Der elektrische Betrieb auf der Strecke Spiez-Frutigen der Berner Alpenbahn

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **57/58 (1911)**

Heft 7

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-82652

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Der elektrische Betrieb auf der Strecke Spiez-Frutigen der Berner Alpenbahn. — Ideen-Wettbewerb zur allgemeinen baulichen Anordnung der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914. — Miscellanea: LII. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure. Grosse Wasserkraftanlage an der Donau. Die alte Mainbrücke zu Frankfurt a. M. Die III. Zürcher Raumkunstausstellung. Rheinschiffahrt Basel-Bodensee. Eidgenössische Technische Hochschule. Kantonales Technikum Winterthur. Die XCIV. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft. Schweizerischer Städteverband. Normalspurbahn Huttwil-Eriswil. Bahnhofplatz Lausanne. Die Erstellung einer festen Rheinbrücke unterhalb Basel. Schweizerischer Wasserwirtschafts-Verband. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafel 21: Lokomotivdepot und Werkstätte der B. L. S. in Spiez.

Band 58. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 7.**

Der elektrische Betrieb auf der Strecke Spiez-Frutigen der Berner Alpenbahn.

(Mit Tafel 21.)

Auf den Seiten 75 und 89 des letzten Bandes haben wir die eingehende Beschreibung derjenigen elektrischen Fahrzeuge der Vollbahn Spiez-Frutigen veröffentlicht, die sich als betriebsfähig erwiesen haben, nämlich der *Oerlikon-Lokomotive Nr. 121* und des *Motorwagens*, und die seit letztem Herbst dem regulären Betriebe dienen. Heute sind wir in der Lage, unsere damaligen Mitteilungen zu vervollständigen an Hand eines gedruckt vorliegenden Berichtes über die bisherigen Erfahrungen, verfasst von Herrn Ingenieur *L. Thormann,* technischem Beirat der Berner Alpenbahn-Gesellschaft.

Wir verdanken dem Verfasser des Berichtes die Erlaubnis zum Abdruck des Kapitels über die „Ergebnisse des Betriebes", das für unsere Leser besonderes Interesse bietet, sowie der beiden kurzen Abschnitte über die von uns noch nicht beschriebenen „Lokomotive der A. E. G." und über „Depot und Werkstatt" in Spiez. Auch die begleitenden Bilder und Zeichnungen bezw. die Unterlagen dazu verdanken wir Herrn Thormann.

* * *

Lokomotive der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin.

„Der mechanische Teil wurde von der Lokomotivfabrik Krauss & Cie. in München hergestellt.

Sie besteht aus zwei kurzgekuppelten Hälften, von denen jede zwei Triebachsen und eine Laufachse besitzt, die mit der vorderen Triebachse zu einem Krauss-Helmholtz-Drehgestell verbunden ist.[1])

Die Laufachse ist demnach radial einstellbar, die vordere Triebachse seitlich verschiebbar und nur die hintere Triebachse ist im Gestell festgelagert. Die Lokomotivhälfte hat infolgedessen keinen eigentlichen festen Radstand. In dem Gestell einer jeden Hälfte ist der Triebmotor gelagert, der seine Bewegung mittels Triebstange in von der Senkrechten wenig abweichenden Richtung auf eine Blindwelle überträgt, die in der Höhe der Achsenlager im Rahmen festgelagert ist, und von der aus die Triebachsen vermittels Kuppelstangen angetrieben sind. Die Transformatoren befinden sich jeweilen in einem Oelkasten an den vorderen Enden der Lokomotivhälften. Hinter denselben sind Führerstände angeordnet und gegen die Mitte der Lokomotive zu die beiden Motorräume, die unter sich in Verbindung stehen durch eine vermittels Faltenbalg seitlich geschlossene Durchgangstüre.

Die Motoren sollen eine Leistungsfähigkeit besitzen für stündliche Beanspruchung von je 800 *PS* bei einer Geschwindigkeit von etwa 40 *km/Std.*, demnach die Lokomotive imstande sein soll, einen Zug von 400 *t* auf 15,5 ‰ mit der betreffenden Geschwindigkeit zu ziehen, bezw. von 250 *t* auf 27 ‰, entsprechend einer Zugkraft von 8000 *kg* am Haken. Die Motoren sind kompensierte Repulsionsmotoren nach Bauart Winter-Eichberg und besitzen eine gesonderte Erregung der Armatur. Die Regulierung erfolgt infolgedessen einerseits durch Aenderung der Statorspannung am Transformator, anderseits durch Aenderung des Uebersetzungsverhältnisses des Erregertransformators. Die Motoren sind achtpolig gewickelt und besitzen dem entsprechend 24 Bürstenstifte, je 2 für die Kurzschlussbürsten und je 1 für die Erregerbürsten. Dementsprechend sind im ganzen 5 × 24 = 120 Kohlenhalter vorhanden. Da eine Uebersetzung nicht vorhanden, haben die Motoren die gleiche Tourenzahl wie die Triebachsen, deren Räder 1270 *mm* Durchmesser besitzen. Für die Steuerung sind ebenfalls Stufenschalter vorhanden. Da beide Lokomotivhälften genau identisch und voneinander unabhängig gebaut sind, sind im ganzen 2 × 17 = 34 Hüpfer vorhanden, deren Steuerung vermittelst Wechselstrom erfolgt. Die Spannung am Motor beträgt auf der höchsten Spannungsstufe, die der Stundenleistung entspricht, 1235 Volt.

Die fertige Lokomotive hat ein Gewicht von rund 48 *t* pro Hälfte, somit total 96 *t*, bei einer Triebachsenbelastung von rund 17 *t*. Infolge der unsymmetrischen Lage des etwa 14 *t* schweren Motors im Gestellrahmen ist die eine Seite mehr belastet als die andere. Der Unterschied beträgt etwa 3 *t* pro Lokomotivhälfte, in dem Sinn, dass die Kollektorseite leichter ist als die gegenüberliegende.

[1]) Typenskizze vergl. Band LVI Seite 249.

Depot und Werkstatt.

Da das bisherige Lokomotivdepot mit Reparaturwerkstätte der Strecke Spiez-Frutigen sich in Interlaken befindet in gemeinsamer Benützung mit der Thunerseebahn, und es nicht wohl angängig war, die elektrischen Fahrzeuge für jeden Anlass vermittelst Dampftraktion dorthin zu schleppen, wurde speziell für den Unterhalt der elektrischen Ausrüstungen der Fahrzeuge eine neue Remise mit Reparaturwerkstätte in Spiez errichtet mit direkter Zufahrt vom Bahnhof aus (Tafel 21).

Diese enthält Raum für zunächst 6 bis 8 Fahrzeuge, je nachdem es Lokomotiven oder Motorwagen sind, und kann durch Anbau leicht um etwa 10 weitere Stände erweitert werden. Die Anordnung geht aus dem Grundriss hervor. Demnach ist die ganze Halle als Montageraum gedacht und kann durch einen Kran quer über die drei Geleise bedient werden, während in derselben Achse eine Quergrube den Ausbau nach unten der Achsentriebmotoren der Motorwagen erlaubt und deren Transport in den äusseren Teil des Querbaus, der speziell für Reparaturarbeiten an Motoren und Wicklungen bestimmt ist. Beidseitig zu letztern liegen eine Schmiede und ein Raum mit den notwendigen Arbeitsmaschinen, als Drehbank, Bohr- und Fräsmaschine, Blechscheren, Schleifstein usw. (Abb. 1).

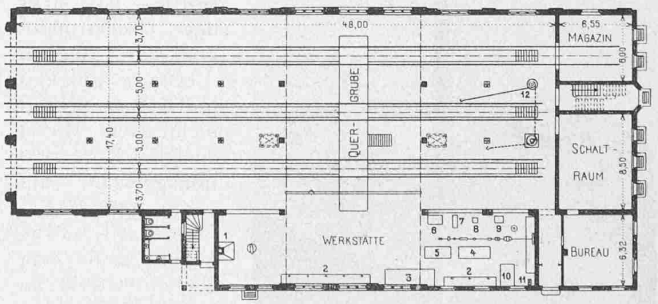


Abb. 1. Lokomotivdepot und Werkstätte in Spiez. — 1 : 600.

LEGENDE: 1. Esse, 2. Werkbank, 3 u. 4. Drehbänke, 5. Radial-Bohrmaschine, 6. Säulen-Bohrmaschine, 7. Gattersäge, 8. Schleifstein, 9. Schmiergelscheibe, 10. Shapingmaschine, 11. Motor, 12. Spill.

Im Remisengebäude ist auch die Schalt- und Messstation für die vom Wasserwerk ankommende Speiseleitung des Bahnbetriebsstromes von 15 000 Volt untergebracht. Diese ist ferner kombiniert mit einer Prüfstation, welche es erlaubt, die einzelnen Sektionen der Fahrdraht- und Speiseleitung, wie sie von der Verteilungstafel abzweigen, mit Spannungen bis auf 30 000 Volt auf Isolation zu prüfen, desgleichen auch die Hochspannungsteile der Fahrzeuge.

Für Licht- und Kraftverteilung innerhalb der Remise ist eine Umformung in Gleichstrom eingerichtet mit parallel geschalteter Pufferbatterie, um auch in den Fällen versorgt zu sein, wo der Bahnbetriebstrom vorübergehend ausbleiben sollte. Ausser zum Antrieb der Werkzeugmaschinen wird dieser Gleichstrom auch benützt, um die Fahrzeuge vom Vorplatz in die Remise hinein und wieder auf denselben heraus befördern zu können, was vermittelst zweier elektrischer Spills geschieht. Auf diese Weise ist im Innern des Gebäudes von der Anbringung einer Hochspannungsfahrdrahtleitung Umgang genommen worden, die ausser der Berührungsgefahr noch der Tätigkeit des Kranes hindernd im Wege gestanden wäre. Letzterer hat bei 12 *m* Spannweite eine Tragkraft von 10 *t* und ist für Handbetrieb eingerichtet.

In den obern Räumen des Dachstockes sind, soweit dieselben nicht als Magazine benützt werden, Wohnungen eingerichtet.

Gebaut wurde das Depot nach den Plänen der Architekten Joss und Klauser in Bern durch die Unternehmerfirmen J. Frutiger in Oberhofen und Grütter & Schneider in Spiez. Die elektrischen Einrichtungen lieferte die Maschinenfabrik Oerlikon und den Laufkran die *Giesserei Bern* der von Roll'schen Eisenwerke.

Ergebnisse des Betriebes.

Nachdem im Juli 1910 zunächst mit den *Motorwagen* und daraufhin mit der *Oerlikon-Lokomotive Nr. 121* die Versuchsfahrten begonnen worden waren, fand Mitte Oktober die behördliche Kollaudation der Strecke, sowie der Motorwagen statt, worauf vom 1. November an der bisher mit Dampf geführte Personenverkehr in regelmässigem Dienst von der elektrischen Traktion übernommen wurde. Seither ist der elektrische Betrieb ohne jegliche Störung durchgeführt worden und nachdem mit der elektrischen Lokomotive Nr. 121 auch die Güterzüge übernommen wurden, ist der Dienst der Dampflokomotiven vollständig eingestellt worden. Aus dieser Tatsache geht hervor, dass die getroffenen elektrischen Betriebseinrichtungen sich in jeglicher Hinsicht bewährt haben. Abgesehen von einigen kleinen konstruktiven Details sind die bisherigen Erfahrungen mit sämtlichen Anlageteilen gute zu nennen, sodass die Anlage als ein Beweis angesehen werden kann für die Durchführbarkeit des Einphasenwechselstrombetriebes auch für die allerschwerste Traktion einer Hauptlinie.

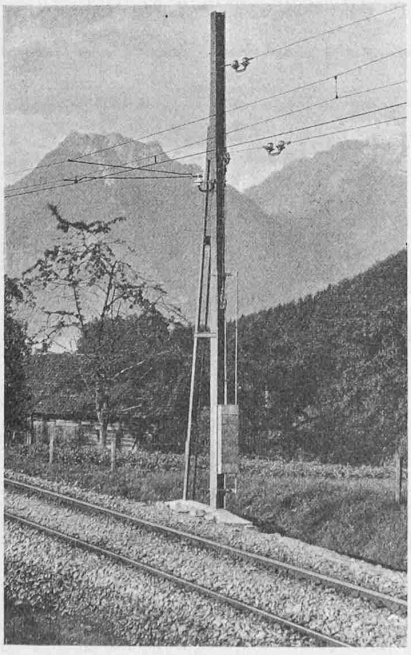


Abb. 6. Nachspannung vor Km. 1,0.

Die Einphasenlokomotive, wie sie nunmehr gebaut worden ist, steht der Drehstromlokomotive bezüglich Leistungsfähigkeit und Anfahrzugkraft nicht nach. Wenn auch das Konstruktionsgewicht auf die geleistete Pferdekraft etwas höher sein mag als bei letzterer, so stehen diesem kleinen Nachteil bedeutende Vorzüge gegenüber, nämlich die Einpoligkeit der Fahrdrahtleitung, sowie die Möglichkeit der Verwendung einer bedeutend höhern Spannung, aus denen Ersparnisse resultieren, die die für die Erstellung der Fahrzeuge sich ergebenden Mehrkosten bei weitem überwiegen.

Die mit 15 000 Volt angenommene Fahrdrahtspannung hat bisher hinsichtlich Isolationsfähigkeit der Fahrdrahtleitung, sowie der Fahrzeuge nicht die geringste Schwierigkeit gemacht. Auch ist die Sicherheit im Tunnelbetrieb eine vollkommene, was aus dem bisherigen Verhalten der Leitung im 1600 *m* langen einspurigen Hondrichtunnel ent-

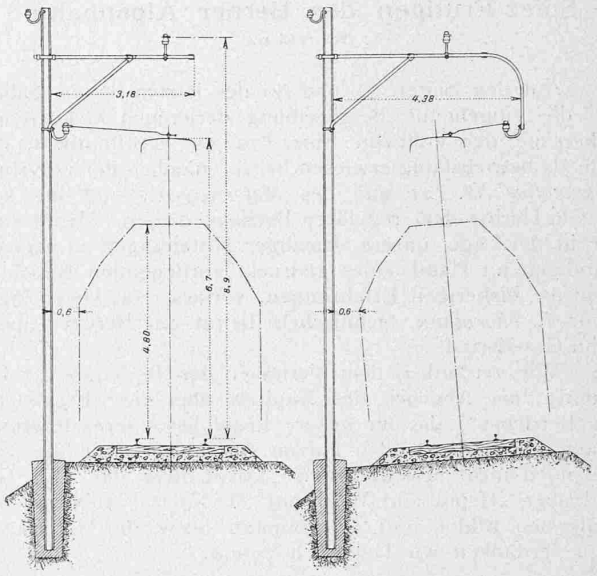


Abb. 4. Tragmaste auf freier Strecke. — Masstab 1 : 150.

nommen werden kann. Wohl traten anfangs, als die Probefahrten gleichzeitig mit dem Dampfbetrieb stattfanden, des öftern Lichtbogenbildungen zwischen Fahrdraht und Gewölbe auf, eingeleitet durch die Rauchbildung der Dampflokomotiven, und zwar im allgemeinen erst einige Minuten nachdem der Zug die Stelle bereits passiert hatte, manchmal aber auch direkt beim Passieren desselben. Eingeleitet wurden solche Lichtbogenbildungen stets an berussten Isolatoren. Es mussten daher, solange Dampfzüge verkehrten, die Isolatoren in regelmässigen Zwischenräumen vom Russ gereinigt werden, da die Lichtbogen unter Umständen ganz bedeutende Energiemengen aufnahmen und die Gewölbesteine allmählich zu verbrennen drohten. Mit Einstellung des Dampfbetriebes ist die periodische Reinigung der Isolatoren überflüssig geworden und es macht die Tunnelleitung nicht die geringste Schwierigkeit mehr. Auch die im Freien verwendete Isolation der Fahrdrahtleitung hat bisher zu Störungen keinen Anlass gegeben. Abgesehen von zwei gleich anfangs nach Unterspannungsetzung zerborstenen Isolatoren ist bis jetzt kein einziger Isola-

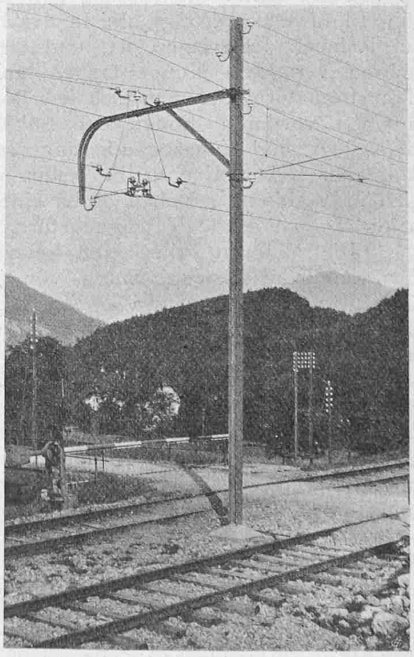
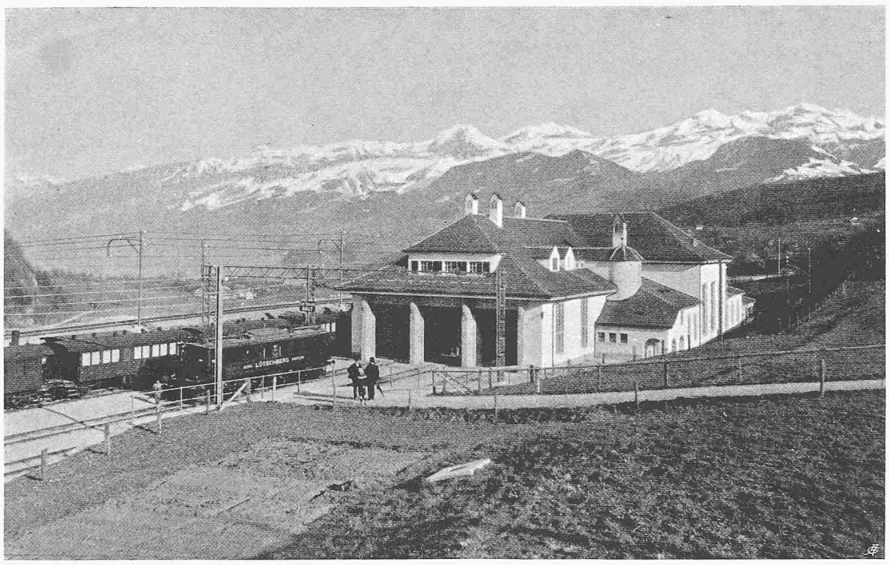
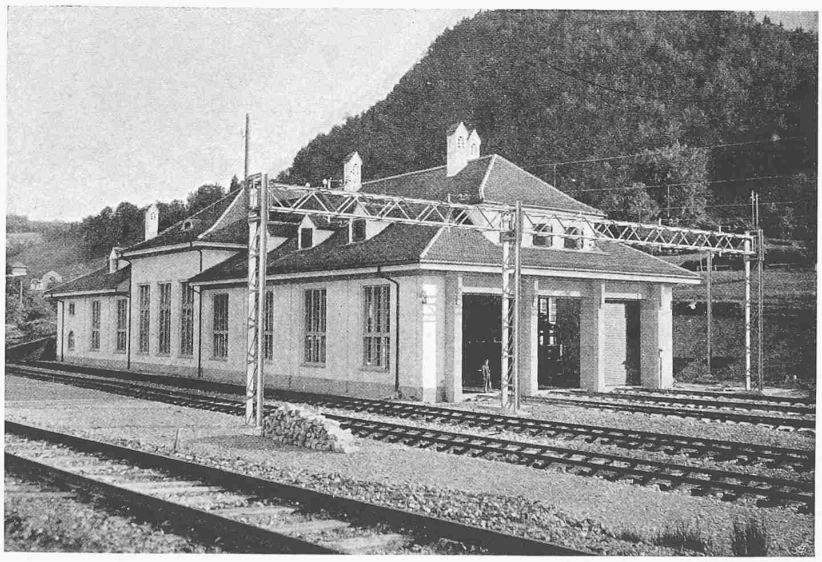


Abb. 5. Streckentrenner bei Spiez.





LOKOMOTIVDEPOT UND WERKSTÄTTE DER B. L. S. IN SPIEZ

ARCHITEKTEN JOSS & KLAUSER, BERN

Nach Originalaufnahmen der B. L. S. in Bern

JEAN FREY, ZÜRICH 1787

Aetzungen von C. Angerer & Göschl, Wien

Seite / page

84 (3)

leer / vide / blank

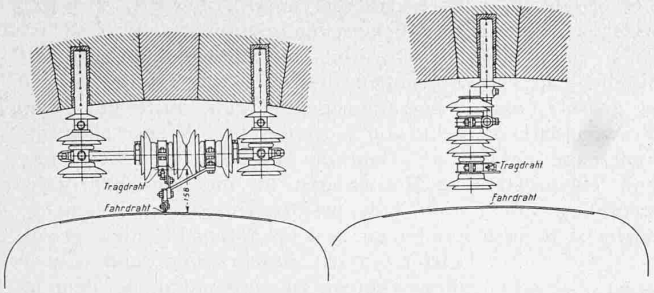


Abb. 3. Haupt- und Zwischenstützpunkt der Tunnelaufhängung.
Masstab 1 : 25.

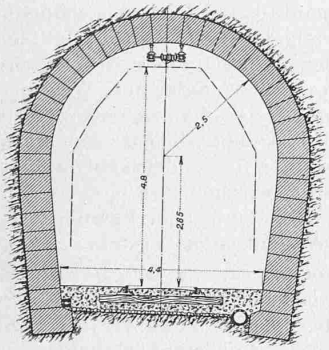


Abb. 2. Tunnelprofil. — 1 : 150.

tordefekt vorgekommen. Immerhin dürfte es nicht zu empfehlen sein, bei einer Hauptlinie die ganze Sicherheit des Fahrdienstes auf das Standhalten einer einzigen Isolation abzustellen, insbesondere nicht bei den Fahrdrahtleitungen. Beim Zerspringen eines Isolators ist, wenn derselbe nur einfach vorhanden ist, direkter Kurzschluss sehr wahrscheinlich und infolgedessen eine Störung des Fahrdienstes die unvermeidliche Folge, da auch bei der besten Organisation bis zum Herausfinden der Fehlerquelle und der Behebung derselben einige Zeit verfliessen wird. Bei doppelter Isolation wird dagegen doch in den meisten Fällen Wahrscheinlichkeit vorhanden sein, dass nur die eine Hälfte fehlerhaft geworden ist.

Auch die *Konstruktion der Fahrdrahtleitung* als solche hat sich bestens bewährt. In Anbetracht der geringen Nutzbreite der Stromabnehmer, die der Tunnels wegen nicht breiter ausgeführt werden können, war eine sehr exakte Leitungsführung unbedingt erforderlich und infolgedessen musste auch dafür gesorgt werden, dass die Leitungsanlage möglichst unabhängig von den Einflüssen der Witterung, Sturm usw. in ihrer Lage erhalten bleibt. Man hat daher auf möglichst starre Konstruktionen Bedacht genommen, die auch bei starken Windstössen nur geringe Durchbiegung auftreten lassen. Von Wichtigkeit ist des ferneren die Kontinuität der Stromabnahme durch den Stromabnehmer, und zwar nimmt diese Bedeutung jedenfalls zu mit der Höhe der verwendeten Fahrdrahtspannung. Es muss unter allen Umständen vermieden werden, dass an irgend einer Stelle aus irgend einem Grunde beide Stromabnehmer die Leitung gleichzeitig verlassen, um das Entstehen von Ueberspannungen zu verhindern, die bei plötzlichem Wiedereinschalten des Hochspannungsteiles der Fahrzeuge sonst unfehlbar entstehen. In dieser Hinsicht haben noch nicht alle Konstruktionsteile, speziell die Streckentrenner und Nachspannvorrichtungen des Fahrdrahtes, volle Befriedigung ergeben.

Was die automatische Nachspannung des Fahrdrahtes anbetrifft, so dürfte dieselbe, wenigstens für Geschwindigkeiten von maximal 60 bis 70 *km/Std.*, wie sie bei der B. L. S.-Bahn vorkommen, weniger Bedeutung haben als der eben erwähnte Umstand der Kontinuität. Eine fortdauernde Kontrolle der auf der ganzen Linie in verschiedenen Abständen vorhandenen Gewichtnachspannvorrichtungen, welche dem Fahrdraht von 100 mm^2 eine konstante Spannung von 400 *kg* geben sollten, hat erwiesen, dass im allgemeinen die Wirkung kaum die Hälfte desjenigen betrug, was rechnungsmässig hätte der Fall sein sollen. Infolge von Reibung waren es oft sogar die dem Gewicht am nächsten liegenden Spannweiten, welche der Ausdehnung nicht gefolgt waren. Es kann daher durch Anwendung der einfachen Kettenaufhängung mit hinreichender Anzahl von Hängedrähten hinsichtlich horizontaler Aufhängung der Leitung zum mindesten dasselbe erreicht werden wie mit einer schlecht spielenden Nachspannvorrichtung. Trotz der Mängel der letzteren konnten indessen Unregelmässigkeiten bei der Stromabnahme nicht beobachtet werden, wenigstens nicht bei den Geschwindigkeiten der vorliegenden Linie.

Nachdem man sich bei dieser Strecke auf die Erfahrungen der Versuchslinie Seebach-Wettingen[1]) stützen konnte, sind die üblen Einflüsse der hohen Fahrdrahtspannung auf die benachbarten *Schwachstromleitungen* vermieden worden. Die dem Bahnkörper ursprünglich folgenden Telegraphen- und Telephonlinien wurden verlegt und in Abständen zur Bahn geführt, die im allgemeinen nicht weniger als etwa 10 *m*, des öfteren aber auch bis 100 *m* betrugen. Ausserdem wurden alle Leitungen doppeldrähtig ausgeführt, an jeder fünften Stange gekreuzt und von Erde sehr sorgfältig isoliert. Sowohl Morse-Apparate als Telephonapparate sind parallel geschaltet, der Mittelpunkt der beiden Spulen der Morse-Apparate ausserdem an Erde gelegt. Die Apparate arbeiten nunmehr vollständig sicher ohne die geringste Störung statischer oder dynamischer Induktion, wiewohl trotz des Abstandes der Leitung vom Fahrdraht die Schwachstromdrähte statisch geladen sind und gegen Erde eine Spannung besitzen, deren Höhe indessen bisher noch nicht gemessen worden ist.

Spannungsmessungen, die an der fertigen, bereits einige Zeit in Betrieb befindlichen Anlage durchgeführt worden sind, haben folgende Werte der scheinbaren Widerstände für 15 Perioden und 100 Amp. ergeben:

a)	Fahrdraht und Geleise .	Ω pro *km*	= 0,27
b)	Speiseleitung und Geleise	„	= 0,42
c)	Fahrdraht mit Speiseleitung und Geleise . .	„	= 0,18
d)	Fahrdraht mit isoliertem Kabel im Tunnel sowie Geleise	„	= 0,166

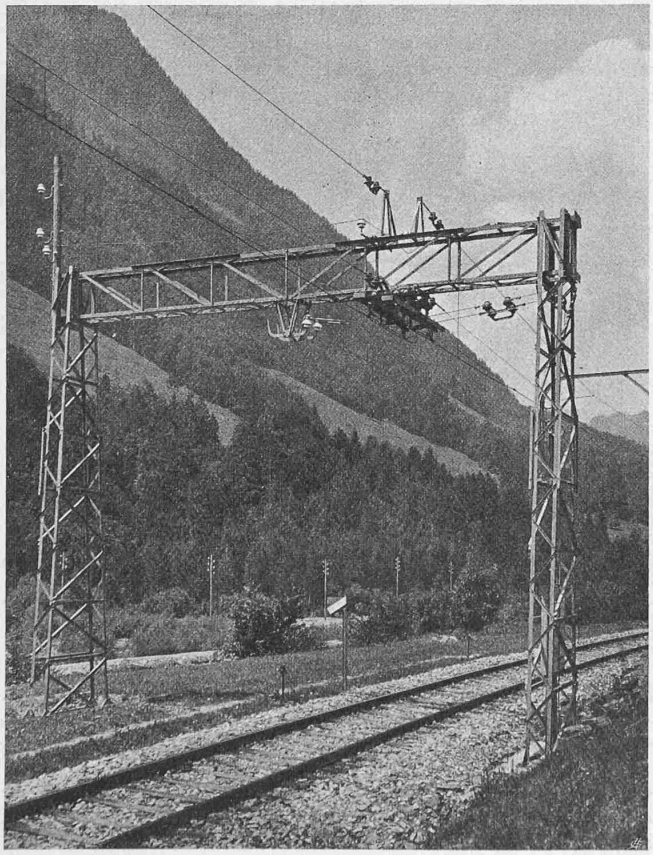


Abb. 7. Streckentrennung und Fixpunkt bei Station Heustrich.

[1]) Eingehendene Darstellung Band LI Seite 185 und insbesondere Seite 256.

Der Geleisewiderstand, resp. Ohm'sche Gleichstromwiderstand der zwei Schienen, einschl. der Wirkung des Skineffektes, wurde ebenfalls für 15 Perioden und 100 Amp. ermittelt zu

Ω pro *km* Geleise für 36 *kg* Schiene = 0,0278
„ 44 „ „ = 0,0280

Bei den *Fahrzeugen* ist zunächst ihr Verhalten in mechanischer Hinsicht und alsdann in elektrischer näher zu besprechen. Im allgemeinen kann auch bei diesen Anlageteilen gesagt werden, dass sie den auf sie gesetzten

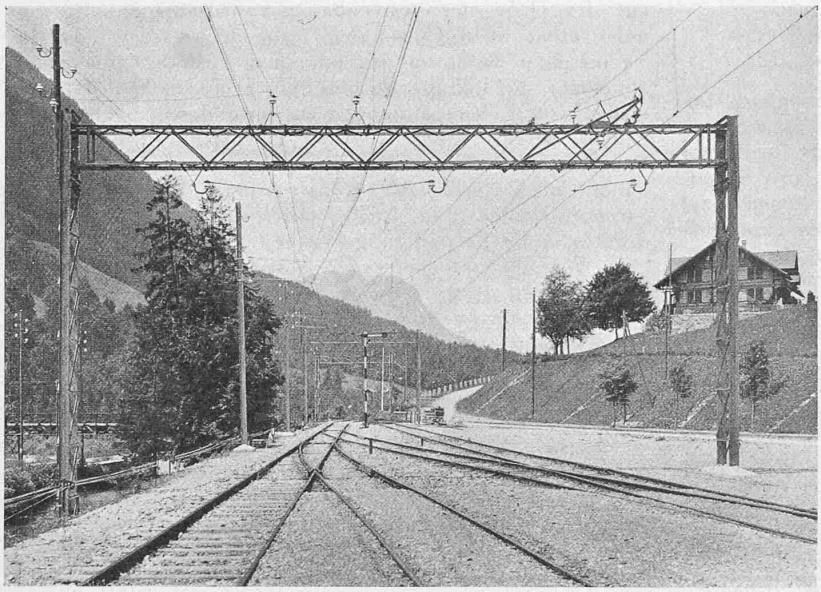


Abb. 8. Fahrleitung auf der Station Heustrich.

Erwartungen entsprochen haben. Als die Bestellung der B. L. S.-Gesellschaft im Sommer 1908 erfolgte, waren Einphasenmotoren von der Grösse der vorliegenden überhaupt noch nicht ausgeführt worden, und selbst in Fachkreisen herrschte zum Teil damals noch die Ansicht, es seien solche überhaupt praktisch nicht auszuführen. Der Versuch hat das Gegenteil erwiesen.

Was nun die mechanische Anordnung der Fahrzeuge betrifft, so kann zunächst bezüglich der *Motorwagen* erwähnt werden, dass sie mit einer Tara von 55 *t* zu schwer ausgefallen sind.[1]) Nach Angaben bei der Bestellung sollte der Motorwagen ausgerüstet mit vier Motoren annähernd das Gewicht besitzen, das er nunmehr nur mit der halben Ausrüstung bereits erreicht hat. Speziell der Umstand, dass die ganz bedeutenden Motorgewichte mit ihrem Schwerpunkte sehr tief liegen und ausserdem sehr schlecht gefedert sind, macht die Verwendung von so schweren Motorwagen nicht empfehlenswert. Wenn der Gang der Wagen auch ein ruhiger ist, so ist er doch sehr hart zu nennen und der Eingang in die Kurven ist bei grössern Geschwindigkeiten stark fühlbar. Ein nachteiliger Einfluss auf das Geleise konnte immerhin angesichts der verhältnismässig noch kurzen Betriebszeit nicht konstatiert werden. Auch, vorausgesetzt dass die elektrische Ausrüstung leichter ausgefallen wäre, würde es sich noch fragen, ob die Unterbringung der vollen viermotorigen Leistungsfähigkeit von 900 *PS* in einem Personenwagen empfehlenswert wäre. Die im Rahmen auftretenden starken Zugkräfte machen sich auch im ganzen Kasten bemerkbar, der mit der Zeit jedenfalls auch bedeutend mehr Unterhalt erfordern wird, als bei gewöhnlichen Personenwagen der Fall ist. Auch der Umstand, dass bei viermotorigen Wagen die Möglichkeit von Störungen der Ausrüstungsteile doppelt so gross ist als bei zweimotorigen Wagen, dürfte für deren Verwendbarkeit nicht von Vorteil sein. Wenn auch die Fahrzeuge der B. L. S.-Bahn die Möglichkeit der Erstellung von leistungsfähigen Motorwagen für die hohe Fahrdrahtspannung von 15000 Volt praktisch erwiesen haben, so dürfte sich doch empfehlen, solche auf nicht allzu grosse Leistungen zu beschränken und sie in einem Dienste zu verwenden, bei dem im allgemeinen die Züge eine sich stets gleich bleibende Komposition beibehalten können, also für eigentliche Tramzüge, die einen täglich gleichen Lokalverkehr zu bewältigen haben. Für eigentliche Personenzüge jedoch, die den Fluktuationen des Durchgangsverkehrs, dem ungleichen Andrang von Eilgut und Reisenden zu entsprechen haben, wird Lokomotivdienst jedenfalls empfehlenswerter sein, bei dem kein direkter Zusammenhang zwischen der motorischen Leistungsfähigkeit und dem Fassungsvermögen des Wagenkastens besteht.

Die Lokomotive Nr. 121 der Maschinenfabrik Oerlikon hat sich in mechanischer Hinsicht bisher bestens bewährt.[2]) Weder Zahnräder noch Triebstangen haben zu den geringsten Anständen Anlass gegeben. Wenn dieser Maschine ein Vorwurf gemacht werden kann, so ist es der, dass sie bei Geschwindigkeiten über 60 *km/Std.* nicht hinreichend kurvenbeweglich ist. Ihre Maximalgeschwindigkeit war von vornherein auf 70 *km/Std.* limitiert gewesen. Bei den Probefahrten sind diese auch erreicht worden, dagegen sind bei letztern die Einfahrten in die Kurven je nach der Lage der vordern Triebachse hart, was wohl hauptsächlich der Massenwirkung der direkt im Drehgestell untergebrachten Triebmotoren zugeschrieben werden muss. Auch steigt der Eigenwiderstand der Maschine rasch bei zunehmender Geschwindigkeit. Als Mittel aus

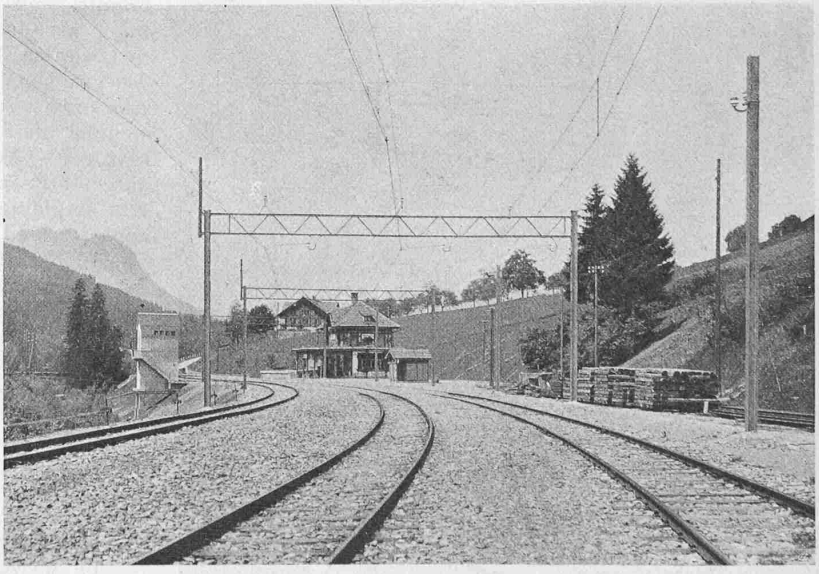


Abb. 9. Fahrleitung und Schalterhäuschen auf Station Heustrich.

einer ganzen Reihe von An- und Auslaufversuchen hat sich ergeben, dass die Maschine in der Geraden, Luftwiderstand inbegriffen, einen Rollwiderstand besitzt von

[1]) Eingehende Beschreibung in Bd. LVII S. 75.

[2]) Eingehende Beschreibung in Bd. LVII S. 89.

bei 10 *km* Geschwindigkeit	=	4,3	*kg/t*
„ 30 „ „	=	5,2	„
„ 50 „ „	=	8,0	„
„ 60 „ „	=	12,0	„

oder ohne Luftwiderstand

bei 10 *km* Geschwindigkeit	=	4,2	*kg/t*
„ 30 „ „	=	4,5	„
„ 50 „ „	=	6,1	„
„ 60 „ „	=	9,3	„

An diesem zunehmenden Eigenwiderstand mag wohl auch die Schiefstellung der Triebstangen, resp. die Exzentrizität der Blindwellenachse mit den Triebachsen mit schuld sein, indem bei zunehmender Geschwindigkeit auch die Schwingungen des gefederten Gestells gegenüber den Achsen an Häufigkeit zunehmen. Das Winkelzahngetriebe der Motoren hat bis jetzt sehr gute Resultate ergeben. Es läuft sozusagen geräuschlos; jedenfalls ist sein Geräusch gegenüber

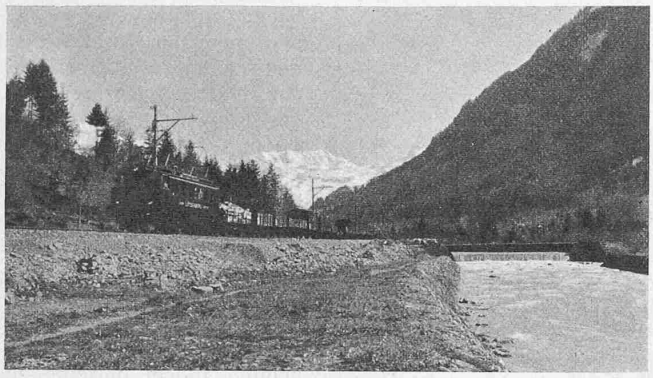


Abb. 19. Oerlikon-Lomotive Nr. 121 mit Güterzug in der Talfahrt.

demjenigen der Bürstenreibung auf dem Kollektor verschwindend. Eine Spur von Abnützung konnte nach etwa 5000 *km* Lauf nicht konstatiert werden. Was die Uebersichtlichkeit und Zugänglichkeit der Motoren und Apparate im Innern der Lokomotive betrifft, so könnte wohl nicht leicht eine geeignetere Anordnung getroffen werden. Es kann das Funktionieren sämtlicher Apparate vom Längsgang aus kontrolliert werden, ein Umstand, der speziell für die erste Betriebszeit der Lokomotive von bedeutendem Vorteil war und auch für die Instruktion und das nachherige Verständnis der Führer für die ihnen anvertraute Maschine nicht gering geschätzt werden darf.

Bei der *Lokomotive Nr. 101 der A. E. G.* sind durch die Anwendung des Krauss-Helmholtz-Drehgestelles die mechanischen Nachteile der Lokomotive Nr. 121 vermieden worden. Sie ist in den Kurven ausserordentlich leicht beweglich, trotz der hohen Belastung der Laufachsen mit etwa je 14 *t*. Dagegen hat die Lagerung der Motoren auf Lagerböcken, die am Gestellrahmen befestigt sind, und die ebenfalls im Rahmen gelagerte Blindwelle zu Schwierigkeiten geführt, da ein öfteres Warmlaufen der Blindwellenlager vorkam. Die Starrheit dieser Konstruktion hinsichtlich der Lagerung der beiden erwähnten Wellen ist jedenfalls eine bedeutend geringere als bei der Lagerung der Maschinenfabrik Oerlikon, wo beide Achsen im fest gegossenen Gestell des Motors gelagert sind. Dass in dem aus Eisenblechen zusammengenieteten Lokomotivrahmen bei den ganz gewaltigen in den Lagern auftretenden Kräften, die ausserdem von der Nullage bis zum Maximum anwachsen und wieder abnehmen, eher Deformationen auftreten können, welche der Lagerung nachteiliger sind als bei einem gusseisernen starren Gestell, liegt auf der Hand. Da der langsam laufende Motor indessen den ganzen Raum zwischen dem Rahmen einnimmt, liesse sich eine andere Befestigung der Lager nicht wohl durchführen. Dagegen sollte dasselbe durch hinreichende Versteifungen starrer als im vorliegenden Fall gebaut werden können, was seinerseits wiederum das ohnedies schon hohe Konstruktionsgewicht vergrössern würde.

In elektrischer Beziehung kann gesagt werden, dass bei allen drei Fahrzeugarten die vertraglich vorgesehenen Leistungsfähigkeiten eingehalten worden sind und auch die übrigen elektrischen Eigenschaften, was Wirkungsgrad, Phasenverschiebung, Geschwindigkeitsverhältnisse, den beim Entwurf der Maschine aufgestellten Kurven im allgemeinen sehr gut entsprochen haben.

Der Energieverbrauch ist für drei Versuchsfahrten mit den drei verschiedenen Fahrzeugen auf nachstehender Tabelle vergleichsweise nebeneinander gestellt (vergl. auch Abb. 10, S. 88).

		Motorwagen 782	Lokomotive 121	Lokomotive 101
Spiez-Frutigen				
Höhenunterschied . . .	*m*	150	150	103
Länge	*km*	13,5	13,5	9,9[1])
Zugsgewicht	*t*	125	346	497
% der Vollbelastung .		100	50	100
Totale *t/km*		1690	4500	4900
Theoretische Arbeit am Radumfang total	*kwstd*	84,5	220	227
	Wattstd./tkm	50	49	46,3
Am Zähler verbraucht total	*kwstd*	107,5	264	310
	Wattstd./tkm	63,5	59	63,5
Totaler Wirkungsgrad .		0,785	0,835	0,735

Motorwagen und Lokomotive No. 101 waren bei diesen Fahrten voll belastet. Lokomotive No. 121 führte nur die Hälfte der Belastung. Die vergleichsweise angeführte theoretische Arbeit ist berechnet für die Lokomotive No. 121 mit den bereits oben erwähnten, versuchsweise ermittelten Rollwiderständen, für alle andern Fahrzeuge mit einem Traktionskoeffizienten von 4,5 *kg* pro Tonne und unter Berücksichtigung der Energieaufnahme der rotierenden Massen. Die Zählerangaben beziehen sich auf die Energie gemessen am Speisepunkt der Fahrdrahtleitung im Depot Spiez, und enthalten nur die Bergfahrt in Richtung Spiez-Frutigen. Aus diesen Werten wäre ersichtlich, dass die rasch laufenden Motoren jedenfalls mit einem günstigeren Wirkungsgrad arbeiten als der langsam laufende grosse Motor der A. E. G.-Lokomotive.

Bei den *Anfahrverhältnissen* sind die Unterschiede noch bedeutend grösser. Die beiliegende Tabelle zeigt vergleichsweise die Leistungen, die beim Anfahren auf 15,5 ‰ mit annähernd der vollen Norm der Zugsbelastungen gemessen worden sind, und zwar auch wieder für die drei Fahrzeugarten. Während im Moment, wo der Zug sich in Bewegung setzt, die Motoren somit zu rotieren beginnen, die Motorwagen eine scheinbare Leistung aufnehmen, die rund 50 % derjenigen der Vollast beträgt, die Oerlikon-Lokomotive sogar nur rund 25 % derselben, nimmt der Repulsionsmotor der A. E. G.-Maschine mehr wie 100 % der Vollast. Da letztere scheinbare Leistung ausserdem bei ausserordentlich schlechter Phasenverschiebung auftritt, macht sich ihr Einfluss in der Zentralstation auf der Spannungsregulierung der Generatoren höchst nachteilig bemerkbar.

Anfahrleistungen:

auf 15,5 ‰		Motorwagen 782	Lokomotive Oerlikon	Lokomotive A. E. G.
Zugsgewicht . . .	total *t*	135	560	490
Norm. Fahrgeschw.	*km/std*	44	42	40
Bezügliche Leistung	*kw*	380	1500	1250
„ „	*KVA.*	440	1650	1500
	cos φ	0,87	0,92	0,83
Aufnahme i. Moment des Anziehens des Zuges	*KVA.*	250	400	1700
KVA. Aufnahme b. Anfahren i. % derjenigen der vollen Leistung . . .	%	57	25	113

Funkenbildung am Kollektor ist bei beiden Seriemotoren sozusagen vollständig unterdrückt. Die 1000 *PS.* Motoren der Lokomotive Nr. 121 laufen von Leerlauf bis

[1]) Versuchsfahrt musste vorzeitig abgebrochen werden. *Red.*

zu Vollast ebenso funkenlos wie man es von Gleichstrommotoren gewöhnt ist. Dabei sind sie mit einer Stromstärke von rund 2000 Ampère bei 420 Volt belastet. Erst bei Stromstärken von etwa 2500 Amp. und darüber, die während des Anfahrens mit Vollast auf Steigung auftreten, lässt sich vorübergehend eine unschädliche Funkenbildung beobachten. Beim Repulsionsmotor sind die Kommutierungsverhältnisse weniger günstig.

Der elektrische Betrieb auf der Strecke Spiez-Frutigen.

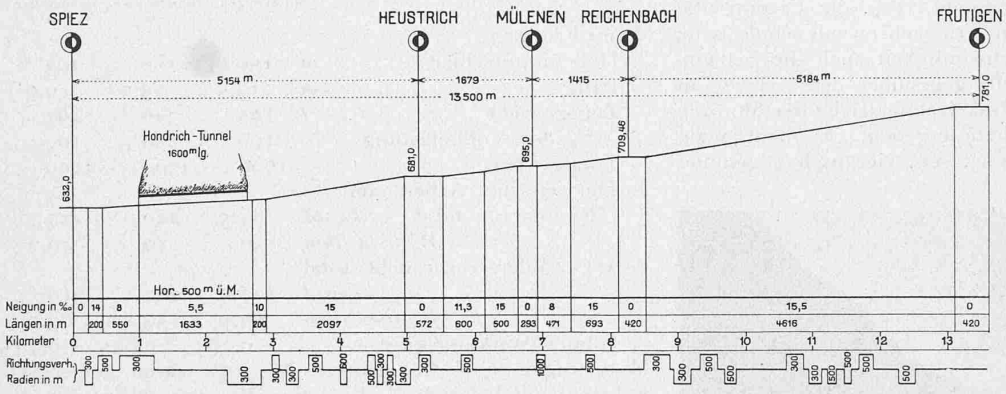
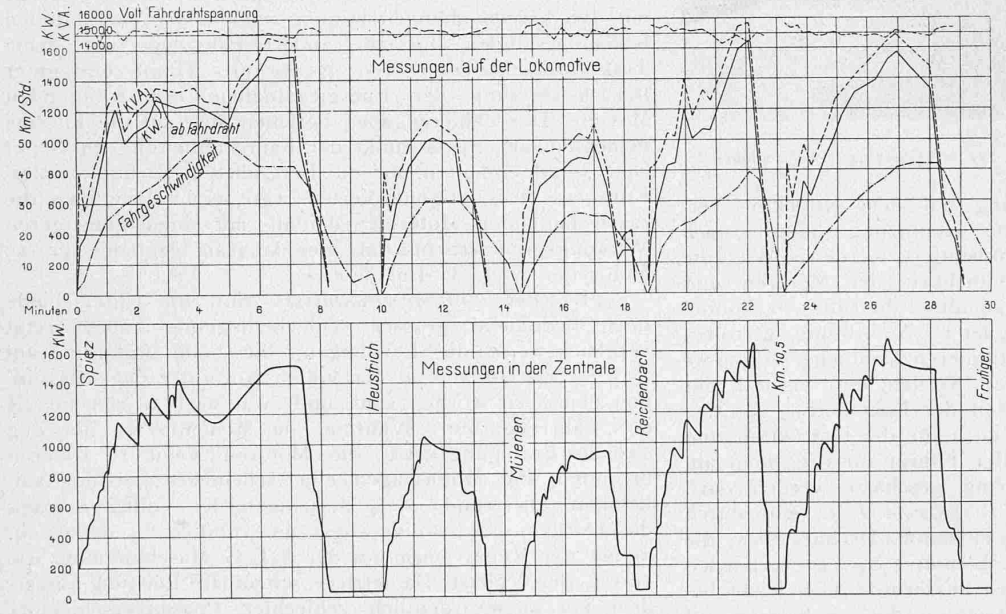


Abb. 10. Längenprofil der Strecke Spiez-Frutigen. — Masstäbe 1 : 100 000 und 1 : 10 000.



Gesamtbelastung: 90 + 496 = 586 *t*, 564 *t*, 564 *t*, 533 *t*, 533 *t*.

Elektrische Arbeit effektiv: Ab Schaltstation Spiez nach Diagramm 411,2 *kwstd* (405 *kwstd* nach Zähler); ab Fahrdraht nach Diagramm 403,9 *kwstd*; scheinbar ab Fahrdraht 461,0 *kwstd*. — cos φ = 0,875. — Spezifische Arbeit für Bergfahrt ab Schaltstation Spiez 56,2 *Wstd/tkm*.

Abb. 11. Diagramm der Messfahrt mit der Oerlikon-Lokomotive Nr. 121 mit Zug 610 am 9. Mai 1911.

Was die *Regulierungsmethode* anbetrifft und die dabei verwendeten Steuerorgane, so kann von einem weitgehenden Vergleich nicht die Rede sein, da alle drei Maschinengattungen sog. Stufenschalter verwenden. Zur Zeit der Bestellung der Fahrzeuge existierte die Bürsten-Verschiebung in praktischer Ausführung noch nicht. Die Induktionsregler hatten sich im allgemeinen nicht bewährt, wo sie versucht worden waren, hauptsächlich infolge der bei denselben speziell in den Anfahrmomenten auftretenden grossen Phasenverschiebungen. Wenn auch die ganze Einrichtung der Stufenschalter unbedingt eine äusserst komplizierte genannt werden muss und ein Fahrdienst ohne solche vom Standpunkte der Einfachheit aus sehr wünschenswert wäre so muss doch gesagt werden, dass die Entfernung dieses Organes nicht sollte erkauft werden müssen durch Verschlechterung des Motors, speziell nicht in seinen Anfahrverhältnissen. In dieser Beziehung ist das Allerbeste beim Fahrdienst mit schweren Zügen gerade noch gut genug, wie auch der Motor auf einer Lokomotive als das Hauptorgan angesehen werden muss, dem alle andern Einrichtungen nur zu Dienste stehen. Von den zwei Uebeln, demjenigen eines etwas komplizierten Steuerorganismus und demjenigen eines Motors mit schlechten Anfahrverhältnissen ist unbedingt das letztere das grössere. Die Stufenschalter der Motorwagen, wie diejenigen der Lokomotive Nr. 101, für die bereits bewährte Typen den bezüglichen Fabrikanten zur Verfügung standen, haben sich übrigens von Anfang an mit wenig Störungen bewährt und auch die bedeutend grössern Schalter der Lokomotive Nr. 121, die bis zu 3000 Ampère aufzunehmen haben und für welche Erfahrungen am Anfang noch nicht vorlagen, sind nach Anbringung mehrerer Verbesserungen, die sich im Laufe der Versuchsfahrten als notwendig erwiesen haben, betriebssicher geworden. Derjenige Teil, der am ehesten zu Störungen Anlass gibt, ist bei den Stufenschaltern, wie sie für Spiez-Frutigen verwendet worden sind, die elektrische Verriegelung, indem dieselbe angesichts der grossen Zahl von Kontakten und Anschlussklemmen leicht unsicher funktioniert, wobei dann partielle Kurzschlüsse der Transformatorwicklungen vorkommen können. In dieser Beziehung wird jedenfalls auf Lokomotiven eine mechanische Zwangläufigkeit vorteilhafter sein als die elektrische, sodass man wieder zu einer Art Kontroller, immerhin mit bedeutend grössern Dimensionen, zurückkehren wird.

Die Motorwagen und die Lokomotive Nr. 101 verwenden als Steuerstrom den Einphasenwechselstrom, dem Leistungstransformator entnommen; die Oerlikon-Maschine dagegen Gleichstrom, der einem kleinen rotierenden Umformer mit parallel geschalteter Batterie entnommen ist. Letztere Anordnung hat den Vorteil, dass der gesamte Steuermechanismus im Depot ausprobiert werden kann, ohne dass die Einphasenteile unter Spannung gesetzt werden müssen.

Wenn nun über die Versuchsfahrzeuge ein Urteil gefällt werden soll hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für die Verhältnisse der Berner Alpenbahn, so muss, wie bereits weiter oben erwähnt, bezüglich der Motorwagen bemerkt werden, dass sie wohl geeignet sein können für die Führung leichter, trammässiger Züge, am besten mit nur einer Wagenklasse unter Befreiung der Verpflichtung, Eilgutwagen führen zu müssen. Solche leichte Züge können sehr wohl mit der zweimotorigen Ausrüstung über die ganze Linie verkehren und werden ein willkommenes Beförderungsmittel sein, speziell für den Lokalverkehr auf der mit Ortschaften

reich besäten Nordrampe, wogegen alle Züge, welche mehrere Wagenklassen, Post und Eilgut zu befördern haben, mit Lokomotiven geführt werden müssen. Hinsichtlich der Lokomotivgattungen entspricht die Lokomotive der Maschinenfabrik Oerlikon den Bedingungen des Programms, das sich die B. L. S.-Bahn gestellt hat, am besten, insofern als sie mit dem geringsten Konstruktionsgewicht und den günstigsten elektrischen Verhältnissen sowohl kleinere als auch ganz schwere Züge zu befördern vermag und in gleicher Weise geeignet ist für den Schnellzugsdienst, der auf dieser Bergstrecke im allgemeinen der Krümmungs- und Gefällsverhältnisse wegen nicht mehr als 60 *km/Std.* verlangt, als wie auch für die Beförderung eigentlicher Güterzüge mit 45 *km/Std.* maximal. Als Resultat des Probebetriebes kann, wenigstens angesichts der gegenwärtigen konstruktiven Verhältnisse der elektrischen Ausrüstungen und ihrer Betriebsicherheit, die Bestimmung als begründet angesehen werden, dass solch grosse motorische Leistungen von 1600 bis 2000 *PS* elektrisch in zwei voneinander möglichst unabhängige Hälften geteilt werden. Man erzielt damit die Möglichkeit, bei Störungen im Funktionieren irgend eines der vielen innern Organe den Zug in den allermeisten Fällen zum mindesten bis auf die nächstgelegene Station bringen zu können und damit die Linie für andere Züge frei zu geben. Da die Mehrzahl der Störungen sachlich meist ganz geringfügiger Natur sind, werden sie oft während der Fahrt selbst durch den zweiten Maschinisten, ohne den die Führung einer so grossen Einheit wohl kaum gedacht werden kann, behoben werden können. Jedenfalls gewinnt durch die Zweiteilung der Fahrdienst bedeutend an Betriebssicherheit.

Hinsichtlich der Adhäsionsverhältnisse, über die auf der Versuchsstrecke fortgesetzt Beobachtungen mit allen Fahrzeugen angestellt worden sind, muss gesagt werden, dass von einer nachteiligen Einwirkung infolge der kleinen Periodenzahl nichts bemerkt werden konnte. Wiederholt wurden Zugkräfte beobachtet, die bei trockenem Schienenzustande Werte des Adhäsionskoeffizienten von 1/4 und grösser ergaben bis etwa 1/3,5. Immerhin darf mit solch ausnahmsweisen, unter günstigsten Verhältnissen bei gutem Schienenzustand, gerader Strecke, leichtlaufenden Wagen vorkommenden äussersten Grenzen nicht gerechnet werden, wenn es sich um die Bemessung des Adhäsionsgewichtes für eine neue Konstruktion handelt. Um für die Anfahr-Zugkräfte und die dabei auftretenden Beschleunigungen genügend Adhäsion zu besitzen, um auch in ungünstigeren Fällen noch ein sicheres Anziehen zu ermöglichen, sollte unseres Erachtens der Adhäsionskoeffizient jedenfalls nicht mehr als 1/5 betragen. Für die vorliegenden Verhältnisse der Vollbelastung sollte daher das Adhäsionsgewicht zum mindesten etwa 80 *t* erreichen. Es führt dies zu einer Lokomotivanordnung von 5, eventuell 6 Triebachsen.

Was die *Wahl des Motorsystems* anbetrifft, so scheinen die Seriemotoren gegenüber den Repulsionsmotoren entschieden im Vorteil zu sein der besseren Anfahr- und Kommutierungsverhältnisse wegen. Auch die Zwischenschaltung der Zahnradübersetzung scheint nur von Vorteil gegenüber der Konstruktion der schweren, langsam laufenden Motoren ohne solche. Immerhin sind die Fahrleistungen der Oerlikon-Lokomotive noch nicht über einen so langen Zeitraum ausgedehnt worden, dass man sich hierüber ein absolutes Urteil bilden könnte. Von Einfluss auf diese Beurteilung wird selbstverständlich die Dauerhaftigkeit des Getriebes sein und es wird dabei nicht zu übersehen sein, dass an Maschinen, an welche höhere Anforderungen an die Geschwindigkeit gestellt werden als an die vorliegenden der B. L. S.-Bahn, die Verhältnisse für Motoren ohne Uebersetzung auch günstigere sind.

Zum Schlusse mag noch in folgender Tabelle eine Zusammenstellung der in den bisherigen acht Betriebsmonaten erfolgten Zugsleistungen, Zugskilometer, Gesamttonnenkilometer und des entsprechenden Energieverbrauchs gegeben werden:

Fahrleistungen November 1910 bis Juni 1911.

Monat	Motorwagen		Lok. 121		Lok. 101		Gesamt-	kwstd	
	Zugskm	tkm	Zugskm	tkm	Zugskm	tkm	tkm	total	pro tkm
November	5 261	596 291	392	66 292	—	—	662 583	31 200	0,047
Dezember	5 571	621 536	590	107 470	131	23 790	752 796	37 900	0,050
Januar	5 740	613 703	573	129 450	190	52 830	795 983	42 500	0,053
Februar	4 560	473 278	486	134 087	429	73 320	680 685	39 400	0,058
März	7 095	680 473	486	111 910	528	70 920	863 303	41 000	0,048
April	6 840	677 767	675	206 077	—	— [1]	883 844	36 800	0,042
Mai	7 561	741 795	1430	368 460	—	—	1110 255	45 000	0,040
Juni	7 718	800 845	722	151 475	—	—	952 320	37 250	0,039

[1] Zur Vornahme verschiedener Umbauten musste die Lokomotive Nr. 101 ausser Dienst gesetzt werden. *Red.*

Für den in den Monaten November bis Februar stetig zunehmenden Energiekonsum pro *tkm* ist die Erklärung zu suchen in dem beständig wachsenden Verbrauch für Heizung der Züge, da bei Beginn ein Teil der Anhängewagen noch nicht mit Heizkörpern ausgerüstet war und die Zahl der letzteren ausserdem, weil anfangs zu gering gewesen, im Verlaufe der Wintermonate bedeutend vermehrt worden ist. Der Monat Februar wies ausserdem die tiefsten Temperaturen auf. In den vorliegenden *kwstd*-Angaben ist nicht nur der Verbrauch für die eigentliche Traktion sowie die Zugsheizung enthalten, sondern auch derjenige für die Beleuchtung und den motorischen Antrieb der Werkstätte Spiez, sowie der nicht unbeträchtliche Rangierdienst, der in den *tkm* nicht zum Ausdruck kommt."

Wir freuen uns des schönen Erfolges der einheimischen Industrie, der nun die Berner Alpenbahn-Gesellschaft zu dem Entschlusse veranlasst hat, von der in Konkurrenz gelieferten A. E. G.-Lokomotive abzusehen und der Bestellung der Lokomotiven für den Lötschberg die Ausführung der elektrischen Ausrüstung insbesondere der beiden Motoren der ersten *Oerlikon-Lokomotive* zu Grunde zu legen.

Die Maschinenfabrik Oerlikon und in Verbindung mit ihr die Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden haben die Lieferung von je vier Stück dieser neuen Einphasenstrom-Lokomotiven Typ 5/7 [1 *E* 1] [1]) übernommen. Die direkt nebeneinander in der Lokomotivmitte angeordneten Motoren arbeiten wiederum vermittelst Zahnradübersetzung auf eine gemeinsame Blindachse. Die Leistung dieser Motoren ist — im Gegensatz zu den vorgenannten 1000 *PS*-Motoren bei einstündiger Leistung und 42 *km/std* — nunmehr 1250 *PS* bei 1 1/2 stündiger Leistung und 50 *km/std.* Als Maximalgeschwindigkeit sind 75 *km/std* vorgesehen.

Ebenso ist sehr zu begrüssen, dass die B. L. S. der Grosstraktion mit Einphasenstrom in der Schweiz das erste Feld praktischer Betätigung geschaffen hat, was für die schweizerische Industrie von grösstem Wert sein dürfte.

Ideen-Wettbewerb zur allgemeinen baulichen Anordnung der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

Mit dem Gutachten des Preisgerichts veröffentlichen wir im Folgenden übungsgemäss die vier prämiierten Entwürfe in ihren Hauptteilen, soweit sie für die Beurteilung in Betracht kommen, also den jeweiligen Lageplan mit Legende und das Gesamtbild aus der Vogelschau. Auf Beifügung von Architekturdetails verzichten wir, um nicht die irrige Meinung zu erwecken, das Preisgericht hätte bei Zumessung der Preise auch die Architektur im engern Sinn auszeichnen wollen. Zur Orientierung sei noch auf den im letzten Bande (Seite 130) gezeigten Lageplan des Ausstellungsgeländes mit Höhenkurven verwiesen und dazu bemerkt, dass der mittlere, zwischen Neufeld und Viererfeld eingekeilte und beidseitig von Alleen eingefasste Teil für Hauptrestaurant und Abendbetrieb wie geschaffen ist. Einmal ist der Hauptzugang zweifellos von der Neubrückstrasse aus zu wählen, sodann bietet die hoch und offen liegende Partie dieses Zwischenstückes, das beim Studerstein mit ganz lichtem Baumbestand in den Bremgartenwald übergeht, eine prächtige Aussicht über die Stadt hin

[1]) Bezeichnung des Ver. deutscher Eisenb.-Verw. siehe Bd. LIII S. 78.