 700	167 270	234 600	680	990	33 100	13 000
16	Albula von der Mündung der Landwasser bis Hinterrhein-Mündung . . . . .	30 970	42 940	83 880	125 390	680	990	—	—
5	Plessur von den Quellen bis zur Mündung in den Rhein (inkl. Rabiusa) . . . . .	3 990	8 570	14 690	3 990	—	—	—	—
76	Rhein von Reichenau bis zur Mündung der Landquart . . . . .	97 360	157 560	327 960	323 360	1144	1537	33 100	13 000
15	Landquart von den Quellen bis zur Mündung in den Rhein . . . . .	17 210	28 500	49 760	43 510	790	1021	—	—
	Graubündnerisches Rheingebiet . . . . .	116 505 — 1 934	189 180 — 2 558	384 085 — 2 558	370 655 — 1 934	1934 —	2558 —	33 100 — 13 000	13 000 —
					+ 20 100	—	—	+ 20 100	—
94	Ganzes graubündnerisches Rheingebiet . . . . .	114 571	186 622	381 527	388 821	—	—	—	—
	„ „ Tessingebiet . . . . .	18 350 — 1 020	29 130 — 1 530	57 580 — 1 530	59 000 — 1 020	1020	1530	—	—
12	„ „ Tessingebiet . . . . .	17 330	27 600	56 050	57 980	—	—	—	—
	„ „ Addagebiet . . . . .	6 550 — 40	11 000 — 55	23 260 — 55	57 660 — 40	40	55	39 800	18 600
5	„ „ Addagebiet . . . . .	6 510	10 945	23 205	57 620	—	—	Berücksichtigt	—
	„ „ Inngebiet (Inn u. Spöl) . . . . .	59 3 0 — 795	78 870 — 1 760	149 390 — 1 760	125 920 — 795	795	1760	—	—
31	„ „ Inngebiet (Inn u. Spöl) . . . . .	58 585	77 110	147 630	125 125	—	—	—	—
2	„ „ Etschgebiet (Rambach) . . . . .	2 200	3 320	5 510	7 010	—	—	—	—
144	Total der in Graubünden noch verfügbaren Werke und Wasserkräfte: a) mechanische Nettoleistung PS. . . . .	199 096	305 579	613 722	636 556	3789	5903	72 900	3 160
	* b) elektrische Leistung kW. . . . .	136 000	208 600	420 000	435 000	Abgezogen	—	Berücksichtigt	—

\* Die Umrechnung der mechanischen in elektrische Leistung beruht auf der Annahme eines mittleren Nutzeffektes der elektrischen Generatoren von  $\eta = 93\%$  bei direkter Kuppelung mit den Turbinen. Anlagen mit Leistungen  $< 20$  PS. sind in der Aufstellung nicht berücksichtigt. Im übrigen stützen sich die Angaben auf die Veröffentlichungen der „Abteilung für Wasserwirtschaft“ des schweizerischen Departements des Innern in Bern.

**Tabelle No. II.** Zusammenstellung der am 1. Januar 1914 im Kanton Graubünden ausgenutzten Wasserkräfte über 20 PS. Nettoleistung.

(Auf Grund der Veröffentlichungen der „Abteilung für Wasserwirtschaft“ des schweiz. Departements des Innern.)

Gruppierung nach konstanter Leistung	Anzahl der Kraftwerke	Gesamte minimale Netto-Leistung in PS.	Gesamte durchschnittliche Netto-Leistung in PS.	Gesamte maximale Netto-Leistung in PS.	Durch Turbinen erzeugt	Durch Wasserräder erzeugt
20— 99 PS. minimal . . . . .	27	979	2 068	3 313	36	7
100— 999 „ „ . . . . .	22	6 365	9 560	13 240	50	—
1000—4999 „ „ . . . . .	4	8 900	16 480	29 890	16	—
5000—9999 „ „ . . . . .	—	—	—	—	—	—
10000 „ „ und mehr . . . . .	2	25 600	40 000	69 600	26	—
PS. Total { a) Mechanische Leistung . . .	55	41 844	68 108	116 043	128	—
kW. { b) Elektrische Leistung . . .	55	28 500	46 600	85 600		

Nutzeffekt der elektrischen Generatoren im Mittel  $\eta = 93\%$  bei direkter Kuppelung mit den Turbinen.

**Tabelle No. III.** Übersicht über den ungefähren Kraftbedarf der Zukunft für den elektrischen Betrieb aller Bahnen der Schweiz und über den dafür angenommenen Verkehr.

Bundes- und Privatbahnen im Gebiete des Kreises	Zukunftsverkehr in Millionen Brutto-Tonnenkilometern (Gesamtszuggewicht p. Jahr)	Ungefäher Kraftbedarf					
		am Radumfang			Ab Turbinenwelle der Kraftwerke		
		Arbeit in 10 <sup>6</sup> PS.h. per Jahr	Leistung in PS.		Arbeit in 10 <sup>6</sup> PS.h. per Jahr	Leistung in PS.	
			mittlere	maximale		mittlere	maximale
I	3 000	136	15 500	54 000	273	31 000	98 000
II	3 600	162	18 500	65 000	324	37 000	118 000
III	3 600	162	18 500	65 000	324	37 000	118 000
IV	2 000	90	10 250	36 000	180	20 500	65 000
V	2 000	90	10 250	36 000	180	20 500	65 000
Insgesamt	14 200	640	73 000	256 000	1 280	146 000	464 000

Geschätzt ist in dieser Übersicht der gegenüber 1904 im angehängten Gewicht verdoppelte Verkehr.

**Tabelle No. IV.** Übersicht der Verteilung der Wasserkräfte auf die verschiedenen Kantone.

Kanton	Einwohnerzahl 1900	Ausgebaute Wasserkräfte PS.		Noch verfügbare Wasserkräfte PS.		Vorhandene Wasserkräfte in PS.		1/2
		Mittlere Nettoleistung <sup>1</sup>	pro Einwohner	Konst. bei Regul. der Staubecken <sup>2</sup>	pro Einwohner	konstante mittl. Leistg.	pro Einwohner	
Graubünden . . . . .	104 520	68 108,0	0,6510	636 556,0	6,0800	704 664,0	6,7310	0,107
Tessin . . . . .	138 638	42 383,0	0,3060	180 390,0	1,3000	222 773,0	1,6060	0,234
Uri . . . . .	19 700	9 489,0	0,4820	76 560,0	3,8900	86 049,0	4,3720	0,124
Glarus . . . . .	32 349	19 965,0	0,6180	43 293,0	1,3400	63 258,0	1,9580	0,462
St. Gallen . . . . .	250 285	14 799,0	0,0590	56 649,0	0,2260	71 448,0	0,2850	0,261
Schwyz . . . . .	55 385	3 060,0	0,0554	44 785,0	0,7920	47 845,0	0,8474	0,625
Obwalden . . . . .	15 260	7 307,0	0,4780	13 600,0	0,8920	20 907,0	1,3700	0,558
Nidwalden . . . . .	13 070	885,0	0,0680	4 911,0	0,3760	5 796,0	0,4440	0,180
Luzern . . . . .	146 519	5 687,0	0,0387	23 998,0	0,1636	29 685,0	0,2023	0,237
Zug . . . . .	25 093	4 997,0	0,2000	5 175,0	0,2060	10 172,0	0,4060	0,965
Thurgau . . . . .	113 221	2 499,0	0,0220	18 635,0	0,1650	21 134,0	0,1870	0,134
Zürich . . . . .	431 036	15 027,0	0,0348	77 854,0	0,1810	92 881,0	0,2158	0,193
Appenzell A.-Rh. . . .	55 281	2 626,0	0,0475	4 271,0	0,0773	6 897,0	0,1248	0,582
Appenzell I.-Rh. . . .	13 499	619,0	0,0460	3 272,0	0,2430	3 891,0	0,2890	0,189
Gesamte Schweiz . . .	3 315 443	487 218,0	0,1470	2 173 238,0	0,6570	2 660 456,0	0,8040	0,224

Tabelle No. V

## Übersicht der z. Zt. in Graubünden in Betrieb befindlichen Elektrizitätswerke.

(Geordnet nach Stromsystem, Periodenzahl und Betriebsspannung mit Angabe der Antriebskraft.)

## A. Dreiphasen- (Drehstrom) Werke.

Laufende Nummer	Strom-System	Periodenzahl per Sek.	Primäre Verteilungs-Spannung		Eigentümer des Elektrizitätswerkes	Maximale Ausbau Leistung KW.	Lauf. Nr. der Stat. d. S. E. V.	Name des zur Kräfteerzeugung benutzten Gewässers	Maximale konstante hydraul. Leistung. PS.	Nr. der Kraftanlage	Seite der Wasserkraft-Statistik	Bemerkungen
			für Kraft Volt	für Licht Volt								
1	A <sub>3</sub> Y	50	8400 verk. * A <sub>3</sub> Y 250 verk.	8400 verk. A <sub>3</sub> Y 145 Phasensp.	A.-G. Elektr.-Werk Bündner Oberland, Ilanz-Waltensburg . . . . .	400 zus.	199	Bach d. Val Frisal . . . . .	(2 à 500) 1500	70	244	Max.-Ausbau 1500 PS.
2	A <sub>3</sub> Y	50	3600 verk. A <sub>3</sub> Y 380 verk.	3600 verk. A <sub>1</sub> 2X125 u. 225	Elektr.-Werk Flims, A.-G. . . . .	330	144	Flem (Segnesbach) . . . . .	450	135	244	
3	A <sub>3</sub> Y	50	8000 verk. A <sub>3</sub> Y 220 verk. l. Ems A <sub>3</sub> Y 380 "	8000 verk. A <sub>3</sub> Y 220 verk. Ems A <sub>3</sub> Y 220 Phasensp	Elektr.-Werk Trins, A.-G. . . . .	450	425	Quelleb. Mulins u. Turnigelsbach	600	137	244	
4	A <sub>3</sub> Y	50	6000 verk. A <sub>3</sub> Y 220 verk.	6000 verk. A <sub>3</sub> Y 125 Phasensp	Elektr.-Werke Bergün, A.-G. . . . .	150	47	Abfluss der Lai da Palpuogna	600	164	244	
5	A <sub>3</sub> Y	50	7000/47000	7000/47000	Stadt Zürich; Elektrizitäts-Werke . . .	16000	489	Albula . . . . .	24600	171	246	7000 Volt Generat. Sp. 47000 Volt Linien-Sp. El.-W. u. Carbidfabr.
6	A <sub>3</sub> Y	50	7000 verk.	7000 verk.	A. G. Elektrische Werke Lonza . . . .	5100	24 n.	Hinterrhein . . . . .	7500	143	244	
7	A <sub>3</sub> Y	50	2000 verk.	2000 verk. A <sub>3</sub> Y 125 verk.	Gebr. Meisser & Co., Lenzerheide . .	40	84 n.	Quellen Val Schamella . . . .	100	204	246	
8	A <sub>3</sub> Y	50	5000 verk.	5000	Elektrizitätswerk Andeer, A. Conrad .	100	13 n.	—	—	—	—	—
9	A <sub>3</sub> Y	50	3600 verk. A <sub>3</sub> 200 verk.	3600 verk. A <sub>3</sub> Y 115 Phasensp	A.-G. Elektrizitätswerk Arosa . . . .	645	21	Plessur . . . . .	850	229	246	
10	A <sub>3</sub> Y	50	10000 verk. A <sub>3</sub> Y 380 verk.	10000 verk.	Stadt Chur, Lichtwerke . . . . .	2200*	93	Plessur . . . . .	6000	230	246	*Auch als A <sub>1</sub> -Leistung abgebbar.
11	A <sub>3</sub> Y	50	2000 verk. A <sub>1</sub> 240	2000 A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> 2X120	" " " " . . . . .	680	93	Rabiusa . . . . .	750	263	248	
12	A <sub>3</sub> Y	50	8400 verk.	8400 verk.	Rät. Elektr. Ges. Basel, Klosters-Dörfli	620	213	Schlappinbach . . . . .	900	289	250	
13	A <sub>3</sub> Y	50	2000 verk. A <sub>3</sub> Y 240 verk.	2000 A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> 2X120	Gemeinde St. Moritz . . . . .	225	255	Inn . . . . .	1090	314	250	Strom auch von El.-W. Madulein
14	A <sub>3</sub> Y	50	2000 verk. C 220	2000 A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> 2X120	" " " " . . . . .	—	255	Inn . . . . .	220	315	250	
15	A <sub>3</sub> Y	50	3200 verk. A <sub>1</sub> 120; A <sub>3</sub> Δ 120	3200 A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> 120; A <sub>3</sub> Δ 120	A.-G. für elektr. Beleuchtung Pontresina	535	333	Ova del Bernina (Berninabach)	470	319	250	
16	A <sub>3</sub> Y	50	8600 verk. C 220, A <sub>3</sub> Y 380 verk.	8600 verk. C. 220	Gemeinde Samaden . . . . .	44	255	Dorfbach Samaden . . . . .	65	321	250	Auch Strom vom El.-W. Madulein
17	A <sub>3</sub> Y	50	8500 verk. A <sub>3</sub> Y 208 u. 380 verk.	8500 A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> Y 120; A <sub>1</sub> 2X120	A.-G. Elektrische Werke Madulein . .	145	255	Bach del Val Chamuera . . . .	210	322	250	
18	A <sub>3</sub> Y	50	8500 verk.	8500 A <sub>1</sub>	" " " " . . . . .	800	255	Bach del Val d' Eschia . . . .	830	323	250	
19	A <sub>3</sub> Y	50	4000 verk. A <sub>3</sub> Y 216 verk.	4000 verk. A <sub>3</sub> Y 125 Phasensp	Gemeinde Schuls . . . . .	630	382	Clemgia . . . . .	810	336	252	
20	A <sub>3</sub> Y	50	10000 verk.	10000 verk.	Ferrovia elettrica Bellinzona-Mesoco .	830	—	Moesa . . . . .	1200	348	252	
21	A <sub>3</sub> Y	50	7000/57000	7000/57000	S. A. Forze motrici di Brusio . . . .	36000	71	Poschiavino . . . . .	45000	388	252	Campocologno
22	A <sub>3</sub> Y	50	7000/23000/57000	7000/23000/57000	" " " " " " . . . . .	7500	71	Cavagliasco . . . . .	11800	394	252	Robbia
23	A <sub>3</sub> Y	50	4000	4000	" " " " " " . . . . .	300	71	Rivo della Valle Sajento . . .	500	395	254	Pergola
24	A <sub>3</sub> Y	42	3000 verk. A <sub>1</sub> 100 A <sub>3</sub> 180 u. 250	A <sub>1</sub> 3000 A <sub>1</sub> 2X50 1X100 2X100	Elektr.-Werk Julier A.-G., Silvaplana .	1100	396	Ova del Vallun (Julierbach) . .	1300	318	250	
25	A <sub>3</sub> Y	40	2000 verk.	2000 verk.	Landquart Fabriken . . . . .	?	126 a	Landquart, Fabrikkanal . . . .	1000	280 a	248	

\* Die klein gedruckten Zahlen beziehen sich auf die Sekundär-Verteilungs-Spannung (Niederspannung.)

## B. Einphasen-Wechselstrom-Werke.

Laufende Nummer	Strom-System	Periodenzahl pro Sek.	Primäre Verteilungs-Spannung		Eigentümer des Elektrizitätswerkes	Maximale Ausbau-Leistung KW.	Lauf. Nr. der Stat. d.S.E.V.	Name des zur Kraftherzeugung benutzten Gewässers	Maximale konstante hydraul. Leistung PS.	Nr. der Kraftanlage	Seite der Wasserkraft-Statistik	Bemerkungen
			für Kraft Volt	für Licht Volt								
1	A <sub>1</sub>	53	3000 A <sub>1</sub> 115 u. 250	3000 A <sub>1</sub> 115 u. 2X215	Elektr.-Werke Davos, A.-G. . . . .	620	104	Sertigbach . . . . .	800	179	246	
2	A <sub>1</sub>	53	8000 A <sub>1</sub> 115 u. 250	8000 A <sub>1</sub> 115 u. 2X215	Elektr.-Werke Davos, A.-G. . . . .	930	104	Landwasser (Davos) . . . . .	1200	175	246	
3	A <sub>1</sub>	57	1500	1500	Elektr.-Werk Promontogno, G. Scartaz-zini & Co. . . . .	35	336 a	Maira . . . . .	50	—	—	
4	A <sub>1</sub>	50	2100 A <sub>1</sub> 2X125	2100 A <sub>1</sub> 2X125	A.-G. Elektr.-Werk Churwalden . . . .	80	95	Stätzer- und Weisshornbach . . . .	120	265	248	
5	A <sub>1</sub>	50	1000	1000	Lietha & Co., Grüşch . . . . .	165	151 a	Taschinesbach . . . . .	200	304	250	
6	A <sub>1</sub>	50	3600	3600	Hotel Helvetia, Vicosoprano . . . . .	30	447 n.	Maira . . . . .	50	—	—	
7	A <sub>1</sub>	43,5	2000	2000	Hotelgesellschaft Waldhaus Vulpera . .	220	449 n.	Quellen in Val Plavna . . . .	330	335	252	Auch Strom vom El.-Wk. Schuls.

## C. Gleichstrom-Werke.

1	C.	—	2X240	240	A. G. Chr. Cabalzar, Flims . . . . .	25	353 n.	Laaxer-Bach (Drausbach) . . . .	30	123	244	f. Sagens u. Valendas
2	C.	—	2000	—	Stadt Chur, Lichtwerke . . . . .	1040	93	Plessur (Lüen) . . . . .	6000	230	246	Chur-Arosa-Bahn
3	C.	—	120	120	Gemeinde Jenins . . . . .	7	460	Dorfbach Jenins . . . . .	50	311	250	
4	C.	—	225	225	Christ-Solèr-Rudolf, Laax . . . . .	12	222 a.	Laaxer-Bach (Drausbach) . . . .	15	122	259	
5	C.	—	240	240	A. Coray-Schleuis, Möbelfabrik . . . .	10	373 n.	Bach des Schleuiser Tobel . . . .	18	121	259	Säge und El.-Werk
6	C.	—	125	125	Hössly, Elektr.-Werk, Splügen . . . .	17	394 n.	Stutzbach . . . . .	15	145	260	
7	C.	—	125	125	Mattli & Hew, Säge u. E.-W., Klosters	20	197 n.	Landquart und Mönchalpbach . . .	80	270	248	
8	C.	—	125	125	Rätische Bahn, Hauptwerkst. Landquart	138	94	Quellen in Lischgads . . . .	50	310	250	Auch Strombezug von Rätisch. El.-Ges. Klosters
9	C.	—	2X110	2X110	Elektrizitätswerk der Anstalt Schiers .	30	376	— . . . . .	—	—	—	Auch Strombezug von Rätisch. El.-Ges. Klosters
10	C.	—	125	125	El.-Werk der Gemeinde St. Antönien .	60	360 n.	— . . . . .	—	—	—	
11	C.	—	120	120	Joh. Jost. Grüşch-Schmitten . . . . .	16	24 n.	Quellen bei Faschni . . . .	10	308	263	
12	C.	—	1500	—	Ferrovia elettrica Bellinzona-Mesocco .	550	—	Moësa . . . . .	800	348	252	Bahnbetrieb
13	C.	—	230	230	Officina elettrica E. Tamoni, Cama . .	6,5	85 a	Rivo del Molino, Cama . . . .	9	357	263	

(Schluss folgt).