

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 59/60 (1912)
Heft: 18

Artikel: Auszug aus der Mitteilung Nr. 4 der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb betreffend: die Systemfrage und die Kostenfrage für den hydro-elektrischen Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-30076>

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: 22.02.2026

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

INHALT: Auszug aus der Mitteilung Nr. 4 der Schweiz. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb. — Landhaus Debeuf in Founex bei Genf. — Zerstörung eines Daches aus glasierten Falzziegeln. — Das Elektrizitätswerk Arnberg bei Amsteg. — Miscellanea: Welttelegraphen-Denkmal in Bern. Zum „Einsturz eines Tunnels“ auf der Südrampe der Lötschbergbahn. Die Gesellschaft der Ingenieure der S. B. B. Ueber die Reibung geschmierter Maschinenteile. Kältemaschinen auf Grundlage der Kälteerzeugung durch Wasserverdampfung. Selbsttätige Vakuum-Güterzugschnellbremse. Ausbau des

zweiten Simplontunnels. Schweizerische Wasserrechts-Gesetzgebung. Bebauungsplan für Karlsruhe. Das neue Schulhaus in Neuhausen. Internationale Baufachausstellung Leipzig 1913. — Konkurrenz: Kunstabakademie in Düsseldorf. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung. — Submissions-Anzeiger.

Tafel 57 und 58: Landhaus Debeuf in Founex bei Genf.

Band 60.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 18.

**Auszug aus der Mitteilung Nr. 4
der Schweizerischen Studienkommission für
elektrischen Bahnbetrieb**

betreffend

Die Systemfrage und die Kostenfrage für den hydro-elektrischen Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen.¹⁾

Im Anschluss an die in der „Schweizerischen Bauzeitung“ in extenso veröffentlichten Mitteilungen Nr. 1²⁾, Nr. 2³⁾ und Nr. 3⁴⁾ der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb soll hiermit unsren Lesern auch das Wichtigste aus der soeben, in für eine vollständige Aufnahme in unsere Zeitschrift zu grossem Umfange, erschienenen letzten und abschliessenden Mitteilung Nr. 4 zur Kenntnis gebracht werden. Die „Mitteilung Nr. 4“ behandelt auch Resultate von Arbeiten der Studienkommission, die zum Teil an dem vorletztjährigen Eisenbahnkongress im Berichte des von der Schweiz für diese Frage bestellten Berichterstatters (Professor Dr. W. Wyssling) vorgebracht worden waren.⁵⁾ Im weiteren deckt sich der Inhalt der „Mitteilung Nr. 4“ im wesentlichen auch mit dem eines „Sonderberichtes“, den die Schweizer. Studienkommission im Mai 1912 an die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen erstattete; von diesem letztern Bericht ist in einigen schweizerischen Tagesblättern schon die Rede gewesen.⁶⁾

I. Die Systemfrage.

In der „Systemfrage“ handelte es sich für die Schweiz. Studienkommission vor allem darum, dasjenige System zu finden, das die grösstmöglichen *wirtschaftlichen Vorzüge bei Wasserkraftbetrieb* bietet. Mit Rücksicht auf die bisherigen Erfahrungen konnten für elektrischen Vollbahnbetrieb die folgenden Systeme in Frage kommen:

1. Gleichstrom mit dritter Schiene für Spannungen bis zu 800 Volt,
2. Gleichstrom mit Oberleitung für Spannungen bis zu 3000 Volt, eventuell 2×3000 Volt in Dreileiteranlagen,
3. Dreiphasen-Wechselstrom mit zwei Oberleitungen von 5000 bis 8000 Volt verketteter Spannung und einer Periodenzahl zwischen 15 und 50 pro sek,
4. Einphasen-Wechselstrom mit Oberleitung bis zu 15 000 Volt Spannung und Periodenzahlen zwischen 15 und 25 pro sek.

Diese Systeme wurden zunächst auf ihr *technisches Genügen hinsichtlich der Anforderungen des Bahnbetriebes* beurteilt. Als solche Anforderungen wurden betrachtet:

- a) Die Erzielung genügender Drehmomente (Zugkräfte und Leistungen für die Fahrt bei Vollbahnbetrieben).
- b) Die Einhaltung des Fahrplans unter allen wirklich vorkommenden Verkehrsverhältnissen bei der vorhandenen Eigenart der Motoren (besonders mit Bezug auf die Fahrgeschwindigkeit, ihr Maximum, ihre Regulierung, die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Zugkraft).

¹⁾ Mitteilungen der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb unter Redaktion von Prof. Dr. W. Wyssling, Generalsekretär der Studienkommission. Nr. 4: «Die Systemfrage und die Kostenfrage für den hydroelektrischen Betrieb der schweiz. Eisenbahnen.» Nach den Arbeiten verschiedener Mitarbeiter und Kommissionsmitglieder zusammengestellt, unter Mitwirkung von Prof. Dr. W. Kummer, von Prof. Dr. W. Wyssling. 142 Seiten okta. Zürich 1912. In Kommission bei Rascher & Cie. Preis geh. 2 Fr.

²⁾ Bd. XLIII, S. 189. ³⁾ Bd. LII, S. 215. ⁴⁾ Bd. LII, S. 348.

⁵⁾ Wir verweisen auf unsere Fussnote in Band LVI, Seite 247.

⁶⁾ Vergleiche Seite 83 dieses Bandes.

- c) Die Erzielung befriedigender Anfahrverhältnisse im besondern,
- d) Die Möglichkeit der Traktion mit mehreren Triebfahrzeugen im selben Zuge.

Was die Befriedigung der zuerst genannten Anforderung angeht, so zeigt eine Uebersicht über die für alle in Betracht gezogenen Systeme bedeutungsvollsten Ausführungen von Triebfahrzeugen, dass alle diese Systeme imstande sind, Motoren und Lokomotiven von mehr als genügender Leistung und Zugkraft zu liefern.

In bezug auf die Möglichkeit der Einhaltung des Fahrplans unter allen wirklich vorkommenden Verhältnissen erwies sich die verschiedene Zugkraft-Geschwindigkeits-Charakteristik (mechanische Charakteristik) der Motoren als hauptsächlich massgebend; dabei kommen, unter Verzicht auf kompliziertere Verfahren, als Regelungarten in Betracht: für den Gleichstrom-Bahnmotor (Seriemotor) die Anwendung von zwei oder vier Motoren in Serie-Parallelschaltung, zur Erreichung verschiedener in Stufen voneinander abstehender Geschwindigkeiten, für den Drehstrom beim Einzelmotor zum gleichen Zweck die Polumschaltung, für mehrere oder Doppelmotoren auch die Kaskadenschaltung, für Gleichstrom- wie Drehstrommotor die Verwendung von Vorschaltwiderständen in einfacher, aber unökonomischer Weise zur Erzielung von zwischen den Grundgeschwindigkeiten der Stufen liegenden Geschwindigkeiten, für den Einphasen-Kommutatormotor mit Serie-Charakteristik die beliebige Veränderung der massgebenden Motorspannung mittels Reguliertransformators oder mittels Bürstenverschiebung. Wie sich die verschiedenen Bahnmotoren ohne Regelung verhalten, zeigt übersichtlich die Abbildung I; sie veranschaulicht vor allem die natürliche Anpassung der Motor-eigenschaften an die Forderungen des Bahnbetriebes und

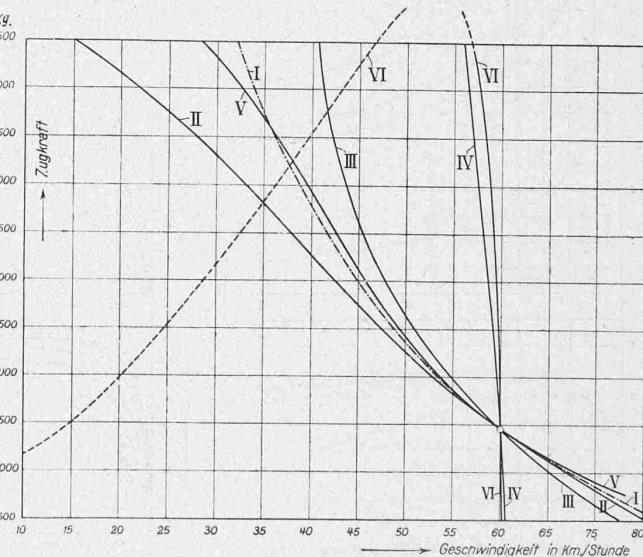


Abb. I. Zugkraft-Geschwindigkeits-Charakteristiken verschiedener Bahnmotoren ohne Regulierung.

I = Theoretische Linie gleicher Leistung (etwa 1000 PS).

II = Dampfmotor einer $B\frac{3}{4}$ -Heissdampflokomotive S. B. B. (vergl. Schweiz. Bauzeitung, Band LV, Seite 105).

III = Gleichstrom-Seriemotor,

IV = Gleichstrom-Nebenschlussmotor,

V = Einphasen-Seriemotor bzw. -Repulsionsmotor,

VI = Drehstrom-Induktionsmotor.

ist von Bedeutung für solche Motoren, für welche die Einstellung von Zwischengeschwindigkeiten im allgemeinen nur durch unökonomische Regulierungsvorrichtungen möglich ist (Drehstrom und Gleichstrom). Zusammenfassend

lässt sich hinsichtlich der Forderung an die Einhaltung des Fahrplans feststellen, dass diese bei allen elektrischen Bahnmotoren möglich ist, und zwar bei Einphasen-Kommutatormotoren in vollkommener Weise, als bei Gleichstrom- und Drehstrom-Bahnmotoren.

Hinsichtlich der Erzielung befriedigender Anfahrverhältnisse ergibt die Vergleichung der verschiedenen Systeme, dass für unsere Verhältnisse ausreichende Anfahrbeschleunigungen (vergl. Mitteilung Nr. 2), die einer Anfahrzugkraft gleich der ungefähr doppelten Normalzugkraft entsprechen, für alle Motorarten anstandslos erzielt werden. Damit jedoch die beim Anfahren von den Motoren aufgenommenen Leistungen nicht allzuhohe Beträge erreichen, sind Motoren mit besonderer mechanischer Charakteristik (Serie-Charakteristik) zu bevorzugen, sodass hinwiederum das Einphasensystem die günstigsten Versältnisse ergibt, und zwar, bei Vorhandensein von Fahrzeugtransformatoren, außerdem selbst bei verhältnismässig tiefstehender Fahrdrähtspannung.

Was die Möglichkeit der Traktion mit mehreren Triebfahrzeugen im selben Zuge angeht, so ergibt der eingehende Vergleich der Systeme, dass die Mehrfachtraktion bei allen Systemen als durchführbar anzusehen ist, immerhin sicherer bei Motoren für Einphasenstrom und Gleichstrom, als bei Drehstrom-Induktionsmotoren.

Es folgt nun der *Vergleich der Systeme in bezug auf technische Wirtschaftlichkeit*, wobei als massgebende Punkte die folgenden auftreten:

- Totgewicht der Triebvorrichtungen selbst.
- Relativer Energieverbrauch und Wirkungsgrad der Systeme.
- Möglichkeit des Ausgleichs der Schwankungen im Leistungsbedarf mit Rücksicht auf die Kraftquellen.
- Verhältnis der Energierückgewinnung.

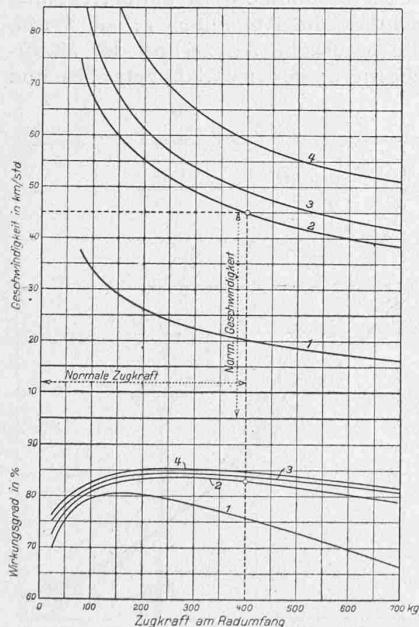


Abb. 2. Charakteristische Kurven eines Gleichstrom-Bahnmotors (Seriemotor) der E.-G. Alioth, Typ G.T.M. 65 für 750 Volt und 65 PS.

- 1 = Serieschaltung zweier Motoren,
- 2 = Parallelschaltung zweier Motoren,
- 3 = " " mit 30% Shuntstrom,
- 4 = " " 60% Shuntstrom.

Das Totgewicht der Motoren, bzw. der ganzen motorischen Ausrüstungen, oder der Triebfahrzeuge selbst, wird beurteilt auf Grund von auf die Leistung in PS oder besser von auf das Fahrzeugsdrehmoment in mkg bezogenen Verhältnisziffern. Aus umfangreichen Zusammenstellungen der

Hauptdaten ausgeführter Triebfahrzeuge (Lokomotiven und Motorwagen) ergab sich für die verschiedenen elektrischen Systeme die nachfolgende Uebersicht der „spezifischen“ Gesamtgewichte von Lokomotiven und Ausrüstungsgewichte von Motorwagen:

Gewichtsvergleichsziffern für elektrische Lokomotiven und Motorwagen.

Spezifisches Gewicht pr. PS Leistung bzw. pr. mkg Drehmoment	bei Anwendung von		
	Gleichstrom	Drehstrom	Einphasenstrom
Von elektrischen Lokomotiven für etwa 40 bis 60 km/std	50–55 kg/PS bezw. 11 kg/mkg	45–60 kg/PS bezw. 10–12 kg mkg	50–75 kg/PS bezw. 11–13 kg mkg
Von elektr. Motorwagenausrüstungen für etwa 40 km/std	28–30 kg/PS bezw. 6–7 kg mkg	30–35 kg/PS bezw. 7–8 kg mkg	30–35 kg/PS bezw. 7–8 kg mkg

Alle drei elektrischen Traktionssysteme weisen somit untereinander nur recht geringfügige Unterschiede auf, während sie gegenüber Dampflokomotiven eine bedeutende Verminderung des toten Gewichts zeigen.

Der relative Energieverbrauch und der Wirkungsgrad der Systeme ist zunächst abhängig vom Wirkungsgrad der Motoren bei den verschiedenen, betriebsmässig auftretenden Zugkraft-Geschwindigkeitsverhältnissen der Fahrzeuge. Diesbezüglich orientieren nun die in den Abbildungen 2, 3, 4 und 5 veranschaulichten Motorkurven schweizerischer Bahnmotoren für verschiedene elektrische Betriebssysteme in recht übersichtlicher Weise. Der Wirkungsgrad der Kontaktleitungen und der Leitungen überhaupt lässt sich unter Kostenaufwand fast beliebig hoch gestalten, also nach Wirtschaftlichkeit

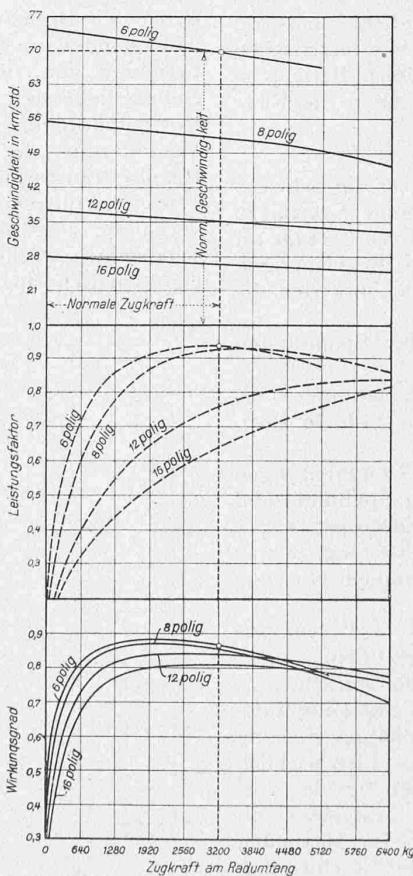
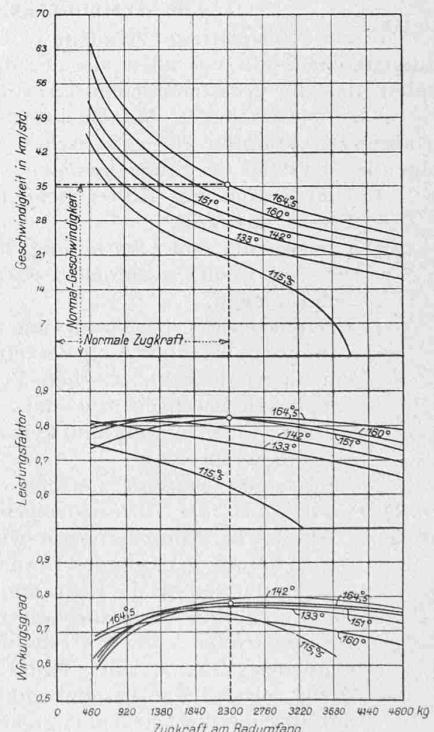


Abb. 3. Charakteristische Kurven eines Drehstrom-Bahnmotors mit Polumschaltung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. für 850 PS, 3000 Volt, 16 Perioden, mit vier verschiedenen Polzahlen.



beruhen. Die Umformungseinrichtungen arbeiten nun ganz allgemein um so rationeller, je grösser die angewandte Fahrdrähtspannung der Bahnen ist, denn desto weiter können sie dabei voneinander entfernt werden und umfassen dadurch ein um so grösseres Gebiet, für welches die Maximalleistung, für die sie ausreichen müssen, viel näher der mittlern Leistung liegt, als bei einem kleineren Gebiete. Damit wird nun ohne weiteres dasjenige System, das die höchsten Fahrdrähtspannungen zulässt, d. h. der Einphasenstrom, die weitaus günstigsten Verhältnisse für den relativen Energieverbrauch zur Folge haben.

In bezug auf die Möglichkeit des Ausgleichs der Schwankungen im Leistungsbedarf ergab sich zunächst das Verhältnis der für den Bahnbetrieb erforderlichen maximalen und mittlern Leistungen als bedeutungsvoll, das beispielsweise am Radumfang für den zukünftigen elektrischen Betrieb der ganzen Gotthardbahn zu 3,3, für den zukünftigen elektrischen Betrieb des S. B. B.-Kreises II zu 3,1 ermittelt wurde. Es wurden auch eingehende Studien darüber angestellt, ob hinsichtlich der jährlichen Totalausgaben für Bedienung, Unterhalt, Verzinsung und Amortisation von Kraftwerk und eventuellen Akkumulatoren- und Pufferanlagen das System mit Uebernahme der Schwankungen durch das Kraftwerk oder dasjenige mit konstanter Kraftwerksleistung und Uebernahme der Schwankung durch eine Batteriepufferung im Netz vorteilhafter sei. Diese Studien ergaben, dass bei Wasserkraftbetrieb unter allen Umständen die Uebernahme der Schwankungen durch das Kraftwerk günstiger sei, und zwar in um so höherem Masse, je näher das Konsumgebiet dem Kraftwerke ist, sowie wiederum mehr, wenn an der Verbrauchsstelle keine Umformung stattzufinden hat. Dieses Resultat wirkt dahin, dass dasjenige System wirtschaftlicher wirkt, das *an sich* geringere Schwan-

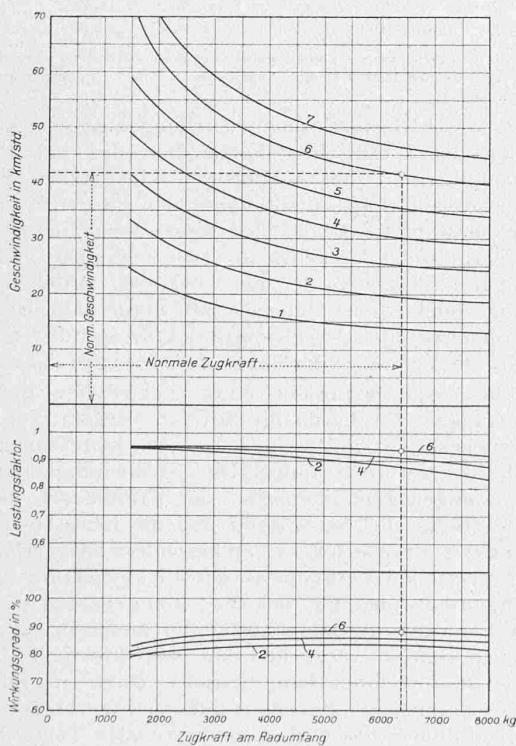


Abb. 5. Charakteristische Kurven eines Einphasen-Bahnmotors (Seriemotor) der Maschinenfabrik Oerlikon für 1000 PS, 500 Volt, 15 Perioden bei verschiedenen Klemmspannungen.

kungen der maximalen Leistung hervorruft; somit müssen für schweizerische Bahnen, mit den grossen Wechseln im Längenprofil, diejenigen Systeme, die die anpassungsfähigen Bahnmotoren mit Serie-Charakteristik verwenden, die Verhältnisse von vornherein günstiger liegen, als für Systeme mit Motoren wesentlich konstanter Geschwindigkeit (Drehstrom).

Hinsichtlich der Möglichkeit der Energierückgewinnung (Rekuperation) führten die angestellten Studien zu dem Ergebnis, dass ihr für den praktischen Betrieb der Vollbahnen in der Schweiz im allgemeinen keine wesentliche Bedeutung zukommen könne, jedenfalls keine derartige, dass die grössere oder geringere Eignung eines Systems für die Rekuperation ein erhebliches Moment bei der Systemwahl bilden dürfte.

Für die Entscheidung in der Systemfrage mussten als *weitere technische Eigenschaften der Systeme* auch noch verglichen werden: die Betriebssicherheit und Solidität der Kontaktleitungen, die, abgesehen vom System mit dritter Schiene, das nur für niedrig gespannten Gleichstrom anwendbar ist, die grössere Eignung einpoliger gegenüber zweipoligen Kontaktleitungen darlegte; die Beeinflussung der Schwachstromleitungen durch die elektrische Traktion, die sich als etwas heikler bei Drehstrom und Einphasenstrom, als bei Gleichstrom erweist aber durch geeignete Massnahmen stets unschädlich gemacht werden kann; endlich die Bedeutung der Periodenzahl bei Drehstrom und Wechselstrom, die bei ersterem unerheblicher ist, beim zweiten dagegen eine besondere Normierung verlangte, wie sie durch die „Mitteilung Nr. 3“¹⁾ zugunsten von 15 Perioden (bezw. maximal 16 $\frac{2}{3}$ und minimal 13 $\frac{1}{3}$ Perioden) früher (d. h. vor der abschliessenden Beratung in der Systemfrage) schon erfolgte.

Überblickt man nun vom rein technischen Standpunkt aus die Vor- und Nachteile der in Betracht gezogenen Betriebssysteme, so kommt man, wenn man auch das Gewicht der einzelnen Gesichtspunkte, unter denen die Systeme betrachtet werden, abwägt, zwanglos zum Schluss, dass dem *Einphasensystem* das grösste Uebergewicht der technischen Vorzüge eigen ist.

Neben den vergleichenden Untersuchungen, die für die Entscheidung in der Systemfrage in rein technischer Hinsicht angestellt wurden, musste auch noch untersucht werden, ob und welche Unterschiede zwischen den Systemen in den Anlagekosten und, in letzter Linie, in den Betriebskosten bestehen. Die bezügliche Untersuchung wurde an Hand von Projekten (nach Ing. L. Thormann) für den elektrischen Betrieb der ehemaligen Gotthardbahn durchgeführt, und zwar für zwei Verkehrsvarianten, die gegenüber einem mit ungefähr denselben, gegenüber heute stark erhöhten Geschwindigkeiten und endgültig nur für Einphasenstrom aufgestellten Betriebsprojekte (nach Ing. Dr. W. Kummer), rund 15 % kleiner, bzw. 15 % grösser sind; der Verkehr der einen Variante war auf 1300 Millionen tkm, derjenige der andern Variante auf 1760 Millionen tkm pro Jahr angenommen. Nachdem das Gleichstromsystem schon bei einer ersten Beurteilung der Anlage- und Jahreskosten der Energiegestehung am Fahrdräht besonders ungünstig abgeschnitten hatte, wurde dieses System nicht weiter berücksichtigt, sondern der Vergleich nur noch auf die Systeme Einphasenstrom mit 15 Perioden und 15 000 Volt Fahrdrähtspannung und Drehstrom mit 50 Perioden und 5000 Volt Fahrdrähtspannung erstreckt. Dabei ergab sich folgendes Resultat:

Anlagekosten und Jahreskosten des Fahrdienstes	Jahresverkehr 1300 Millionen tkm		Jahresverkehr 1760 Millionen tkm	
	Einphasen- strom mit 15 Perioden	Drehstrom mit 50 Perioden	Einphasen- strom mit 15 Perioden	Drehstrom mit 50 Perioden
Anlagekosten der erforderlichen Betriebseinrichtungen in Fr.	64 738 000	70 209 000	77 387 000	82 553 000
Direkte und indirekte Jahres- kosten des Fahrdienstes in Fr.	9 093 000	9 726 000	10 649 000	11 259 000

Da somit dem Einphasensystem ausser dem bereits besprochenen Uebergewicht an technischen Vorzügen auch noch das wirtschaftliche Uebergewicht vor den andern Systemen zugesprochen werden muss, so ergibt sich daher bezüglich der Systemfrage die Schlussfolgerung, dass das *Einphasensystem mit Kollektormotoren mit Serie-Charakteristik*

¹⁾ Band LII, Seite 215.

ausgeführt mit etwa 15 Perioden und etwa 15 000, eventuell 10 000 Volt Fahrdrähtspannung für die schweizerischen Verhältnisse des elektrischen Vollbahnbetriebes technisch und wirtschaftlich als das günstigste System zu empfehlen ist.

2. Die Kostenfrage auf Grund der Projekte für die Elektrifizierung der ehemaligen Gotthardbahn und des Bundesbahn-Kreises II.

Ausser den bereits besprochenen und für die Beantwortung der Systemfrage durchgeführten Projektierungsarbeiten (Vorlage von Ing. L. Thormann) für einen zukünftigen elektrischen Betrieb der ehemaligen Gotthardbahn sind zur genauesten Beantwortung der Kostenfrage weitere Projektierungsarbeiten (Vorlagen von Ing. Dr. W. Kummer), ebenfalls für die Linien der ehemaligen Gotthardbahn, vorgenommen worden.

Es sind zwei solcher Projekte ausgearbeitet worden, ein Projekt für den zukünftigen elektrischen Betrieb der ehemaligen Gotthardbahn mit gegenüber heute gesteigerten Geschwindigkeiten und gesteigertem Verkehr, sowie ein Projekt für einen Verkehr, wie er in gleicher Grösse und für ebenfalls übereinstimmende Geschwindigkeiten im Jahre 1904 vom bisherigen Dampfbetrieb bewältigt wurde.

Dem Projekt für den zukünftigen elektrischen Betrieb der G.-B. liegt eine Verkehrsannahme zugrunde, der eine Zahl *tkm* des Anhängewichts der Züge entspricht, die um 30 % höher liegt als im Jahre 1907 (dem verkehrsreichsten Jahre der alten Gotthardbahn-Gesellschaft und von gleicher Verkehrsgrösse, wie seither das Jahr 1910). Die *tkm* dieses Anhängewichts betragen 1437 Millionen, die entsprechenden *tkm* des Gesamtzugsgewichts 1834 Millionen für ein ganzes Jahr, entsprechend einem mittleren Werktagsverkehr von 4,24 Millionen *tkm* und einem maximalen Tagesverkehr von 6,49 Millionen *tkm* an angehängtem Gewicht. Die einzelnen verkehrstechnischen und fahrtechnischen Grundlagen dieses Projektes sind den Lesern der „Schweiz. Bauzeitung“ bekannt aus dem Vortrag „Der Kraftbedarf der Gotthardbahn mit Rücksicht auf die Neuanlagen für deren elektrischen Betrieb.“¹⁾ Zur Veranschaulichung der Verkehrsverbesserung, die sich gegenüber dem heutigen Dampfbetrieb ergibt, ist in der nachstehenden Uebersicht die totale Reisezeit nach dem bisherigen Dampfbetrieb und nach dem projektierten elektrischen Zukunftsbetrieb gegenübergestellt.

Totale Reisezeit, einschliesslich Halte, in Minuten.

Für die Strecken	beim bisherigen Dampfbetrieb				beim zukünftigen elektrischen Betrieb			
	Expresszüge	Gewöhnl. Schnellzüge	Personenzüge	Güterzüge	Expresszüge	Gewöhnl. Schnellzüge	Personenzüge	Güterzüge
Luzern-Bellinzona	206	258	340	600	177	190	250	400
Bellinzona-Luzern	217	266	351	630	182	194	260	430
Luzern-Chiasso	286	360	472	780	240	263	333	550
Chiasso-Luzern	296	370	535	780	247	267	338	600
Luzern-Luino	290	320	430	720	232	241	310	500
Luino-Luzern	293	325	490	750	240	246	320	530

Die Bewältigung des angenommenen Verkehrs erfordert im Jahresmittel an den Turbinenwellen der vorgesehenen Wasserkraftwerke etwa 19 500 PS, sowie bei elektrisch vollständig zusammengehängtem Netz ein Maximal-Leistungserfordernis von 56 000 PS an den Turbinenwellen. Werden die Netze nördlich und südlich des Gotthard getrennt mit elektrischer Energie versorgt, dann sind 27 000 PS auf der Nordseite und 37 000 PS auf der Südseite des Gotthard im Maximum an den Turbinenwellen benötigt. Für diesen Betrieb ist projektiert, auf der Südseite das Ritomwerk, auf der Nordseite die Werke Göschenen und Amsteg auszubauen mit insgesamt 95 000 PS-Maschinenleistung, einschliesslich Reserve. Die gesamten Neuanlagen umfassen dann folgende Teile: Anlagen zur Energieerzeugung und Energieverteilung (29 000 000 Fr.), Fahrdrähtleitungen und Speiseleitungen (9 770 000 Fr.), Rollmaterial, sowie Änderungen an Depot-

anlagen und Reparaturwerkstätte (21 900 000 Fr.), Umbauten von Schwachstromanlagen (3 500 000 Fr.), Erhöhung der in den Einzelposten enthaltenen Beträge für Unvorhergesehenes auf 8 % der Bausumme (3 331 000 Fr. General-Unvorhergesehenes) bei einem Totalbetrag von 67 500 000 Fr. In diesem Betrag ist aber für 5 210 000 Fr. Rollmaterial für Verkehrsvermehrung vorgesehen, das streng genommen nicht zu Lasten der eigentlichen Elektrifikation geht. Die direkten jährlichen Fahrdienstkosten (Personalausgaben, Materialverbrauch einschliesslich Betriebskraft, Unterhalt und Erneuerung des Rollmaterials und sonstige Ausgaben) betragen zusammen 7 176 920 Fr. In Parallele mag erwähnt werden, dass der Dampfverkehr für die entsprechenden Ausgaben im Jahre 1907 8 267 166 und im Jahre 1908 8 630 180 Fr. aufwenden musste. Die indirekten Jahreskosten für Zins (4 %), Amortisation und Einlagen in den Erneuerungsfonds belaufen sich auf 2 889 070 Fr. für den elektrischen Zukunftsbetrieb; eine Abschreibung aller überflüssig werdenden Dampflokomotiven würde im weiteren 236 850 Fr. Mehrauslagen verursachen. Ohne Berücksichtigung der Abschreibung der Dampflokomotiven stellen sich die gesamten (direkten und indirekten) Jahreskosten des elektrischen Fahrdienstes auf rund 10,1 Millionen Fr. Bezogen auf die Einheiten des Transportgewichtes und in Parallele mit den entsprechenden Jahreskosten des Dampfbetriebes von 1907 und 1908 ergibt sich dann die folgende Zusammenstellung:

Spezifische und vergleichende Fahrdienstkosten des zukünftigen elektrischen Betriebes der ehemaligen Gotthardbahn.

Totale Fahrdienstkosten	Zukünftiger elektrischer Betrieb ¹⁾	Dampfbetrieb 1907	Dampfbetrieb 1908
In Rappen pro <i>tkm</i> angehängtes Gewicht .	0,70 (0,72)	0,88	0,94
In Rappen pro <i>tkm</i> Gesamtzugsgewicht .	0,55 (0,57)	0,59	0,63
In Franken pro Zugkilometer	1,75 (1,79)	2,10	2,21

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen gelten bei Berücksichtigung der vollen Abschreibung aller frei werdenden Dampflokomotiven, die nicht eingeklammerten ohne diese Abschreibung.

Die durch diese Zusammenstellung ausgewiesene Ermässigung der spezifischen Totalkosten des Fahrdienstes vom Dampfbetrieb zum zukünftigen elektrischen Betrieb darf hierbei allerdings nicht völlig der Elektrifikation zugeschrieben werden, da ein Teil dieser Verbilligung durch die Steigerung des Verkehrs an sich veranlasst ist. Ein unmittelbarer Vergleich der Betriebskosten mittels Dampf- und mittels elektrischer Betriebskraft wurde daher an Hand des schon erwähnten Vergleichsprojektes, gestützt auf den viel dünnern Verkehr vom Jahre 1904 vorgenommen.

Dem Vergleichsprojekt eines elektrischen Betriebes der ehemaligen Gotthardbahn für den Verkehr von 1904 liegt bezüglich des Anhängewichts die Jahressumme von 776 Millionen *tkm* zu Grunde. Die Geschwindigkeiten sind die des heutigen Dampfbetriebs; der Kraftbedarf, der Kapitalaufwand für die Neuanlagen und die Jahreskosten des Fahrdienstes stützen sich auf einen besonders ausgearbeiteten und die speziellen Verhältnisse der Elektrifikation berücksichtigenden Fahrplan für den 1904 stattgehabten Verkehr; im weiteren wurden die Jahreskosten für diesen projektierten elektrischen Betrieb verglichen mit den effektiven Jahreskosten des stattgehabten Dampfbetriebs. Dabei sind folgende Zahlen bemerkenswert: Bei einem mittleren Werktagsverkehr von 2,34 Millionen *tkm* und einem maximalen Tagesverkehr von 2,99 Millionen *tkm* des Anhängewichts sind im Jahresmittel an den Turbinenwellen der Kraftwerke etwa 11 400 PS abzugeben. Das maximal auftretende Leistungserfordernis beträgt an den Turbinenwellen 27 200 PS bei völlig zusammenhängenden Netzen, bzw. 11 700 PS auf der Nordseite und 17 600 PS auf der Südseite des Gotthard bei getrennten Netzen. Für diesen Betrieb genügt es, das Ritomwerk auf der Südseite und das Werk Göschenen auf der Nordseite auszubauen, mit insgesamt 50 000 PS Maschinenleistung, einschliesslich Reserve. Die gesamten Neuanlagen umfassen dann folgende Teile: Anlagen für die Energie-

¹⁾ Band LIX, Seite 127 und 146.

erzeugung und Energieverteilung (Fr. 16 000 000), Fahrdrähte und Speiseleitungen (Fr. 9 769 000), Rollmaterial, sowie Änderungen an Depotanlagen und Reparaturwerkstätte (Fr. 13 082 000), Umbau von Schwachstromanlagen (Fr. 3 500 000), Erhöhung der in den Einzelposten enthaltenen Beträge für „Unvorhergesehenes“ auf 8 % der Bausumme (Fr. 2 149 000), bei einem totalen Betrag von Fr. 44 500 000). Die direkten jährlichen Fahrdienstkosten (Personalausgaben, Materialverbrauch einschliesslich Betriebskraft, Unterhalt und Erneuerung des Rollmaterials und sonstige Ausgaben) betragen zusammen Fr. 4 545 330 für den elektrischen Betrieb, während sie beim Dampfbetrieb von 1904 erheblich mehr, nämlich Fr. 5 552 780 betragen haben. Ungünstiger für den elektrischen Betrieb stellt sich dagegen der Vergleich der indirekten Jahreskosten, die für Zins (4 %), Amortisation und Einlagen in den Erneuerungsfonds aufzuwenden sind; für diese Betreffnisse müssten beim elektrischen Betrieb, wegen der grösseren investierten Kapitalien, Fr. 2 302 390 aufgewendet werden, während für den Dampfbetrieb nur Fr. 1 283 550 erforderlich sind. Will man den elektrischen Betrieb auch noch mit den Kosten der Abschreibung der damals für diesen Fall überflüssig gewordenen Dampflokomotiven beladen, so macht das einen weitern Betrag von Fr. 254 350 aus. Ohne Berücksichtigung der Abschreibung der Dampflokomotiven stellen sich die gesamten Jahreskosten (direkte und indirekte) für Dampfbetrieb und elektrischen Betrieb nahezu gleich hoch, nämlich auf rund 6,8 Millionen Fr. bzw. auf 0,88 Rappen für den *tkm* angehängtes Gewicht; dagegen wäre der elektrische Betrieb mit Abschreibung der Dampflokomotiven etwas teurer (0,91 Rappen pro angehängten *tkm*) geworden. Bei Würdigung dieses Resultates darf aber nicht übersehen werden, dass die projektierten Kraftwerke und Energieverteilungsanlagen des elektrischen Betriebes ganz wesentlich grösser und teurer angenommen wurden, als für einen dem Dampfbetrieb 1904 entsprechenden elektrischen Betrieb nötig wäre, und dass auch die Fahrdrähtanlagen entsprechend einem wesentlich stärkeren Verkehr erstellt gedacht wurden. Für die Abwägung der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs gegenüber dem Dampfbetrieb kommen indessen die Verhältnisse eines Verkehrs, der heute schon bedeutend überholt, überhaupt nicht oder nur wenig in Betracht. Der Kostenvergleich von 1904 ist vielmehr nur darum bemerkenswert, weil er zeigt, bei welchem niedrigen Betrag des Verkehrs elektrischer Betrieb und Dampfbetrieb etwa gleiche Wirtschaftlichkeit besitzen.

Dem Betriebsprojekt eines zukünftigen elektrischen Betriebes des S. B. B.-Kreises II (Vorlage von Ing. Dr. W. Kummer) wurde ein Verkehr zugrunde gelegt, der gegenüber dem Jahre 1908 des bisherigen Dampfbetriebes eine Steigerung um 30 % in sich begreift. Demgemäß wurden auch die Zugzahlen erhöht und der Fahrplan gestaltet. Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen wurden auf diejenigen des Zukunftsbetriebes für die Gotthardbahn erhöht. Für diesen Verkehr von jährlich 2030 Mill. *tkm* des Anhängewichts ergab sich nun ein maximales Leistungserfordernis an den Turbinenwellen der Kraftwerke von rund 31 000 PS im Jahresmittel, bzw. von rund 90 000 PS im Maximum am Tage des Maximalverkehrs. Als Wasserkraftwerke zur Deckung dieses Leistungserfordernisses¹⁾ wurde als Hochdruckwasserwerk¹⁾ mit Akkumulieranlage ein solches bei Guttannen und als Niederdruckwasserwerk¹⁾ ein solches bei Rapperswil an der Aare (in der Nähe des Konsumschwerpunktes) in Aussicht genommen; für den Ausbau des ersten wurden 100 000 PS, für den Ausbau des letztern 22 500 PS, einschliesslich aller Reserven, zugrunde gelegt. Die gesamten Neuanlagen umfassen dann folgende Teile: Kraftwerke (34 000 000 Fr.), Uebertragungsleitungen und Unterwerke (17 500 000 Fr.), Fahrdrähte und Speiseleitungen (17 500 000 Fr.), Rollmaterial, sowie Änderungen an Depotanlagen und Werkstätten (52 300 000 Fr.), Umbau von Schwachstromanlagen (7 300 000 Fr.), Generalunvor-

hergesehenes (7 400 000 Fr.) bei einem totalen Betrage von 136 000 000 Fr. Die direkten jährlichen Fahrdienstkosten (Personalausgaben, Materialverbrauch einschliesslich Betriebskraft, Unterhalt und Erneuerung des Rollmaterials und sonstige Ausgaben) betragen zusammen 15 080 000 Fr.; die indirekten Auslagen für Zins (4 %), Amortisation und Einlagen in den Erneuerungsfonds belaufen sich auf 6 490 560 Fr. Die Ergebnisse der Betriebsrechnung, bezogen auf die *tkm* des Anhängezugsgewichtes, ergeben dann für die totalen (direkten und indirekten) Fahrdienstkosten einen Betrag von 1,06 Cts. gegenüber 0,98 Cts. beim Dampfbetrieb von 1908. Das Ergebnis ist hier also ungünstiger als für den zukünftigen elektrischen Betrieb der Gotthardbahn. Einmal sind nämlich die Verhältnisse des Verkehrs und zum andern diejenigen der Kraftwerke beim S. B. B.-Kreis II wesentlich andere als bei der Gotthardbahn.

Die Kostenfrage erfährt daher auf Grund der Ergebnisse des Betriebsprojektes für den S. B. B.-Kreis II eine weniger günstige Beurteilung als auf Grund der Ergebnisse des Projektes für den zukünftigen elektrischen Betrieb der Gotthardbahn. Es lassen sich aber die finanziellen Resultate der beiden Projekte nicht ohne weiteres direkt vergleichen, auch nicht in den spezifischen Kosten der Einheit der Transportarbeit, weil jede Verkehrssteigerung auch unter Beibehaltung derselben Betriebsart eine Verminderung dieser spezifischen Kosten mit sich bringt. Auch erfordert die Geschwindigkeitssteigerung, die in allen Projekten für den zukünftigen Betrieb zugrunde gelegt wurde, eine vermehrte Energie, die auch bei beschleunigtem Dampfbetrieb geleistet werden müsste; gegenüber dem bisherigen Dampfbetrieb ist nun aber die angenommene Geschwindigkeitssteigerung des zukünftigen elektrischen Betriebes beim S. B. B.-Kreis II eine grössere, als bei der Gotthardbahn, sodass den Zahlen für die letztere bei einem Vergleich mit dem bisherigen Dampfbetrieb das grössere und massgebende Gewicht kommt. Für die abschliessende Beurteilung der Kostenfrage bei der G.-B. ist offenbar derjenige zukünftige Verkehr massgebend, der zur Zeit der Einführung des elektrischen Betriebes vorhanden sein dürfte und für den das auf Seite 238 und nebenstehend besprochene Projekt aufgestellt wurde. Nach demselben sind aber die Gesamtfahrdienstkosten für den angehängten *tkm* wesentlich niedriger beim elektrischen Bahnbetrieb als beim heutigen Dampfbetrieb, wobei noch die Vorteile der raschen Verkehrsabwicklung, der Rauchlosigkeit und der besseren Ausnutzung der Bahnanlagen beim elektrischen Betrieb hinzukommen.

Man kommt daher zum Schlusse:

Der elektrische Vollbahnbetrieb ist technisch zuverlässig und vollkommen befriedigend möglich.

Für die Verhältnisse der Schweizerischen Bundesbahnen, auch mit besonderer Berücksichtigung der Gotthardbahn, eignet sich am besten das Betriebssystem mit Einphasenstrom von ungefähr 15 Perioden und einer Fahrdrähtspannung von 15000 Volt, wobei diese Stromart zweckmässig direkt als solche im Wasserkraftwerk zu erzeugen und auf möglichste Verwendung von Werken mit Akkumulierfähigkeit zu sehen ist.

Die für diese Betriebsart durchgerechneten Projekte für den elektrischen Betrieb der Gotthardbahn zeigen, dass dieser für einen Verkehr, wie er bei der Einführung der Elektrifikation vorhanden sein wird, schon bei den gegenwärtigen Kohlenpreisen trotz Annahme wesentlich höherer Geschwindigkeiten erheblich billiger sein wird als der Dampfbetrieb, wozu die Vorteile der Rauchlosigkeit und der Möglichkeit besserer Ausnutzung der Bahnanlage hinzukommen.

3. Die Befriedigung des Kraftbedarfs für den hydroelektrischen Betrieb aller Schweizerbahnen.¹⁾

Nachdem die technische und wirtschaftliche Möglichkeit des elektrischen Betriebs der Schweizerbahnen nach allen Richtungen erschöpfend durch die Studienkommission behandelt und die Resultate durch Ausführungsprojekte erhärtet sind, erscheint es angezeigt, nun nochmals an Hand

¹⁾ Siehe «Wasserwirtschaftsplan der Oberhaslewerke», Bd. LIII S. 88.

¹⁾ Dieser Abschnitt ist der Mitteilung Nr. 4 in extenso entnommen.

der erzielten genaueren Resultate zu untersuchen, ob die früher¹⁾ an Hand des bestehenden Dampfbetriebes ermittelten Daten des Kraftbedarfs für den zukünftigen elektrischen Betrieb Änderungen erleiden und ob und wie es darnach möglich erscheint, den Betrieb durch geeignete Wasserkräfte auch für alle Zukunft zu sichern.

Die grösste bisher vorgekommene Steigerung der Verkehrsmengen gegenüber dem seinerzeit zugrunde gelegten Dampfbetrieb von 1904 weist die Gotthardbahn auf, und zwar in den Jahren 1907 und 1910 ziemlich übereinstimmend je 40 % mehr nützliche Transportarbeit, d. h. „angehängte“ Brutto-Tonnenkilometer. Das für die Gotthardbahn ausgearbeitete Projekt für elektrischen Betrieb sieht dagegen, wie ersichtlich, 85 % mehr angehängte Brutto-Tonnenkilometer vor als 1904. Um für die absehbare Zukunft sicher zu sein, wurde den neuen Ueberschlagsrechnungen jedoch rund 100 % Steigerung der angehängten Brutto-Tonnenkilometer, also eine Verdoppelung der Verkehrsmengen des Dampfbetriebes von 1904, und zwar für alle Schweizerbahnen, zugrunde gelegt. Die Ausführungsprojekte hatten dazu sehr eingehend berechnete Zahlen über die Triebmittelgewichte und den spezifischen Energiebedarf pro Brutto-Tonnenkilometer am Fahrdrat wie auch bei Kraftwerken geliefert, mit deren Hilfe sich der Arbeitsbedarf am Radumfang und an den Kraftwerken recht zuverlässig bestimmen liess. Ebenso gaben die Projekte genügende Uebersicht über die für die einzelnen Speisegebiete auftretenden Verhältnisse zwischen der maximalen und der mittlern Leistung, sodass die ersten sich ebenfalls feststellen liessen.

Die nachstehende Tabelle gibt die Resultate des Gesamtkraftbedarfs in runden Zahlen. Dabei wurde, lediglich um eine gewisse Uebersicht zu gewinnen, eine örtliche Verteilung nach den fünf Bundesbahnkreisen eingehalten; der Bedarf der Privatbahnen ist dabei dem desjenigen Kreises zugeschlagen, in oder bei dem sie sich befinden.

Geschätzt ist in der Tafel natürlich der (wie bereits erwähnt gegenüber 1904 im angehängten Gewicht verdoppelte) Verkehr.

Uebersicht über den ungefähren Kraftbedarf der Zukunft für den elektrischen Betrieb aller Bahnen der Schweiz und über den dafür angenommenen Verkehr.

Bundesbahnen und Privatbahnen im Gebiete des Kreises	Zukunftsverkehr in Millionen Brutto-Tonnen-kilometer (Gesamt-zugsgewicht) im Jahr	Ungefährer Kraftbedarf					
		am Radumfange		ab Turbinenwellen der Kraftwerke		Arbeit Millionen PSstd im Jahr	Leistung in PS
		mittlere	maximale	mittlere	maximale		
I	3 000	136	15 500	54 000	272	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	1280	146 000	464 000

Es würden demnach Wasserkräfte, die jährlich rund etwa 1200 bis 1300 Millionen Pferdekraftstunden ab Turbinen liefern können, und dabei für eine Maximalleistung von rund 500 000 Pferdestärken ab Turbinen ausgebaut sind, für den absehbaren Zukunftsbedarf aller Schweizerbahnen genügen. (Die früheren Untersuchungen, denen noch keine so genauen Ermittlungen, besonders über das Verhältnis der maximalen zur mittlern Leistung, zur Verfügung standen, hatten den Bedarf einer gleich grossen Maximalleistung schon für den bestehenden Betrieb vorausgesehen, und ungefähr 2/3 des nunmehr für die Zukunft ermittelten jährlichen Arbeitsbedarfs.)

Demgegenüber haben Studien über die Wasserkräfte, welche die Kommission durch Fachleute vornehmen liess, in kurzer Zeit eine Liste von ungefähr einem Dutzend geeigneter, heute noch freier oder bereits für die Bundes-

bahnen reservierter Wasserkräfte zutage gefördert, welche bei geeigneter Kombination rund 1800 Millionen Pferdekraftstunden per Jahr ab Turbinen liefern und dabei leicht auf rund 625 000 PS-Maximalleistung ausgebaut werden können.

Auch die genügende und wirtschaftliche Lieferung eigener hydraulischer Kraft für den elektrischen Betrieb aller Schweizerbahnen erscheint somit zweifellos möglich, wenn diese Kräfte dafür gesichert werden. Der Bedarf für die Industrie und die Beleuchtung wird daneben auch für alle absehbare Zukunft reichlich gedeckt werden können, da die Kräfte, die in jener, in kurzer Zeit und ohne besondere Schwierigkeit aufgestellten Liste Aufnahme fanden, nur einen nicht allzu grossen Teil der wirtschaftlich ausbeutbaren Wasserkräfte der Schweiz ausmachen. Es kann nicht Aufgabe der vorliegenden Publikation sein, auf Einzelheiten bezüglich der verfügbaren Kräfte einzugehen, doch dürfte die Mitteilung des Resultates genügen, dass nach dieser Richtung der Elektrifizierung aller Schweizerbahnen gar keine Bedenken gegenüberstehen.

Landhaus Debeuf in Founex bei Genf.

Architekt M. Braillard in Genf.
(Mit Tafel 57 und 58).

Das kleine freundliche Landhaus steht in ländlicher Umgebung bei Coppet, etwa 15 km nördlich von Genf, und blickt gegen Osten über den See; unser Bild zeigt den Zugang von der Westseite her. Ueber einem Bruchstein-Sockel in Kalkstein von Meillerie erhebt es sich in Form und Ausführung als schlichtes anspruchloses Giebelhaus, gelblich rauh verputzt mit rot gestrichenem Holzwerk und rotem Ziegeldach. Das Häuschen ist entsprechend den Bedürfnissen zweier Bewohner eingeteilt, wie den Grundrisse und dem Schnitt (Abb. 1) zu entnehmen. Eine hölzerne Veranda an der Südostecke vermittelt im Erdgeschoss den Uebergang aus der Halle, dem Hauptwohnraum, nach dem Garten. Das Obergeschoss enthält neben dem Schlafzimmer noch ein Bad- und ein Gastzimmer, das Untergeschoss ein Dienstbotenzimmer, dessen Anlage sich durch das nach vorn steil abfallende Gelände ermöglichte. Mit Zentralheizung und Warmwasserversorgung ausgestattet stellten sich die Baukosten auf rund 16 000 Fr.

Bezüglich der Farben des Innern (Tafel 58 und Abb. 2, S. 241) sei erwähnt, dass der Salon in Grün mit schwarzer Balkendecke, die Halle in Rot mit schwarzem Holzwerk

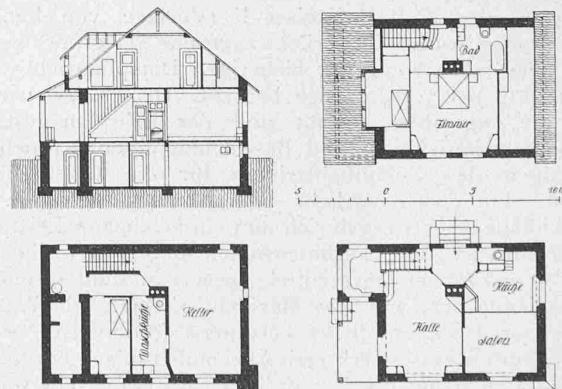


Abb. 1. Landhaus Debeuf. — Grundrisse und Schnitt 1:400.

und dunkelblauen Feldern zwischen den Deckenbalken gehalten ist; Auszierungen in Gelb, Blau und Rot erheben diesen Raum. Im Schlafzimmer ist Alles auf Gelb gestimmt. Es ist zu beachten, dass alle dekorativen Malereien das Werk des kunstfreudigen Bauherrn selbst sind, dessen besondere Wünsche wohl auch die etwas antikisierende Möblierung wie das im Fuss eines Wandschranks eingebaute Kamin (Abb. 2) zuzuschreiben sein wird.¹⁾

¹⁾ Mitteilung Nr. 1, Band XLIII, Seite 189.

¹⁾ Vergleiche: «Schweiz. Baukunst» vom 12. Juli d. J., S. 227 unten.