

Die elektr. Schmalspur-Lokomotive von 1000 PS der Montreux-Berner Oberland-Bahn (M.O.B.)

Autor(en): **Zehnder, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **101/102 (1933)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82948>

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 elektrische Schmalspur-Lokomotive von 1000 PS der Montreux-Berner Oberland-Bahn (M. O. B.). — Wohnhäuser-Gruppen einheitlichen Charakters. — Nachklang von der Generalversammlung des S. I. A. vom 24. September 1932 in Lausanne. — Mitteilungen: Die 220 kV-Uebertragung vom französischen Zentralmassiv

nach Paris. Registrierende und anzeigende Frequenzmesser. Geleise-Untersuchungen mit dem Nivellograph von Mauzin. Die Automobil-Ausstellung Berlin 1933. Ein Zelt aus Blech. Internationaler Kongress für Kraftverkehrs-Wirtschaft. — Nekrologe: Rob. Aebi. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortrags-Kalender.

Band 101

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 6

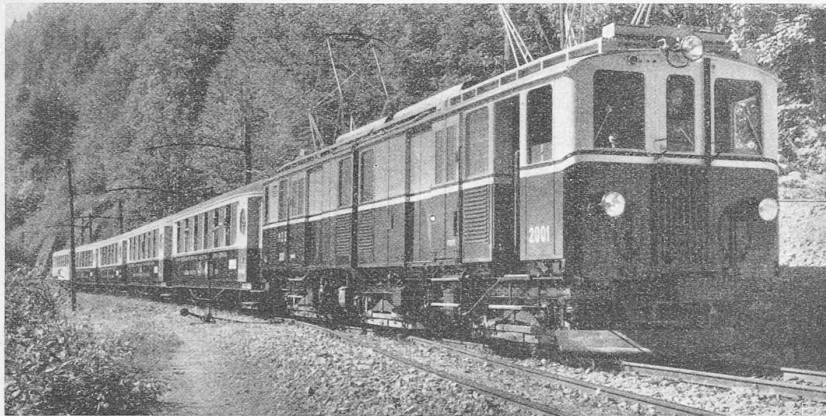


Abb. 1. Zug der M. O. B. mit der neuen 1000 PS-Gelenklokomotive.

Die elektr. Schmalspur-Lokomotive von 1000 PS der Montreux-Berner Oberland-Bahn (M. O. B.).

Von Ing. Dr. R. ZEHNDER, Direktor der M. O. B.

Zur besseren Würdigung der nachstehenden Darlegungen seien die folgenden kurzen Angaben über die Hauptverhältnisse der Montreux-Berner Oberland-Bahn vorausgeschickt: Die Länge der meterspurigen Bahn beträgt 76 km, ihre grösste Neigung 72 ‰, der kleinste Kurvenhalbmesser (abgesehen von einer Kurve von 35 m) 40 m. Die gesamte zu überwindende Höhe auf einer Hin- und Rückfahrt Montreux-Zweisimmen-Montreux (2 × 63 km) beläuft sich auf 1936 m, wobei die mittlere Steigung für die 63 km lange Teilstrecke Montreux-Zweisimmen 31 ‰ beträgt. Die Kulminationspunkte liegen auf 1150 und 1280 m u. M. Die durchschnittliche Arbeit an der Motorwelle gemessen, ohne Zuschlag für das Anfahren (15 bis 20 ‰), für die Nebenbetriebe (Pumpenmotoren, Kompressor-Motoren, Beleuchtung und Heizung insgesamt rd. 9 ‰) und den Rangierdienst, beträgt ungefähr 65 Wh/tkm. Als Schienenprofil ist ein solches von 24,5 und 31,1 kg/m verwendet worden. Der Betrieb erfolgt mit Gleichstrom von 750 bis 900 Volt. Alle Fahrzeuge besitzen durchgehende Vakuumschnellbremse, System Hardy.

Bis anhin mussten die schwereren Motorwagenzüge in Anbetracht der langen und starken Steigungen mit Vorspann, ja selbst mit drei und ausnahmsweise mit vier Triebwagen geführt werden, wobei jeder mit seinem Führer besetzt werden muss. Die M. O. B. hat sich deshalb entschlossen, zwecks Personaleinsparungen Lokomotiven anzuschaffen, deren Leistung etwa jener von zwei der stärksten oder von drei der weniger leistungsfähigen Motorwagen entspricht, deren Bedienung aber nur einen Mann erfordert.

Die nachstehenden Zahlen zeigen das Verhältnis der zulässigen Belastungen bei den neuen Lokomotiven gegenüber den stärksten Motorwagen:

	für eine neue Lokom. B ₀ -B ₀ -B ₀	für zwei starke Motorwagen CFZe 4/4
Tara des Triebmittels kg	63 000	2 × 36 200
Zulässiges Nutzgewicht kg	87 000	75 000
Verhältnis des Triebwagen-zum Gesamt-Zugsgewicht	1 : 2,38	1 : 2,04
Anzahl der Sitzplätze rd.	300	250
Tara pro Sitzplatz kg	425	500

Hieraus ersieht man, dass durch Verwendung so starker Lokomotiven die Wirtschaftlichkeit bei der Führung schwerer Züge günstig beeinflusst wird. Für die weniger

frequentierten Züge und für den Betrieb in der ruhigen Saison stellt nach wie vor der Motorwagenzug die vorteilhafteste Lösung dar in Betriebsverhältnissen, wie sie bei der M. O. B. vorliegen. Die guten Adhäsionsverhältnisse der Lokomotiven hängen, ausser andern Faktoren, auch mit der glücklichen Wirkung der Abfederung der Zahngetriebe der Motoren zusammen.

Die grosse Leistung, die in diesem meterspurigen Fahrzeug untergebracht werden musste, die Notwendigkeit, einen Teil des Raumes im Kasten zum Transport von Gepäck und der Post zur Verfügung zu stellen, sowie die vielen scharfen Kurven und schliesslich die begrenzte zulässige Last pro Drehgestell, wobei aber doch ein genügendes, der grossen Motoren-

Leistung entsprechendes Adhäsionsgewicht vorhanden sein musste, zwangen die Bahnverwaltung, zu einer sonst nicht üblichen Anordnung der Lokomotiven Zuflucht zu nehmen. So waren sechs angetriebene Achsen nötig. Auf Vorschlag der Bahn wählte man eine Maschine mit drei zweiachsigen Drehgestellen (Lokomotiv-Typ B₀-B₀-B₀), wobei Unterstell und Kasten über dem mittleren Drehgestell getelit

Hauptdaten der Lokomotiven.

Mechanischer Teil:

Länge (über Puffer gemessen)	17 000 mm
Höhe von S.-O. bis Schleifstück der Stromabnehmer bei gesenktem Stromabnehmer	3 700 "
" " gehobenem " (max. Höhe)	6 400 "
Anzahl der Triebachsen (drei Drehgestelle)	6
Abstand von Mitte zu Mitte Drehgestell	5 500 "
Fester Radstand der Drehgestelle	2 300 "
Gesamter Radstand	13 300 "
Durchmesser der Triebräder	945 "
Vakuumbremse: Totaler Bremsdruck	56 700 kg
in ‰ der Tara	90 ‰
Handbremse: Totaler Bremsdruck	43 800 kg
in ‰ des Achsdruckes	103,5 ‰
" " der Tara	69,5 ‰
Grösster Raddruck etwa	5 700 kg
Höchstes gesamtes Zugsgewicht	
auf den Steigungen von 0 bis 40 ‰	175 bis 200 t
auf den Steigungen von 41 bis 72 ‰	151 t
Zugkraft bei Einstundenleistung am Rad	11 800 kg
Max. Anfahr-Zugkraft am Rad	16 000 bis 18 000 kg
Höchste zulässige Fahrgeschwindigkeit	60 km/h

Elektrischer Teil:

Anzahl der Gleichstrom-Seriemotoren	6
Garant. Einstundenleistung der Motoren (an der Motorwelle) 6 × 167	1000 PS
Drehzahl der Motoren (bei 650 Volt)	620 Uml/min
Dauerleistung	750 PS
Drehzahl der Motoren (bei 650 Volt)	690 Uml/min
Beschleunigung beim Anfahren des Zuges von 151 t auf 72 ‰ Steigung	0,08 m/sec ²
Beschleunigung des Zuges von 175 t auf 5 ‰ Steigung	0,12 "
Uebersetzung in den Zahngetrieben	1 : 4,94
Gewicht des mechanischen Teiles	40 000 kg
" " elektrischen "	23 000 "
Gesamtgewicht	63 000 "

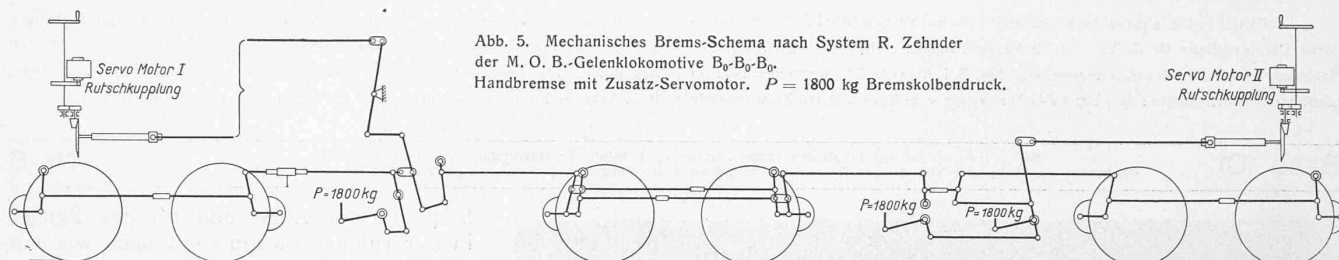


Abb. 5. Mechanisches Brems-Schema nach System R. Zehnder der M. O. B.-Gelenklokomotive $B_0-B_0-B_0$. Handbremse mit Zusatz-Servomotor. $P = 1800 \text{ kg}$ Bremskolbendruck.

und die beiden Hälften durch ein Gelenk miteinander verbunden sind, also eine konstruktive Neuerung (Abb. 1 und 2).

Diese Anordnung sichert die folgenden Vorteile: Ausgezeichnete Kurvenbeweglichkeit trotz grosser Gesamtlänge der Lokomotive. Möglichkeit, der Lokomotive eine genügende Gesamtlänge zu geben, damit trotz Gepäck- und Postraum Platz vorhanden ist zum Einbau der manigfachen Ausrüstung. Pufferausschlag in der Kurve von 35 m nur 340 mm, gegenüber 560 mm bei den Motorwagen. Kleiner seitlicher Ausschlag der Drehgestelle, daher Begrenzung des toten Spieles im Bremsgestänge. Begrenzung des maximalen Achsdruckes auf 11 t, somit der auf ein Bogie konzentrierten Last auf 22 t. Möglichkeit des Einbaues von sechs Motoren mit einer Gesamtleistung von 1000 bis 1200 PS. Fester Radstand der Drehgestelle von nur 2300 mm. Ein zweiachsiges Bogie läuft selbstverständlich viel leichter durch die engen Kurven von 35 bis 40 m, als eines mit einer mittlern dritten Achse. Verringerung der Spurkranz- und Schienenkopfabnutzung und ganz allgemein Schonung des Oberbaues. Verwendung des Einzelachsantriebes, wodurch Kuppelstangen oder komplizierte Uebertragungsmechanismen überflüssig werden. Bei zweiachsigen Drehgestellen ist genügend Platz zwischen den Rädern vorhanden zur Unterbringung der Magnet-Schienenbremsen.

MECHANISCHER TEIL.

Mittleres Drehgestell. Die Verwendung von drei Drehgestellen mit einer Gelenkverbindung der beiden Kastenhälften über dem mittleren Drehgestell bedingte eine interessante Spezialkonstruktion dieses letzten (Abb. 3 und 4). Das Gewicht von Wagengestell und Lokomotivkasten ruht auf dem Drehgestell vermittelt einer Wiege, die an jeder Seite auf einer 1400 mm langen, an den Enden auf dem Drehgestellrahmen sich abstützenden Blattfeder aufliegt. Der Rahmen ist durch Spiralfedern an den Enden der 900 mm langen Achsbüchsen-Blattfedern aufgehängt. Dank dieser dreifachen Abfederung ist der Gang der Lokomotive ein bemerkenswert ruhiger.

Die Wiege ist gegen seitliche Verschiebung im Drehgestell durch einen Kulissenstein gehalten, der in der Höhe der Wiegenfeder angeordnet ist. Am mittlern Drehgestell trägt die Wiege die Hauptdrehpfanne, in der der Kugelzapfen eines gekröpften Balkens (Schwanenhalsträger) aufliegt. An seinem vordern und seinem hintern Ende besitzt dieser Träger je eine umgestülpte Linse in Kugelform, die zur Aufnahme der sekundären Drehpfannen der einander zugekehrten Enden der Wagengestellhälften dienen, die also hier sich auf den Schwanenhalsträger abstützen. Der Obertheil der sekundären Drehpfannen ist in einen abgekröpften Querträger des Wagengestelles eingebaut. Der Schwanenhalsträger, der mit der Wiege durch die das gesamte Gewicht der beiden inneren Enden der Lokomotivhälften übernehmende Hauptdrehpfanne verbunden ist, besitzt seitliche Supports, die mit geringem Spiel sich gegen die Wiege abstützen. An den innern Kopfstücken der Wagengestelle sind je zwei Anschläge angeordnet, die sich bei zu grossen Seitenbewegungen der einzelnen Kasten auf die oben genannten Supports ab-

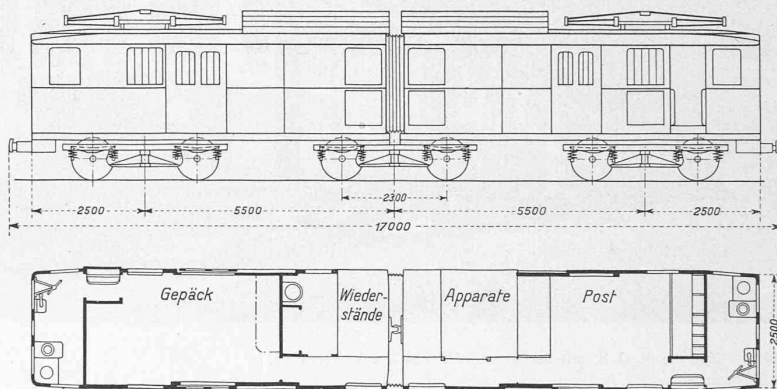


Abb. 2. Typenskizze der M. O. B.-Gelenklokomotive $B_0-B_0-B_0$. — Masstab 1 : 150.

stützen. Normalerweise wird jeder Kasten also nur durch die Wiegen der äussern Drehgestelle gehalten, was einer Dreipunktlagerung gleichkommt.

Das mittlere Drehgestell besitzt also drei Drehpfannen: die mittlere auf der Wiege und die beiden äussern an den Enden des Schwanenhalsträgers. Da aber die beiden Lokomotivhälften durch eine Gelenkverbindung ohne Zug- oder Stossfedern mit einander zusammengeschlossen sind, war es nötig, mit Rücksicht auf die leichte Aenderung des gegenseitigen Abstandes der in den Lokomotivhälften feststehenden sekundären Drehpfannenteile beim Durchfahren der Kurven der einen der sekundären Drehpfannen die Möglichkeit zu geben, sich in der Längsrichtung etwas zu verschieben. Es ist daher nur die sekundäre Drehpfanne Seite Gepäckraum unverrückbar fest im Schwanenhalsträger gelagert, während bei jener auf der Postraumseite in der Richtung der Lokomotivlängsaxe eine gewisse Verschiebung möglich ist (Abb. 4). Die verschiebbare Linse ist seitlich geführt.

Um eine einwandfreie Kraftübertragung zu gewährleisten, ist auf Seite Gepäckraum noch eine Abstützung eingebaut worden (vermittelt einer Druckstange mit Kugelgelenkkopf) zwischen dem Schwanenhalsträger und einem benachbarten Querträger des Wagengestelles. Durch diese Abstützung wird einem zu grossen Kippmoment im Schwanenhalsträger und einem unzulässig grossen toten Gang im Bremsgestänge der Handbremse, sowie einem Aufsteigen des Obertheils der sekundären Drehpfanne auf deren Linse vorgebeugt.

Die sekundären Drehpfannen sind so gebaut, dass durch sie die Kanäle für die Kühlluft der Motoren des mittleren Drehgestells durchgeführt werden.

Das die beiden Lokomotivhälften verbindende starre Gelenk erlaubt die gegenseitige Verdrehung der beiden Kasten, ohne eine gegenseitige Verschiebung der Längsachsen der Untergestelle zuzulassen; dadurch werden die flexiblen Verbindungen zwischen den beiden inneren Stirnwänden sehr wenig beansprucht, und führen ganz bestimmte Bewegungen aus. — Die Abfederung und die Drehzapfen der beiden äussern Drehgestelle sind normaler Bauart. Um das Bremsklotzspiel von der Federung des Fahrzeuges unabhängig zu machen, wurde die Anordnung des Bremsgestänges (Abb. 5) nach System Zehnder ausgebildet.

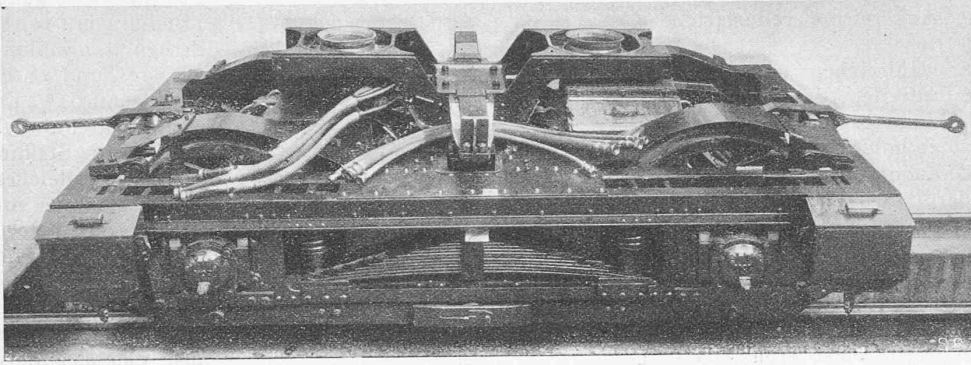


Abb. 3. Das mittlere Drehgestell mit den sekundären Drehpfannen der beiden Kastenhälften.

Die Magnet-Schienenbremsen, mit einer gesamten Anzugskraft von 39000 bis 40000 kg bei 650 Volt, sind, unterteilt in zwölf Bremschuhe, zwischen den Rädern der Drehgestelle angebracht und an nicht abgefederten Balken federnd aufgehängt. Sie können von der Fahrdrathleitung und durch den Strom der Kurzschlussbremse gespeist werden. Sie vermochten auf dem Gefälle von 55,4 ‰ die Lokomotive allein bei einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h nach einem Weg von rd. 20 m zu stellen, was einer Bremswirkung von rd. 4000 kg entspricht.

Die durchgehende automatische Vakuum-Schnellbremse, System Hardy, wirkt auf alle zwölf Lokomotivräder. Es sind drei Bremszylinder mit zugehörigem Sonderbehälter vorhanden, ferner zwei Bremspumpenaggregate. Das grössere wird vom Hauptbremschalter betätigt, der andererseits mit der Hauptbremsleitung des Zuges in Verbindung steht. Diese Leitung ist mit der Sonderbremsleitung der Lokomotive über ein Nachbremsventil verbunden, das ein Eindringen von Luft in die Sonderbremsleitung der Lokomotive erst einleitet, nachdem das Vakuum in der Hauptbremsleitung des Zuges bis zu einem gewissen Grad zerstört wurde. Die Lokomotivachsen werden also erst dann zur Bremsung mit herangezogen, wenn der angehängte Zug schon bis zu einem gewissen Mass gebremst ist. Falls das angehängte Zugsgewicht im Verhältnis zum Lokomotivgewicht klein ist, ist es jedoch möglich, durch Öffnen eines Durchgangshahnes das Nachbremsventil zu umgehen, wodurch eine direkte Verbindung zwischen Zughauptbremsleitung und Sonderbremsleitung der Lokomotive hergestellt wird. — Bei Notbremsungen, d. h. wenn die Kurbel des Hauptbremschalters auf „Vollbremsung“ gedreht wird, erfolgt die Öffnung einer Bremsklappe, die dann Aussenluft direkt in die Sonderbremsleitung der Lokomotive eintreten lässt.

Für die Fahrt der Lokomotive ohne angehängten Zug wird nur die kleine Pumpe benutzt. Die Regulierung des Luftetrtritts in die Sonderbremsleitung der Lokomotive und damit die Regulierung des Bremsdruckes erfolgt dann durch einen besondern Brems- und Regulierhahn.

Die Vakuumbremse hat sich dank ihrer vorzüglichen feinen Regulierfähigkeit und ihrer Unerschöpfbarkeit im 31-jährigen Betrieb dieser Bergbahn ausgezeichnet bewährt.

Da es auf so starken Gefällen, wie sie die M. O. B. aufweist, sich als unmöglich herausgestellt hat, die schweren Lokomotiven von 63 t bei normaler Fahrgeschwindigkeit mit der von Hand bedienten Spindelbremse allein zu halten (die zum Anziehen der Bremse erforderliche Zeit ist so gross, dass eine unzulässige Beschleunigung während dieser Zeit eintritt), sind an den beiden Spindeln kleine Servomotorantriebe angebracht worden. Dadurch wird ein gleichzeitiges Anziehen der „Handbremsen“ aller drei Drehgestelle erzielt. Von Hand bedient hat dann die Spindelbremse nur den Charakter einer Stellbremse.

Da das Anfahren des 151 t-Zuges mit einer Beschleunigung von 0,08 m/sec² auf den grössten Steigungen eine max. Zugkraft von etwa 16000 kg (mittlere Anfahrzugkraft etwa 13900 kg) erfordert, muss in diesem Moment ein Adhäsionskoeffizient von etwa 0,25 vorhanden sein. Um diesen auch bei weniger günstigem Schienenzustand zu erreichen, war es nötig, alle drei Drehgestelle beidseitig mit pneumatischen Sandstreuvoorrichtungen zu versehen. Es können nach Belieben nur das vordere Drehgestell oder auch alle drei zusammen gesendet werden.

Durch Einbau eines elastischen Elementes zwischen Motor und Rad (federnde Zahnräder System Roth) werden harte Schläge beim Anfahren gemildert, was in wesentlichem Masse zur Verhütung des Schleuderns beiträgt. Tatsächlich erfolgte das Anfahren der schwersten Züge auf den starken Steigungen ganz anstandslos.

ELEKTRISCHER TEIL.

Triebmotoren.

Die Triebmotoren sind Gleichstrom-Serie-Tatzenlager-Motoren. Sie sind selbstlüftend mit zwei verschiedenen Luftstromkreisen im Anker und zwischen den Feldern, damit möglichst alle Teile gleichmässig gekühlt werden.

Jeder Motor besitzt vier Haupt- und vier Wendepole, zweiteiliges Stahlgehäuse, Ankerrollenlager und Gleitlager auf der Radachse. Die Schleuderzahl beträgt rund 2050 Uml/min, die max. zulässige Ankerspannung 1180 Volt.

Die Hauptspulen jedes Motors bestehen aus zwei Wicklungsteilen, nämlich einem Hauptteil mit vollem Drahtquerschnitt, der immer vom vollen Motorstrom durchflossen wird, und einem Zusatzteil, dessen Kupferquerschnitt gegenüber dem Hauptteil etwas reduziert ist, und nur bei Fahrt mit 130 % Feld, d. h. bei Uebererregung, vom vollen Motorstrom durchflossen wird, während er bei

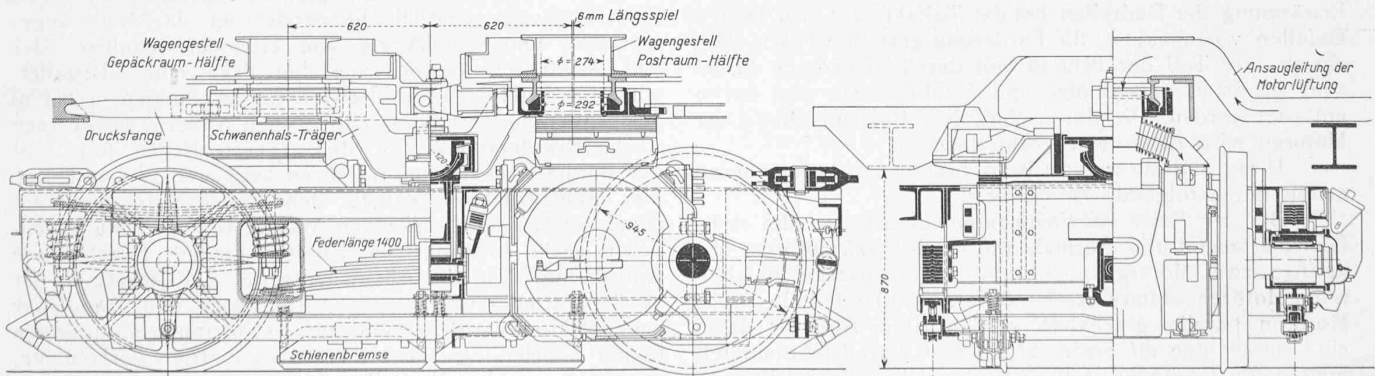


Abb. 4. Mittleres Drehgestell der M. O. B.-Gelenklokomotive, gebaut von der Schweiz. Industrie-Gesellschaft Neuhausen. Spurweite 1000 mm, Radstand 2300 mm. — 1:30.

Normalfahrt mit 100% Feld oder bei Feldschwächung nur von einem gegenüber dem Ankerstrom reduzierten Strom durchflossen wird.

Um beim Durchfahren der zahlreichen und engen Kurven die insbesondere für die Radreifen, die Radachsen und den Oberbau schädlichen Seitenstösse der grossen Masse der Triebmotoren möglichst zu mildern, ist beidseitig zwischen Motor-Tatzenlager und Zahnradkörper ein elastisches Organ in Form einer Federplatte eingelegt worden.

Die Frage, ob *Vorgelegemotoren mit Tramaufhängung, d. h. Tatzenlagermotoren* verwendet werden sollten oder die bei elektrischen Vollbahn-Lokomotiven neuerdings immer mehr bevorzugte *Anordnung mit Gestellmotoren in Verbindung mit Einzelachsantrieb* zu wählen sei, wurde einer eingehenden Prüfung unterzogen. Diese ergab, dass in diesem besondern Fall die Lösung mit Tatzenlagermotoren unzweifelhaft den Vorzug verdient und zwar nicht nur ihrer Einfachheit wegen, sondern auch deshalb, weil bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen hinsichtlich Motorleistung, Achsdruck und Geschwindigkeit kein Bedürfnis vorlag, an Stelle der bewährten und für die in Frage kommenden Verhältnisse durchaus zweckentsprechenden Tatzenlagermotoren ein Antriebsystem zu wählen, das in Anschaffung und Unterhalt wesentlich teurer gekommen wäre, dessen technische Ueberlegenheit aber im vorliegenden Falle nicht nachgewiesen werden konnte. Es ist zu beachten, dass beim Hohlwellenantrieb sich nicht nur das Gewicht und der Raumbedarf für die Motoren, sondern auch das Gewicht der Triebräder beträchtlich erhöht. Diese letzte Gewichtserhöhung wirkt sich naturgemäss bei relativ kleinem Triebraddurchmesser prozentual stärker aus und bedeutet eine nicht zu unterschätzende Vermehrung des ungefederten Gewichtes, was sich allerdings nicht an der Radachse, sondern lediglich am Unterbau störend bemerkbar macht.

Der Einwand, dass der Hohlwellenantrieb, wenigstens bei einem System mit federnder Uebertragung, infolge der durch das Federsystem bewirkten Abflachung der Drehmomentenpitzen eine bessere Ausnutzung der Adhäsion erlaube, wird ebenfalls hinfällig, wenn die Zahnräder beim Tramantrieb mit federnden Zahnkränzen ausgerüstet sind.

Beim Hohlwellenantrieb ist auch das vertikale Federpiel in den Achslager-Führungen durch das radiale Spiel zwischen Triebachse und Hohlwelle begrenzt, um ein gegenseitiges Aufschlagen zu vermeiden. Dies führt notgedrungen zu einer verhältnismässig harten Abfederung der Lokomotive, was wiederum mit der Forderung im Widerspruch steht, dass die Lokomotive sich bei der Kurvenfahrt den Ueberhöhungen des Geleises gut anpassen soll. Schliesslich wird die Ueberwachung der Radachse (in Bezug auf Anrisse) sehr erschwert, wenn sie von einer Hohlwelle umgeben ist.

Die Dauerleistung der Motoren musste möglichst der Nennleistung entsprechen, da die mittlere Neigung der Bahn eine relativ hohe ist und in der Saison des Hochbetriebes in normalen Zeiten die Züge auf der ganzen Strecke meistens voll ausgelastet werden. Zudem musste, um bei diesen schweren Maschinen einer gefährlichen Erwärmung der Radreifen bei der Talfahrt auf den langen Gefällen vorzubeugen, die Forderung gestellt werden, dass ein grosser Teil der Bremsarbeit durch elektrische Bremsung geleistet, Bremsklötze und Radbandagen also davon entlastet werden. Die durchschnittliche Beanspruchung der Motoren wird daher eine recht hohe.

Diese und die weitem Betriebsanforderungen wurden erfüllt durch folgende Anordnung.

Bei der *Fahrt mit Stromaufnahme* arbeiten die sechs Gleichstrommotoren normalerweise als *Seriemotoren*. Es können zwei Motorgruppen von je drei parallel geschalteten Motoren hintereinander (I in Abb. 6) oder alle sechs Motoren parallel geschaltet werden (II in Abb. 6); dabei sind ausser den elf Serie- und sieben Parallel-Anfahrstellungen die folgenden acht wirtschaftlichen Fahrstellungen möglich: In der Seriegruppenschaltung: 1 Stellung mit

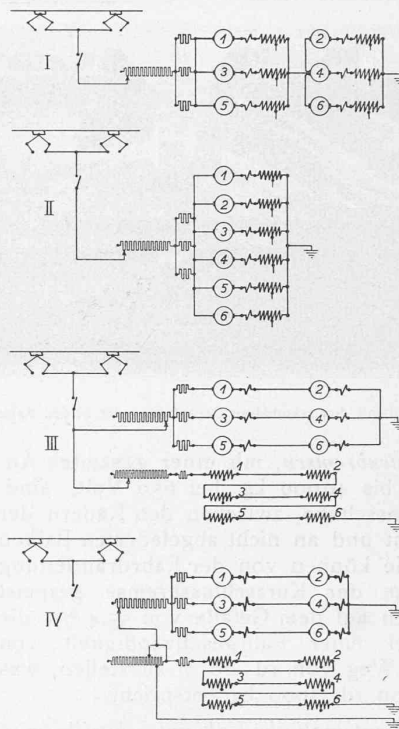


Abb. 6. Stromlauf-Schemata für Fahrt, Rekuperations- und Widerstand-Bremsung.

130% Erregung, 1 Stellung mit 100% Erregung, 1 Stellung mit 80% und 2 Stellungen mit 64% Erregung. In Parallelschaltung: 4 Stellungen mit den gleichen Felderregungen von 130%, 100%, 80% und 64% wie für Seriegruppen-Schaltung. Zum Manövrieren, oder wenn aus einem andern Grund dies erforderlich ist, kann übrigens auf den ersten zwei Widerstandstufen der Serie-Schaltung manövriert und auf den letzten vier Widerstand-Stufen der Parallel-Schaltung *dauernd* gefahren werden, ohne dass schädliche Erwärmungen auftreten.

Das Anfahren erfolgt immer mit übererregten Motorfeldern, wodurch der Anfahrstrom bei gleicher Zugkraft gegenüber dem Normalfeld um etwa 10% herabgesetzt wird. Der Unterschied der Fahrgeschwindigkeit zwischen zwei aufeinander folgenden Erregstellungen beträgt für den Zug von 151 t auf 55,4% im Mittel 8 bis 9%.

Bei Defektwerden eines oder mehrerer Motoren können diese durch die Motorabschaltwalze abgetrennt und es kann mit den andern Motoren weiter gefahren werden, nachdem sie durch die Parallelschaltwalze parallel geschaltet worden sind.

Fahrt mit fremderregten Feldern (Rekuperationschaltung, III in Abb. 6). Die Motoren können auch noch zu zwei, vier oder sechs mit separat erregtem Feld arbeiten, wobei sie auf den kleinen Gefällen und auf den Steigungen im Motorenbetrieb arbeiten, beim Uebergang auf die stärkeren Gefällstrecken automatisch in den Generatorenbetrieb übergehen und Strom in die Fahrleitung zurücksenden. Die Nutzbremung erfolgt nach System BBC in der Weise, dass durch Einschaltung von Drosselpulen oder ohmschen Widerständen im Anker- und Feldstromkreis eine derartige Uebereinstimmung der Zeitkonstanten dieser beiden Stromkreise erreicht wird, dass bei schnellen Aenderungen der Netzspannung die Einstellung des Feldstromkreises auf seinen neuen, der Netzspannung entsprechenden Endwert mindestens gleich schnell erfolgt, wie die Einstellung des Ankerstromkreises auf seinen entsprechenden Endwert. Dabei sind die beiden Stromkreise (Ankerstromkreis und Feldstromkreis) parallel zueinander an das Netz angeschlossen und unabhängig von einander regelbar. Der Ankerstromkreis besteht aus den über einen Regulierwiderstand (Hauptkontrollwiderstandstellungen 1 bis 9) in Gruppen-Serieschaltung betriebenen Ankern, wobei noch Ausgleichwiderstände vor den Ankern liegen (ein Teil der normalerweise zum Anfahren benützten Widerstände). Der Feldstromkreis enthält den Feldregulierwiderstand, einen zusätzlichen ohmschen Widerstand und die sämtlichen sechs in Reihe geschalteten Felder. Durch diese Anordnung, d. h. die Abstimmung der Zeitkonstanten der beiden Stromkreise, werden Stromstösse und Rundfeuer am Kollektor bei raschen und starken Spannungsänderungen in der Fahrleitung, wie sie beim Bahnbetrieb vorkommen, vermieden. — Die Regulierung der Fahrgeschwindigkeit geschieht durch Aenderung der Felderregung.

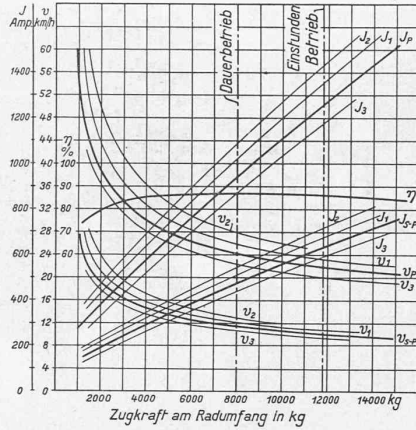
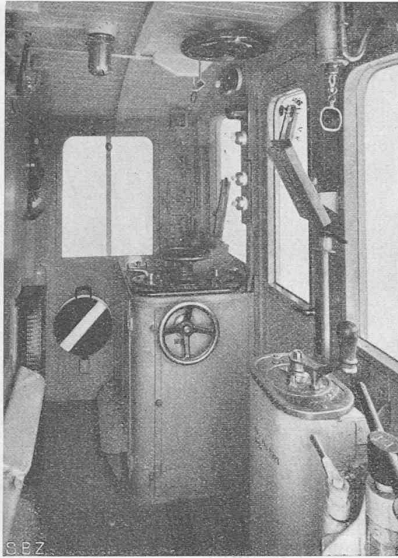


Abb. 7. Charakteristiken, Abb. 9 (links), der Führerstand der M. O. B.-Gelenklokomotive.

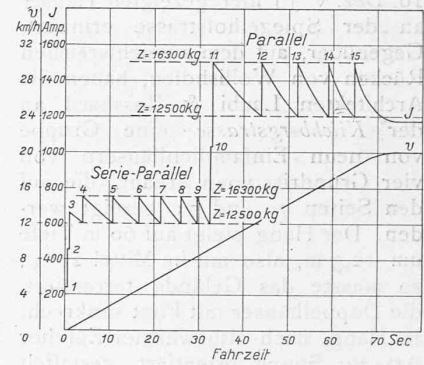


Abb. 8. Anfahrkurve der B₀B₀B₀-Lok. der M. O. B. für einen 160 t-Zug auf 72‰ Steigung.

Auf den stärksten Gefällen wird die Rekuperationsbremsung in der Regel mit der Hardybremse kombiniert, indem durch diese letzte die Bremsklötze leicht an die Bandagen gelegt werden (Zerstörung des Vakuums in der Bremsleitung auf etwa 40 cm), damit der Pufferdruck des angehängten Zuges auf die Lokomotive nicht zu gross und ein allfälliges Entgleisen leichter Anhängewagen in den engen Kurven vermieden wird.

Immerhin wurde beim 150 t-Zug z. B. mit 25,5 bis 26 km/h Geschwindigkeit auf den Gefällen von 63‰ oft ein Strom bis 400 A in die Fahrleitung zurückgesandt, was bei der verzeichneten Spannung von rd. 900 Volt etwa 500 PS, oder einem Nutzeffekt von Rad zu Bügel von etwa 66‰ entspricht. Auf 40‰ erhielt man bei 28 bis 29 kg/h Fahrgeschwindigkeit einen Rekuperationsstrom von 280 bis 300 A bei 960 Volt, entsprechend rund 400 PS und einem ungefähren Nutzeffekt Rad-Bügel von 73‰. Solche hohe Nutzeffekte von 66 und 73‰ können aber mit Rücksicht auf die Neigungsverhältnisse nur während kurzer Zeit erzielt werden.

Die auf Grund der Ablesungen bei Probefahrten durchgeführte Rechnung ergab für die Fahrt Montreux-Zweisimmen-Montreux für einen 151 t-Zug am Bügel eine approximative Rekuperationsenergie von 435 kWh, d. h. von rd. 25‰ der vom Zug aufgenommenen elektrischen Energie.

Bei Unanwendbarkeit der Rekuperations-Bremse (Bruch der Fahrdrabtleitung zwischen der rekuperierenden Lokomotive und dem Stromverbraucher, Defekt an den Stromabnehmern, Vorausfahren eines andern, ebenfalls rekuperierenden Zuges) erfolgt automatisch ein Auslösen des Hauptschalters und durch ein elektropneumatisches Ventil das Öffnen der Luftklappe, das die Schnellbremsventile der Vakuumbremse zum Ansprechen, also den Zug zum Stoppen bringt. Diese Anordnung hat sich bewährt; sie vermeidet in sicherer Weise ein Durchgehen des Zuges.

Die Lokomotiven sind auch für ausnahmsweise *Fahrt mit der Kurzschlussbremse* eingerichtet (z. B. beim Ausbleiben der Spannung bei Talfahrt) und zwar mit zwei, vier oder sechs Motoren. Dabei werden durch den Kurzschlussstrom gespeist die elektrische Beleuchtung, die Motoren der beiden Vakuumpumpen und die Motoren der beiden Kompressoren der elektro-pneumatischen Steuerungen und der Pfeife, sowie die Magnetschienbremse.

Bei der Widerstandsbremung (IV in Abb. 6) sind je zwei Anker in Serie geschaltet; die entstehenden drei Ankergruppen sind mit den sechs in Serie geschalteten Motorfeldern über den Anlasswiderstand zu einem geschlossenen Stromkreis vereint, wie ihn die Kurzschlussbremung aufweist. Da die Felder jedoch den von den drei Ankerstromkreisen geführten Gesamtstrom nicht aufnehmen können,

musste den Feldern ein Widerstand parallel geschaltet werden, sodass durch die Felder nur der einfache Ankerstrom fließt, wie bei der eigentlichen Kurzschlussbremse üblich.

Bei Fahrt mit Widerstandsbremung, wo je zwei Anker in Reihe geschaltet sind, soll mit Rücksicht auf die an den Motoren auftretenden Bremsspannungen die Fahrgeschwindigkeit niedrig gehalten werden und rund 20 km/h nicht wesentlich überschreiten; dies muss wohl mehr beachtet werden, als, wie bereits erwähnt, gewisse Hilfsbetriebe durch den Kurzschlussstrom mitgespeist werden.

Schaltapparate, Hauptstromkreis.

Die Betätigung des Hauptschalters, der Stromabnehmer, des Hauptkontrollers, des Rekuperations- und Bremschalters, des Feldschwächers, des Wendeschalters und des Heizungsschalters erfolgt durch elektropneumatische Steuerung. Der bezügliche Steuerstrom wird einer Akkumulatorenbatterie von 36 Volt entnommen; diese Batterie wird zur Aufladung mit dem Motor der grösseren Vakuumpumpe und mit den Motoren der beiden Kompressoren dauernd in Serie geschaltet. Von dieser Batterie aus kann auch die Notbeleuchtung gespeist werden.

Im Führertisch jeder der beiden Führerkabinen (Abb. 9) sind der Steuerkontroller, die Steuerumschaltwalze, der Steuerhebel für Feldschwächung, der Rekuperationskontroller, die Druckknöpfe zum Einschalten des Steuerstroms, zum Anheben des Pantographen, zum Einschalten des Hauptschalters, der Heizung usw. vorhanden.

Die erste Lokomotive ist im Juli, die zweite im September 1932 dem regelmässigen Betrieb übergeben worden. Sie machen den Lieferanten, der Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden als Generalunternehmerin, der Schweizerischen Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, als Erstellerin des mechanischen Teiles, und der Firma Gebr. Hardy, Maschinenfabrik und Giesserei, in Wien als Lieferantin der gesamten Bremsenrichtung alle Ehre.

Wohnhäuser-Gruppen einheitlichen Charakters.

Das Kennzeichnende neuzeitlicher Wohnkolonien ist die im allgemeinen streng durchgeführte oftmalige Wiederholung eines einzigen oder ganz weniger Typen des genau gleichen Grundrisses, von dem höchstens die Kopfbauten von Häuserreihen etwas abweichen. Daraus entsteht jener „Rhythmus“, der unerlässliche Voraussetzung sei für die baukünstlerische Wirkung. Dass eine Einheitlichkeit der Bauformen der im Einfamilienhaus auch heute noch grassierenden Kakophonie, dem Missklang kunterbunten Formenwechsels, vorzuziehen ist, ist klar. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es aber auch Mittelwege. Wie die künstlerische Wirkung z. B. eines Altstadt-Häusermeers, ganz unabhängig von der Einzelform, nur auf der Einheitlichkeit im *Charakter* der Dachformen, der *Bauart* beruht, so haben auch heutige Architekten sich schon mit gutem Erfolg auf solche *Aehnlichkeit* beschränkt, statt militärische Uniformität anzustreben; es sei an die beiden jüngst (am