Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 33 (1942)

Heft: 6

Rubrik: Ehrung der Veteranen des elektrischen Vollbahnbetriebes am 14. Februar 1942

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: 07.08.2025

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

Ehrung der Veteranen des elektrischen Vollbahnbetriebes am 14. Februar 1942

Die Kreisdirektion III der Schweizerischen Bundesbahnen hatte den glücklichen Gedanken, die Einweihung des elektrischen Betriebes auf der berühmten Strecke Zürich-Oerlikon-Seebach-Wettingen zu einer Ehrung derjenigen auszugestalten, die seinerzeit, in den Jahren 1904...1909, mit kühner Unternehmungslust und mit Vertrauen in ihr Können diese Strecke in eigenen Kosten und auf eigene Gefahr elektrifizierten und das heutige Traktionssystem der SBB entwickelten und ausprobierten, und derjenigen, die im Rahmen der vom SEV im Jahre 1901 ins Leben gerufenen «Schweizerischen Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb» die technischen und wirtschaftlichen Fragen des elektrischen Vollbahnbetriebes gründlich, richtunggebend und abschliessend studierten.

Am Vorabend hielt Herr Ingenieur *A. Dudler*, Oberingenieur-Stellvertreter und Chef der elektrischen Anlagen des Kreises III der SBB vor der Gesellschaft der Ingenieure der SBB einen Vortrag «Seebach-Wettingen, die Wiege der Elektrifizierung der Schweiz. Bundesbahnen».

Am Festtag versammelten sich etwa 150 Teilnehmer, allen voran 21 Pioniere der Elektrifikation, zur Einweihungsfahrt Zürich-Seebach-Wettingen-Dietikon-Enge und anschliessend zum Festakt im Zürcher Kongresshaus.

Wir berichten im folgenden kurz über diese sinnreiche, würdige Einweihung.

Seebach-Wettingen, die Wiege der Elektrifizierung der SBB

Vortrag, gehalten am 13. Februar 1942 vor der Gesellschaft der Ingenieure der SBB, im Zunfthaus z. Saffran, Zürich,

von *A. Dudler*, Zürich

621.331 : 625.1(494)

Es wird die Entstehungsgeschichte der elektrischen Vollbahntraktion in der Schweiz dargelegt und besonders auf die Studien und Versuche zur Bahnelektrifizierung mit hochgespanntem Einphasen-Wechselstrom niedriger Frequenz auf der Strecke Seebach-Wettingen am Anfang dieses Jahrhunderts hingewiesen. Die Berechnungen und Annahmen der damaligen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb über die Entwicklung des schweizerischen Eisenbahnverkehrs werden mit den heutigen Verkehrsleistungen der elektrisch betriebenen Bundesbahnstrecken verglichen.

Le conférencier fait l'historique du développement de la traction électrique à voie normale en Suisse et mentionne notamment les études et les essais d'électrification des chemins de fer à l'aide du courant monophasé à haute tension et à basse fréquence, entrepris sur la ligne Seebach-Wettingen au début du siècle. Il compare ensuite les calculs et estimations de la Commission d'études pour la traction électrique au sujet du développement probable du trafic ferroviaire suisse, avec les prestations actuelles des lignes électrifiées du réseau des Chemins de fer fédéraux.

Bei den wiederholten Besichtigungen der im letzten Jahre im Gange befindlichen Elektrifizierungsarbeiten auf der historisch denkwürdigen Strecke Seebach-Wettingen stieg in mir oft ein Gefühl der Ehrfurcht vor denjenigen Männern auf, die vor 40 Jahren ein Samenkorn in den fruchtbaren Boden schweizerischen, technischen Schaffens gelegt hatten, das jetzt als ausgewachsener und mächtiger Baum vor uns steht und reiche Früchte trägt. Damit verbanden sich auch Erinnerungen an meinen ehemaligen, langjährigen Chef, Dr. Huber-Stockar, der mit seinen engsten Mitarbeitern, Dr. Behn-Eschenburg, Dr. Bitterli und Studer dem in der Elektrotechnik als Grosstat zu wertenden ersten betriebsmässigen Versuch der Einphasen-Wechselstrom-Traktion auf dem Netz der SBB zu Gevatter stand. Wie bekannt, ist dieses Traktionssystem bei allen Hauptbahnen der Schweiz, wie auch bei den Staatsbahnen in Schweden, Norwegen, Deutschland und Oesterreich später zur Anwendung gelangt.

Es ist ein Gebot der Dankbarkeit, wenn wir uns heute, am Tage der Wiederkehr der Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der genannten Strecke, zusammenfinden, um im technischen Kreise einen Rückblick auf die Entstehungsgeschichte der schweizerischen elektrischen Vollbahntraktion zu werfen und bei diesem Anlass jener Kollegen gedenken, die sich in zähem Ringen um die Gestaltung eines für unser Land technisch wie volkswirtschaftlich gleich wichtigen Werkes bemühten. Wir werden uns dabei auch Rechenschaft über dessen Entwicklung bis zur Gegenwart geben.

Nachdem ich zu jener Zeit selbst noch im Jünglingsalter stand, kann ich nicht aus dem Born eigener Erfahrungen schöpfen. Meine Ausführungen stützen sich deshalb in erster Linie auf die damaligen umfangreichen Veröffentlichungen, in denen die bedeutsamen Ergebnisse jenes Versuchsbetriebes in der Fachpresse, vor allem in der Schweizerischen Bauzeitung, gewürdigt wurden, ferner auf die zahlreichen Publikationen der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, deren rege Tätigkeit in die nämliche Zeitepoche zurückreicht.

Es ist der privaten Initiative der Maschinenfabrik Oerlikon zu verdanken, dass die praktische Durchführung der elektrischen Traktion auf dem Netz der SBB bereits im Jahre 1901, also zu einem Zeitpunkte, in welchem nur vereinzelte kleinere Privatbahnen sich der Elektrizität für Traktionszwecke bedienten, an die Hand genommen wurde. Einzig die seit 1899 mit Drehstrom von 750 V, 40 Hz, betriebene Burgdorf-Thun-Bahn verfügte über ein Netz, das dem Charakter einer Vollbahn einigermassen entsprach.

Am 27. Februar 1902 hat E. Huber-Stockar, der damalige Direktor der MFO und spätere hochverdiente Leiter der Elektrifizierungsarbeiten der SBB, in einem Vortrag über die «Elektrische Traktion auf normalen Eisenbahnen» im Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein einer für die Fachwelt des In- und Auslandes noch nicht bekannten Auffassung erstmals Ausdruck gegeben, dass die elektrische Traktion, wenn sie Aussicht auf allgemeine Anwen-

dung im Vollbahnbetrieb haben wolle, wenigstens die Leistungen des Dampfbetriebes erfüllen müsse, und dass dies bei Bahnen von nur einiger Ausdehnung und bei Bergbahnen, z. B. die Gotthardbahn, insbesondere nur durch Verwendung einpoliger

Dr. h. c. Emil Huber-Stockar
1865—1939

Fahrleitungen mit hochgespanntem Wechselstrom von ca. 15 000 V bei einer Frequenz von rund 15/s geschehen könne.

Die MFO machte, gestützt auf ihre Vorarbeiten, zu gleicher Zeit der Generaldirektion der SBB den Vorschlag, die Elektrifizierung der wenig frequentierten Bahnlinie Seebach-Wettingen in eigenen Kosten und auf eigene Gefahr durchzuführen, um dadurch die elektrische Traktion betriebsmässig zu erproben und studieren zu können. Nach Erteilung der generellen Zustimmung durch den Verwaltungsrat der SBB führten die Organe der MFO die ersten Fahrversuche auf dem 700 m langen Verbindungsgeleise zwischen der Station Seebach und dem Fabrikareal mit einer Umformerlokomotive von 300 kW Leistung der beiden Triebmotoren durch.

Bevor die neuartige elektrische Betriebsart jedoch auf der eigentlichen, der Oeffentlichkeit zugänglichen Bahnanlage eingeführt werden durfte, musste die Zustimmung des Eidg. Eisenbahndepartementes eingeholt werden, das seinerseits auf eine Begutachtung durch die «Eidg. Kommission für elektrische Anlagen» abstellte, da die vorgeschlagenen Anlagen mit den bestehenden Vorschriften im Widerspruch standen. Insbesondere hatte sich diese Instanz über die Höhenlage der Fahrleitung bei Strassenkreuzungen, über die Anwendung von Einfach-Isolation statt Doppel-Isolation und die Zulässigkeit der hohen Fahrdrahtspannung von 15 000 V auszusprechen.

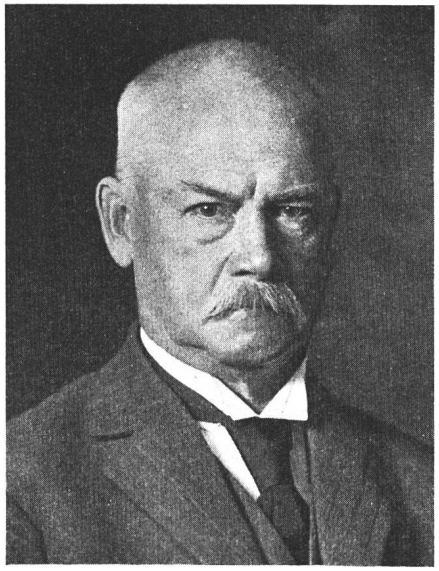
Die Kommission, der auch Prof. Wyssling, unser Altmeister der schweizerischen Elektrotechnik, angehörte, trat am 13. Februar 1904 unter dem Vorsitz von Ständerat Geel zusammen und verband damit einen Augenschein des erwähnten elektrischen Versuchsbetriebes auf dem Industriegeleise der MFO.

Ich möchte aus dem im Protokoll dieser Sitzung festgehaltenen Plädoyer von Huber einige Stellen zitieren, die beweisen, wie er als Maschinenkonstrukteur und Grossindustrieller — er war nicht Eisenbahnfachmann — eine Entwicklung im Eisenbahnverkehr damals schon voraussah, die teilweise viel später erst eingesetzt hat. Er führte aus:

«Die Auflösung der zur Zeit geführten Züge in kleinere Zugseinheiten oder einzelne Fahrzeuge kann, wenigstens für den Güterverkehr und für den Verkehr der internationalen Züge, wohl kaum je akzeptiert werden. Im Gegenteil, der Tendenz, diese Züge noch schwerer zu machen, kann nicht widerstrebt werden, da ja doch lediglich auf diese Weise die Leistung stark besetzter Linien noch weiter gesteigert werden kann. Nur für den Verkehr mit mehr lokalem Charakter, als Ersatz für die dem Personentransport so schlecht dienenden gemischten Züge, scheint ein Dienst von leichten Zügen oder einzelnen Selbstfahrern zwischen den Kursen der eigentlichen Züge ein wirkliches und erfüllbares Bedürfnis zu sein.

Die Anwendung sehr hoher Spannungen der Fahrdrahtleitung, die vorgeschlagene neue Bauart der Fahrleitung und des Stromabnehmers sollen es ermöglichen, ohne unwirtschaftlichen Aufwand an Leitungsmaterial und Zwischenanlagen sowohl Einzelfahrzeuge und kleine Züge als auch die schwersten zur Zeit verkehrenden Eisenbahnzüge zu bewegen. Sie soll es also möglich machen, die Vorteile der elektrischen Traktion auf den jetzigen Eisenbahnbetrieb durch den einfachen Ersatz des Dampfes durch Elektrizität zu übertragen und die Ergänzung desselben im Sinne rascher Personenbeförderung im Lokalverkehr anzubahnen.»

Die Kommission für elektrische Anlagen befürwortete auf Grund der Darlegungen Hubers den in Aussicht genommenen elektrischen Versuchsbetrieb. Damit war der Weg frei; die MFO rüstete die erste Teilstrecke Seebach-Affoltern aus und die regel-



Dr. phil. Hans Behn-Eschenburg
1864—1938

mässigen Probefahrten, vorläufig noch unabhängig von den fahrplanmässigen Zügen, nahmen am 16. Januar 1905 ihren Anfang unter Verwendung der Umformerlokomotive.

Von weittragender Bedeutung war eine in die Jahre 1903/04 fallende Erfindung von Dr. Behn-

Eschenburg, dem damaligen Chefelektriker der MFO. Es gelang ihm, einen Einphasen-Reihen-

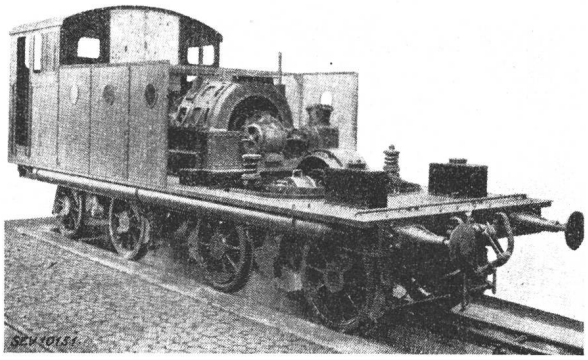


Fig. 1.
Lokomotive Nr. 1 als Umformerlokomotive (abgedeckt und ohne Transformatoren).

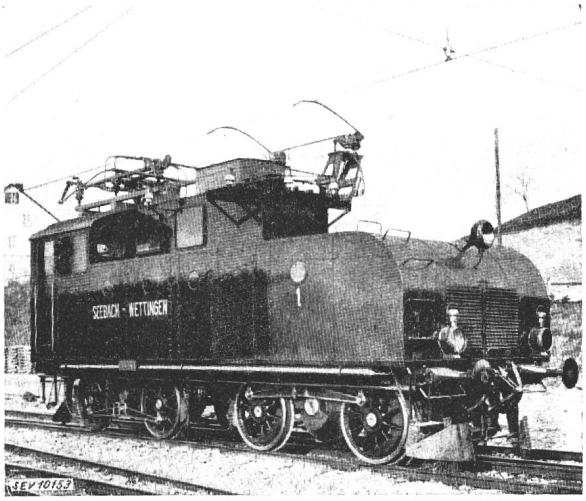


Fig. 2.
Lokomotive Nr. 1, als Wechselstrom-Lokomotive umgebaut («Glätteisen»).

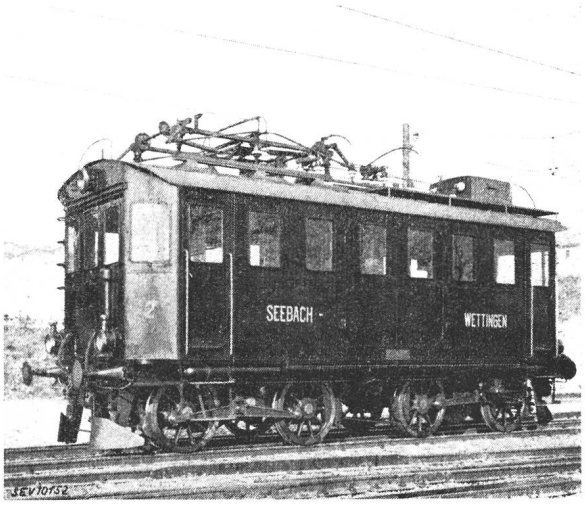


Fig. 3.
Lokomotive Nr. 2, die erste Einphasen-Wechselstrom-Lokomotive, («Marianne»).

Kollektor-Motor grösserer Leistung mit phasenverschobenem Hilfsfeld zu entwickeln, bei welchem die bisherigen grossen Schwierigkeiten in der Kommutierung dahinfielen. Diese Lösung brachte einen durchschlagenden Erfolg. Sie eröffnete die Mög-

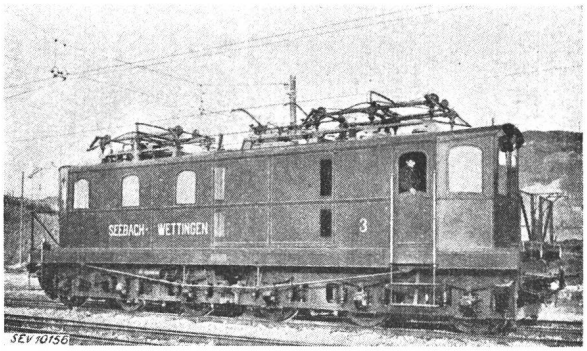


Fig. 4.
Lokomotive Nr. 3.

lichkeit des Baues von Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven, wodurch eine Umformung auf der Lokomotive in Wegfall kommen konnte.

Bereits am 11. November 1905 wurde die erste derartige Maschine, ausgerüstet mit zwei Motoren zu 180 kW, Fahrgeschwindigkeit normal 40, maximal 60 km/h und einem Gewicht von 42 t, in den Dienst gestellt. Die MFO entschloss sich im Anschluss daran, die Umformerlokomotive in ähnlicher Weise umzubauen.

Als weiterer Fortschritt ist die Anwendung einer Frequenz von 15/s statt ursprünglich 50/s zu nennen, eine Neuerung, die eine Verminderung des Spannungsabfalles in den der Stromrückleitung dienenden Schienen zur Folge hatte.

Mitverursacht wurde die Herabsetzung der Frequenz durch die schon beim Betrieb mit der Umformerlokomotive festgestellten erheblich störenden Einflüsse des elektrischen Bahnbetriebes auf die längs des Bahnkörpers verlaufenden Schwach-

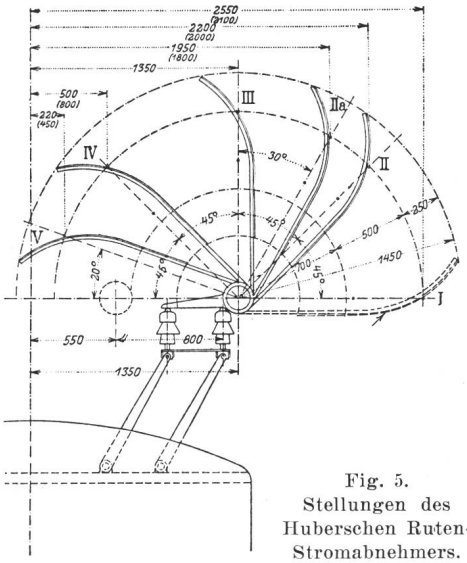
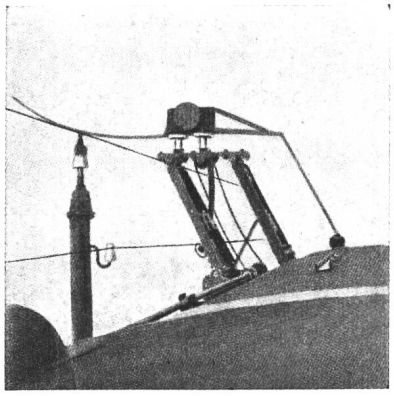
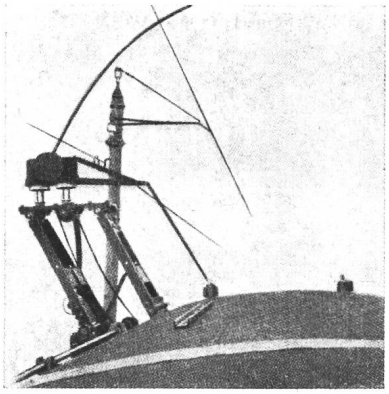


Fig. 5.
Stellungen des Huberschen Ruten-Stromabnehmers.

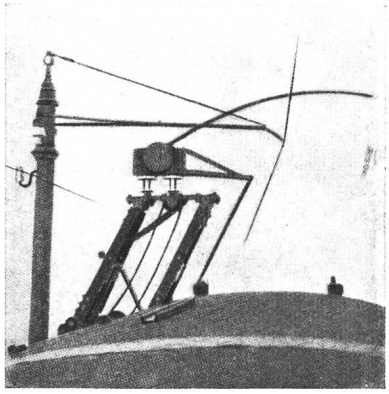
stromleitungen. Das Gestänge war für 28 Drähte ausgebaut, welche der Bahnverwaltung, grösstenteils aber dem interurbanen Telephon- und Tele-



Auf offener Strecke.



Uebergangsstellung.



Auf Stationen und in Tunnels.

Fig. 6.
Stellungen des Huberschen Ruten-Stromabnehmers.

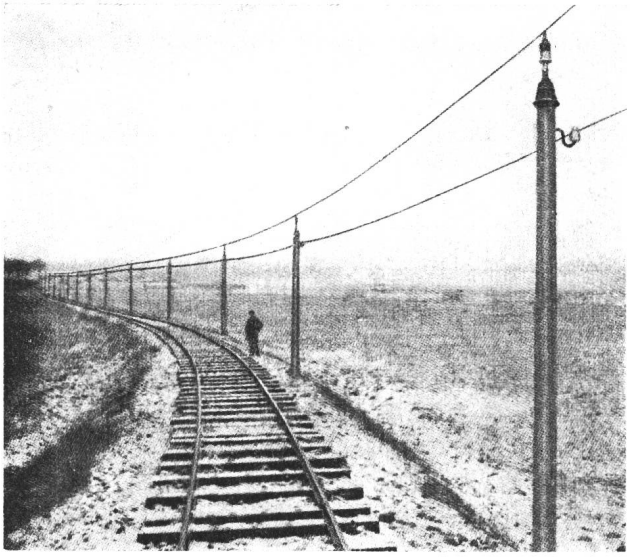


Fig. 7.
Rutenfahrleitung auf offener Strecke.

graphenverkehr der Eidg. Telegraphenverwaltung dienten.

Wiederum war es Behn-Eschenburg, wohl einer der erfolgreichsten Konstrukteure der schweizerischen Maschinen- und Elektro-Industrie überhaupt, dem es gelang, durch unermüdliche Forschertätigkeit im Verein mit der PTT auch diese Schwierigkeiten zu überwinden. Die Abhilfe bestand in der zeitraubenden konstruktiven Aenderung der Generatoren der Umformerstation wie auch der Lokomotivmotoren.

Die Linien-Ausrüstung wurde inzwischen bis Regensdorf ausgedehnt, so dass ab 2. Juni 1906 die täglichen Versuchsfahrten zwischen Seebach und dieser Station, d. h. auf einer Streckenlänge von 6,2 km, stattfinden konnten.

Die bedeutenden bisherigen finanziellen Aufwendungen, wie auch das Bestreben, den Versuchsbetrieb auf möglichst breiter Basis durchzuführen, bewogen zu jener Zeit die MFO, auf ein Anerbieten der Siemens-Schuckert-Werke, sich an den Versuchen ebenfalls zu beteiligen, einzutreten.

Diese Firma, die in der Einphasentraktion ebenfalls bereits Erfolge im Ausland aufwies, übernahm die Ausrüstung der Strecke Regensdorf-Wettingen mit der Bügelleitung mit Vielfachaufhängung, welche Ausführung auch heute, abgesehen von einigen konstruktiven Verschiedenheiten, bei der Vollbahntraktion überall allgemein angewendet wird. Ferner stellte sie eine dritte Lokomotive von 650 kW Stundenleistung zur Verfügung.

Am 1. Dezember 1907 war es so weit, dass die MFO nach einem bereits früher abgeschlossenen Vertrag mit der SBB den regulären Zugsbetrieb auf der ganzen Strecke Seebach-Wettingen aufnehmen konnte. Die technische Leitung dieses Zugsbetriebes lag in den Händen von Ingenieur Lang [1]). Die beiden Lokomotiven Nr. 1 und 2 stehen heute noch im Dienst; die erste besorgt den Rangierdienst auf dem Bahnhof Herisau, Nr. 2 versieht normalen Streckendienst auf der Sensetalbahn. Wir hätten den morgigen Festzug gerne mit diesen beiden Maschinen als Repräsentanten der damaligen Zeit geführt. Leider verfügen sie nicht über eine ausreichende Heizleistung für den Zug. Meine Herren

[1]) Ingenieur Lang nahm als Veteran an den Einweihungsfeierlichkeiten teil und wohnte auch dem Vortrag bei; die historischen Reminiszenzen, die er erzählte, sind im Anschluss an diesen Vortrag veröffentlicht.

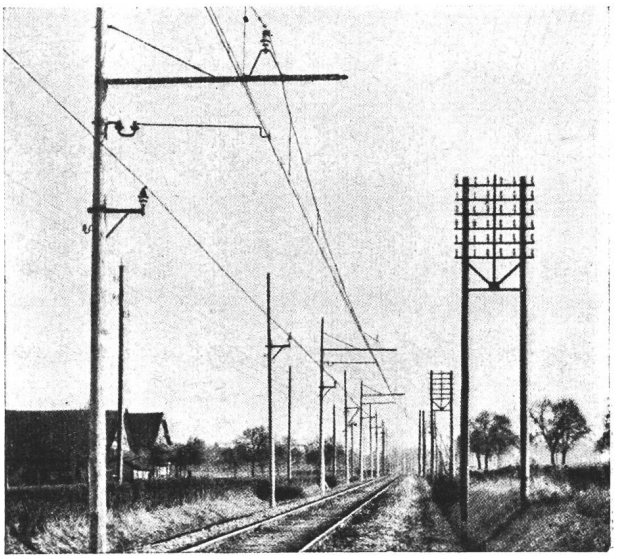


Fig. 8.
Parallelführung von Ruten- und Bügelfahrleitung und Schwachstromgestänge.

Veteranen! Wir hätten es doch nicht verantworten können, Sie ein zweites Mal frieren zu lassen, denn zweifellos wäre dabei in Ihrem Innern eine alte, nicht ganz unberechtigte Erinnerung wachgerufen worden, von den Bundesbahnen schon einmal «kalt» behandelt worden zu sein.

In der 17 Monate umfassenden Versuchsperiode mit der Führung des gesamten fahrplanmässigen Zugsverkehrs ist die elektrische Betriebsweise in allen Belangen eingehend erprobt worden. Es wurde damit anhand reicher Erfahrungen der einwandfreie Beweis erbracht, dass ein elektrischer Vollbahnbetrieb in der angewendeten Form technisch und wirtschaftlich möglich sei.

In diesem Zeitabschnitt sind total rund 16 700 000 Brutto-Tonnenkilometer mit 129 000 Zugs-km bei einem mittleren Bruttozugsgewicht von 128 t gefahren worden. Der Verbrauch an Einphasenstrom ab Umformeranlage Oerlikon betrug gesamthaft 510 900 kWh, was einem spezifischen Verbrauch von 30,5 Wh/Br.-tkm entspricht.

Die Generaldirektion der SBB schloss sich dem allgemeinen günstigen Urteil ebenfalls an. Sie schrieb in ihrem Bericht an den Verwaltungsrat:

«Nach Ablauf dieses Betriebsjahres kann gesagt werden, dass sich das Traktions-System bewährt hat und die Maschinenfabrik Oerlikon grosse Anerkennung für ihre Leistungen verdient. Die durchgeführten Versuche haben einen grundlegenden Charakter; sie haben viel zur Abklärung der elektrischen Traktionsfragen beigetragen, wie das rege Interesse beweist, das die Fachwelt des In- und Auslandes dem Versuchsbetrieb entgegenbrachte. Es ist jedenfalls zu einem grossen Teil den Arbeiten der Maschinenfabrik Oerlikon zuzuschreiben, dass man sich in neuerer Zeit immer mehr der Ansicht zuneigt, dass der einphasige Wechselstrom mit hoher Spannung und niedriger Periodenzahl die gegebene Energieform für die elektrische Traktion bei Normalbahnen darstelle.»

Trotzdem traten die SBB auf die von der MFO vorgeschlagene Abtretung der festen und mobilen Anlagen des elektrischen Betriebes Seebach-Wettingen zum Kaufpreis von 366 000 Franken, welchem Aufwendungen der genannten Firma im Betrage von 1 300 000 Fr. gegenüberstanden, nicht ein und begründeten ihre Haltung mit der sich für den elektrischen Betrieb ergebenden jährlichen Mehrbelastung von zirka 70 000 Fr. gegenüber dem Dampfbetrieb. Ferner wiesen sie darauf hin, dass sich diese Strecke für die wünschbare Fortsetzung der Versuche mit schweren Lokomotiven und grossen Geschwindigkeiten ohne die grosse Kosten verursachende Verstärkung des Unter- und Oberbaues des Geleises nicht eigne und dass deshalb die Weiterführung des elektrischen Betriebes namentlich bei der damaligen finanziellen Lage der SBB nicht gerechtfertigt sei. Der MFO ist dann eine verhältnismässig bescheidene Entschädigung für ihre Auslagen bezahlt worden.

Vom 4. Juli 1909 an legten sich die den Dampflokomotiven entsteigenden Rauchwolken wieder triumphierend über die weite Fläche des Tales; der elektrische Versuchsbetrieb Seebach-Wettingen war geschichtliche Vergangenheit geworden und dessen Anlagen wurden abgebrochen.

Die Einstellung der elektrischen Zugförderung auf dieser Strecke wurde in Fachkreisen wie auch in der Oeffentlichkeit vielfach kritisiert, sie schmälert indessen den hervorragenden technischen und wirtschaftlichen Erfolg, der auch für die Entwicklung der Elektrifizierung im Ausland von grosser Bedeutung war, in keiner Weise.

Wenn ich des weitern Verlaufes der historischen Entwicklung der Elektrifikation der Schweizerischen Eisenbahnen mit einigen Worten gedenken soll, so nimmt die auf Beginn der Weltausstellung in Mailand von Brown Boveri durchgeführte elektrische Traktion im Simplontunnel mit Dreiphasenstrom von 3300 V, $16^2/_3$ Hz, ebenfalls einen Ehrenplatz ein.

Das Verdienst, die Elektrifizierung auf einer schweizerischen Vollbahn mit schwerem Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom zuerst in die Tat umgesetzt zu haben, kommt der Lötschbergbahn zu, welche unter der technischen Leitung des auch in der «Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb» sehr tätigen Ingenieurs Thormann, Bern, im Mai 1911 mit Spiez-Frutigen, unter Verwendung einer Lokomotive von 1500 kW Leistung, den Anfang machte.

Ihr folgte im Jahre 1913 die Rhätische Bahn mit ihren Engadiner Linien.

Die SBB zögerten während längerer Zeit aus verschiedenen Gründen mit der Anwendung der neuen Traktionsart, welche Zurückhaltung in der Fachwelt und in der Oeffentlichkeit vielfach kritisiert wurde. Wenn wir von der Linie Bern-Thun absehen, begann der Siegeslauf der Elektrifizierung auf unserem Netz im Jahre 1920 mit dem ersten Teilstück auf der Gotthardlinie, speziell unter dem Druck der durch die Kohlennot hervorgerufenen prekären Lage. Es darf aber hervorgehoben werden, dass von diesem Zeitpunkt an in einem auch im Ausland nirgends erreichten Tempo und, wie von bahnfremden Fachkreisen anerkannt wird, mit einem beispiellos bescheidenen organisatorischen Aufwand die Projektierung und der Ausbau der Elektrifizierung auf dem verkehrsdichten Hauptnetz mustergültig durchgeführt worden ist. Ein besonderes Lob verdienen dabei auch die grossen Anstrengungen und Leistungen der verschiedensten daran beteiligten Unternehmungen, namentlich diejenigen der Maschinen- und Elektro-Industrie, die ihre wertvollen schöpferischen Fähigkeiten im Dienst einer grossen Sache voll entfalten konnten.

Eingangs meines Vortrages habe ich bereits auf die «*Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb*» hingewiesen, die ebenfalls beanspruchen darf, durch ihre umfassende Tätigkeit zur Klarstellung der technischen und wirtschaftlichen Belange der Elektrifizierung der Bahnen Pionierarbeit geleistet zu haben.

Bei der Schilderung der Arbeiten dieser Kommission halte ich mich am besten an die Ausführungen von Prof. Wyssling, der als damaliger Generalsekretär und Leiter der Studienarbeiten der kompetenteste Gewährsmann ist. Er führt im Sonderbericht an die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen über die «Elektrifizierung der Schweizerischen Bahnen mit besonderer Be-

rücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn vom Mai 1912» darüber folgendes aus:

«In der Generalversammlung des Schweiz. Elektrotechn. Vereins im Oktober 1901 beantragte Dr. Tissot, die Frage der Elektrifizierung unserer Normalbahnen zu studieren; er wurde zu diesem Vorschlag durch die in unseren Nachbarländern in dieser Hinsicht gemachten Vorarbeiten angeregt und liess sich hauptsächlich von der Notwendigkeit leiten, unser Land von den kohlenproduzierenden Ländern unabhängiger zu machen und der schweizerischen elektrotechnischen Industrie ein neues Arbeitsfeld zu eröffnen. Auch Prof. Wyssling hatte im Jury-Bericht der Pariser Ausstellung von 1900 diese Frage aufgeworfen. Zum Studium derselben wurden die interessierten Kreise gesammelt und zunächst ein provisorisches Komitee gebildet, dem namentlich die schweizerischen Konstruktionsfirmen angehörten und dem es gelang, nach längeren Verhandlungen mit den Schweizerischen Bundesbahnen im Mai 1904 unter Beteiligung der letzteren und des Eidg. Eisenbahndepartementes die «Schweiz. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb» zu gründen. Die finanzielle Grundlage bildeten jährliche Beiträge der Mitglieder, hauptsächlich des Eisenbahndepartementes, der Bundesbahnen und der Konstruktionsfirmen sowie von Berufsverbänden, Privatbahnen, grösseren Kraftwerken und Bankunternehmungen.

Die Studienkommission stellte sich zur Aufgabe, die technischen und finanziellen Grundlagen für die Einführung des elektrischen Betriebes auf den schweizerischen Eisenbahnen zu studieren und abzuklären. Die Aufgabe war eine sehr komplexe, denn die Elektrifizierung bezweckte in der Schweiz nicht, wie in den meisten andern Ländern, in der Hauptsache rein technische Verbesserungen, etwa die Möglichkeit eines gesteigerten Verkehrs, grössere Geschwindigkeiten, Vermeidung des Rauches usw., sondern die Verwertung der nationalen Wasserkräfte an Stelle der ausländischen Kohle und, wenn möglich, eine Verbilligung des Betriebes. Deshalb handelte es sich neben der Untersuchung des rein technischen Genügens und der Systemfrage um die Aufstellung genauer Betriebsprojekte zur Beantwortung der Frage nach den Kosten und der Kraftbeschaffung. Demgemäss wurde das reichhaltige Arbeitsprogramm der Kommission aufgestellt.

Seit dem Frühling 1905 gelangten die Originalarbeiten der Kommission, welche alle Einzelfragen eingehend behandelten, mit ungefähr 1500 Folioseiten sukzessive in die Hände der Mitglieder. Insbesondere wurde der für die Vorbereitung der Elektrifizierung wichtigste Bericht über den mutmasslichen Kraftbedarf im März 1905 erstattet, so dass von diesem Augenblick an zu übersehen war, in welcher Stärke und von welcher Art Wasserkräfte für den Betrieb der Schweizer Bahnen zu reservieren seien.

Mit den im Jahre 1909 abgelieferten Berichten ward die Systemfrage in technischer und wirtschaftlicher Beziehung entscheidend erörtert. Gerade in diesen Studienjahren hat sich übrigens die Systemfrage durch die erfolgte Entwicklung der Technik derart abgeklärt, dass heute mit viel grösserer Sicherheit geurteilt werden kann, als dies anfänglich hätte geschehen können. Die Darlegung und Entwicklung der Anschauungen über die Systemfragen und über die betriebsorganisatorischen Massnahmen für die Elektrifizierung, wie sie in den zahlreichen Verhandlungen der Subkommissionen während der Studienjahre vorkamen, hat auch ohne Zweifel den daran teilnehmenden, ausübenden technischen Beamten der Bundesbahnen wertvolle Einblicke in die Einzelheiten der neuen Traktionsart gebracht.

An dieser Stelle sei nicht unterlassen, die Mitarbeiter der Studienkommission zu nennen, die sich mit besonderen Arbeiten für dieselbe befassten: Die hauptsächlichsten anfänglichen Studien und die ersten Ausführungsprojekte besorgte Ing. Thormann, Bern, der später durch Prof. Dr. Kummer, Zürich, abgelöst wurde. Eine Anzahl Arbeiten führte Ingenieur Weber-Sahli, Biel, aus; wasserwirtschaftliche und hydraulische Arbeiten lieferte Ing. Affeltranger vom Hause Locher & Co., Zürich, unter Mitwirkung der Firmen Gebr. Sulzer und Rieter & Co., Winterthur; einige Angaben über Wasserkräfte Dr. Epper, Bern. Den elektrischen Teil der neueren Projekte (exklusive Rollmaterial und Schwachstromanlagen) bearbeitete das Ingenieurbureau Strelin, Zürich.

Zusammenstellungen bahntechnischer Grundlagen verdanken wir Obermaschineningenieur Keller, Bern, Direktor Baldinger, Basel, und den Obermaschineningenieuren Meyer, Luzern, und v. Waldkirch, Basel; für die Hauptberichte verwendete Sonderstudien lieferten ausser den Genannten die Ingenieure Egg, Huber-Stockar, Thomann sowie die Firmen Brown, Boveri, Maschinenfabrik Oerlikon und Elektrizitätsgesellschaft Alioth. Einzelne Untersuchungen besorgten auch die Ingenieure Eckinger, Dornach, Reverdin, Genf, und Dr. Blattner, Burgdorf. Vom Kreispersonal der Bundesbahnen V und II bearbeiteten Statistisches und Fahrplantechnisches Adjunkt Müller und Ing. Hunziker, Basel, und Techniker Brügger, Luzern. Die Grundlagen der Projekte für den Umbau der Schwachstromanlagen besorgte die Eidg. Obertelegraphendirektion und die Obertelegrapheninspektion der SBB.»

Soweit Prof. Wyssling.

Zur Systemfrage möchte ich noch darauf hinweisen, dass von der Studienkommission die drei Betriebsarten:

Einphasen-Wechselstrom	15 000 V	15 Hz
Dreiphasen-Wechselstrom	5 000 V	15 Hz
Gleichstrom	3 000 V	

in den Kreis der Untersuchungen einbezogen worden waren.

Doch hat die Kommission schliesslich mehrheitlich auf Grund ihrer vielseitigen, mit grosser Sorgfalt durchgeführten Studien die eindeutige und sichere Ueberlegenheit sowohl bezüglich der technischen Eigenschaften als auch bezüglich der Kosten dem *Einphasen-Wechselstrom-System von 15 000 V und ca. 15 Hz* zuerkannt.

Es ist nicht zu verkennen, dass die anlässlich des Versuchsbetriebes Seebach-Wettingen mit diesem System auf breiter Grundlage gefundenen günstigen Ergebnisse der Kommission als wertvolle Unterlagen dienten.

Mit dem Jahre 1911 hatte die Kommission ihre eigentliche Tätigkeit beendet.

Im Mai 1912 erstattete die Studienkommission der Generaldirektion der SBB auf deren Wunsch den ausführlichen Bericht «Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bahnen mit besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn», dessen Schluss lautet:

«Der elektrische Vollbahnbetrieb ist technisch zuverlässig und vollkommen befriedigend möglich. Für die Verhältnisse der SBB, auch mit besonderer Berücksichtigung der Gotthardbahn, eignet sich am besten das Betriebssystem mit Einphasenstrom von ungefähr 15 Perioden und einer Fahrdrahtspannung von etwa 15 000 Volt, wobei diese Stromart zweckmässig direkt als solche in Wasserkraftwerken 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 nach der Elektrifizierung vorhanden sein wird, schon bei den gegenwärtigen Kohlenpreisen trotz Annahme wesentlich grösserer Geschwindigkeiten erheblich billiger sein wird als der Dampfbetrieb, wozu die Vorteile der Rauchlosigkeit und der Möglichkeit besserer Ausnützung der Bahnanlage hinzukommen.»

Ende 1915 wurde die Systemfrage noch einmal aufgerollt, doch bestand keine Veranlassung, auf frühere Beschlüsse zurückzukommen.

Am 8. Juli 1916 fand die Liquidationssitzung der Studienkommission in Brig statt. Laut Protokoll waren im Verlaufe der Jahre gegen 200 000 Fr. Mitgliederbeiträge gezeichnet worden; ein Kassasaldo von 6000 Fr. wurde dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein zur Förderung technisch-wirtschaftlich-wissenschaftlicher Zwecke übergeben.

Die SBB errichteten bereits 1907 beim Baudepartement der Generaldirektion ein besonderes Bureau für elektrischen Bahnbetrieb, das 1911 zur Abteilung für Elektrifizierung mit E. Huber-Stockar als Leiter erweitert wurde. Diesen Dienststellen fiel zunächst die Aufgabe zu, die Energieversorgung eines umfassenden elektrischen Betriebes zu studieren, Projekte über die Ausnützung geeigneter grösserer Wasserkräfte auszuführen und die Erwerbung von Wasserrechtskonzessionen technisch vorzubereiten. Die nächste Hauptaufgabe der neugegründeten Abteilung war, die bereits in Aussicht genommene Elektrifizierung der Strecke Erstfeld-Bellinzona der Gotthardbahn endgültig zu projektieren. Der Baukredit von rund 39 000 000 Fr. für die festen Anlagen dieser Strecke wurde am 23. November 1913 vom Verwaltungsrat genehmigt. Der Weltkrieg vereitelte die Aufnahme der Ausführungsarbeiten bis im Mai 1916. Die Linie Erstfeld-Bellinzona wurde am 29. Mai 1921 dem elektrischen Betrieb übergeben. Der Krieg hatte gelehrt, dass die Elektrifizierung der Schweizerischen Eisenbahnen überhaupt ein volkswirtschaftliches und nationales Problem sei. Im Jahre 1918 entstand in der Schweiz eine eigentliche Kohlennot, die zu einer starken Einschränkung der Fahrleistungen der Bahnen zwang und die Betriebskosten empfindlich vergrösserte. Unter dem Druck dieser Umstände stellten die SBB ein Programm auf, das die Elektrifizierung ihres ganzen Netzes innert 30 Jahren vorsah. Im Jahre 1923 wurde von den eidgenössischen Räten die Beschleunigung der Elektrifizierung und Fertigstellung aller Hauptlinien bis Ende 1928 zum Beschluss erhoben. Dadurch sollte der an Beschäftigungsmangel leidenden Industrie geholfen werden.

So erstand unter dem Druck der Verhältnisse das grosse Werk dank energischer Leitung in einem beispiellos raschen Tempo; das beschleunigte Programm wurde genau eingehalten, die ursprünglich veranschlagten Gesamtkosten wurden bedeutend unterschritten. In Ausführung eines 2. und 3. Elektrifizierungsprogramms sind seither weitere Linien auf den elektrischen Betrieb umgestellt worden. Auf den prozentualen Netzumfang bezogen, ist in keinem andern Land die Umstellung so weit fortgeschritten wie in der Schweiz (gegenwärtig 2150 km entsprechend 74,4 % des ganzen Netzes).

Meine Ausführungen zur Würdigung der ersten Entwicklungsperiode der Bahnelektrifizierung wären unvollständig, wenn ich nicht den Versuch machen würde, soweit ein solcher überhaupt möglich und zulässig ist, die damaligen Annahmen der Studienkommission über den zukünftigen elektrischen Betrieb der schweizerischen Bahnen mit dem in den letzten Jahren tatsächlich vorhandenen elektrischen Betrieb der SBB zu vergleichen.

Dabei muss man sich allerdings darüber klar sein, dass einerseits die Voraussetzungen für die beiden verglichenen Netze zum Teil nicht die nämlichen sind und sich anderseits die Verhältnisse in den inzwischen verflossenen 30 Jahren in mancher Beziehung in damals nicht voraussehbarer Weise völlig verändert haben. Es kann hier bei der Gegenüberstellung der einzelnen Vergleichswerte nur kurz darauf eingetreten werden.

In der Tabelle I sind die Daten für den *zukünftigen elektrischen Betrieb der 1904 mit Dampf betriebenen schweizerischen Bahnen mit denen des SBB-Netzes der letzten Zeit* in Vergleich gezogen.

Elektrifizierung der Schweizerischen Dampfbahnen. Tabelle I.

	Annahmen der Studienkommission über zukünftigen elektrischen Betrieb	Elektrischer Betrieb der SBB			
		1938		1940	
	(Sonderbericht Mai 1912)	(norm. Verkehr)	%	(max. Verkehr)	%
Jährliche Verkehrsleistungen					
10^9 Br.tkm (*ohne* Triebfahrz.-Gew.)	—	10,94	100	12,72	100
10^9 Gesamt-Br.tkm (*mit* Triebfahrz.-Gew.)	14,2[1])	15,58	142,4	17,53	137,7
Leistungs- und Energiebedarf					
Verfügbare installierte Leistung ab Turbinenwelle . . kW	—	295 000		295 000	
Leistung ab Turbinenwelle in kW { maximal	340 000	183 000		179 000	
Leistung ab Turbinenwelle in kW { Jahresdurchschnitt	107 000	76 000		88 000	
Durchschnittlicher Schwankungsfaktor	1 : 3,2	1 : 2,42		1 : 2,03	
Jährlicher Energiebedarf ab Generator . . . . . 10^6 kWh	809	615		718	
Jährlicher Energiebedarf ab Unterwerk . . . . . 10^6 kWh	—	537		615	
Wirkungsgrad der Uebertragung . . . . . %	—	87,2		85,5	
Spez. Energieverbrauch pro Gesamt-Br.tkm bezogen auf Generator . . . . . Wh	57,0	39,5		40,9	

[1]) Verdoppelung der Verkehrsleistung gegenüber Dampfbetrieb 1904 (SBB einschliesslich Privatbahnen).

Der *prozentuale Vergleich* der Verkehrsleistungen, bezogen auf das Nutz- und das totale Zugsgewicht gibt Aufschluss über den unproduktiven Anteil an der Verkehrsleistung, herrührend vom Gewicht der Triebfahrzeuge selbst.

Leistung ab Turbinenwelle. Der Jahresdurchschnitt ergibt sich aus dem errechneten Energiebedarf bzw. Konsum, bezogen auf Turbinenwelle, dividiert durch 8760.

Der *Schwankungsfaktor* als *jährlicher* Durchschnittswert ist gegenüber der früheren Annahme, allerdings bei grösserer Förderleistung erheblich günstiger ausgefallen. Seinerzeit konnte auf Grund des damaligen Standes der Technik nicht angenommen werden, dass eine so weitgehende elektrische Kupplung der verschiedenen Kraftwerknetze durchgeführt werde.

Von wesentlichem Einfluss ist natürlich auch die Fahrplangestaltung.

Der *hohe Ausbau* von 295 000 kW der dem heutigen Verkehr dienenden Kraftwerke fällt auf. Er rührt von der verschiedenen Arbeitsweise der Kraftwerke her (Akkumulier- und Flusskraftwerke). Auch ist zu berücksichtigen, dass die Maschinenanlagen der privaten Elektrizitätswerke, die für den Fremdbezug in Betracht kommen, dabei inbegriffen sind.

Im Bericht vom Mai 1912 wurde von der Kommission die Prognose aufgestellt, dass bei der neuen Betriebsart die Förderarbeit bezogen auf das angehängte Gewicht der Züge (Nutzgewicht) gegenüber dem Dampfbetrieb des Jahres 1904 auf den doppelten Wert ansteigen werde. Dieser Annahme entsprach eine *Verkehrsleistung von jährlich 14,2 Milliarden Gesamt-Brutto-Tonnen-km*, wobei das Gewicht der Triebfahrzeuge eingeschlossen ist.

Nach der Statistik unserer Verwaltung, in welcher neuerdings die Verkehrsleistungen bezogen auf das Nutz- und das Gesamtgewicht gesondert aufgeführt werden, sind für die Jahre 1938 und 1940 die entsprechenden Werte in die Tabelle aufgenommen worden. Das erstgenannte Jahr wies eine Förderarbeit auf, die vor dem zweiten Weltkrieg ungefähr als normal bezeichnet werden kann, während das letzte statistisch erfassbare Jahr 1940 das Maximum des Verkehrs brachte. Im verflossenen Jahr ist allerdings nochmals eine weitere Verkehrssteigerung zu verzeichnen.

In Tabelle II ist der Vergleich für den konkreten Fall der *Elektrifizierung der ehemaligen Gotthardbahn* durchgeführt.

Elektrifizierung der ehemaligen Gotthardbahn

Strecken: Luzern-Chiasso, Zug-Arth/Goldau, Bellinzona-Locarno und -Pino

Tabelle II.

	Annahmen der Studienkommission				Elektrischer Betrieb der SBB	
	(Sonderbericht Mai 1912)					
Jährliche Verkehrsleistungen	*Jahr 1904*		*Jahr 1907* (max.)			
a) *Bei Dampfbetrieb*						
10^9 Br.tkm (*ohne* Triebfahrz.-Gew.)	0,776	100 %	1,103	100 %	—	
10^9 Gesamt-Br.tkm (*mit* Triebfahrz.-Gew.)	1,105	143 %	1,623	147 %	—	
b) *Bei elektrischem Betrieb*					*Jahr 1938* (norm.)	*Jahr 1940* (max.)
10^9 Br.tkm	1,437[1])	100 %			1,89[2])	2,95[2])
10^9 Gesamt-Br.tkm	1,824[1])	127 %			—	—
Max. Fahrgeschwindigkeit in km/h	‰ Steigung	*Dampfbetr. 1904*	*Zukünftiger elektr. Betrieb*			
Schnellzüge	0	85	90		100	
	26	40	50		65...70	
Personenzüge	0	55	75		75...100	
	26	26	50		65...70	
Güterzüge	0	38	45		60	
	26	18	35		60	
Reisezeit, einschl. Halte Luzern-Chiasso (225 km)						
Expresszüge	4 h 46 min		4 h 0 min		3 h 28 min	
Gewöhnliche Schnellzüge	6 h 0 min		4 h 23 min		4 h 12 min	
Personenzüge	7 h 52 min		5 h 33 min		5 h 25 min	
Güterzüge	13 h 0 min		9 h 10 min		7 h 5 min	
Triebfahrzeuge						
Schnellzugslokomotiven (Leistg./Dienstgew.)	1030 kW/118 t[3])		1620 kW/100 t		Ae 3/6 : 1550 kW/ 95 t Ae 4/7 : 2430 kW/123 t	
Güterzugslokomotiven (Leistg./Dienstgew.)	1100 kW/117 t[3])		1100 kW/ 80 t		Ae 8/14 : 8400 kW/236 t Ce 6/8 III : 1810 kW/131 t	
Jährlicher Energiebedarf ab Generator 10^6 kWh	—		106		—	
Spez. tot. Fahrdienst-Kosten pro Br.tkm	0,88 Rp.	100 %	0,70 Rp.	79,5 %	—	

[1]) 185 % des Verkehrs mit Dampfbetrieb im Jahre 1904.
[2]) Ohne die mit Dampf betriebene Linie Bellinzona-Pino.
[3]) Einschliesslich Tender.

Maximale Fahrgeschwindigkeiten.

Zugsgewicht auf der Rampe ursprünglich bei Dampfbetrieb ca. 250—300 t, heute 1200 t und mehr.

Reisezeit, einschliesslich Halte.

Der Vergleich zeigt, dass die Studienkommission gegenüber dem Dampfbetrieb schon mit merklich verkürzten Reisezeiten gerechnet hatte.

Triebfahrzeuge.

Interessant ist der Vergleich der spezifischen Baugewichte (kg/kW). Ich möchte darüber nur festhalten, dass dasjenige der neuen grossen Doppel-Lokomotiven Ae $^8/_{14}$ rund $^1/_4$ desjenigen der früheren Dampflokomotiven, einschliesslich Tender und Betriebsstoffen ausmacht.

Bei der in der Tabelle nicht aufgenommenen Serie Ae $^4/_6$ als der neuesten Schöpfung im Lokomotivbau, ist ein noch günstigerer Wert für das spezifische Baugewicht, nämlich nur 25,3 kg/kW, erreicht worden.

Bemerkenswert ist ferner, dass die Maschine der Serie Ae $^8/_{14}$ im Jahre 1940 im Mittel über 130 000 Triebfahrzeugkm pro Triebfahrzeug zurückgelegt hat, was 50 % über dem Durchschnitt des Wertes sämtlicher elektrischer Lokomotiven liegt.

Jährlicher Energiebedarf.

Es besteht keine Vergleichsmöglichkeit, da sich das Netz der ehemaligen Gotthardbahn vom Gesamtnetz der SBB nicht trennen lässt.

Spezifische totale Fahrdienstkosten.

Die Kommission rechnete damals auf Grund ihrer detaillierten Anlage- und Betriebskostenberechnungen für den angenommenen Verkehr von 1,437 Milliarden Br.tkm auf der Gotthardstrecke mit einer Verbilligung des elektrischen Betriebes von ca. 20 % gegenüber dem Dampfbetrieb 1904. Auch hiefür stehen keine Vergleichszahlen zur Verfügung.

Für den zukünftigen elektrischen Betrieb wurde damals ein Nettoverkehr von 1,437 Milliarden Brutto-Tonnen-km geschätzt, 85 % höher als beim Dampfbetrieb im Jahre 1904.

Dazu bemerkt der bereits erwähnte Bericht folgendes:

«Da dieses Zukunftsprojekt mit allen wünschbaren, sehr bedeutenden Geschwindigkeitserhöhungen gegenüber dem Dampfbetrieb rechnet und die Leistungsfähigkeit der bestehenden Bahnanlage schon sehr vollkommen ausnützt, so ist seine Verkehrsarbeit nicht weit von der maximalen, die bei der Gotthardbahn eintreten kann.»

Zweifellos war das auch die Auffassung der damaligen Leitung des Bahnunternehmens, da die bahnbetriebstechnischen Grundlagen stets im gegenseitigen Einvernehmen aufgestellt worden waren. Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass die Gotthardbahn als die bestangelegte, -ausgebaute und -unterhaltene Bahn der schweizerischen Vollbahnen überhaupt galt.

Aus der veröffentlichten Statistik der Jahre 1938 und 1940 lassen sich für die Strecken der frühern Gotthardbahn folgende, mittels elektrischer Traktion bewältigte Transportleistungen ermitteln:

1938: 1,89 und
1940: 2,95 Milliarden Brutto-Tonnen-km.

Auf der Strecke Luzern - Chiasso allein von 225 km entsprechend 10,5 % der gesamten elektrifizierten Bahnlänge der SBB entfielen somit im Jahre 1940 22,3 % der mit elektrischer Traktion geleisteten gesamten Förderarbeit auf unserem Netz.

Diese gewaltige Verkehrszunahme ist zweifellos zur Hauptsache durch die Einführung der elektrischen Zugförderung möglich geworden (Zunahme der Fahrgeschwindigkeit, grosse Lokomotivleistungen, Erhöhung der Zugsgewichte, damit im Zusammenhang Verstärkung der Zughaken an den Wagen, Einführung der durchgehenden Güterzugsbremse usw.). Anderseits ist darauf hinzuweisen, dass auch der Ausbau bahntechnischer Anlagen und Einrichtungen, wie Doppelspur und andere Linienverbesserungen, Sicherungsanlagen usw. zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit das ihrige beigetragen haben.

Ich stelle fest, dass dieser enorme Verkehr bewältigt wird, ohne dass im elektrischen Betrieb und dessen Einrichtungen, angefangen bei den Kraftwerken bis zu den Lokomotiven und Schwachstromanlagen, auch nur eine einzige Schwierigkeit aufgetreten wäre.

Die Energieversorgung für unsern Bahnbetrieb ist selbst in niederschlagsarmen Jahren und bei starkem Verkehr, wie beispielsweise in diesem Winter, in ausreichendem Masse sichergestellt. Der gegenwärtige Energiemangel in den Industrienetzen auferlegt unserer Verwaltung im Interesse der Allgemeinheit jedoch ebenfalls die Verpflichtung, den Verbrauch für Traktionszwecke soweit immer möglich, einzuschränken. Bei diesem Anlass darf darauf hingewiesen werden, wie sich gerade heute die von den zuständigen Organen der SBB stets mit Energie vertretene, übrigens auch von der Studienkommission befürwortete Selbstversorgung durch den Bau eigener Kraftwerke günstig auswirkt.

Im weiteren möchte ich zur grossen Genugtuung aller an der Entwicklung, Projektierung und Ausführung der schweizerischen elektrischen Vollbahntraktion Beteiligten die ausdrückliche Feststellung machen, dass der aufgetretene aussergewöhnlich starke Verkehr einzig mit dem tatsächlich angewandten Einphasen-Wechselstrom-System dank seinem praktisch unbegrenzten Anpassungsvermögen an die Betriebsbedürfnisse und namentlich dank der ihm eigenen Ueberlastungsfähigkeit gemeistert werden kann.

Nehmen wir an, der Ausbau wäre dem damals vorauszusehenden Verkehrsvolumen entsprechend unter Anwendung von Gleichstrom oder Dreiphasen-Wechselstrom erfolgt, so vermöchte keine dieser Stromarten den heutigen Anforderungen zu genügen, auf jeden Fall nicht ohne kostspielige, die Wirtschaftlichkeit des Betriebes beeinträchtigende Erweiterungen.

Der Kostenaufwand für die Elektrifizierung der SBB (einschliesslich Triebfahrzeuge) erreichte auf Ende 1940 rund 805 Millionen Franken; die elektrischen Fahrleistungen bezifferten sich 1940 auf 12,7 Milliarden Brutto-Tonnen-km, bzw. 94 % des Gesamtverkehrs der SBB; sie hätten mit Dampfbetrieb rund 1,2 Millionen Tonnen Kohle erfordert, die 120 Millionen Franken gekostet hätten — vorausgesetzt, dass sie überhaupt erhältlich gewesen wären!

Wenn wir das Ergebnis der angestellten Vergleiche überblicken, sehen wir, dass die Verkehrsprognose, die dem Bericht 1912 der Studienkommission zugrunde gelegt wurde, sich für den Normalverkehr vor dem gegenwärtigen Kriege als zutreffend erwiesen hat. Sie ist durch den kriegsbedingten aussergewöhnlichen Verkehrsanfall allerdings wesentlich übertroffen worden.

Die betriebswirtschaftlichen Annahmen für den zukünftigen elektrischen Betrieb wurden von der Studienkommission vorsichtig eingeschätzt und in keiner Weise zu optimistisch beurteilt. Die in mancher Beziehung erzielte Verbesserung ist auf die eingetretene Aenderung der Voraussetzungen und auf die beträchtlichen Fortschritte der Technik zurückzuführen.

Wie wir gesehen haben, sind die richtungsweisenden Vorarbeiten für die Elektrifizierung der schweizerischen Vollbahnen mit jener Sachkenntnis, Ausdauer und Zielbewusstheit durchgeführt worden, die für die Leistungen der schweizerischen Ingenieure und der Industrie kennzeichnend sind.

Das Ziel, das unsern Pionieren vor 40 Jahren vor Augen schwebte, ist erreicht. Die Elektrifizierung der Schweizerbahnen ist Tatsache geworden, zum Segen unseres Landes. Ausserdem hat sie das Ansehen der schweizerischen Technik im Auslande vermehrt.

Die Veteranen der Bahnelektrifizierung können morgen an ihrem Ehrentage über die historisch bedeutungsvolle Strecke Seebach-Wettingen fahren mit dem vollen Bewusstsein, ein grosses, wohlgelungenes Werk begründet zu haben.

Erinnerungen eines Veteranen von Seebach-Wettingen

Plauderei von *H. Lang*, Bern, im Anschluss an den Vortrag von A. Dudler.

Ich stelle mich Ihnen vor als den einzigen Ueberlebenden der eigentlichen Betriebsführung der im Jahre 1909 untergegangenen «Elektrischen Traktion Seebach-Wettingen». Von offizieller Seite bin ich in Würdigung dieser Tatsache für die morgige Feier als Veteran bezeichnet worden.

Die Bezeichnung «einziger Ueberlebender» ist allerdings nur bedingt richtig; denn es existieren heute ausser mir noch zwei Objekte, welche mit mir im Dienste der «Elektrischen Traktion Seebach-Wettingen» gestanden sind, nämlich die beiden Oerlikoner Lokomotiven. Bei uns hiessen sie damals sehr nüchtern Nummer eins und Nummer zwei. Seither hat ihnen der Volksmund die Bezeichnungen «Glätteisen» und «Marianne» beigelegt. Das «Glätteisen» steht bei der Bodensee-Toggenburg-Bahn im Dienst und die «Marianne» arbeitet bei der Sensetalbahn. Da bei meinen alten Mitarbeiterinnen im Laufe der Zeit verschiedene empfindliche innere Organe erneuert worden sind, was bei mir nicht gut möglich war, werden sie mich wohl beide überleben. Herr Dudler hat mich aufgefordert, Ihnen zu sagen, welche von beiden mir lieber gewesen sei. Es waren beides Sorgenkinder und mir daher gleich lieb.

Ich kam im Frühjahr 1907 zu Seebach-Wettingen. Die zwei Jahre, welche ich dort mitarbeiten durfte, zählen zu den schönsten Erinnerungen meines beruflichen Lebens und ich bin der Maschinenfabrik Oerlikon noch heute dankbar, dass sie mir die Stelle des Betriebsleiters anvertraut hat.

Bei meinem Amtsantritt war die Durchführung des fahrplanmässigen elektrischen Betriebes auf der SBB-Strecke Seebach-Wettingen auf Grund der vorangegangenen Versuche beschlossene Sache und es galt vor allem, in kürzester Zeit die hierfür noch fehlenden Einrichtungen zu schaffen. Die zu bewältigende Arbeit war gross, doch wurde sie mir sehr erleichtert durch die Weisung der Direktion an die Werkstätte, dass die Lieferungen für Seebach-Wettingen allen andern Bestellungen voranzugehen hätten. Wenn es irgendwo nicht vorwärtsgehen wollte, wandte ich mich an meinen verehrten direkten Vorgesetzten *Hugo Studer*. Wer ihn gekannt hat, wird mir gerne glauben, dass mit seinem Eingreifen Leben in die Bude kam.

Um nicht in den Verdacht zu kommen, mich mit fremden Federn schmücken zu wollen, erkläre ich ausdrücklich, dass ich in meiner Stellung nicht schöpferisch tätig, sondern nur ausführendes Organ war.

Zunächst musste ein Unterwerk erstellt werden, das für den vorgesehenen Verkehr ausreichend und betriebssicher war. Hierfür genügte die Anlage, welche die Energie für die bisherigen Versuche geliefert hatte, nicht.

Es wurde auf dem Fabrikareal der MFO eine Umformerstation erstellt mit zwei Drehstrom-Gleichstrom - Einphasenstrom - Umformergruppen, von denen jede einzelne genügte, wenn sich nur ein Zug auf der Strecke befand, während beide zugeschaltet werden mussten, wenn gleichzeitig zwei Züge verkehrten. Das Parallelschalten der beiden Gruppen war ein kleines Kunststück.

Energielieferant war das Kraftwerk der MFO an der Glatt. Zur Deckung der Belastungsspitzen und gleichzeitig als kurzfristige Reserve diente eine grosse Batterie und als zweite Reserve bei Versagen des Glatt-Kraftwerkes stand eine Dampfturbinen-Anlage zur Verfügung.

Weitere Aufgaben vor der Betriebseröffnung waren der Umbau der Lokomotive Nr. 1 von einer Umformerlokomotive in eine reine Wechselstromlokomotive, die Erstellung einer Wagenremise in Seebach und die Instruktion des Personals.

Parallel mit diesen Vorbereitungsarbeiten ging die Erstellung der Fahrleitung Regensdorf-Wettingen durch Siemens-Schuckert unter der Bauleitung meines spätern Mitarbeiters *Fäh*.

Am 1. Dezember 1907 konnte der fahrplanmässige Betrieb aufgenommen werden. Sang- und klanglos erfolgte dieses bedeutsame Ereignis. Ich hatte die Ehre, den ersten Zug führen zu dürfen, während Kollege Haueter 17 Monate später den letzten Zug führte.

Wie schon von Herrn Dudler erwähnt worden ist, hatte sich die Maschinenfabrik Oerlikon zur Durchführung des Versuchsbetriebes mit den Siemens - Schuckert - Werken zusammengeschlossen. Diese erstellten auf ihre Kosten die Fahrleitung Regensdorf-Wettingen und stellten die Lokomotive Nr. 3 zur Verfügung. Ich stand von Anbeginn bei Siemens-Schuckert im Verdacht, nicht neutral zu sein, weshalb mir nach kurzer Betriebszeit ein Vertrauensmann dieser Firma zur Seite gestellt wurde. Es war dies, wie schon erwähnt, Herr Fäh. Er musste sich in erster Linie mit der SSW-Lokomotive beschäftigen und war damit entschieden mehr geplagt als ich mit meinen zwei MFO-Maschinen.

Dagegen anerkenne ich gerne, dass die von Siemens-Schuckert erstellte Fahrleitung mit Vielfach-Aufhängung und Gewichtsnachspannung des Fahrdrahtes der Oerlikoner Fahrleitung für Rutenstromabnehmer überlegen war. Die Siemens-Leitung bildete recht eigentlich die Grundlage für den heutigen Fahrleitungsbau in der Schweiz, während die Oerlikoner Fahrleitung nur eine einzige Nachahmung, bei der Valle-Maggia-Bahn, gefunden hat. Es machten sich bei ihr bei unserer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h schon verschiedene Nachteile bemerkbar, welche bei erhöhten Geschwindigkeiten nicht mehr tragbar gewesen wären. Ich erwähne nur das Abspringen des Stromabnehmers vom Fahrdraht bei den Stützpunkten mit Stromabnahme von oben und die Empfindlichkeit der Weichenanlagen in Stationen gegenüber Temperaturschwankungen. Der Bauleiter dieser Anlage, Herr *Weber*, damals allgemein bekannt unter dem Namen «Stangenweber», weilt heute unter uns. Ich

bitte ihn, mir meine Kritik an seinem Werk nicht zu verübeln.

Und nun die Störungen! In der heutigen «Neuen Zürcher Zeitung» steht, es seien deren *nur* 76 vorgekommen. Wenn Herr Direktor *Bitterli* diesen Artikel zu Gesicht bekommt, wird er das Wort «nur» bestimmt streichen. Ich erinnere mich, dass er mir einmal eine Geldprämie in Aussicht stellte für den Fall, dass ich den Betrieb einen Monat lang ohne Störung durchführen könne. Da ich den Glauben an einen störungsfreien Monat nicht besass, für die Zulage aber reichlich Verwendung gehabt hätte, erlaubte ich mir die Bemerkung, dass mir eine vorbehaltlose Gehaltserhöhung lieber sei, wenn er mein Einkommen als zu gering erachte. Die Antwort können Sie sich denken.

Die erwähnte Störungsziffer umfasst nur Störungen, welche zu Verspätungen führten. Es gab aber auch noch andere. Wie oft haben wir doch in der Umformerstation an den Instrumenten den Verlauf einer Fahrt verfolgt und aufgeatmet, wenn von Seebach die Meldung kam, die Lokomotive sei im Stall!

Von Störungen weiss auch die Telephonverwaltung zu sprechen, verlief doch ein bedeutender Schwachstromstrang auf eine lange Strecke parallel zur Bahn. Auch auf diesem Gebiet hat Seebach-Wettingen Gelegenheit zu wertvollen Erfahrungen gegeben.

Bei einem Bahnbetrieb darf auch die Wirtschaftlichkeit nicht ausser acht gelassen werden. Diese war nun bei Seebach-Wettingen mehr als bescheiden. Die Bundesbahnen zahlten der MFO pro Zugskilometer 60 Rappen, was bei 5 Personenzugspaaren und einem Güterzugspaar ca. 145 Fr. täglich ausmachte. Als Gegenleistung stellten MFO und SSW die Umformerstation, die Triebfahrzeuge, die Fahrleitungsanlage und die Wagenremise unentgeltlich zur Verfügung. Sie erzeugten und lieferten auf eigene Kosten die elektrische Energie und entlöhnten das Personal für die Bedienung und den Unterhalt der Lokomotiven. Sie durften schliesslich auf eigene Kosten die ganze Anlage auch wieder abbrechen.

So zurückhaltend die oberste Leitung der Bundesbahnen war, so zuvorkommend waren alle Organe, mit denen ich direkt in Berührung kam und deren Dienste ich in Anspruch nehmen musste. Diese Anerkennung gilt auch für den heute unter uns weilenden damaligen Hüter der elektrischen Anlagen des Kreises III, Herrn *Messer*. Einzig der Vorstand von Otelfingen machte einige Schwierigkeiten. Er traute der Sache nicht recht und war trotz aller Ueberredungskünste lange nicht dazu zu bringen, den Stationsschalter zu bedienen.

Gross war natürlich die Zahl unserer Besucher. Aus aller Herren Ländern erhielten wir Gäste. Ich bin seither nie mehr in so kurzer Zeit mit so vielen technischen Grössen bekannt geworden wie damals. Es herrschte auf der Strecke Seebach-Wettingen ein regerer Fremdenverkehr als heute auf der Rigibahn.

Von meinen Vorgesetzten habe ich die Herren Direktor Bitterli und Hugo Studer schon erwähnt. Es ist mir ein Bedürfnis, noch eines Mannes zu gedenken, der mir einen unauslöschlichen, tiefen Eindruck hinterlassen hat: Dr. *Behn-Eschenburg*. Oftmals musste ich bei ihm Rat holen und immer ging ich bereichert von ihm weg. Er wirkte aber nicht nur durch sein erstaunliches Wissen nachhaltig auf mich ein, sondern auch durch seine stete Bereitwilligkeit, mir zu helfen, und durch seine Leutseligkeit.

Herr Dudler nennt Seebach-Wettingen mit Recht die Wiege der Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen, und ich stelle mir heute die Frage, ob ich mir damals eigentlich bewusst war, welch bedeutendes Kind ich zu behüten hatte. Ich muss gestehen, dass dies nicht der Fall war. Ich war mir wohl bewusst, an einem Werk mitarbeiten zu dürfen, welches in die Zukunft wies und bestimmt Erfolg haben werde. Dass dieser Erfolg aber in so kurzer Zeit ein solches Ausmass annehmen würde, wie dies nun wirklich geschehen ist, daran dachte ich nicht einmal im Traume.

Wir haben allen Grund, am heutigen Tage der Maschinenfabrik Oerlikon für ihre mutige Tat dankbar zu sein und ich bin stolz darauf, an diesem historischen Werk mitgearbeitet zu haben.

Noch lebende Veteranen der früheren Elektrifizierung der Strecke Seebach-Wettingen

(Nach der Einladungsliste der SBB zur Eröffnungsfeier Seebach-Wettingen vom 14. Februar 1942.)

Dr. h. c. *E. Bitterli*, Bern;
H. Lang, Ingenieur, Bern;
M. Messer, a. SBB-Oberingenieur-Stellvertreter, Zürich;
E. Trechsel, ehem. Stellvertreter des Chefs der Telegraphen- und Telephonabteilung PTT, Bern;
K. Vögtli, Oberingenieur MFO, Zürich;
A. Weber, a. Techn. Beamter der Sektion elektr. Anlagen II SBB, Küsnacht (Zch.).

Die schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb

Gegründet am 21. Mai 1904, auf Grund einer Initiative des SEV (Präsident Dr. Tissot und Generalsekretär Prof. Dr. Wyssling) vom Oktober 1901.

Schlußsitzung (23. Sitzung der Gesamtkommission): 8. Juli 1916 im Gasthof zur Krone in Brig.

Zusammensetzung im Jahre 1908:

23 Kollektivmitglieder (Behörden, Verbände, Bahnen, Fabrikanten, Banken),
9 ständige Mitarbeiter (Ingenieure) und
5 zeitweise Mitarbeiter (von den SBB oder privatim zur Verfügung gestellt).

Publikationen der Studienkommission,

veröffentlicht unter Redaktion von Prof. Dr. *W. Wyssling*, Generalsekretär der Studienkommission.

1. Abgekürzte Berichte:

1906 *Mitteilung Nr. 1:* Der Kraftbedarf für den elektrischen Betrieb der Bahnen in der Schweiz, redigiert von Prof. Dr. *W. Wyssling*.

1908 *Mitteilung Nr. 2:* Grundlagen und Bedingungen des Fahrdienstes für den elektrischen Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen, nach Arbeiten von Ing. *L. Thormann*, zusammengestellt von Dr. *W. Kummer*.

1908 *Mitteilung Nr. 3:* Die Wahl der Periodenzahl für Wechselstromtraktion auf den schweizerischen Eisenbahnen, nach Arbeiten verschiedener Mitarbeiter und Kommissionsmitglieder, zusammengestellt von Dr. *W. Kummer.*

1912 *Mitteilung Nr. 4:* Die Systemfrage und die Kostenfrage für den hydroelektrischen Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen, nach Arbeiten verschiedener Mitarbeiter, zusammengestellt von Prof. Dr. *W. Kummer* und Prof. Dr. *W. Wyssling.*

2. Vollständige Berichte:

1908 Heft I. II. A. Berichte über bestehende Bahnbetriebe: Elektrische Bahnen in Nordamerika. Von Prof. Dr. *W. Wyssling.*

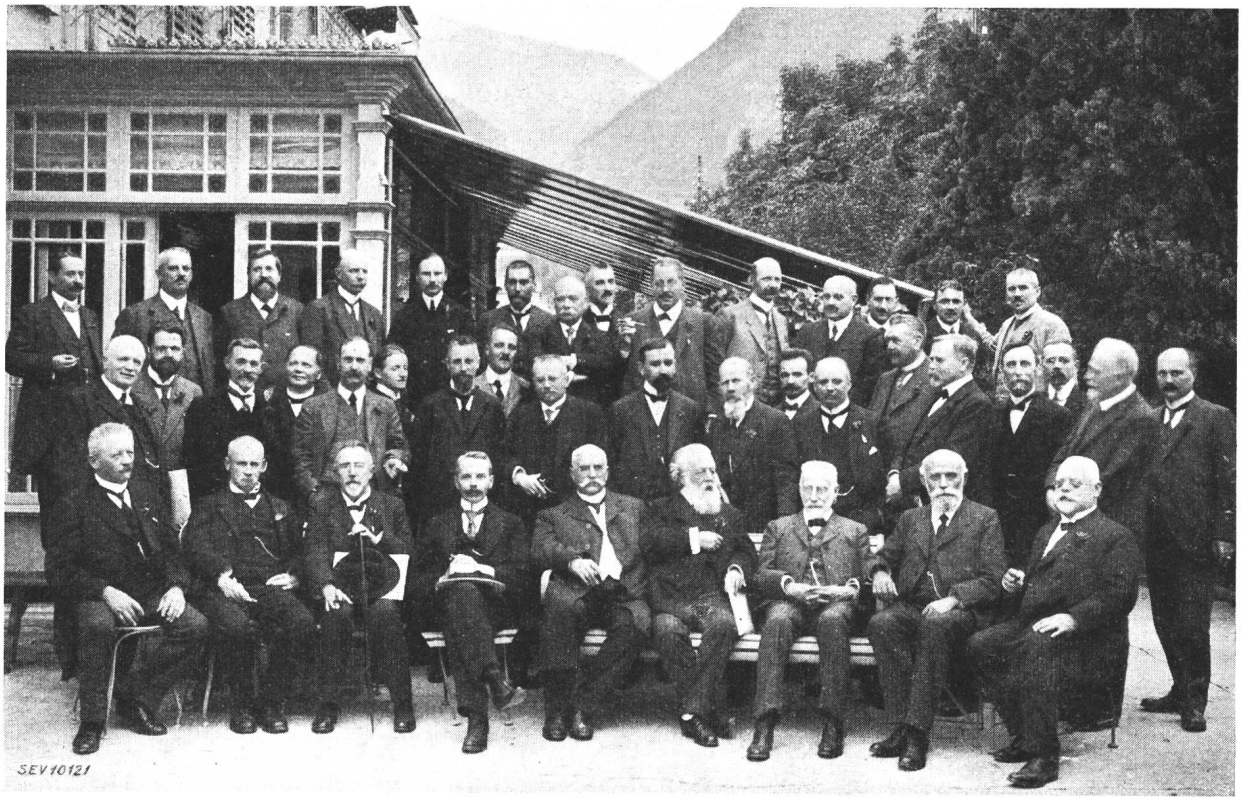
1913 Heft 2. V. Grundsätze für die technische Ausführung der elektrischen Zugförderung mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Normalbahnen.

1914 Heft 3. II. A. Berichte über bestehende elektrische Bahnbetriebe: Die Verhältnisse einer Anzahl elektrischer Bahnen in Europa.

1915 Heft 4. I. und II. B. Allgemeiner Vergleich der Eigenschaft und Eignung der verschiedenen Systeme.

3. Sonderberichte:

1912 Die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen mit besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn, Sonderbericht erstattet an die Generaldirektion der SBB.



Die schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb

nach der Schlußsitzung vom 18. Juli 1916, Gasthof zur «Krone» in Brig

Von links nach rechts:

Obere Reihe: *A. Strelin* († 1938), Ingenieur, Mitarbeiter, Zürich; *H. Wagner* († 1920), Direktor des EW Zürich, Mitarbeiter; *F. Eckinger,* Direktor der Elektra Birseck, Mitarbeiter, Dornach; Ing. *L. Thormann,* Mitarbeiter, Bern; *Ed. Thomann,* Direktor von Brown Boveri, Baden; Ing. *A. de Montmollin* († 1932), Vertreter des VSE; *A. Utinger* († 1936), Direktor der Glühlampenfabrik Zug, ehemaliger Vertreter des VSE; Ing. *A. Schaetz,* († 1942), Vertreter des Schweiz. Sekundärbahnenverbandes, Mitarbeiter; Dir. *Th. Allemann* († 1931), Vertreter des VSE, Olten; *A. L. Caflisch,* Oberingenieur J. J. Rieter & Co., Winterthur; *Ch. Wirth* († 1921), Direktor der Berner-Oberland-Bahnen, Mitarbeiter; *Ed. Leibacher* († 1938), Direktor der Accumulatorenfabrik Oerlikon; Obering. *P. Thut,* Oberbetriebschef der BKW (Gast); Dir. *F. Marti,* Vertreter des VSE, Langenthal.

Mittlere Reihe: Ing. *A. Elskes,* Direktor der Portlandzementfabrik St. Sulpice, Mitarbeiter; Dir. *H. Egg,* Berlin, Mitarbeiter (ehemaliger Obering. Alioth); *S. Brütsch* († 1927), Maschinenmeister der BLS (Gast); Dr. *A. Denzler* († 1919), ehemaliger Vertreter des SEV; Dir. *Ch. Rochat,* Vertreter des Schweiz. Sekundärbahnenverbandes, Genf; Dr. *B. Bauer,* Mitarbeiter, Zürich; Prof. Dr. *W. Kummer,* Mitarbeiter, Zürich; *H. Haueter* († 1935), Ingenieur der BLS (Gast); *R. Winkler* († 1922), Direktor der techn. Abteilung des Eisenbahndepartements; Prof. *J. Landry* († 1940), Vertreter des SEV; Ing. *R. Thury* († 1938), Mitarbeiter, Genf; Ing. *A. Weber-Sahli,* Mitarbeiter, Biel; Dir. *E. Dubochet,* Vertreter des VSE; Reg.-Rat Oberst *R. von Erlach* († 1925), Vertreter der Eisenbahndirektion des Kantons Bern; Prof. *H. Studer* († 1931), Direktor der MFO; Ing. *F. Reverdin* († 1941), Mitarbeiter, Genf; Dr. *R. Zehnder,* Direktor der MOB, Montreux; *O. Kjelsberg* († 1924), Direktor der Lokomotivfabrik Winterthur; *J. Ehrensperger,* Direktor der Motor A.-G., Baden.

Untere Reihe: Oberst-Korps-Kdt. *Ed. Will* († 1927), Direktor der BKW; Dr. *H. Behn-Eschenburg* († 1938), Direktor der MFO; SBB-Obertel.-Inspektor *P. Frei* († 1934), Mitarbeiter; Dr. *Ed. Tissot* († 1939), **Präsident,** Vertreter des SEV; *A. Keller* († 1925), Obermasch.-Ing. der SBB; Dr. *J. Epper* († 1924), Chef des hydrometrischen Bureaus, Bern, Mitarbeiter; Dr. *H. Dietler* († 1924), a. Gotthardbahndirektor; Dr. *A. Schucan* († 1927), Direktor der Rhät. Bahnen; Prof. Dr. *W. Wyssling,* **Generalsekretär,** Vertreter des SEV.

Auf der Photographie fehlen (u. a.): *W. Boveri,* Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie.; *Emil Huber-Stockar,* Direktor der MFO; *J. Büchi,* E.-G. Alioth; *Weber,* Direktor der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik; *Baldinger,* Oberbetriebschef der SBB; *Meier,* ehem. Obermaschinenmeister der Gotthardbahn; *F. Affeltranger,* Bureau für elektrischen Betrieb der SBB.

Der offizielle Tag

Die Einweihungsfahrt Zürich-Seebach-Wettingen-Zürich

Gegen 10 Uhr versammelten sich die Teilnehmer an der Einweihungsfahrt vor dem Bahnsteig 3 des Zürcher Hauptbahnhofes, wo seit einer halben Stunde bereits auch unser Gefährt, der dreiteilige Schnelltriebzug bereitstand. Sein offizieller Taufnahme lautet Re 8/12 Nr. 502, in der Umgangssprache des Eisenbahners dagegen hört er auf den Namen «Tatzelwurm».

Auf die Minute genau setzte sich der Zug sachte in Bewegung und schlängelte sich im 40-km-Tempo durch die verschneiten Weichenstrassen des Vorbahnhofes, um dann, von den beengenden Fesseln der zahllosen Geleisekreuzungen befreit, in rascherem Laufe die weit ausholende Kurve des Viaduktes zu durcheilen. Den Insassen bot sich das immer wieder packende Panorama der zwischen den Hängen des Zürichberges und des Uetliberges liegenden Stadt, in der Mitte die charakteristischen Silhouetten der Kirchtürme und Monumentalbauten der Altstadt, während der See und die dahinterliegenden Berge hinter einem Dunst- und Nebelschleier, den die blasse Wintersonne nicht zu durchdringen vermochte, verborgen blieben.

Den Herren, die sich einen Platz auf der vordern Plattform des Triebzuges errungen hatten, bot sich Gelegenheit, während der Fahrt die Strecke von vorne zu geniessen und dabei einige interessante Neuerungen zu beobachten. Da wäre einmal der automatische Streckenblock zwischen Zürich und Oerlikon mit seinen neuen Lichttagessignalen zu nennen, bei welchem die Blockierung und die Freigabe der Streckenabschnitte selbsttätig durch die fahrenden Züge erfolgt, wobei der Führer bei jedem Signal über den Zustand (ob frei oder gesperrt) nicht nur der nächsten, sondern auch der übernächsten Blockstrecke orientiert wird und demgemäss die Fahrgeschwindigkeit seines Zuges besser den Bedürfnissen des Betriebes anpassen kann. Obwohl anzunehmen war, dass unserem hochoffiziellen Zuge alle Wege offen stünden, so dass durchwegs grüne Signallichter zu sehen gewesen wären, machte uns der unmittelbar voranfahrende Personenzug das Vergnügen, auch die andern Signalbilder zu studieren, indem er uns im Oerlikoner Tunnel vorerst die Einfahrt nach Oerlikon sperrte, sie aber dann freigab, bevor unser Führer zur Bremse greifen musste.

Kurz nach der Einfahrt in den Oerlikoner Tunnel war wohl dem einen oder andern aufgefallen, dass das regelmässige Tagg-Tagg, Tagg-Tagg der über die Schienenstösse rollenden Räder verstummte, um erst kurz vor dem jenseitigen Ende des Tunnels wieder einzusetzen. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, dass in diesem Tunnel die Schienenstösse durchgehend verschweisst sind.

In Oerlikon machte unser Zug einen kurzen Halt. Photo-Reporter eilten der Wagenreihe entlang und zückten ihre Apparate, um den Zug und seine Insassen im Bilde der Nachwelt zu erhalten. Doch schon leuchtete am Führertisch die grüne Signallampe wieder auf, das Zeichen zur Weiterfahrt, und unser «Tatzelwurm» bahnte sich seinen Weg durch die verschneiten Weichen der Klotener Ausfahrt, liess sich vom nahen Unterwerk Seebach neuen Proviant mitgeben und schlich dann fast vorsichtig nach links zur Einfahrt in die Station Seebach, als wollte er die neuen Holzmasten der Streckenfahrleitung nicht durch sein ungewohntes Aussehen erschrecken.

In Seebach erfolgte ein kurzer Halt, denn hier stand man auf historischer Stätte. Man sah hier das nach links abzweigende Verbindungsgeleise zur Maschinenfabrik Oerlikon, auf welchem die ersten Versuchsfahrten mit der Umformer-Lokomotive stattgefunden hatten. Nach kurzer Rast ging die Fahrt weiter nach Affoltern und Regensdorf, bis wohin einst die eigenartige Rutenfahrleitung reichte, die seinerzeit allerdings nur Geschwindigkeiten bis zu 50 km/h erlaubte, während unser Zug die Strecke mit 70...75 km/h durchfuhr. Ein ungewohntes Bild bot die Doppelreihe der Holzmasten mit den hölzernen Querjochen, ein beredtes Zeichen der heutigen Materialknappheit.

In Affoltern, Regensdorf und Buchs standen die Schulkinder in Reih und Glied, der Lehrer mit gezücktem Taktstock, um den Festzug mit einem frohen Lied gebührend zu empfangen, aber o weh — bevor nur der erste Ton den jugendlichen Kehlen entfliehen konnte, war der rote Schnelltriebzug schon fast ihren Blicken entschwunden. Welche Enttäuschung! — nicht einmal der Bundesrat war hinter der vorüberflitzenden Fensterreihe zu erblicken gewesen. Einzig in Otelfingen, wo ein kurzer Halt gemacht wurde, um den Fahrtteilnehmern die interessante Anordnung eines Schaltpostens an einem Betonmast zu zeigen, war es der Schuljugend vergönnt, ihre Begeisterung durch ein frisches Lied zu bekunden.

Dann ging die Fahrt weiter in die weisse Herrlichkeit der verschneiten Felder hinein. Schlanke Stämme stiller Wälder grüssten ihre Schwestern, die nun in Reih und Glied im

Einige Veteranen der ersten Elektrifizierung

am 14. Februar 1942 in Wettingen

Von links nach rechts:

Dir. *H. Egg*, Ing. *K. Vögtli*, Dir. *F. Eckinger*, Kontrolling. *Brunschweiler*, Dr. *E. Blattner*, Prof. Dr. *W. Wyssling*, Prof. *Collet*, a. Kontrolling. *G. Sulzberger*, Ing. *C. Brack* (Präsident der eidg. Kommission für elektr. Anlagen), Obering. *A. L. Caflisch*, a. Ständerat Dr. *O. Wettstein*, a. Obering. *R. Grünhut*, Dr. h. c. *Lütschg*, a. Generaldirektor Dr. *Schrafl*.

Dienste der Technik stehen. Ebene Aecker wechselten mit sanften Hügeln, die zwar kaum einen Skifahrer begeistern konnten, um so mehr aber die Herzen unserer Elektriker, die in dieser silberglänzenden Pracht Millionen ungeborener Kilowattstunden erblickten, die nur auf den wärmenden Föhn warten, um zum Leben erweckt zu werden. Gar bald werden diese zahllosen Schneekristalle in der Sonne zerfliessen, in munterem Laufe dem nahen Flusse zustreben und dann in einem dunkeln Schlunde verschwinden, um als neue Wesen — als Elektronen — vielleicht die gleiche Gegend, hoch über dem Geleise, nochmals zu durcheilen.

«Wir erreichen nun das Endziel unserer Jubiläumsstrecke, die Station Wettingen, wo ein kurzer Halt eingeschaltet wird», erschreckt uns der Lautsprecher aus unserem Sinnieren, und wirklich, linker Hand erblicken wir schon den Stausee des Kraftwerkes Wettingen, wo zahlreiche Wildenten beim Anblick des ungewohnten grossen roten Vehikels erschreckt das Weite suchen. Beim Einfahrtsignal übergibt die «Kriegs»-Fahrleitung mit ihren Holzmasten den Fahrdraht ihrer älteren Schwester mit Gittermasten und Differdinger-Trägern und schon hält unser Zug am Endpunkte dieser historischen Bahnstrecke Seebach-Wettingen.

Die Veteranen der Elektrifikation unserer Schweizer Bahnen gruppieren sich vor dem Zuge zu einer Photoaufnahme, dann wird schon wieder zum Einsteigen gerufen und um 11.03 nimmt unser Zug den Rückweg nach Zürich unter seine flinken Füsse. «Achtung, wir werden jetzt die Geschwindigkeit auf 125 km/h steigern», verkündet der Lautsprecher, und gar bald, zwischen Killwangen und Dietikon, erklimmt der Zeiger des Tachometers die rote Marke, ja man gibt sogar zur Feier des Tages noch 2 km/h zu! Erst vor Altstetten wurde wieder eine ruhigere Gangart eingeschlagen, denn nun ging es auf eine für das gewöhnliche Reisepublikum ungewohnte Route, nämlich durch den Güterbahnhof über das Verbindungsgeleise direkt nach dem Bahnhof Wiedikon. Rechts erblickte man die ausgedehnten Gebäulichkeiten und Werkplätze der SBB-Reparaturwerkstätten Zürich, wobei das Kennerauge unter den vielen «Patienten» einige illustre Persönlichkeiten erspähte, so den hellgrünen «Jura-Pfeil», den roten Doppel-Schnelltriebzug und einen Gepäck-Schnelltriebwagen.

Wenige Augenblicke später verschlang uns schon der Wiedikoner Tunnel und, wiederum auf die Minute genau, um 11.20 nahm diese denkwürdige Fahrt im Bahnhof Enge ihr Ende. *Ha.*

Die Veranstaltung im Kongresshaus

Dr. **F. Hess**, Direktor des Kreises III der SBB, begrüsste im kleinen Tonhallesaal die feierliche Versammlung. Er gab einen Rückblick auf die Anfänge der elektrischen Zugförderung in der Schweiz und würdigte die grundlegende Bedeutung der Versuchsstrecke Seebach-Wettingen und die Männer, die an den Arbeiten hauptsächlich beteiligt waren — neben dem Initianten Huber-Stockar von seiten der Maschinenfabrik Oerlikon vor allem noch die Herren Direktor Bitterli, Studer, Lang und Vögtli sowie Herrn Weber, später techn. Beamter der SBB, von seiten der Kreisdirektion III der SBB Herrn Ing. Messer und von seiten der Obertelegraphendirektion Herrn Ing. E. Trechsel. Der Redner ging dann auf die erfolgreiche Tätigkeit der «Schweizerischen Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb» ein und schloss folgendermassen:

«Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass die genannte Kommission eine wertvolle und bahnbrechende Arbeit geleistet hat. Gerade für die Abklärung schwieriger technischer, wirtschaftlicher und finanzieller Probleme eignet sich der Erfahrungsaustausch im Rahmen einer Kommission sehr gut. Allerdings dürfen dann die Ergebnisse der Kommissionsarbeiten nicht in irgendeiner Schublade verschwinden, sondern, wenn die Arbeit nicht vergeblich sein soll, müssen die hiezu berufenen Stellen die gezogenen Schlussfolgerungen auch in die Tat umsetzen.

Dies geschah in unserm Falle mit erfreulicher Promptheit. Denn schon am 12. September 1908 beschloss die Direktionskommission der Lötschbergbahn auf Anraten des Herrn Ingenieur *Thormann*, auf der Strecke Spiez-Frutigen im Sinne eines Versuches den elektrischen Betrieb mit hochgespanntem Einphasen-Wechselstrom einzuführen und gestützt auf die damit auch hier gemachten günstigen Erfahrungen fasste der Verwaltungsrat am 30. Juni 1911 den Beschluss, die eigentliche Bergstrecke Frutigen-Brig von Anfang an für den elektrischen Betrieb mit dem gleichen Stromsystem auszubauen, und nachdem der Verwaltungsrat der Rhätischen Bahn sich schon im Jahre 1910 ebenfalls zu diesem System für die neuen Bahnstrecken St. Moritz-Bevers-Schuls und Samaden-Pontresina entschlossen hatte.

Dass es bei den Bundesbahnen etwas behutsamer zuging, ist abgesehen von den schon früher angeführten Gründen nicht verwunderlich, weil hier nicht die Neuanlage einer elektrischen Bahn oder der unmittelbar bevorstehende Bau neuer Linien mit elektrischer Zugförderung zu einem raschen Entschluss zwangen. Es handelte sich vielmehr um die Umstellung eines bestehenden Dampfbetriebes auf die elektrische Traktion mit ganz erheblichem Aufwand an zusätzlichem Kapital, dessen Beschaffung neben der Lösung der technischen Fragen für die Bundesbahnen noch ein besonderes Problem darstellte. Um Ihnen einen Begriff zu geben, um welche Summen es dabei ging, sei nur kurz auf zwei Zahlen hingewiesen: die ursprünglichen Anlagekosten der Gotthardbahn mit ihrem grossen Tunnel und den übrigen zahlreichen Kunstbauten betrugen die für die damalige Zeit aussergewöhnlich hohe Summe von 280 Millionen Franken; die Elektrifikation der Gotthardbahn allein kostete weitere 153 Millionen.

Doch kehren wir zurück zur Tätigkeit unserer Studienkommission. Im Sommer 1912 erhielt die Generaldirektion der Bundesbahnen von ihr einen aus der Feder von Herrn Prof. *Wyssling* stammenden, vom Mai gleichen Jahres datierten, ausführlichen Bericht über «Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bahnen mit besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn». An der Sitzung vom 1. Oktober 1912 referierte der damalige Generaldirektor der Bundesbahnen und spätere Bundesrat Dr. *Haab* vor dem Verwaltungsrat über die von der Generaldirektion getroffenen Vorbereitungen für die Einführung des elektrischen Betriebes und gab dabei bekannt, dass die Generaldirektion gedenke, das seit 1907 beim Baudepartement bestehende Bureau für elektrischen Bahnbetrieb zu einer Abteilung für die elektrische Zugförderung zu erweitern, und dass es ihr gelungen sei, als Leiter dieser Abteilung auf Grund eines besondern Vertrages Herrn *Emil Huber-Stockar* zu gewinnen. Dieser nahm seine Tätigkeit unverzüglich auf und schon nach einem Jahre, d. h. am 25. November 1913, bewilligte der Verwaltungsrat der Bundesbahnen den Baukredit für die Elektrifikation der Strecke Erstfeld-Bellinzona. Den sofort anhandgenommenen Vorbereitungen zur Ausführung — es waren zunächst die zahlreichen Brücken zu verstärken und die Tunnel den Anforderungen des Einbaus der Fahrleitung anzupassen — machte der Ausbruch des Weltkrieges im August 1914 jedoch vorläufig ein jähes Ende. Die Bundesbahnen sahen sich zur Einstellung ihrer sämtlichen Bauarbeiten gezwungen und als man Ende 1915 die Wiederaufnahme dieser Arbeiten und damit auch der Elektrifikationsarbeiten auf der Gotthardlinie in Erwägung zog, erhob sich nochmals ein heftiger Kampf um die Wahl des Stromsystems, der erst durch einen Beschluss des Verwaltungsrates vom 18. Februar 1916 zugunsten des von Emil Huber und der Studienkommission von Anfang an empfohlenen Systems des hochgespannten Einphasen-Wechselstromes entschieden wurde. Die Arbeiten auf der Gotthardstrecke wurden nunmehr, soweit dies unter den Einschränkungen der Kriegszeit möglich war, nach Kräften gefördert, so dass im September 1920 auf der Bergstrecke Erstfeld-Airolo der elektrische Betrieb aufgenommen und am 29. Mai 1921 bis Bellinzona ausgedehnt werden konnte. Die gegen das Ende des ersten Weltkrieges entstandene Kohlennot und die damit verbundenen rigorosen Fahrplaneinschränkungen hatten die Wichtigkeit der Elektrifikation unserer Bahnen inzwischen in ein neues Licht gerückt. Es machten sich daher Bestrebungen geltend, das ursprünglich vorgesehene Tempo der Elektrifikation wesentlich zu beschleunigen.

Im Jahre 1918 wurde deshalb ein Programm für die Elektrifikation des gesamten Bundesbahnnetzes innerhalb eines Zeitraumes von 30 Jahren aufgestellt. Herr Ständerat *Wettstein* regte jedoch schon im Dezember 1918 in einem Postulat an, diese Frist erheblich abzukürzen. In der Folge entschloss man sich, namentlich aus Gründen der Arbeits-

beschaffung in der ersten Wirtschaftskrise der Nachkriegszeit, die Elektrifikation innerhalb eines wesentlich kürzeren Zeitraumes durchzuführen, so dass die Hauptlinien mit einer Betriebslänge von 1611 km schon Ende 1928 elektrisch betrieben werden konnten. Gestützt auf die guten Ergebnisse wurden in den folgenden Jahren noch weitere 540 km elektrifiziert, so dass unsere Staatsbahn den zweiten Weltkrieg unseres Jahrhunderts zu ihrem grossen Vorteil mit einem zu ¾ elektrifizierten Netz antreten konnte.

Diese im Ausland vielfach bewunderte Leistung verdanken wir in erster Linie der aufopfernden Arbeit einer ganzen Anzahl hervorragender Männer, die dem Lande ihr Bestes gaben. Von den verdienstvollen Bemühungen des Herrn **Prof. Dr. Wyssling** und seines Mitarbeiterstabes um die wissenschaftliche Abklärung der technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Vollbahnelektrifikation in der Schweiz habe ich Ihnen bereits ausführlich gesprochen. Für die Schweizerischen Bundesbahnen war es sodann ein besonderes Glück, dass der die künftige Entwicklung von Anfang an klar erkennende, hervorragende Ingenieur **Emil Huber-Stockar** sich bereit finden liess, seine Tätigkeit in der Privatindustrie aufzugeben und die unmittelbare technische Leitung dieser Elektrifikationsarbeiten persönlich zu übernehmen. Mit seinen engsten Mitarbeitern Ingenieur *Burlet*, Direktor *Egg* und Dr. *Eggenberger*, und unterstützt durch das verständnisvolle Mitgehen der schweizerischen Konstruktionsfirmen mit ihrem hervorragenden Stabe an Ingenieuren und Qualitätsarbeitern, errichtete er in verhältnismässig kurzer Zeit ein Werk, das heute allgemeine Anerkennung geniesst.

Wir gedenken aber auch dankbar des grossen Staatsmannes Bundesrat *Haab*, der schon im ersten Amtsjahr seiner Tätigkeit als Generaldirektor der Bundesbahnen tatkräftig für die Elektrifikation eingestanden ist und sich später im Bundesrat, im Parlament und in der Oeffentlichkeit mit der ganzen Kraft seiner Persönlichkeit gegen alle Anfechtungen für die von ihm als gut erkannte Sache eingesetzt hat. Das gleiche gilt in hervorragendem Masse auch von einer Persönlichkeit, die aus der Geschichte der Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen nicht mehr wegzudenken ist, weil diese einen Hauptinhalt ihrer Lebensarbeit ausmachte. Ich meine damit den Mann, der in den entscheidenden Jahren an der Spitze des Unternehmens stand, den gegenwärtigen Direktor des Zentralamtes für die internationale Eisenbahnbeförderung und früheren langjährigen Präsidenten der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen, Herrn Dr. *Anton Schrafl*. Er leitete als Kreisdirektor den damaligen Kreis V in Luzern, als die Gotthardbahn elektrifiziert wurde; die Verdienste, die er sich schon bei diesem Anlass erwarb, waren nicht zuletzt eine Ursache, dass ihn Herr Bundesrat Haab im Jahre 1922 in die Generaldirektion berief. Hier hatte er zunächst als Vorsteher des Bau- und Betriebsdepartementes und später als Präsident der Generaldirektion während 15 Jahren die oberste Leitung der Elektrifikationsarbeiten inne. Das flotte Tempo, in dem die Elektrifikation durchgeführt wurde, nachdem einmal die ersten Hemmungen überwunden waren, ist nicht zuletzt seinem stets anfeuernden Geist zu verdanken. Unermüdlich war er bestrebt, die immer wieder auftauchenden Hindernisse aus dem Weg zu räumen und die verständnisvolle Zusammenarbeit aller Beteiligten sicherzustellen. Sein höchstpersönliches Verdienst ist es insbesondere auch, dass die Vorteile der Elektrifikation in der Organisation und Durchführung des Bahnbetriebes restlos ausgewertet wurden.

Meine Herren!

Damit habe ich meinen kurzen Streifzug durch die Vergangenheit beendet.

Sie werden mir einmütig beistimmen, wenn ich schliesse mit den Worten: **Wir versichern die Pioniere der Elektrifikation unserer Schweizerbahnen alle unseres wärmsten Dankes. Sie haben sich um das Vaterland verdient gemacht.**»

Hierauf sprach in französischer Sprache Generaldirektor Dr. **Paschoud**, der die Bedeutung der Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen in wirtschaftlicher, finanzieller und technischer Beziehung unterstrich, auf die Wichtigkeit der Ausnützung unserer einheimischen Wasserkräfte hinwies und von der grundsätzlichen Bereitschaft der SBB Kenntnis gab, die Elektrifizierung des ganzen Netzes der SBB durchzuführen. Die Strecke Seebach-Wettingen soll nun, leistungsfähiger geworden, den Güterzugverkehr Ostschweiz-Westschweiz aufnehmen und damit den Zürcher Hauptbahnhof entlasten. Herr Generaldirektor Paschoud führte im einzelnen folgendes aus:

«... La commission d'étude pour l'introduction de la traction électrique sur les chemins de fer suisses indique à plusieurs reprises, dans son rapport du mois de mai 1912, rapport qui a joué un rôle fondamental pour l'électrification de nos chemins de fer, le but qu'elle assignait à cette électrification.. Voici ce qu'elle dit à ce sujet: Ce que la commission recherche avant tout, c'est la mise en valeur de nos forces hydrauliques nationales pour remplacer le charbon étranger et, si possible, une diminution du coût de l'exploitation des chemins de fer.

Que le premier de ces buts soit atteint actuellement, dans une très large mesure, les indications suivantes le prouvent à l'évidence.

En 1941, les Chemins de fer fédéraux ont consommé, uniquement pour la traction et le chauffage de leurs trains et de ceux de quelques entreprises de transport auxquelles ils fournissent du courant (Viège-Zermatt, Bodensee-Toggenburg, Sihltalbahn, Emmentalbahn) 750 millions de kWh. C'est là sensiblement plus du dixième de la consommation totale d'énergie électrique en Suisse pendant la même année. Avec une exploitation à la vapeur, la consommation de charbon qui correspondrait à 750 millions de kWh serait de plus de 1 million de tonnes. On peut, si l'on veut, pousser le calcul un peu plus loin et dire, qu'au prix de 100 fr. la tonne, prix qui est dépassé actuellement, le coût de ce million de tonnes de charbon dépasserait 100 millions de francs. La réalité est toutefois différente. Ceux qui connaissent les difficultés que les Chemins de fer fédéraux ont rencontrées, l'an dernier, pour se procurer une partie des 150 mille tonnes de charbon qu'ils ont consommées sur leurs lignes à la vapeur, savent qu'il aurait été absolument impossible d'obtenir, même en très faible partie, le million de tonnes de charbon qui est l'équivalent des 750 millions de kWh consommés en 1941. Ainsi donc, le but essentiel assigné à l'électrification des chemins de fer par la commission d'étude a été atteint.

Qu'en est-il maintenant de la diminution du coût de l'exploitation des chemins de fer? Il est difficile de donner une réponse précise et générale à cette question qui est très complexe. Avant de passer à l'électrification d'un tronçon quelconque de leur réseau, les Chemins de fer fédéraux procèdent à un calcul dit calcul de rentabilité de l'électrification de ce tronçon.

... Pour les électrifications auxquelles les Chemins de fer fédéraux ont procédé jusqu'ici, le résultat était généralement favorable à l'électrification, en prenant comme prix du charbon le prix moyen de celui-ci en temps de paix (30 à 40 fr. la tonne). Mais, ainsi qu'on devait le prévoir, par le fait que ce sont les lignes à trafic important qui ont été électrifiées les premières, les calculs de rentabilité des lignes que nous électrifions actuellement ne donnent plus des résultats absolument nets.

... Du reste, à la suite des événements actuels, l'importance accordée à ces calculs de rentabilité de l'électrification a sensiblement diminué. Des calculs qui reposent essentiellement sur un prix moyen du charbon en temps de paix sont absolument faussés dès que, pendant des guerres de longue durée et qui risquent de se répéter à des intervalles de l'ordre de 25 à 30 ans, le prix du charbon augmente dans des proportions excessives. C'est pourquoi, aux Chemins de fer fédéraux, on est aujourd'hui d'avis qu'il faudra électrifier toutes les lignes du réseau, même celles de très faible trafic. C'est l'opinion que nous avons exprimée par exemple dans le programme que nous avons fourni au délégué chargé de la création d'occasions de travail et c'est en vue de cette électrification complète de nos lignes qu'en commun avec les NOK, nous avons décidé la construction de l'usine de Rupperswil.

... En terminant ce rapide exposé, je voudrais indiquer quelques-unes des améliorations d'ordre purement technique en comparant, du point de vue de l'exploitation, la locomotive électrique et la locomotive à vapeur.

Sur les rampes, si fréquentes dans notre réseau, la locomotive électrique permet de circuler beaucoup plus rapide-

ment que la locomotive à vapeur la plus moderne. Les nouvelles locomotives doubles du St-Gothard permettent de franchir les rampes les plus fortes de cette ligne à l'allure de 75 km/h en remorquant des trains de voyages de 770 t. Chacun saisit immédiatement les avantages qui en résultent pour l'établissement des horaires.

Après un parcours de 200...300 km, la locomotive à vapeur doit faire du charbon et de l'eau. A l'arrivée à destination, la locomotive électrique est prête à repartir immédiatement pour un nouveau parcours. Toutes les 2 ou 3 semaines, la locomotive à vapeur doit être mise hors service pour le nettoyage de sa chaudière. Une locomotive électrique peut circuler 2 à 3 mois sans mise hors de service.

Une locomotive électrique de trains directs parcourra annuellement 120 000—180 000 km. Une locomotive à vapeur ne pourra faire, en moyenne, que 70 000 km pendant le même laps de temps.

Avec des locomotives à vapeur modernes, notre exploitation exigerait un nombre de locomotives de 50 % plus élevé que celui des locomotives électriques. Au lieu de nos 500 locomotives électriques, il nous en faudrait au moins 750 à vapeur...»

Bundesrat Celio sprach in italienischer Sprache. Das Kernstück seiner Rede behandelte in sehr positiver Weise die «Ausnützung unseres gesamten Nationalvermögens an Wasserkräften». Wir haben hierüber in der letzten Nummer berichtet.

Beim anschliessenden Mittagessen wurden alte Erinnerungen mit Witz und Humor aufgefrischt — von Ständerat Wettstein, Prof. Dr. Wyssling, Prof. Collet, seinerzeit Direktor der Eidg. Landeshydrographie, u. a. Es sei hier nur erwähnt, dass Herr Prof. Dr. Wyssling anregte, dem unvergesslichen E. Huber-Stockar eine Gedenktafel zu stiften, eine Anregung, die grossen Beifall auslöste und durch den Präsidenten des SEV, Prof. Dr. P. Joye, zur Abklärung entgegengenommen wurde.

Den abwesenden Mitgliedern der ehemaligen «Studienkommission» wurde ein Telegramm folgenden Inhalts geschickt:

Die bei Anlass der Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der denkwürdigen Strecke Seebach-Wettingen versammelten Teilnehmer an der Eröffnungsfeier im Kongresshaus Zürich gedenken mit aufrichtiger Dankbarkeit Ihrer seinerzeit in der Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb geleisteten Arbeit und entbieten ehrfurchtsvolle Grüsse.

Für die Teilnehmer an der Eröffnungsfeier:
Dr. Celio, Bundesrat.

Auch an Frau Huber-Stockar wurde im Gedenken an die ausserordentlichen Verdienste des Herrn Dr. E. Huber um das grosse nationale Werk der Elektrifizierung der SBB ein Telegramm geschickt.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Der hochfrequente Drahtfunk

[Nach E. Eisele, Mitteilung aus dem Reichspostzentralamt (Funktechnische Monatshefte 1941, Heft 4, S. 55)]

621.395.97.029.5

Die Vorteile des Drahtfunks gegenüber dem drahtlosen Rundfunk bestehen erstens in der geringeren Störanfälligkeit und zweitens in der Möglichkeit, an verschiedenen Orten eine gleichmässige Empfangsamplitude zu erzeugen. Das deutsche Drahtfunksystem benutzt zur Uebertragung hochfrequente Trägerwellen von 150...300 kHz. Gegenüber dem niederfrequenten Betrieb hat dies folgende Vorteile:

1. Das niederfrequente Fernsprechnetz kann ohne Störung mitbenutzt werden.
2. Zum Empfang können gewöhnliche Rundfunkempfänger benutzt werden.
3. Es können mehrere Programme gleichzeitig über die Leitung gesandt werden, die der Empfänger durch Abstimmung auswählen kann.
4. Der niederfrequente Geräuschpegel stört nicht.

Früher glaubte man, dass eine Uebertragung von Hochfrequenz über gewöhnliche Fernsprechkabel unmöglich sei. Genauere Messungen an Fernsprechkabeln und Freileitungen ergaben jedoch, dass die Dämpfung nicht nach den bei Niederfrequenz gültigen Gesetzen mit der Frequenz ansteigt. Dies liegt daran, dass die Grössen

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{R}{\omega L} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{G}{\omega C}$$

wo ε und δ die entsprechenden Verlustwinkel bedeuten, relativ klein werden, da die Nenner mit steigender Frequenz stärker wachsen als die Zähler. Unter Berücksichtigung der Kleinheit und angenäherten Gleichheit dieser Grössen erhält man für die Dämpfungskonstante β die Näherungsformel

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{[Neper/km]} \qquad (1)$$

die auch für verlustarme Leitungen Gültigkeit besitzt. Die Grösse $\sqrt{\frac{L}{C}}$ bedeutet dabei den frequenzabhängigen Wellenwiderstand der verlustarmen Leitung. R hängt durch die Stromverdrängung und C infolge der dielektrischen und Absorptions-Verluste von der Frequenz ab. Messungen der Dämpfungen, die an Kabeln ausgeführt wurden, stimmen mit den angegebenen Formeln gut überein. In Fig. 1 sind die erhaltenen Dämpfungen von Kabeladern verschiedener Stärke als Funktion der Frequenz aufgetragen. Auch die Dämpfung der dünnsten Ader ist mit 0,8 Neper/km bei 250

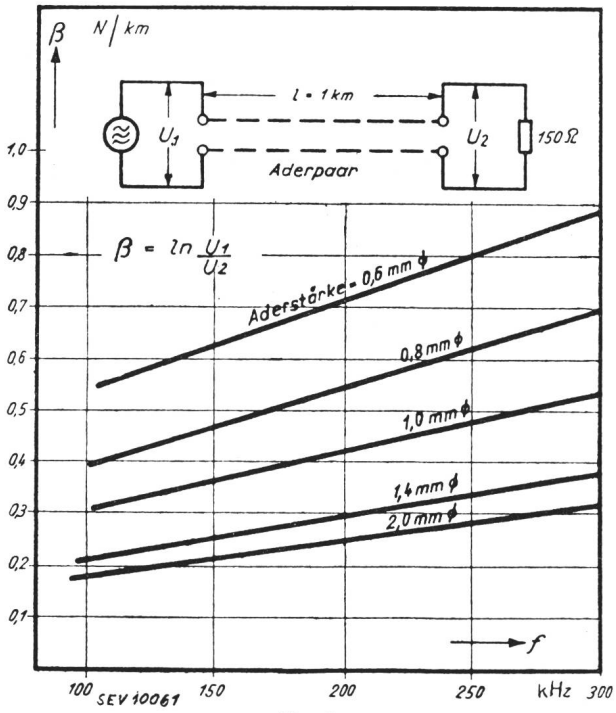


Fig. 1.
Dämpfungsverlauf verschiedener Kabeladern im Langwellenbereich.

kHz durchaus tragbar. Der zugehörige Wellenwiderstand beträgt etwa 150 Ohm.

Bei Freileitungen, wo Gl. (1) ebenfalls gilt, erhält man für R die Formel (Formel für die Widerstandserhöhung durch Skin-Effekt)