

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 85/86 (1925)
Heft: 10

Artikel: Neue elektrische Motorwagen der Montreux-Berner Oberland-Bahn
Autor: Zehnder-Spörry, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40186>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

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

INHALT: Neue elektrische Motorwagen der Montreux-Berner Oberland-Bahn. Der Neubau der Schweizer Volksbank in Zürich (mit Tafeln 9 bis 12). — Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. — Miscellanea: Bestimmung der Zähigkeit des Wasserdampfes. Schweizerischer Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Versuchsanstalt

für Strassenbau in Stockholm. Die Regulierung des Oberrheins. Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme, Grenoble. — Konkurrenzen: Ausgestaltung des Marktplatzes in Heerbrugg. — Literatur: Ausfuhr elektrischer Energie. Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. Literar. Neuigkeiten. — S. T. S.

Band 86.

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

Nr. 10

Neue elektrische Motorwagen der Montreux-Berner Oberland-Bahn.

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

Mit der Wiederbelebung des Verkehrs, die sich infolge des Abflauens der wirtschaftlichen Weltkrise auch auf der Touristenbahn von Montreux nach dem Berner Oberland einstellte, sah sich diese Gesellschaft zu neuen Rollmaterial-Anschaffungen genötigt. Sie bestellte dabei, ausser einer Anzahl Anhängewagen, einige Motorwagen (Abbildungen 1 und 2), deren Lieferung und Inbetriebnahme im Sommer 1924 erfolgte. Die grossen Anforderungen, die an die Leistungen dieser neuen Motorwagen gestellt wurden und durch die die liefernden Firmen, die Schweizerische Industriegesellschaft in Neuhausen und die A.-G. Brown, Boveri & Cie.

Diese ungünstigen Steigungsverhältnisse erfordern¹ weil für eine Hin- und Rückfahrt von Montreux bis Zweisimmen, bei einer Länge von $2 \times 63 = 126$ km, ein gesamt Höhenunterschied von 1936 m zu überwinden ist, im Durchschnitt eine Arbeit von 65 Wh/tkm, an der Motorwelle gemessen. In dieser Zahl ist der Zuschlag für das Anfahren (etwa 15 bis 20%), die Nebenbetriebe (Pumpenmotor, Beleuchtung und allfällige Heizung, insgesamt rund 8%) und für Rangierdienst nicht inbegriffen. Die Arbeit von 65 Wh/t km ist um etwa 83% höher als bei der Gotthardbahn, für die sie etwa 35 Wh/t km beträgt.



Abb. 1. Seitenansicht und Grundriss eines neuen elektrischen Motorwagens der M. O. B. — Masstab 1:100.

in Baden, sich zu teilweise vollkommen neuartigen Konstruktionen gezwungen sahen, dürften in Fachkreisen gewiss Interesse begegnen, sodass sich eine kurze Beschreibung dieser Fahrzeuge rechtfertigt. Die Anhängewagen, die den Charakter von Aussicht-Salonwagen erhielten, wurden durch die Schweizerische Wagonsfabrik Schlieren gebaut.

Der Vollständigkeit wegen scheint es angezeigt, einige zusammenfassende Angaben über die Steigungs- und Traktionsverhältnisse der Linie, auf der diese Motorwagen verkehren müssen, in Erinnerung zu bringen.¹⁾

Die 76 km lange, meterspurige Bahn von Montreux am Genfersee über Zweisimmen im Berner Oberland (Anschluss nach Spiez-Interlaken) nach dem am Fusse des Wildstrubels (3251 m) gelegenen Bad Lenk, führt im Sommer, während dem sie einen für Schmalspurbahnen bedeutenden Verkehr aufweist, Expresszüge ohne Anhalten auf der 63 km langen Strecke Montreux-Zweisimmen. Der Ausgangspunkt Montreux liegt auf 395 m ü. M. Die Strecke weist, 14 km von Montreux entfernt, einen Kulminationspunkt von 1150 m ü. M. auf, um dann wieder auf das Niveau von 796 m hinabzusteigen. Ein zweiter Kulminationspunkt liegt, mit 1300 m ü. M., 10 km von Zweisimmen (941 m ü. M.) entfernt.

¹⁾ Vgl. im übrigen die Beschreibung der Linie in Band 38, Seite 224.

Diese Angaben über den hohen spezifischen Energiebedarf zeigen sofort den ausgesprochenen Charakter einer Bergbahn und lassen, im Verein mit dem Umstand, dass auf der Rampe von 72‰ Züge von bis 245 t (bei Vorspann- und Schiebedienst) geführt werden, die hohen Anforderungen erkennen, die an die Leistungsfähigkeit eines in dem engen Raum unter dem Wagenboden und zwischen den Rädern eines meterspurigen Triebfahrzeuges einzubauenden Motors gestellt werden mussten.

Die Motoren der sämtlichen früher der M. O. B. zur Verfügung stehenden Motorwagen (Kapselmotoren) sind an heissen Sommertagen und bei besonders starkem Betrieb, nach Zurücklegung einer Hin- und Rückfahrt über die Strecke Montreux-Zweisimmen, so heiss, dass sie dann, zwecks Abkühlung, mehrere Stunden aus dem Betrieb zurückgezogen werden müssen. Dies ist ein schwerwiegender Uebelstand, dem bei den für die Motoren zur Verfügung stehenden Raumverhältnissen nur durch Verwendung gelüfteter Traktionsmotoren abgeholfen werden konnte, da es vor allem wichtig war, die höchst erreichbare Dauerleistung zu erhalten. Man entschloss sich deshalb dazu, die neuen vierachsigen, 15,5 m langen, 2,7 m breiten Motorwagen mit je vier ventilierten Gleichstrom-Serie-Motoren

NEUE MOTORWAGEN DER MONTREUX-BERNER OBERLAND-BAHN.

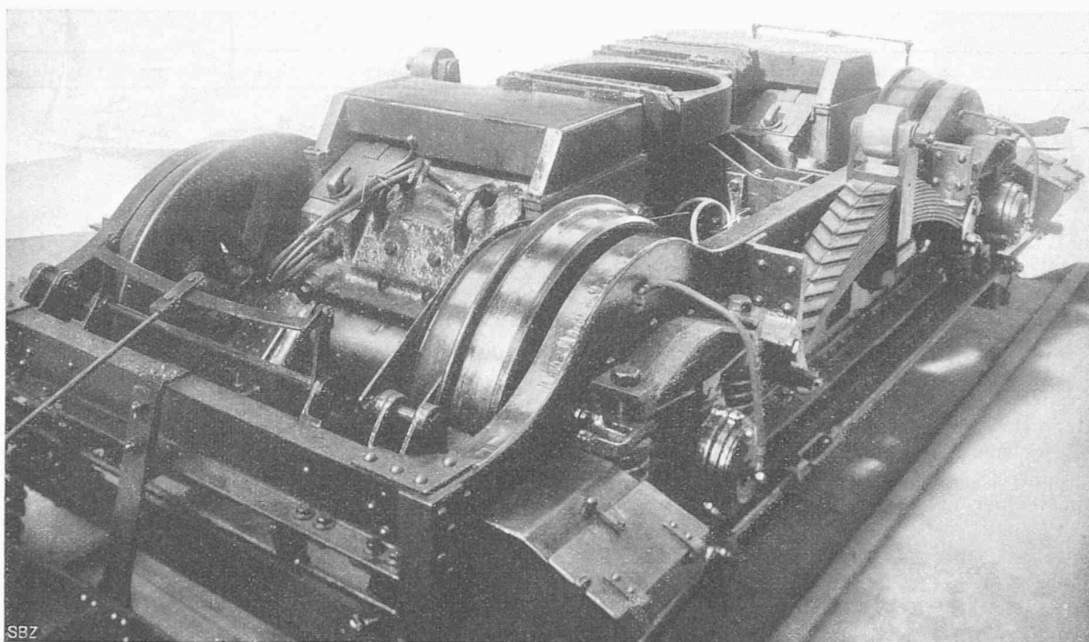


Abb. 3. Zweiachsiges Drehgestell der neuen Motorwagen, mit den eingebauten Motoren.
Oben in der Mitte ist die um den Drehzapfen angeordnete Oeffnung für die Kühlluft-Zufuhr zu den Motoren ersichtlich.

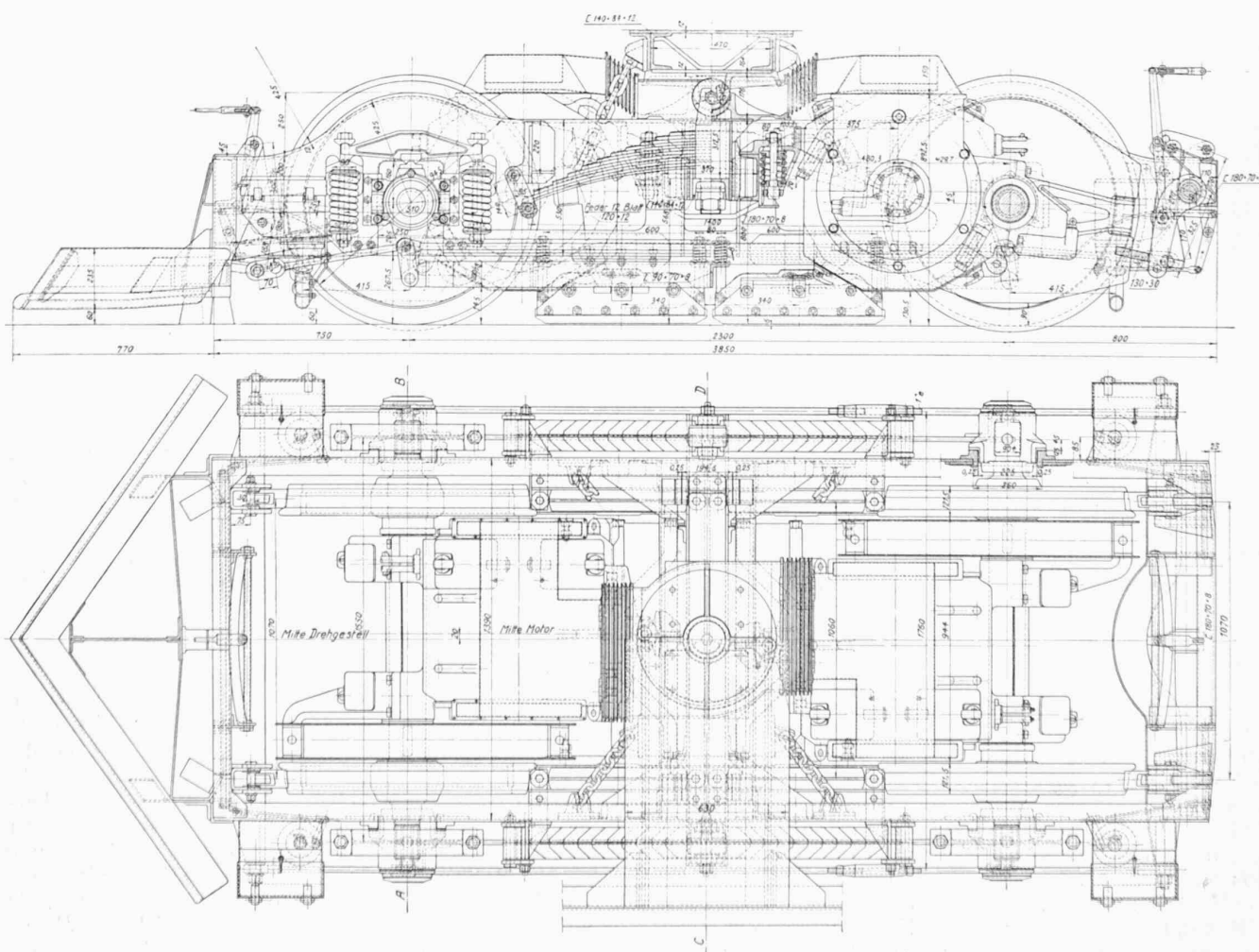


Abb. 4. Ansicht, Längsschnitt und Draufsicht des Drehgestells der neuen Motorwagen der M. O. B. — Masstab 1:25.
Nach einer Originalzeichnung der Schweizer Industrie-Gesellschaft Neuhausen.

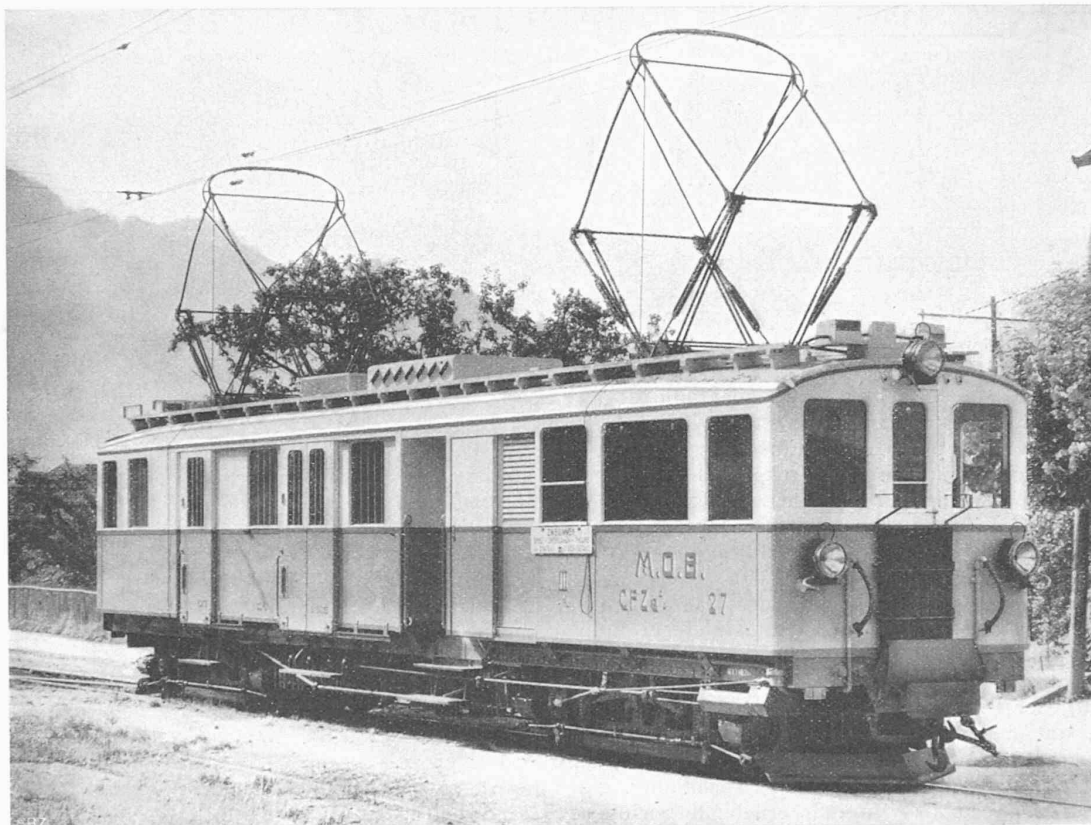


Abb. 2. Neuer Motorwagen der Montreux-Berner Oberland-Bahn. — Stundenleistung 365 kW bei 22 km/h. Gebaut von der Schweizer Industrie-Gesellschaft Neuhausen und der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

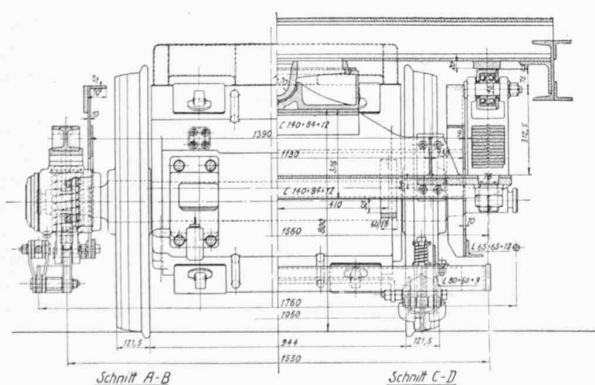


Abb. 5. Querschnitt durch das Drehgestell. — Masstab 1 : 25.

auszurüsten, von denen jeder vermittels eines einfachen Zahnrad-Vorgeleges (abgefederte Zahnräder nach Patent Roth-Romang, Montreux) mit einem Uebersetzungsverhältnis von 1 : 5,86 eine Achse antreibt.

Der Konstruktion genügend starker Motoren dieses Systems für die geschilderten Verhältnisse und insbesondere dem Einbau der geräumigen Luftkanäle in und unter dem Wagen, wie sie sich hier als nötig erwiesen, stellten sich recht erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Es ist bekannt, dass die auf Strassenbahnen mit ventilierten Motoren gemachten Erfahrungen nicht überall befriedigten, weil trotz gewisser Vorsichtsmassnahmen in der Regel zu viel Staub in das Motorinnere eindringt und die Ankerkanäle, durch die die Kühlluft strömen soll, als Staubzentrifugen wirken und nach einer gewissen Zeit verstopft sind, sodass die Wirkung der Ventilation zum grossen Teil illusorisch wird.

Bei der Montreux-Berner Oberland-Bahn, die eine von der Strasse vollkommen unabhängige Linienführung besitzt, waren nun Strassenstaub und Strassenschmutz zwar nicht zu befürchten; dagegen musste auf den Umstand Rücksicht genommen werden, dass infolge der langen und starken

Gefällstrecken (die längste im anhaltenden Gefälle von 60 bis 72‰ ohne Gegensteigung oder längere Zwischenhorizontale liegende Strecke dehnt sich auf etwa 15 km aus) ein starker Verschleiss der Radreifen und der Bremsklötze eintritt, wodurch also eine aussergewöhnliche Entwicklung von Metallstaub verursacht wird, der sich überall absetzt und durch die beim Fahren sich bildenden Luftwirbel überall hineingetrieben wird. Würde dieser Metallstaub durch die Kühlluft in das Innere der Traktionsmotoren eindringen, so wäre die Gefahr vorhanden, dass sich diese nach und nach mit einer stromleitenden Schicht überziehen würden und also Kurzschlüssen ausgesetzt wären. Andererseits durchfährt die Bahn Bergregionen, in denen der Winterbetrieb durch reichen Schneefall und oft durch Schneestürme von ungewöhnlicher Heftigkeit erschwert wird. Es musste also auch dafür Sorge getragen werden, dass kein Schnee oder Wasser in die gelüfteten Motoren eindringen konnte.

Man mag daraus ersehen, wie wichtig es unter diesen besonderen Verhältnissen war, die Zuführung *möglichst reiner* Frischluft zur Kühlung der Motoren zu sichern.

Die Lösung wurde darin gefunden, dass die für die Kühlung der Triebmotoren nötige Luft nicht unmittelbar aus dem Freien unter dem Fahrzeug entnommen, sondern für die beiden Motoren eines jeden Drehgestells durch einen besondern Kanal mit Schacht und Jalousie in der Wagenseitenwand angesaugt (siehe Abbildung 2) und in einen ringförmigen Raum um den Drehzapfen des Bogie geführt wird (Abbildungen 3 bis 5). Von hier aus wird sie durch Faltenbälge aus Leder in die über den Motoren angeordnete und in diesen ausmündende Kanäle geleitet.

Diese Anordnung der Durchführung der Luft durch Drehzapfen und Faltenbälge war notwendig, weil bei der grossen Wagenlänge von 15,5 m und den teilweise kleinen Kurvenradien (bis zu 36,5 m) ein sehr grosser, seitlicher Ausschlag der Drehgestelle gegenüber dem Untergestell entsteht. Die am Untergestell angebrachten Luftkanäle mussten daher mit denen der Drehgestelle an dem Punkte zusammen-

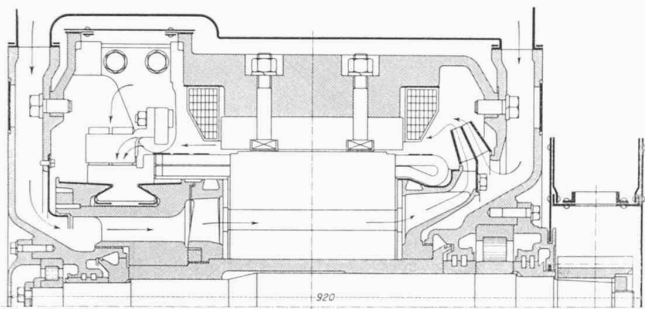


Abb. 6. Schnitt durch den selbstventilierenden Gleichstrommotor — Masstab 1:10.

münden, wo wohl eine Drehung, nicht aber eine gegenseitige Verschiebung ihrer Querschnitte stattfindet, d. h. in der Vertikal-Axe der Drehpfanne. Eine Einschaltung lederner Faltenbälge in die Luftkanäle am Drehgestell musste in Aussicht genommen werden wegen des vertikalen Spiels der am Drehgestell federnd abgestützten Motoren, das ein nachgebendes Zwischenglied zwischen Motoren und dem Querbalken der Drehpfanne erfordert.

Die Jalousien an den Seitenwänden des Wagenkastens, durch die die Luft eingesaugt wird, sind mit einem dünnmaschigen Messingdrahtgeflecht versehen, um den Staub und sonstige Unreinheiten der Luft aufzuhalten. Bei Schneestürmen kann der Luftzutritt durch einen versenkbaren Blechschieber in ganz gleicher Weise wie ein gewöhnliches Wagenfenster vollständig abgeschlossen werden. Im Winter ist die Selbstlüftung übrigens weniger von Bedeutung, einmal weil in dieser Zeit der Verkehr erheblich geringere Anforderungen an die Arbeitsleistung der Motoren stellt, sodann weil im Winter die Temperatur in den von der Bahn durchzogenen Bergregionen so tief ist, oft -20° bis -30° C, dass eine zu starke Erwärmung der Motoren auch ohne Ventilation nicht zu befürchten ist. Die Länge der Luftkanäle und -Schächte vom Ort der Aufnahme der Aussenluft bis zum Motoreintritt beträgt etwa 4 bis 5 m; ihr Querschnitt wechselt von 6 bis 10 dm² pro Motor.

Das Ansaugen der Luft besorgen zwei auf die Ankerwelle aufgekeilte Ventilatoren (Abbildung 6), die sich auf der Antriebsseite befinden und wovon der eine einen Luftstrom durch den Kommutator und den Ankerkörper hindurch ansaugt, während der andere Ventilator von der Antriebsseite her Frischluft einzieht, die sich dann mit dem ersten Luftstrom vereinigt und zwischen den Polwicklungen durch und über die Ankeroberfläche streicht, um unten auf der Kommutatorseite aus dem Motor auszutreten.

Durch diese besondere, allerdings etwas komplizierte innere Anordnung wurden folgende zwei Vorteile erreicht: Es erhalten bei der Ventilation sämtliche Partien des Motors (Anker, Kommutator und Feldwicklungen) Frischluft, sodass eine möglichst gleichmässige Abkühlung, bezw. Erwärmung aller Teile erzielt wird, im Gegensatz zu den Motoren, bei denen die Kühlluft zuerst durch das Anker- und Kommutator-Innere und nachher an den Feldspulen entlang strömt, sodass wohl ein Teil des Motors Frischluft, die übrigen Teile dagegen nur vorgewärmte Luft erhalten. Ausserdem sind die Luftströmungen so geführt, dass der Kohlenstaub der Kollektorbürsten nicht in den Motor hineingesaugt, sondern durch die Austrittsöffnung hinausgeblasen wird. Der Querschnitt der Luftkanäle an der Einmündung in jeden Motor beträgt ungefähr 5 dm². Im Innern des Ankers sind 24 Luftkanäle von je 30 mm Durchmesser und 12 von je 25 mm Durchmesser vorhanden; der anschliessende Kollektorkörper ist offen.

Die Motoren sind als Gleichstrom-Seriemotoren für eine Spannung von 700 bis 900 Volt, (d. h. für die Fahrdrachtspannung) gebaut und besitzen sechs Haupt- und sechs Hilfspole. Auf besondern Wunsch der Bahngesellschaft wurde das Gehäuse zweiteilig, nach unten aufklappbar, ausgeführt. Die Ankerlager sind als Rollenlager, die Tatzenlager als gewöhnliche Gleitlager mit Kissenschmierung ausgebildet.

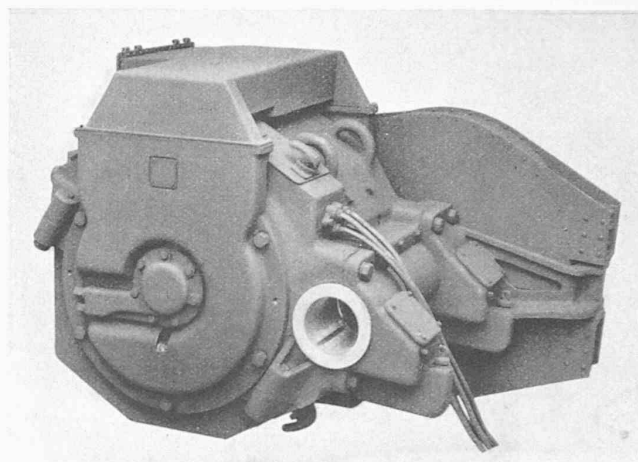


Abb. 7. Selbstventilierender Gleichstrommotor, Bauart Brown, Boveri & Cie.

Bezüglich der Charakteristik der Motoren sei auf die nebenstehenden Abbildungen 8 und 9 verwiesen.

Die vier selbstventilierenden Motoren eines Triebwagens haben bei den im Versuchslokal und im Streckenbetrieb vorgenommenen Dauerversuchen mit den der Bestellung zu Grunde gelegten Leistungen, die auf über 15 Stunden ohne Unterbruch ausgedehnt wurden, eine Temperaturerhöhung von nur 45° bis 47° C, statt der laut Pflichtenheft zulässigen von rd. 60° C ergeben. Die Temperaturerhöhung bei den vergleichenden Dauerversuchen auf dem Versuchstand betrug 47° C, im Betrieb selbst nur 45° C unter gleicher Belastung. Auf dem Versuchstand wurde die Luft direkt in den Motor geleitet; im Betriebsdienst musste sie die 4 bis 5 m langen, mit verschiedenen Krümmungen und rechtwinkligen Abbiegungen versehenen Zuleitungskanäle durchströmen. Trotzdem war im Betriebsdienst die Abkühlung eine bessere, weil der Luftzug unter dem Wagen während der Fahrt die äussere Oberfläche der Motoren ziemlich intensiv abkühlen hilft.

Auf Grund der vorgenommenen Versuche, und unter Anwendung der R. E. B. (Regeln für elektrische Bahnen)-Vorschriften, kann dieser ventilierte Motor für folgende Leistungen benutzt werden bei einer Spannung von 700 Volt: im Stundenbetrieb 144 PS an der Motorwelle bei 690 Uml/min und 165 A; im Dauerbetrieb 110 PS an der Motorwelle (= etwa 77% der Stundenleistung) bei 750 Uml/min und 125 A. Der Motor stellt somit wohl den *stärksten existierenden* direkt in die Achse eingebauten *Schmalspurmotor* bei dem kleinen Raddurchmesser von 945 mm dar.

Welch grosser Vorteil durch die Selbstlüftung erzielt wurde, geht aus der folgenden Gegenüberstellung mit den Motoren der andern Triebwagen der M. O. B. hervor, die als gekapselte Motoren gebaut sind:

	Leistung an Motorwelle		Netto-Gewicht (mit Zahnradkasten)	
	Stundenlsg.	Dauerlsg.	Total	pro PS Dauerlsg.
Selbstlüftender Motor	144 PS	110 PS	1590 kg	14,4 kg
Gekapselter Motor	126 PS	49 PS	1640 kg	33,5 kg
Verbesserung	14%	125%	—	57%

Die äussern Abmessungen dieser ventilierten Motoren sind trotz der Luftkanäle und der Ventilatoren nicht wesentlich grösser, als die des gekapselten Motors. Es ist aber zu bemerken, dass ein gekapselter Motor mit der verlangten grossen Dauerleistung nicht nur mindestens 50% schwerer geworden wäre, sondern in dem verfügbaren Raum überhaupt nicht mehr hätte untergebracht werden können.

Auf die übrigen Teile der elektrischen Ausrüstung, die keine Besonderheiten aufweisen, gehen wir hier nicht ein.

Ueber den *mechanischen Teil der Motorwagen* wäre folgendes zu erwähnen:

Die über die Puffer gemessen 15,5 m langen Triebfahrzeuge ruhen auf je zwei zweiachsigen Drehgestellen,

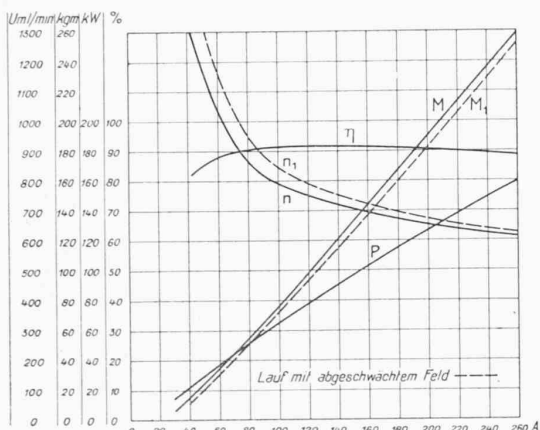


Abb. 8. Charakteristische Kurven eines Gleichstrom-Seriemotors der neuen Motorwagen der Montreux-Berner Oberland-Bahn. Stundenleistung 95 kW bei 720 Uml/min, Dauerleistung 70 kW bei 790 Uml/min.

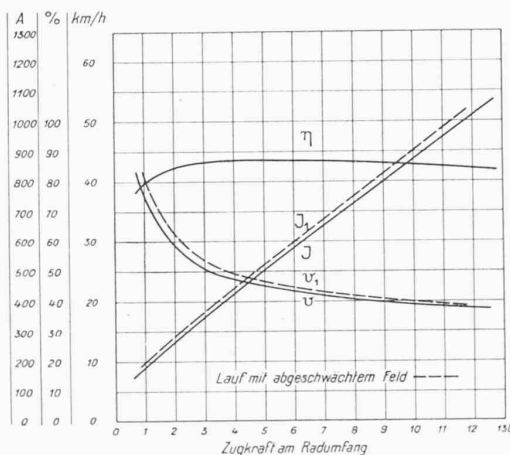


Abb. 9. Charakteristische Kurven der Vicromotoren-Ausrüstung eines neuen Motorwagens der M. O. B., berechnet auf Grund der nebenstehenden Kurven. Stundenleistung am Radumfang 365 kW bei 592 A und 22 km/h.

deren fester Radstand 2,3 m beträgt. Die sonst üblichen Pressbleche als Längsträger der Drehgestelle waren im Zeitpunkt der Bestellung nicht erhältlich. Die Konstruktionsfirma hat sich deshalb damit geholfen, dass sie diese Schilde aus starkem Blech mit elektrisch angeschweissten Flanschen herstellte. Diese sauber und einwandfrei durchgeführte Arbeit hat sich bei den vorgenommenen Schlagproben als volle Gewähr und Festigkeit bietend ausgewiesen.

Der untere Querträger, der die Bogie-Pfanne enthält, stellt durch die am Untergestell angebrachte Gegenpfanne die Verbindung mit dessen Luftkanälen dar. Andererseits leitet er die Luft durch die Spezialstutzen nach den auf die Motorgehäuse aufgesetzten Kanäle hin.

Die Achsbüchsen sind mit Rollenlagern, Bauart Schmid-Roost, Oerlikon, versehen; Sandkasten mit Betätigung durch Pedale sind an jedem Drehgestell für beide Fahrrichtungen angebracht. Die Räder haben einen Laufkreis-Durchmesser von 945 mm.

Wegen der Raumverhältnisse musste das Bremsgestänge seitlich am Drehgestell angeordnet werden. Es ist mit der dem Verfasser dieses Artikels patentierten Ausgleichvorrichtung versehen, die bezweckt, den Abstand zwischen Bremsklotz und Radreifen vom Federspiel des Wagens unabhängig zu machen. Die Aufhängung der Bremsklötze ist besonders stark und besteht aus doppelten Laschen, die an einer Quertraverse befestigt sind; das seitliche Abrutschen der Bremsklötze von der Radlaufläche beim Bremsen ist somit ausgeschlossen.

Das Untergestell des Wagens besteht aus Profileisen. Der in der Mitte der Längswand angeordneten Eingangstüren wegen sind die Längsträger aus \square Eisen $220 \times 80 \times 9$ mit Flansch nach innen und in einem Querabstand von nur 2050 mm (ausserhalb Steg gemessen) montiert worden. Ausserhalb der Sprengwerk-Angriffspunkte sind die Längsträger durch obere und untere Winkeleisen $70 \times 70 \times 12$ mm bis über die Drehschemel-Querträger verstärkt worden. Die Ausbildung dieser Querträger ist wegen der bereits früher dargelegten Luftzuführung zu den Motoren besonders beachtenswert, weil hier ganz neue, bis anhin ungewohnte Wege in der Konstruktion dieser Teile eingeschlagen werden mussten. Trotzdem die Raumverhältnisse der rationalen Durchbildung dieser Partie scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten entgegengesetzten, gelang es der Schweizerischen Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, die gestellte Aufgabe in eleganter, tadelloser Weise zu lösen, indem sie die Drehschemel-Querträger möglichst flach, die Drehzapfen abnormal gross und daneben kräftig genug ausbildete, und die Querträger oben und unten mit starken Blechen unter sich und mit den Längsbalken verband. Diese Verbindung war umso wichtiger, als es oberhalb der Drehgestelle mit eingebauten Motoren nicht möglich war, weitere Quer-

versteifungen des Untergestells vorzusehen.

Die Kastenstützen am Untergestell sind aus gebogenen Flach-eisen angefertigt, die an den Längsbalken elektrisch angeschweisst sind. Diese Konstruktion ist bedeutend leichter, als die übliche, und hat überdies den Vorteil, die Längsträger nicht zu schwächen.

Der Wagenkasten ist mit Eichenholz-Gerippe ausgeführt; seine äussere Verschalung besteht aus Aluminiumblech. Es sind, ausser den bei-

den Führerständen und dem mittlern Quergang zum Ein- und Aussteigen, ein Abteil III. Klasse, ein Abteil (mit klappbaren Bänken) für Gepäck und ein Postabteil (mit Seiteneingang), ein Toilettenraum und eine Apparatenkammer vorhanden. Diese letzte ist, zur Inspektion, vom Wageninnern aus durch eine Rolladentür und von aussen, zwecks Ein- und Ausbau der Apparate, mittels einer Schiebetüre zugänglich.

Die Triebwagen sind, wie sämtliche Fahrzeuge der M. O. B., mit der automatischen, kontinuierlichen Vakuum-Schnellbremse, System Hardy, ausgerüstet, die sich insbesondere für Bahnen mit anhaltenden, steilen Gefällstrecken, wegen ihrer ausgezeichneten Regulierfähigkeit und wegen ihrer gänzlichen Unerschöpfbarkeit, in hervorragender Weise eignet. Bekanntlich zeichnet sich diese Bremse noch durch den grossen Vorteil der auch bei längsten Zügen an allen Wagen fast gleichzeitig beginnenden Bremswirkung aus, was eine Folge der grossen Durchschlagsgeschwindigkeit (rd. 360 m in der Sekunde) in der Vakuum-Hauptbremsleistung ist. Das Pumpenaggregat der Luftsaugbremse wird durch einen 3 PS-Motor angetrieben.

Die mit Rücksicht auf die langen, starken Gefälle und insbesondere die ungünstigen Schneeverhältnisse, neben der erwähnten durchgehenden automatischen Vakuum-Schnellbremse, eingebaute elektromagnetische Schienenbrems-einrichtung umfasst acht Bremsmagnete, von denen je ein Paar zwischen den Rädern der beiden Drehgestelle angeordnet ist. Das Eidgen. Eisenbahndepartement schreibt übrigens in der Regel eine Schienenbremse (entweder die Magnetschienen- oder die Karborundumbremse) an den Triebwagen aller Bahnen vor, deren Maximalgefälle 60‰ überschreitet. Die Wicklungen dieser Magnetschuhe sind je zu zweien unter der Fahrdrachtspannung hintereinander geschaltet. Bei 600 Volt Fahrdrachtspannung oder 300 Volt an den Klemmen eines Bremsmagneten ergibt jeder Magnet eine Anziehungskraft von 3000 kg auf glatter Schiene, wenn die Berührungsfläche mindestens 40 mm breit ist. Der gesamte durch alle acht Bremsmagnete ausgeübte vertikale Druck auf die Schienen beläuft sich somit auf 24000 kg. Unter Annahme eines Reibungskoeffizienten von ungefähr 0,14 zwischen Schiene und Magnetschuh, erzielt man also mit den acht Magneten insgesamt eine Bremskraft von rund 3400 kg, was zur Bremsung und Verzögerung des beladenen Motorwagens und eines angehängten Zuggewichts von rund 17 t, also einer Gesamtkomposition von rd. 54 t pro Motorwagen auf dem Gefälle von 72‰ genügt. Die Schienenbremsen werden durch Frischstrom (nicht aber durch Kurzschluss-Strom) von den Bremskontrollern der Vakuumbremse auf deren letztem Schaltkontakt in Tätigkeit gesetzt.

Jeder Motorwagen ist mit einem tragbaren Micro-Telephonapparat ausgerüstet; eine geeignete Kontaktvorrich-

