

# Die neuen Lokomotiven, Typ 1AAA-AAA1, der Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn

Autor(en): **Meyfahrt, G.L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89/90 (1927)**

Heft 17

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-41682>

## **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.

INHALT: Die neuen Lokomotiven der Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn. — Der Umbau des „Viaduc du Day“ auf der Linie Lausanne-Vallorbe der S. B. B. — Rückblick auf die Internationale Brückenbauertagung in Zürich. — Beschränkter Wettbewerb für das „Emilienheim“, ein Blindenheim in Kilchberg. — Bundesplatz und Bundeshaus in Bern. — † Albin Beyeler. — Mitteilungen: Zu den neuen Lokomotiven 1AAA-AAA1 der B. L. S. Stereo-akustisches Hören. Sprengung von Eisenbeton-

bauten. Eidgen. Techn. Hochschule. Hochgebirgsflüge mit Leichtflugzeugen. Eisenbahnschienen aus Manganstahl. Ausstellung „Werdegang der Stadt Biel“. Pflaster-Rammmaschine. Erster Internationaler Kongress für Bodenkunde in Washington 1927. — Wettbewerbe: Neues Primarschulhaus und Umbau des Sekundarschulhauses Langenthal. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Sektion Bern des S. I. A. S. T. S.

Band 89.

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

Nr. 17

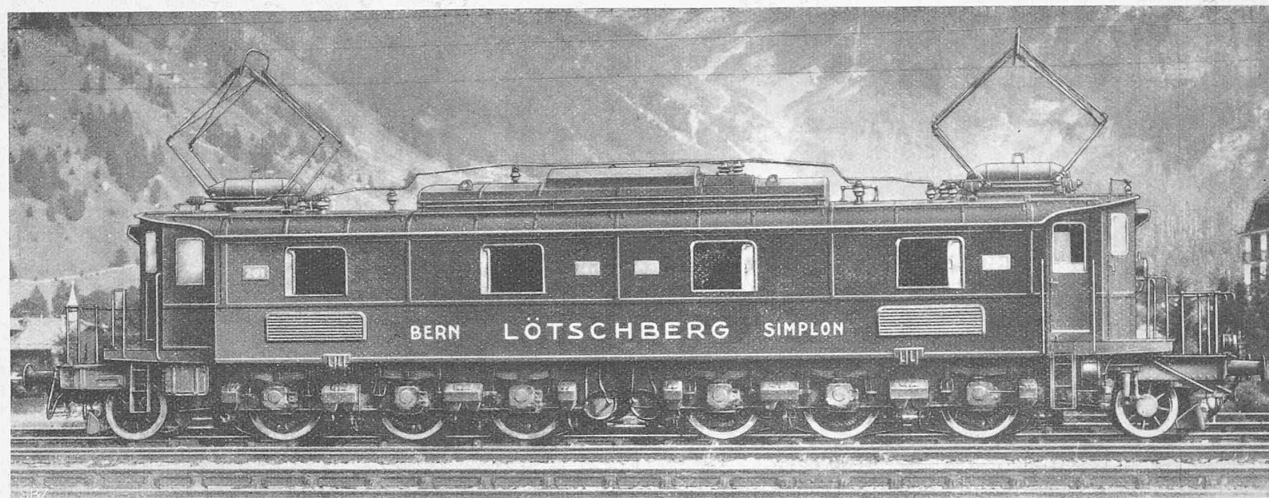


Abb. 1. Elektrische Lokomotive von 4500 PS Einstundenleistung bei 50 km/h, für die Berner Alpenbahn-Gesellschaft „Bern-Lötschberg-Simplon“. Mechanischer Teil der S. A. Ernesto Breda in Mailand; Elektrischer Teil der S. A. des Ateliers de Sécheron in Genf.

## Die neuen Lokomotiven, Typ 1AAA-AAA1, der Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn.

Von G. L. MEYFAHRT, Ing., Genf.

Die Berner Alpenbahn-Gesellschaft Bern-Lötschberg-Simplon hat seinerzeit für die elektrische Traktion bahnbrechend gewirkt. Mit dem im Jahre 1913 auf ihren Linien aufgenommenen elektrischen Betrieb (mit Einphasenwechselstrom von 15000 Volt und  $16\frac{2}{3}$  Perioden) war die erste grosszügige Elektrifikation in der Schweiz durchgeführt. Auch in der Wahl der elektrischen Betriebsmittel hat sich die Gesellschaft von Anfang an durch kühne technische Initiative ausgezeichnet. Die gleich zu Beginn in Dienst gestellten, nach den Plänen der Maschinenfabrik Oerlikon von dieser und der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, gemeinsam mit der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur gebauten Stangenlokomotiven vom Typ 1-E-1 mit 2500 PS Anderthalbstundenleistung<sup>1)</sup> haben seinerzeit mit vollem Recht das Interesse und die Anerkennung der Fachwelt gefunden.

Zu Ende 1924 trat an die Bahnverwaltung die Notwendigkeit der Anschaffung neuer Lokomotiven heran.

<sup>1)</sup> Beschreibung in Band 63, S. 22 u. ff. (Januar 1914). Red.

Infolge der mit den 1-E-1 gemachten Erfahrungen wurde Wert darauf gelegt, diesmal von einer Lokomotive mit Stangenantrieb abzusehen. Die durch die S. B. B. eingeführten Lokomotiven mit Einzelachsantrieb haben inzwischen gezeigt, dass selbst im schweren Bergdienst die anfänglich befürchtete grössere Schleudertendenz gegenüber Stangenlokomotiven nicht besteht, dass im Gegenteil die Einzelachs-Fahrzeuge mit elektrisch parallel geschalteten Motoren eine bessere Ausnutzung der Adhäsion ergeben.

Unter Berücksichtigung der gegenüber 1913 erheblich erhöhten Zugsgewichte und im Bestreben, diese mit nur einer Lokomotive, d. h. unter Vermeidung des Vorspann- oder Schiebedienstes auf den Berggrampen, zu bewältigen, wurde als Leistungsprogramm für die Projekte die Beförderung von 560 t Anhängelast mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h auf der Steigung von  $27\text{‰}$  festgesetzt. Die maximale Geschwindigkeit der Lokomotive soll 75 km/h betragen, wodurch sie auch für den Schnellzugsdienst verwendbar wird. Aus diesem Grunde konnte, besonders im Hinblick auf das kurvenreiche Tracé, auf beidseitige Laufachsen nicht verzichtet werden.

Aus der scharfen technischen Konkurrenz ging das Projekt Sécheron vor allem darum erfolgreich hervor, weil nur bei diesem, mit einem Minimum von Gewicht, alle Bedingungen restlos erfüllt waren. Sodann war auch die Tatsache ausschlaggebend, dass die von den Schweizer Bundesbahnen seit 1921 am Gotthard in den Dienst gestellten 1AA1-AA1-Sécheron-Lokomotiven<sup>1)</sup> sich auf dieser Bergstrecke sehr vorteilhaft bewährt haben.

<sup>1)</sup> Beschreibung in Band 80, Seite 97 (26. August 1922). Auch als Sonderdruck erhältlich. Red.

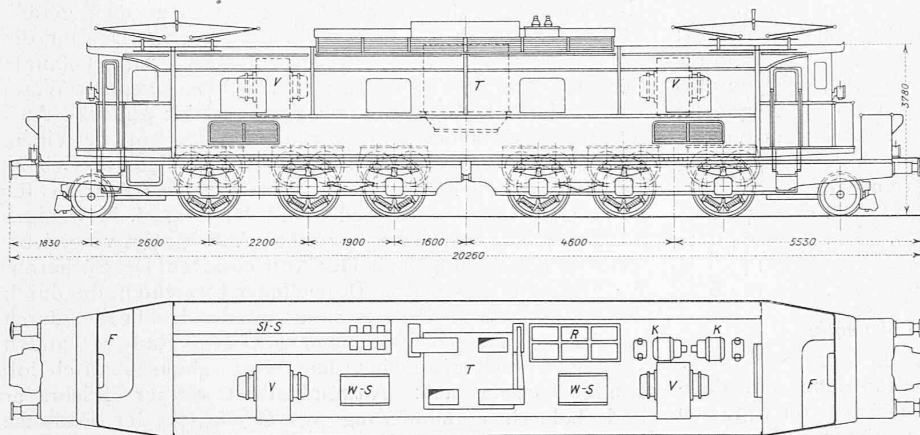


Abb. 2. Typensklizze der neuen Lötschberg-Lokomotive. — Masstab 1 : 150.

K Kompressoren, R Bremswiderstände, St-S Steuerschalter, T Transformator, V Ventilatoren, W-S Wendeschalter.

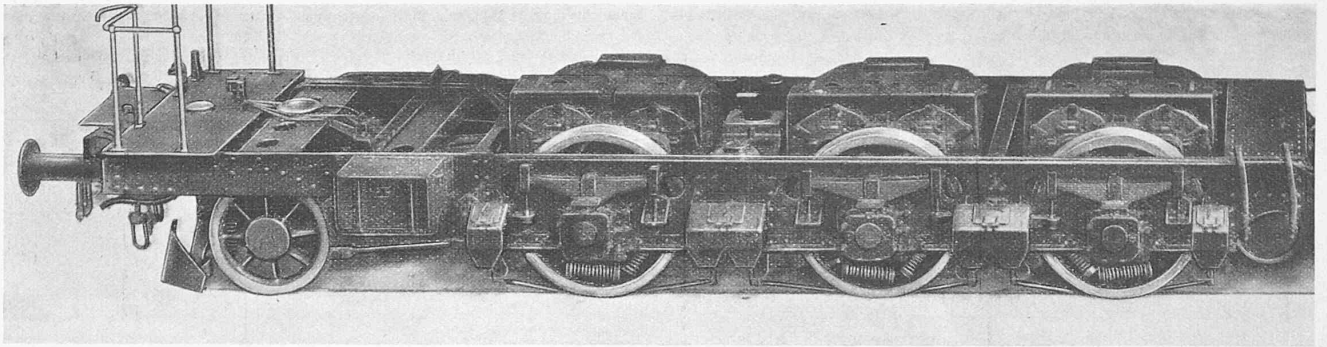


Abb. 4. Draufsicht auf das "eine" Drehgestell der neuen Lötschberg-Lokomotive.

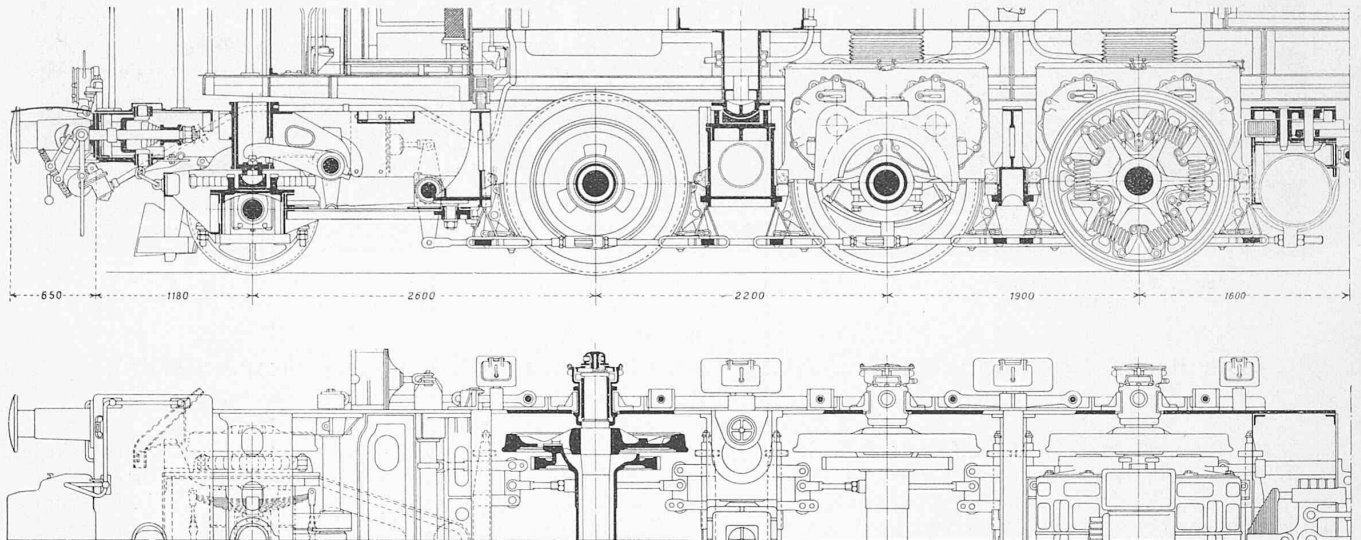


Abb. 5. Längsschnitt durch ein Drehgestell, sowie Draufsicht mit Schnitt durch den Hohlwellen-Antrieb. — Masstab 1 : 50.

Im folgenden seien die neuen Lötschberg-Lokomotiven (Abb. 1 und 2), die nach dem Entwurf der S. A. des Ateliers de Sécheron gebaut wurden, näher beschrieben. Die Lieferung des mechanischen Teiles wurde der S. A. Ernesto Breda in Mailand übertragen.<sup>1)</sup>

Nachstehend die Hauptdaten der Lokomotive:

Länge über Puffer . . . . .	20260 mm
Gesamter Radstand . . . . .	16800 mm
Trieb-rad-Durchmesser . . . . .	1350 mm
Lauf-rad-Durchmesser . . . . .	960 mm
Zahnrad-Uebersetzung . . . . .	1 : 5,866
Fahrgeschwindigkeit normal . . . . .	50 km/h
Fahrgeschwindigkeit maximal . . . . .	75 km/h
Zahl der Zwillingmotoren . . . . .	6
Leistung am Radumfang bei 50 km/h (Vorschriften AIEE):	
Stundenleistung . . . . .	4500 PS
Dauerleistung . . . . .	3700 PS
Zugkraft am Radumfang: während 1 h	24300 kg
dauernd . . . . .	20000 kg
Anfahr-Zugkraft am Radumfang . . . . .	34000 kg
Gewicht des mechanischen Teiles einschl.	
Hohlwellen und Federantrieb . . . . .	77,0 t
Gewicht des elektrischen Teiles . . . . .	64,0 t
Dienstgewicht (betriebsbereit) . . . . .	141,6 t
Adhäsionsgewicht . . . . .	114,6 t

#### Mechanischer Aufbau der Lokomotive.

Ein Merkmal der Lokomotive ist die unseres Wissens erstmalige Anwendung eines Einzelachs-antriebes mit abgefederten Motoren für relativ kleine Triebräder von 1350 mm Durchmesser. Nur dadurch wurde es möglich, die grosse verlangte Leistung und Zugkraft bei Verwendung beidsei-

tiger Laufachsen mit einer Lokomotivlänge von 20,26 m und einem Gewichte von nur 141,6 t zu erreichen. Die Lokomotive ist dadurch nicht nur zum leistungsfähigsten Einphasenfahrzeug der Welt geworden, sondern bedeutet auch die in Bezug auf Baumaterial-Wirtschaftlichkeit beste Lösung, die bis heute erreicht wurde, da das Gewicht pro PS Einstundenleistung nur 31,4 kg beträgt.

Wie bekannt, sind die von Sécheron für die S.B.B. gebauten Lokomotiven mit dem Westinghouse-Antrieb ausgerüstet (Abb. 3). Dieser Antrieb, der sich bewährt hat, erlaubt jedoch nicht, unter Trieb-raddurchmesser von rd. 1600 mm herunterzugehen, da sonst der nötige Platz zur Unterbringung einer genügenden Federlänge fehlt. Die Hauptbedingung für einen Federantrieb liegt aber gerade in einer reichlichen Bemessung der Federn. Der für die Lötschberg-Lokomotive erstmals zur Anwendung gelangte Sécheron-Antrieb (nach Entwurf von Oberingenieur Werz) erfüllt diese Bedingung durch eine äusserst günstige Ausnützung des Raumes. So wurde es ermöglicht, bei einem Raddurchmesser von nur 1350 mm einen Federantrieb zu schaffen, der gegenüber dem Westinghouse-Antrieb für 1610 mm Räder noch bedeutend längere, d. h. weniger beanspruchte Federelemente ergibt. Abb. 3 zeigt vergleichsweise die Ausführung der beiden Antriebsarten. Der Sécheron-Antrieb besteht aus drei Doppelfeder-Elementen, die durch die mittlere starre Federfassung mit der Hohlwelle, durch die beiden äusseren Fassungen mit dem Rad verbunden sind, und weist gegenüber dem Westinghouse-Antrieb folgende Vorteile auf: Anwendbarkeit kleiner Triebräder und dadurch Verminderung des Gewichtes der Radsätze (unabgefedertes Gewicht), sowie Verminderung der Baulänge des Fahrzeuges und der festen Radstände. Bei gleichem Raddurchmesser Herabsetzung der Federbeanspruchungen

<sup>1)</sup> Siehe unter „Mitteilungen“ auf Seite 233.

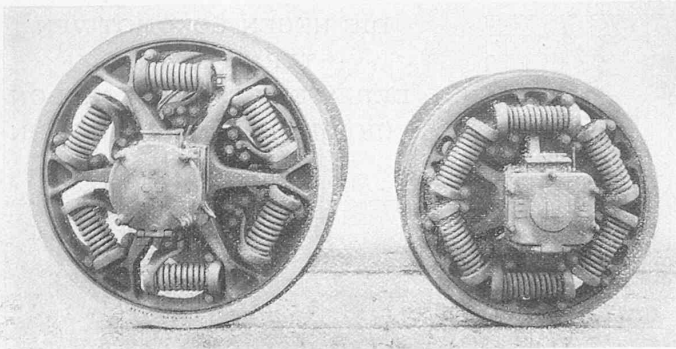


Abb. 3. Westinghouse-Antrieb für 1610 mm und Sécheron-Antrieb für 1350 mm Räder.

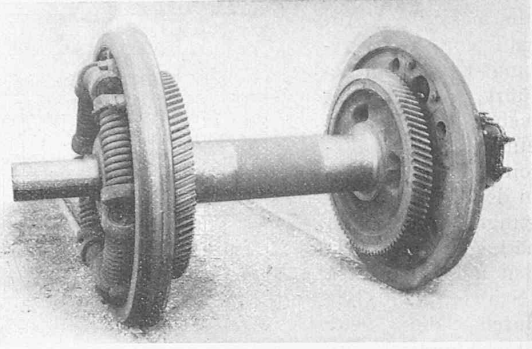


Abb. 7. Radsatz mit Sécheron-Antrieb.

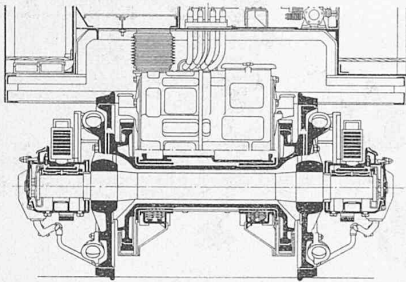


Abb. 6. Schnitt durch eine Triebachse. — 1: 50.

infolge Exzentrizität der Triebachsen gegenüber der Hohlwelle, sowie infolge der Zentrifugalkraft. Möglichkeit des Zulassens einer grösseren Exzentrizität zwischen Triebachse und Hohlwelle ohne Ueberschreitung der zulässigen

Diese Doppelmotoren sind derart auf Stahlbarren befestigt, dass nach dem Lösen der Verschraubung durch Verschieben der Barren gegen die Hohlwelle zu ein Herunterlassen des Motors in eine Senkgrube möglich ist. Bei abgehobenem Kasten können die Motoren auch nach oben ausgebaut werden. Die die beiden Triebgestelle verbindende Kupplung ist gefedert; ein gelenkiges Quergestänge erzwingt die gute Einstellung der Triebgestelle in den Kurven (Abbildung 5).

Der als  $\square$ -Träger mit kräftigen Querbalken ausgebildete Kasten ruht in zwei Drehzapfenlagern auf den Triebgestellen. Das eine dieser Lager ist feststehend, während das andere ein Längsspiel in der Lokomotivaxe aufweist. Eine Rollenabstützung des Kastens zwischen der Bisselachse und der benachbarten Triebachse bewirkt die richtige Lastverteilung auf die Räder.

An mechanischen Bremsen sind vorhanden: eine Handbremse mit Bremsspindeln in jedem Führerstand, von denen jede die Bremsklötze des zugehörigen Triebgestelles betätigt, und die automatische Westinghouse- und Regulier-Bremse, bemessen für 90 % des Reibungsgewichtes. Es werden nur die Triebachsen gebremst. Die pneumatische Sandstreu-richtung wirkt beidseitig auf jedes Triebad.

Federbeanspruchungen, und dadurch Möglichkeit einer kleineren Frequenz der Schwingungen des abgefederten Lokomotivkastens infolge weicherer Tragfedern. Vereinfachte Konstruktion durch Verminderung der Anzahl der auf der Hohlwelle befestigten Federträger von sechs auf drei pro Radseite, sowie Verminderung der Anzahl Befestigungsbolzen und Reduktion des Gewichtes der Federträger und der Hohlwelle.

Die Lokomotive besitzt zwei kurzgekuppelte Triebgestelle, jedes bestehend aus drei Triebachsen und einer Bisselachse, wobei diese letzte mit der zunächstliegenden Triebachse durch Balanciers mit einstellbarem Hebelverhältnis ausgeglichen ist (Abb. 4 bis 6). Desgleichen sind die zwei folgenden Triebachsen untereinander ausbalanciert. Jede Triebachse wird durch einen Doppelmotor angetrieben (Abbildung 13), in dessen Gehäuse die Hohlwelle gelagert ist, durch die mittels des vorstehend erwähnten Sécheron-Antriebes das Drehmoment auf die Räder abgegeben wird.

#### Elektrischer Teil.

*Hochspannungs-Einrichtungen.* Die zwei Bügelstromabnehmer System Sécheron (siehe Abb. 1), zeichnen sich aus durch grosse Stabilität gegen seitliche Stösse, geringes Gewicht und Verwendung von nur zwei Zugfedern, die, wie übrigens auch der Luftzylinder, gegen Witterungseinflüsse, wie Regen und Schnee mit Vereisungsgefahr, durch eine Blechhaube geschützt sind. In der Zuleitung zum Oelschalter sind zwei vom Lokomotiv-Innern aus bedienbare Trennmesser eingebaut. Der Oelschalter für Dachmontage ist mit elektropneumatischer Fernsteuerung und Hand-Notauslösung von den Führerständen aus und mit Hand-Einschaltung am Apparat selbst versehen.

Der Hochspannungstransformator (Abbildung 8) ist in Sparschaltung mit 12 niederspannungsseitigen Anzapfungen gebaut. Auch hier, wie auf allen andern Sécheron-Einphasen-Lokomotiven, kommt die bewährte Oelkühlung System Sécheron zur Anwendung, die darin besteht, dass die Kühlluft durch im Kastendeckel eingewalzte und in das Oelbad eintauchende Stahlröhren getrieben wird. Dieses System bietet vor allem den Vorteil, dass die Oelpumpe sowie alle Rohrdichtungen, die für heisses Oel praktisch nie vollständig gedichtet werden können, in Wegfall kommen. Zugleich erfolgt der Wärme-Ausgleich im Transformator-Innern besser als dies bei forcierter Oelumlaufkühlung der Fall ist, d. h. die Temperaturunterschiede in der Wicklung sind kleiner.

*Motorsteuerung.* Die Steuerung der sechs Triebmotoren erfolgt nach einem grundsätzlich neuartigen System. In Anbetracht der grossen Zugkräfte wurde auf eine möglichst feine Stufung der Motorspannung gesehen. Es sind 24 Anfahr- bzw. Fahrstufen vorgesehen. Die Anwendung der bewährten elektro-pneumatischen Steuerung hätte in diesem Falle selbst bei Verwendung der Drei-Drosselspulen-

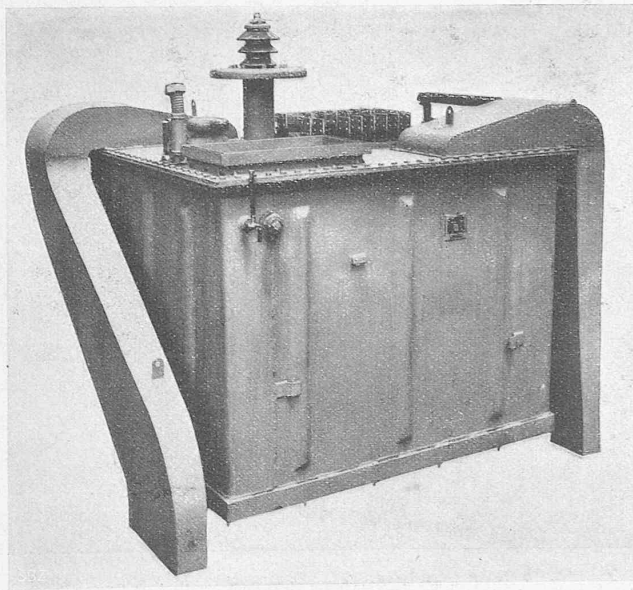


Abb. 8. Der Transformator mit seinen Ventilations-Kanälen.

Schaltung zu einer übermässigen Anzahl von Verriegelungs-Kontakten geführt, sodass mit mehr als 12 hintereinander geschalteten Kontaktstellen in den Spulenbetätigungs-Stromkreisen hätte gerechnet werden müssen. Diese Schwierigkeit ist durch die neue Steuerungsart (System Meyfarth) vollständig behoben, indem die pneumatischen Ventile anstatt durch Elektromagnete durch mechanische, bzw. von Hand gesteuerte Nockenwellen betätigt werden (Abb. 9 und 10). Diese mechanisch-pneumatische Steuerung verbindet die Vorzüge der elektro-pneumatischen Einzelschalter-Steuerung, wie: grosse Kontaktdrücke, grosse Schaltgeschwindigkeiten, Unabhängigkeit der Schaltgeschwindigkeit von der Bewegung des Führerschalters, und durch alle diese Vorzüge bedingten geringen Unterhalt, bzw. minimale Kontaktabnutzung, mit den

Vorteilen der reinen Handsteuerung, wie: übersichtliche Anordnung, leichte Kontrolle, Wegfall von Verriegelungs-Kontakten und von Kontaktanschlüssen. Diese Steuerungsart konnte dank dem Entgegenkommen der Bundesbahnorgane auf einer A<sup>3/5</sup> Lokomotive ausprobiert werden und hat in mehr als zweijährigem Betrieb den in sie gesetzten Erwartungen voll entsprochen.

Die Abbildung 10 veranschaulicht die Konstruktion der Hüpfbatterie. Sie ist aus 24 Einheiten zusammengesetzt und besteht aus den mit Pressluftzylinder und Ventil ausgerüsteten Einzelschaltern und dem Antriebsmechanismus, der mittels im Rahmen gelagerter Nockenwelle im Sinne des Ein- oder Ausschaltens auf die Ventile einwirkt. Jeder Einzelschalter ist gegenüber seinen feindlichen Einzelschaltern auf die denkbar einfachste Weise mechanisch verriegelt und zwar derart, dass die Nockenwelle nicht weiter gedreht, bzw. der nächstfeindliche Einzelschalter nicht eingeschaltet werden kann, bevor der betreffende Einzelschalter in die Ausschaltstellung gelangt ist. Zu diesem Zwecke sind die Nockenscheiben in geeigneter Weise mit Nasen versehen, die nach dem Abläufen der Nocken von den Ventilen,

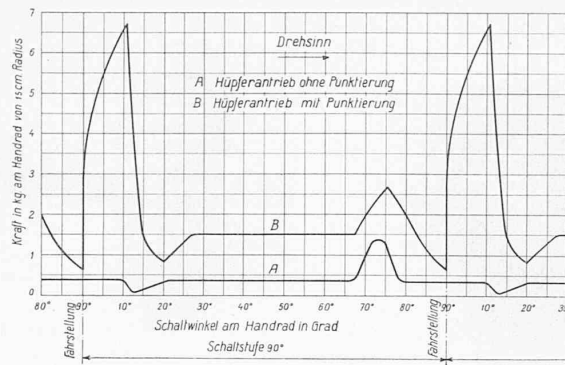


Abb. 1. Kräfteverteilung bei der Handsteuerung der pneumatischen Einzelschalter.

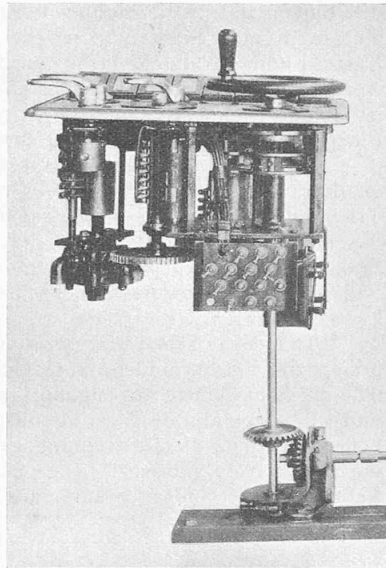


Abb. 9. Meister-Kontroller.

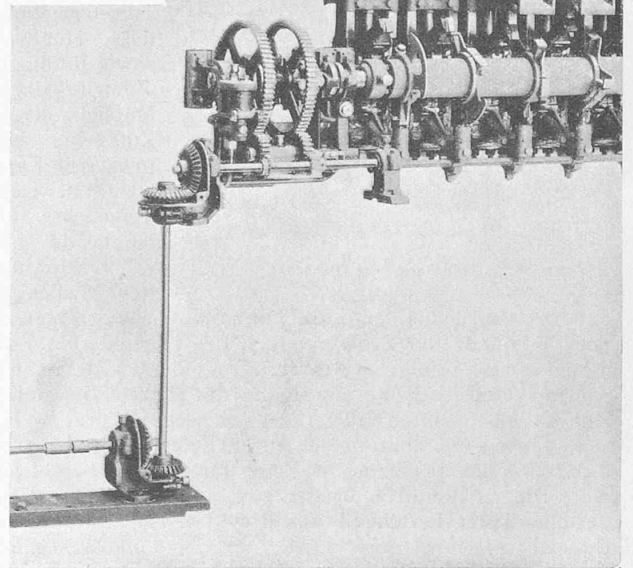


Abb. 10. Handantrieb der pneumatischen Einzelschalter.

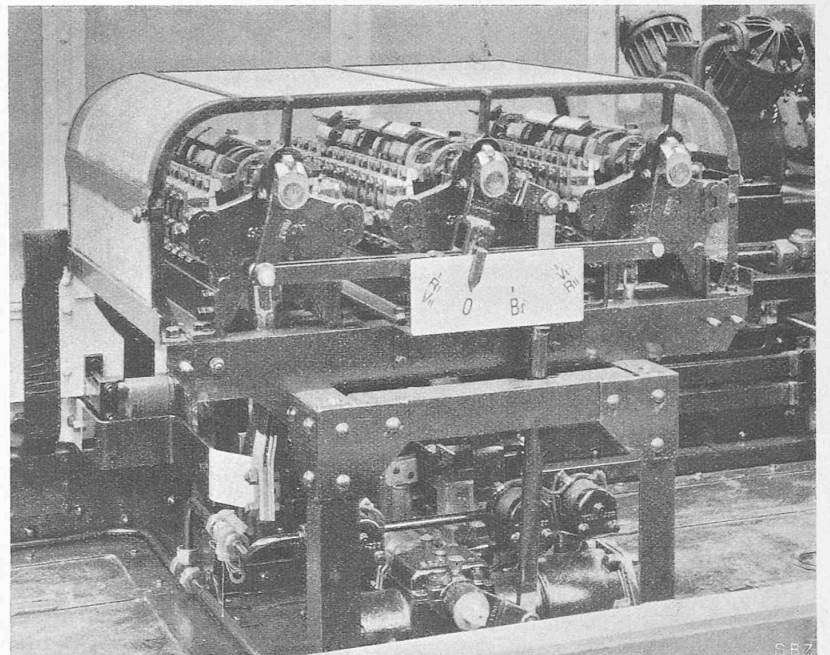
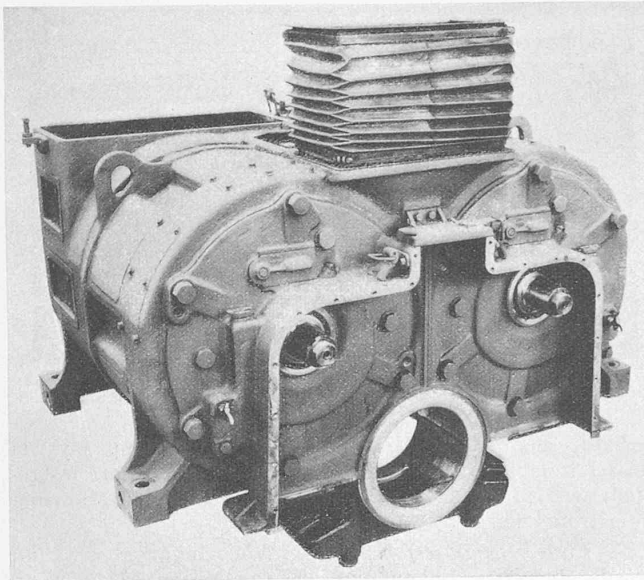
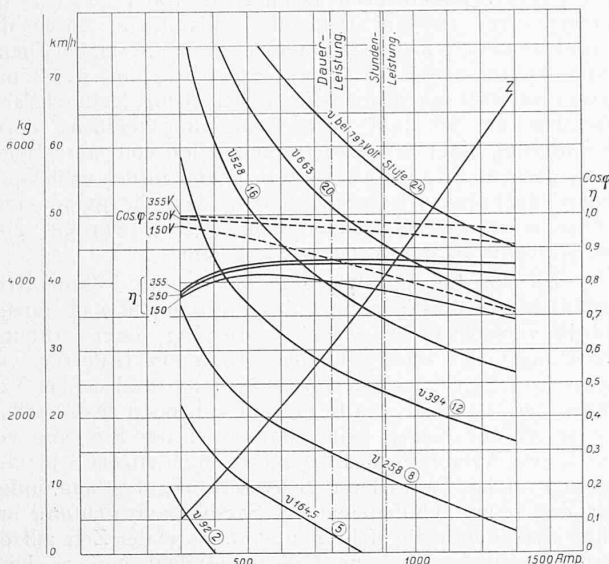


Abb. 12. Gruppe von drei Wendeschaltern mit gemeinsamem elektro-pneumatischem Servomotor. Rechts im Hintergrund einer der Kompressoren.

## DIE NEUEN LOKOMOTIVEN TYP 1AAA-AAA1 DER ATELIERS DE SÉCHERON FÜR DIE LÖTSCHBERG-BAHN

Abb. 13. Zwillingsmotor von  $2 \times 325$  PS Einstundenleistung.Abb. 14. Charakteristische Kurven des Zwillingsmotors von  $2 \times 325$  PS. Zugkraft  $Z$ , Geschwindigkeit  $v$ ,  $\cos \varphi$ , Wirkungsgrade  $\eta$ .

bezw. nach dem Ausschalten des Einzelschalters gegen einen von dessen beweglichem Kontakt gedrehten Verriegelungshebel anschlagen, sofern der Einzelschalter aus irgend einem Grunde nicht schnell genug oder überhaupt nicht in die Ausschaltstellung gelangt. Bei normalem Funktionieren dagegen schwingt der Verriegelungshebel in eine obere Endstellung, in der der Durchgang der Nase, bezw. das Weiterdrehen der Nockenwelle in die nächstfolgende Stellung ermöglicht wird. Wie ersichtlich, ist die Verriegelung demnach eine absolute wie bei einem mechanisch gesteuerten Kontroller, d. h. es wird nicht nur das Einschalten feindlicher Einzelschalter, sondern auch das Anschalten der Uberschalt-Drosselspulen an eine höhere als die vorgesehene Spannung verhindert. Da der Ventilhub sehr klein ist, erfolgt die Betätigung der Ventile durch die Nocken unter einem sehr kleinen Drehwinkel der Nockenwelle. Dadurch ist es für den Führer praktisch unmöglich, den Einzelschalter in einer Zwischenstellung zu halten, d. h. die Einzelschalterkontakte sind entweder ganz geschlossen oder ganz geöffnet und der volle Kontaktdruck sowie die normale Schaltgeschwindigkeit ist, unabhängig von der Geschwindigkeit der Betätigung des Handantriebes

durch den Führer, gewährleistet. Die Uebersetzung des Handantriebes ist so gewählt, dass der Führer pro Schaltstufe das Handrad um  $90^\circ$  drehen muss. Mit welchem geringem Kraftaufwand man bei diesem Handantrieb auskommt, geht aus dem Diagramm nach Abbildung 11 hervor.

Es ist beim Schnellzugsdienst wie auch beim Verschiebedienst von Vorteil, die Motoren plötzlich ausschalten zu können. Dies ist bei der elektrisch-pneumatischen Steuerung ohne weiteres durch plötzliches Rückstellen des Führerschalters möglich. Nicht so einfach gestaltet sich die Sache bei den Handsteuerungen. Es ist eine wesentliche Charakteristik der vorliegenden mechanisch-pneumatischen Steuerung, diese betriebstechnische Bedingung in denkbar einfachster Weise gelöst zu haben. Das Ausschalten der Triebmotoren in irgend einer Schaltstellung erfolgt durch eine Druckknopf-Auslösung auf dem Führerstand, die das plötzliche und gleichzeitige Ausschalten der momentan geschlossenen Einzelschalter bewirkt und zwar lediglich durch eine kleine axiale Verschiebung der Nockenwelle. Durch den Druckknopf wird ein Magnetventil geöffnet, das aus einem Zylinder, der entgegen einer Federwirkung die Nockenwelle in der Ventilenebene hält, die Luft ausströmen lässt, wodurch unter der Wirkung der genannten Feder die Nockenscheiben aus der Wirkungsebene der Ventile gedrückt werden. Nach der Rückführung der Nockenwelle in die Nullstellung durch den Führer schliesst sich das Magnetventil selbsttätig wieder, d. h. der Druckzylinder wird an die Druckluft gelegt und bringt die Nockenscheiben wieder in die Wirkungsebene der Ventile.

Im Handantrieb ist eine Druckkupplung eingeschaltet, die eine Ueberlastung der Uebertragungsorgane durch den Führer beim Ansprechen der Einzelschalterverriegelung verhindert. Das Ausrücken dieser Kupplung löst gleichzeitig den Hochspannungs-Oelschalter aus.

Zwecks Verminderung der Reibungen in den Uebertragungsstellen von den Führerständen bis zu den Einzelschaltern ist eine Vorrichtung getroffen, die durch Umkuppeln diejenige Antriebsseite ausser Wirkung setzt, die nach dem unbesetzten Führerstande geht. Diese Umkuppelung erfolgt pneumatisch und selbsttätig von den Führerständen aus mittels des Stromabnehmergriffs, der gleichzeitig den ganzen Fahrschalter verriegelt.

Die Einzelschalter sind äusserst einfach und kräftig gebaut. Die Kontaktanordnung besteht aus zwei Doppelwippen. Die Funkenkamine der elektro-magnetischen Funkenlöschung sind aufklappbar zwecks leichter Revision der Schaltkontakte. In den normalen Schaltstellungen sind vier Einzelschalter gleichzeitig eingeschaltet, sodass ein Schalter nur den vierten Teil des Gesamtstromes zu übertragen hat.

Die Fahrwender (Abb. 12) sind in zwei Gruppen von je drei Apparaten angeordnet. Jeder Apparat ist für einen Doppelmotor gebaut und für die vier Stellungen: Vorwärts, Null, Bremsen, Rückwärts, vorgesehen. Der Antrieb erfolgt für je drei Fahrwender pro Triebgestell gemeinsam durch einen elektro-pneumatischen Servomotor. Durch einen einfachen Handgriff kann jeder Doppelmotor durch seinen Fahrwender in der Nullstellung des Antriebes abgeschaltet und mechanisch verriegelt werden.

**Triebmotoren.** Die Triebmotoren (Abbildung 13) sind als Zwillings-Seriemotoren mit Kompensations-Wicklung und mit geschunteten Wendepolen gebaut. Die beiden sechspoligen Halbmotoren sind dauernd in Serie geschaltet und übertragen das Drehmoment mittels beidseitiger Schrägzahnung (Abb. 7) auf die im Motorgehäuse gelagerte Hohlwelle, die das Drehmoment durch den vorher beschriebenen Sécheron-Antrieb auf die Triebräder abgibt.

Es ist erwähnenswert, dass die Doppelmotoren, die ursprünglich für 700 PS am Radumfang bei 50 km/h projektiert waren, im Versuchsstand nach den amerikanischen Erwärmungs-Vorschriften für stationäre Maschinen bei der angegebenen Geschwindigkeit reichlich 750 PS Stundenleistung abgeben. Die charakteristischen Kurven des Doppelmotors sind der Abbildung 14 zu entnehmen.

Die Lokomotive ist mit elektrischer Widerstands-Bremung für das Lokomotivgewicht eingerichtet. Die Bremschaltung ist derart, dass die Motoren von der Fahrleitung aus fremderregt werden, wobei die Erregerspannung durch die normalen Einzelschalter reguliert wird. Es sind im ganzen 13 Bremsstufen vorhanden. Die als Generatoren arbeitenden Triebmotoren geben ihren Strom an gusseiserne Widerstände ab, die in einem Schacht oberhalb des Luftkanals über dem Triebgestell II untergebracht sind. In diesen Schächten sind gleichzeitig auch die Shuntwiderstände aufgestellt. In der Bremsstellung der Fahrwender wird selbsttätig durch einen Schieberrost, der vom Fahrwenderantrieb mechanisch betätigt wird, Kühlluft aus dem Ventilationskanal in den Widerstandschacht geblasen. Der Uebergang von Motorfahrt in Bremsfahrt erfolgt durch Rückstellung des Einzelschalter-Handantriebs in die Nullstellung, Umstellung der Fahrwenderkurbel in die Bremsstellung und erneutes Zuschalten der Einzelschalter, bis durch geeignete Erregung der gewünschte Bremseffekt an den Ampèremetern der Triebmotoren abgelesen werden kann.

Um das Umstellen der Fahrwender von Vorwärts auf Rückwärts während der Fahrt zu verhindern, werden die Betätigungsstromkreise des Fahrwender-Antriebes über die Kontakte einer vom Tachymeter-Antrieb aus bewegten Oelpumpe geführt. Die Wirkung dieser Oelpumpe auf die Kontaktvorrichtung ist derart, dass die Fahrwender nur bei Stillstand der Oelpumpe, d. h. auch des Fahrzeuges betätigt werden können.

**Nebenbetriebe.** Die Nebenbetriebsmotoren werden mit Einphasenstrom von 220 Volt betrieben. Die Ventilations-Anlage ist zweiteilig und symmetrisch, derart, dass im Lokomotivkasten über jedem Triebgestell eine Ventilatorgruppe vorhanden ist (vergl. Abbildung 2). Der Antrieb dieser Ventilatoren erfolgt durch beidseitig am Ventilatorgehäuse montierte Seriomotoren; diese Anordnung ergibt ausser der guten Zugänglichkeit der Triebmotoren die Möglichkeit des Anlassens in Serie-Parallelschaltung bzw. des Betriebes mit etwa halber und voller Drehzahl. Die eine Ventilatorgruppe gibt die Luft in einen Luftkanal ab, an den die drei Triebmotoren des Triebgestelles I mittels Faltenbälgen und das halbe Kühlsystem des Transformators angeschlossen sind. Das gleiche ist der Fall für die Ventilatorgruppe über dem Triebgestell II, mit dem Zusatz der Luftentnahme für die Kühlung der Bremswiderstände bei Bremsfahrt.

Die Druckluftanlage besteht aus zwei Kolben-Kompressoren für eine Leistung von je 1500 l/min.

Eine Umformergruppe liefert den Gleichstrom von 36 V für die Beleuchtung und die Steuerung. Zur Gleichstrom-Maschine parallel ist eine Akkumulatorenbatterie geschaltet.

**Führerstand-Einrichtungen.** Die Steuerungsfunktionen sind in jedem Führerstand in einem Meisterkontroller (Abbildung 9) zusammengefasst, der das Handrad für die Motorensteuerung, sowie die Hebel für die Steuerung der Pantographen, der Fahrwender und des Hochspannungsschalters, in bekannter Weise miteinander verriegelt, aufweist. Desgleichen trägt die Kontrollerplatte ein Voltmeter für die Fahrdrachtspannung, ein Ampèremeter für den Primärstrom des Transformators und sechs Ampèremeter für die sechs parallel geschalteten Triebmotoren.

**Schutzeinrichtungen.** Der Hochspannungs-Stromkreis ist durch ein direkt auf den Hochspannungsschalter wirkendes, auf einer von dessen Klemmen montiertes Maximalstromrelais gesichert. Jeder Triebmotor-Stromkreis ist durch ein Maximalstromrelais geschützt. Ein an der 220 Volt-Stufe des Haupttransformators angeschlossenes Nullspannungsrelais erzwingt bei Unterbruch der Spannung das Wiedereinschalten des Öltransformators über den Einschaltwiderstand des Hochspannungsschalters. Direkt wirkende Maximalstromrelais verhindern während der Widerstandsbremsung ein allzugrosses Ansteigen der Bremsströme. Sämtliche Relais wirken beim Ansprechen direkt auf die Auslösespule des Hochspannungsschalters. Ein über einen Stromwandler in der Zugsheizungsleitung angeschlossenes Maximalstromrelais löst bei Ueberstrom oder Kurzschluss den Hochspannungs-

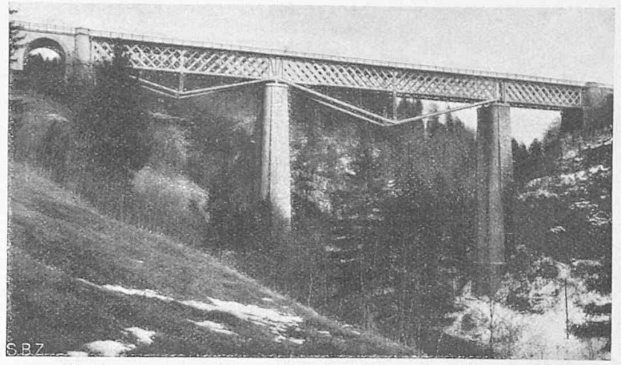


Abb. 1. Die alte Brücke über die Orbe, flussabwärts gesehen.

Schalter aus. Die Relais sind mit einem Klappensystem derart kombiniert, dass nach jeder Störung sofort festgestellt werden kann, in welchem Stromkreis die Störung aufgetreten ist.

**Erste Betriebserfahrungen.** Wie eingangs erwähnt, wurde die erste Lokomotive am 17. Juni zur Ablieferung gebracht. Bei Ankunft in Thun wurde von ihr eine Nutzlast von 800 t nach Frutigen (Rampe 15 ‰) und von 510 t von Frutigen nach Kandersteg (Rampe 27 ‰) befördert. Am 21. Juni fand die Kollaudation durch das Eisenbahndepartement statt, und zwar im normalen Dienst durch Führen eines Güterzuges Spiez-Brig von 510 t und zurück mit dem fahrplanmässigen Schnellzug Mailand-Paris. Nachdem am 28. Juni noch Erwärmungsversuche durch Beförderung einer Schnellzugskomposition von 500 t Spiez-Brig, dreimal Brig-Goppenstein-Brig und zurück nach Spiez innert insgesamt 9 h gezeigt hatten, dass die garantierten Temperaturwerte bei weitem nicht erreicht wurden, ging die Maschine in den strengen Bergdienst.

Da die Leistungsfähigkeit der neuen Lokomotiven augenfällig die Bestimmungen des Pflichtenheftes übersteigt, wurde versuchsweise zwecks Festlegung einer erhöhten Belastungsnorm am 13. Oktober 1926 ein Güterzug von 600 t von Spiez nach Kandersteg geführt. Um das Verhalten der Lokomotive in Bezug auf Adhäsion festzustellen, wurde in der Kurve beim Blausee in der Steigung von 27 ‰ eine Anfahrt gemacht, die trotz ungünstigem Schienenzustand infolge Tauwirkung überraschend gut gelang, indem der Zug ohne Zuhilfenahme der Sandstreuvorrichtung und ohne Schleudern angefahren und in normaler Zeit auf die durchschnittlich gehaltene Geschwindigkeit von 50 km/h beschleunigt werden konnte.

Am 18. November 1926 fanden offizielle Versuche statt mit einer Schnellzugskomposition von 600 t, bestehend aus 15 vierachsigen Personen- und Güterwagen sowie dem Dynamometerwagen der Schweizer Bundesbahnen. Dieser Zug, der wiederum das Fahrprogramm Spiez-Brig, dreimal Brig-Goppenstein-Brig und zurück Brig-Spiez zu erfüllen hatte, wurde mit Geschwindigkeiten bis zu 65 km/h auf der 27 ‰ Rampe befördert. Die Temperaturmessungen an den Motoren und am Transformator ergaben, dass die elektrische Ausrüstung der Lokomotive mit der Anhängelast von 600 t noch nicht an der Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt ist. Anfahrversuche ergaben Zugkräfte am Radumfang bis zu 33 500 kg. — Auf Grund dieser Ergebnisse wurde durch das Schweizer Eisenbahndepartement, das bei diesen Versuchen vertreten war, die Norm auf der 27 ‰ Rampe auf 600 t Anhängelast erhöht.

Bei Abfassung dieser Beschreibung hatte die Lokomotive Nr. 201 während 6 1/2 Monaten Betrieb bereits 48 000 km, die Lokomotive Nr. 202 während einer Betriebsdauer von 4 1/2 Monaten 28 000 km zurückgelegt.

Das gute Gelingen dieses Werkes ist dem verständnisvollen Zusammenwirken der technischen Organe der Lötschbergbahn, und vor allem ihres Maschinenmeisters Herrn S. Brütsch mit den Konstrukteuren zu danken.