Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 26

Artikel: Brünigbahn-Gepäcktriebwagen Fhe 4/6 der SBB
Autor: Steiner, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83577

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: 08.08.2025

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

sich sehr verschieden gearteten Wandflächen, die sich ihm nicht leichthin fügten. Die Gruppen hier lockernd und dort zusammendrängend, die Personen in zwei Schichten gliedernd, wo hohe schmale Felder dies empfahlen, den Masstab wechselnd nach dem Abstand, der dem Beschauer von der Raumdimension gewährt wird, niemals in ein gewohntes Schema gleitend, erfinderisch vielmehr in der Organisierung immer neuer Raumgestaltungen, gab er jedem Feld seinen eigenen kompositionellen Gedanken, den wohlgeordneten inneren Plan. In diesem Willen zu fester Ordnung und klarem Raumgefühl liegt aber — über den Bereich des Künstlerischen hinaus — das menschlich Beispielhafte einer solchen von Ernst und Verantwortungsgefühl durchdrungenen Kunst und damit ihre Sendung und Bedeutung für eine bürgerliche Gemeinschaft.

Wenn wir uns schliesslich noch nach dem Mass des Gelingens jener eingangs umschriebenen Aufgabe — in der Mitte der Stadt und ihres Getriebes eine Stätte der Erinnerung an Zürcher Sage und Geschichte zu schaffen — fragen, so finden wir sie aufs schönste erfüllt. Denn es will uns scheinen, als habe keine der fleissigen Federn, die uns diese Begebnisse übermittelt, sie lebendiger und überzeugender in den Atemraum dieser Stadt hineingestellt als der Pinsel des Künstlers, der sie uns hier im Wesen und der Erscheinung von Menschen dieses Bodens noch einmal aufrief.

Erwin Poeschel

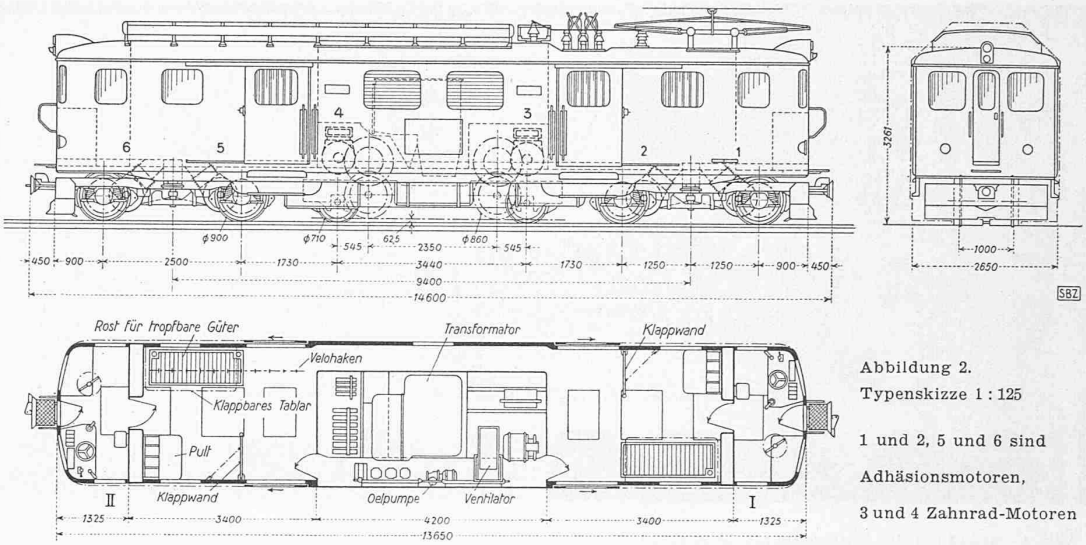

Abbildung 2. Typenskizze 1 : 125

1 und 2, 5 und 6 sind Adhäsionsmotoren, 3 und 4 Zahnrad-Motoren

Brünigbahn-Gepäcktriebwagen Fhe$^4/_6$ der SBB

Von F. STEINER, Dipl.-Ing. E. T. H.
I. Sekt.-Chef der Abtlg. Zugförderungs- u. Werkstättedienst der SBB, Bern

Während für den Dampfbetrieb der Brüniglinie zwei verschiedene Lokomotivtypen benötigt wurden — eine für reinen Adhäsionsbetrieb auf den Talstrecken und eine zweite für den Zahnradbetrieb auf der Bergstrecke — wurde das neue elektrische Triebfahrzeug für kombinierten Adhäsions- und Zahnradbetrieb ausgeführt, sodass es über die ganze Strecke von Luzern bis Interlaken Verwendung finden kann und das frühere, mit grossem Zeitverlust verbundene Auswechseln der Maschinen in den Uebergangstationen von der Tal- zur Bergstrecke fortfällt.

Da das neue, für Meterspur, Adhäsions- und Zahnstangenbetrieb bestimmte Triebfahrzeug hinsichtlich der Betriebsbedingungen und Bauart von den normalen elektrischen SBB-Triebfahrzeugen z. T. völlig abweicht, erwies es sich als nötig, vorerst zu prüfen, ob es als Lokomotive, Personen- oder Gepäcktriebwagen ausgeführt werden sollte, um den gestellten Anforderungen des elektrischen Betriebs am besten zu entsprechen. Diese Prüfung, die an Hand der zu diesem Zwecke ausgearbeiteten Entwürfe vorgenommen wurde, fiel zu Gunsten des Gepäcktriebwagens aus, und zwar nach der von der *Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur* in Vorschlag gebrachten Laufwerkanordnung. Die SBB stellten für den Bau dieses Gepäcktriebwagens die folgenden *allgemeinen Bedingungen:*

Totalgewicht (ohne Ladegewicht)	58	t
Ladegewicht	3	t
Max. Triebachsdruck	12	t
Max. Laufachsdruck	7,5	t
Höchstgeschwindigkeit auf der Adhäsionsstrecke	75	km/h
Desgl. auf der Zahnstangenstrecke (120 ‰)	25	km/h
Bremsgeschwindigkeit auf 120 ‰ Gefälle, z. Z. (soll später auf 25 km/h erhöht werden).	19	km/h

Der Gepäcktriebwagen ist für ein Anhängegewicht von 240 t auf der Adhäsionsstrecke und 60 t auf der Zahnstangenstrecke mit 120 ‰ Steigung gebaut. Die bezüglichen Höchstgeschwindigkeiten von 75 und 25 km/h bedingen trotz leichter Bauart ein entsprechend hohes Gewicht des Triebfahrzeuges. Wegen Beschränkung des zulässigen Achsdruckes durch den vorhandenen Oberbau auf 12 t und zur Führung des Zahnradtriebgestelles mussten zu den vier Triebachsen noch zwei Laufachsen hinzugefügt werden. Allgemeiner Aufbau und Hauptabmessungen gehen aus der Typenskizze (Abb. 2) hervor.

Der Gepäcktriebwagen besteht in der Hauptsache aus zwei Adhäsionstriebgestellen, einem Zahnradtriebgestell und dem Wagenkasten. Der Forderung nach Trennung des Adhäsions- und Zahnradbetriebes wird durch entsprechende Unterteilung des Triebwerkes und Ausrüstung der Triebgestelle mit separaten Triebmotoren Rechnung getragen. Diese Anordnung bietet gegenüber den andernorts angewendeten gekuppelten Triebwerken den Vorteil, dass der Zahnradmechanismus nur auf der etwa 9 km langen Zahnstangenstrecke arbeiten muss, auf den rd. 65 km langen Talstrecken dagegen stillsteht. Auch fallen bei dieser

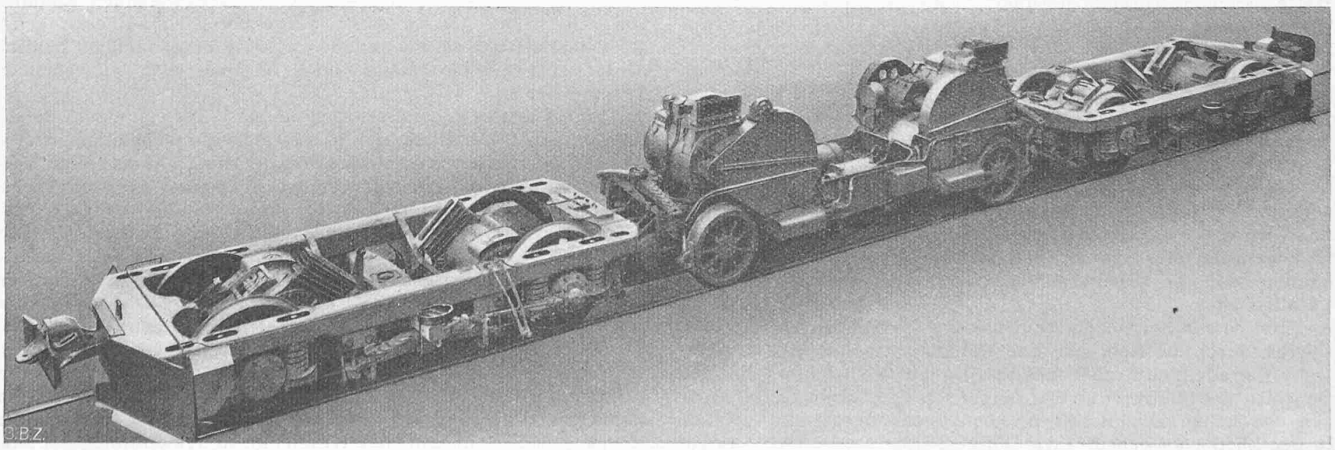

Abb. 3. Untergestell mit vorderem und hinterem Adhäsions- und mittlerem Zahnrad-Triebgestell. — SLM-Winterthur

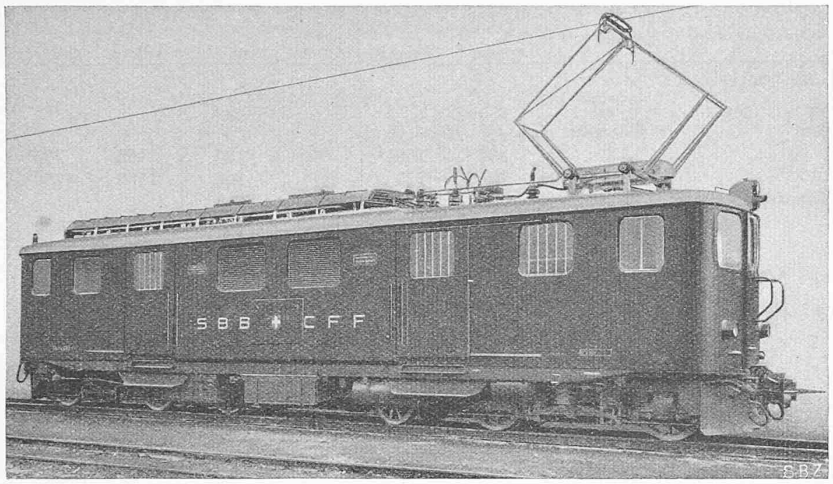

Abb. 1. Meterspuriger Gepäcktriebwagen für die Brüniglinie der SBB
Mechanischer Teil Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur

Anordnung die bei gekuppelten Triebwerken infolge des Zahneingriffes unvermeidlichen Beschränkungen in der Abnützung der Radreifen fort, was mit Rücksicht auf die langen Adhäsionsstrecken und den bei elektrischem Betrieb relativ grossen Fahrgeschwindigkeiten für die Wahl der Antriebsart von ausschlaggebender Bedeutung war. Dass das Gewicht des Zahnradtriebgestelles auf den Adhäsionsstrecken mitgeführt werden muss, kann dabei ruhig in Kauf genommen werden, indem auch andere Lösungen der Antriebsfrage, insbesondere die mit gekuppelten Triebwerken das gleiche Lokomotivgewicht erfordern würden. Eingehende Untersuchungen haben übrigens gezeigt, dass sich das Gewicht des Triebfahrzeuges durch das des Zahnradtriebgestells nur wenig erhöht, und bezogen auf das totale Zuggewicht sogar recht unbedeutend ist. Die Trennung der Antriebe hat überdies den Vorteil, dass dadurch Revisionsarbeiten wesentlich erleichtert werden.

Die beiden *Adhäsionstriebgestelle*, Bauart SLM-Winterthur, sind nach den gleichen Grundsätzen ausgeführt wie die Drehgestelle der normalspurigen SBB-Schnelltriebfahrzeuge. Jeder der vier Radsätze, mit Rädern von 900 mm Laufkreisdurchmesser, wird von einem Triebmotor über ein einfaches, gefedertes Zahnradgetriebe angetrieben. Die Adhäsionsmotoren stützen sich, entsprechend der für Tramantrieb üblichen Bauart, einerseits über je zwei Tatzenlager auf die Triebachsen, anderseits sind sie am Drehgestellrahmen federnd aufgehängt. Die ausserhalb der Räder liegenden Achsschenkel laufen in Pendelrollenlagern, auf deren Gehäuse sich die Rahmen über Schraubenfedern abstützen. Im Innern dieser Federn sind die zylindrisch ausgebildeten Achslagerführungen eingebaut, die mit Dauerschmierung versehen sind und daher im normalen Betrieb keiner Wartung bedürfen. Die Kastenabstützung erfolgt über seitliche Gleitstützen auf Blattfedern, die am Rahmen pendelnd aufgehängt sind; die Drehzapfen übertragen nur Führungskräfte. Diese Bauart sichert dem Wagen bei allen vorkommenden Geschwindigkeiten einen guten Lauf. Die geschweissten Drehgestellrahmen, die aussen die automatische Kupplung Bauart Fischer und je einen Bahnräumer tragen, sind an den innern Enden mit dem Zahnradtriebgestell durch eine Kurzkupplung verbunden. Die Zug- und Stosskräfte werden demnach, ohne den Wagenkasten zu beanspruchen, nur durch die Drehgestelle geleitet. Die beiden Adhäsionstriebgestelle sind mit je einer achtklötzigen Bremse und je vier Sandkasten ausgerüstet.

Das mittlere *Zahnradtriebgestell* ruht auf zwei Laufachsen normaler Bauart mit Innenlagern; der Laufkreisdurchmesser der Räder beträgt 710 mm. Das Federspiel der Achslager ist auf 10 mm begrenzt, auch ist die Federung härter als üblich, um den richtigen Eingriff der Triebzahnräder in die Zahnstange sicherzustellen. Die Abnützung der Radreifen kann durch Regulieren der Federaufhängung und Auswechseln von Anschlägen ausgeglichen werden. Im Zahnradtriebgestell sind zwei Triebzahnradachsen gelagert, die von je einem Zahnradmotor über ein Getriebe mit doppelter Uebersetzung angetrieben werden. Da die grossen Zahnräder der ersten Uebersetzung und die Triebzahnkränze gefedert sind, ist die Kraftübertragung eine sehr elastische. Dadurch wird das Einfahren in die Zahnstange erleichtert und allfällige Unterschiede in der Teilung der Zahnstange gleichen sich aus. Auf den Vorgelegewellen und auf den Triebzahnradsätzen sind Rillenbremsscheiben angebracht. Alle Wellen der Zahnradantriebe sind in geschweissten Tragkonstruktionen, die zugleich als Rahmenverbindung dienen, solid gelagert. Diese Träger dienen auch zur Abstützung der Zahnradmotoren und der oben erwähnten Kurzkupplung. Ein Teil des Kastengewichtes wird über weiche Stützfedern auf das Zahnradtriebgestell übertragen. Die Laufräder werden mit je einem Klotz gebremst.

Der *Wagenkasten* ist als selbsttragende geschweisste Stahlkonstruktion ausgeführt. Er enthält an den Enden die beiden Führerstände, daran anschliessend zwei durch einen Seitengang verbundene Gepäckabteile und in der Mitte den Maschinen- und Apparateraum. Der Zugang zu den Führerständen erfolgt durch die Gepäckabteile und eine Türe in der Rückwandmitte; ausserdem besitzen die Führerstände Fronttüren zum Uebergang auf den Zug. In die Führerstände sind links die Führertische eingebaut, auf denen die zur Bedienung erforderlichen Apparate, Instrumente und Ventile in handlicher Weise angeordnet sind. In den Führerständen rechts befindliche Tische dienen zur Aufnahme der Handbremsspindeln, der Gleichrichteranlage, Handluftpumpe usw. Die Schalttafeln, Werkzeugtablare und Kleider sind in Kästen untergebracht, die in den Führerstandrückwänden eingebaut sind. Die beiden Frontfenster jedes Führerstandes besitzen Doppelverglasung und elektrische Heizung, pro Führerstand ist überdies ein pneumatischer Fensterwischer vorhanden; die Seitenfenster sind in üblicher Weise herablassbar. Dem Zugang zu den Gepäckabteilen und dem Gepäckverlad dienen vier Schiebetüren. Beide Gepäckabteile enthalten je ein Schriftenfach mit Tisch, eine Klappwand mit Sackhaken, ein klappbares Tablar, einen Rost für tropfende Güter sowie eine Anzahl Velohaken. Im Maschinenraum sind der Transformator, die Ventilatorgruppe, die Hüpferbatterien sowie verschiedene andere Apparate untergebracht. Die Innenauskleidung, Böden und Decken entsprechen der bei Gepäckwagen üblichen Ausführung. Auf dem Dache des

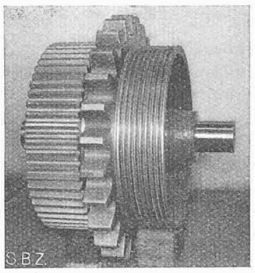

Abb. 5. Triebachse mit gefedertem Triebzahnrad

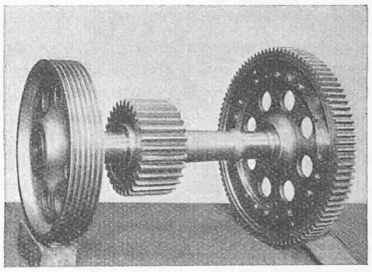

Abb. 6. Zwischenwelle mit Bremsscheibe, grosses Zahnrad mit gefedertem Zahnkranz

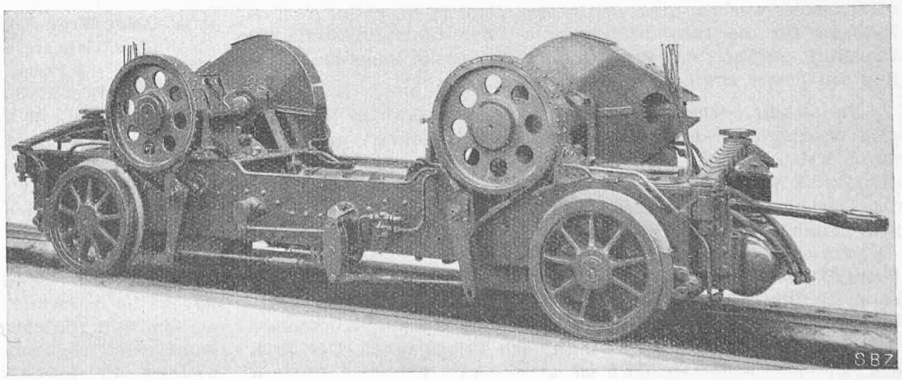

Abb. 4. Zahnrad-Triebgestell (noch ohne die Motoren, aber mit den Zwischenwellen)

Kastens sind ausser dem Pantograph-Stromabnehmer und der dazu gehörenden Dachinstallation die durch Dachaufsätze aus Streckmetall geschützten Bremswiderstände angeordnet. Mit Ausnahme einer Dachluke über dem Apparateraum ist das ganze Dach fest. Die elektropneumatisch betätigte Sandstreueinrichtung speist in jeder Fahrrichtung vier Sandrohre, je eines pro Adhäsionsrad. Im Führerstand I ist ein registrierender, im Führerstand II ein nichtregistrierender Geschwindigkeitsmesser eingebaut, deren Antrieb von einer benachbarten Triebachse aus erfolgt. Zur Schmierung der Lagerstellen der Zahnradantriebe dienen Schmierpumpen.

Hauptdaten für Triebmotoren und Heizung		Dauernd auf		1 Stunde auf		Maximal auf	
		Adhäs.	Zahnstg.	Adhäs.	Zahnstg.	Adhäs.	Zahnstg.
Adhäsionsmotor (vier Motoren)							
Zahnradübersetzung	5,31						
Triebraddurchmesser	900 mm						
Spannung	V	332	185	332	185	465	235
Strom	A	725	725	800	800	1150	1150
Leistung an der Motorwelle	kW/Motor	209	104,5	230	115	—	—
Drehzahl	U/min	1690	845	1610	815	2350	1030
Geschwindigkeit	km/h	54	27	51,5	26	75	33
Zugkraft am Rad (für 4 Motoren)	kg	5520	5520	6360	6360	10000	10000
Zahnradmotor (zwei Motoren)							
Zahnradübersetzung	11,42						
Triebzahnrad, Teilkreis ∅	860 mm						
Spannung	V		365		365		465
Strom	A		725		800		1150
Leistung an der Motorwelle	kW/Motor		231		255		—
Drehzahl	U/min		1890		1820		2300
Geschwindigkeit	km/h		27		26		33
Zugkraft am Rad (für 2 Motoren)	kg		5900		6800		10700

		dauernd	*kurzzeitig*
Bremsstrom für Adhäsions- und Zahnradmotor	A	760	900
Heizstrom, 1500 V	A	133	—

Bremsen. Um den Betriebsanforderungen zu genügen, wurde der Gepäcktriebwagen mit der selbsttätigen Zweikammer-Druckluftbremse, der direkt wirkenden Zahnrad-Druckluftbremse, der direkt wirkenden Triebwagen-Druckluftbremse, der elektrischen Triebmotorenbremse und der Handbremse ausgerüstet; die grundsätzliche Anordnung der Bremsapparatur ist aus Abb. 7 ersichtlich. Die einzelnen Bremsen haben folgende Wirkungsweise:

Die selbsttätige Zweikammer-Druckluftbremse (Differentialbremse) wirkt als Klotzbremse auf die Triebachsen der beiden Triebgestelle, die Laufachsen des Zahnradgestells und auf den ganzen Zug; die Abbremsung der Triebachsen beträgt 80 %, die der Laufachsen 60 % des Achsdruckes. Diese Bremse dient als Betriebs- und Notbremse auf der Adhäsionsstrecke und als Notbremse auf der Zahnstangenstrecke. Der maximale Bremszylinderdruck von 3,5 kg/cm² kann mit dieser Bremse stufenweise erhöht oder herabgesetzt werden. Die Betätigung der Bremse erfolgt durch das Führerbremsventil Bozič, durch die Notbremszüge oder Notbremshahnen vom Zuge aus, oder durch die beiden Sicherheitsapparate, von denen der eine mit Zeitverzögerung ausgerüstet ist und die Bremsung auf der Zahnstangenstrecke nach 1 bis 3 sec bewirkt, während der zweite die Bremse auf der Adhäsionsstrecke erst nach Zurücklegung eines Weges von 25 m betätigt.

Die direkt wirkende Zahnrad-Druckluftbremse wirkt als Bandbremse auf die beiden Triebzahnräder des Zahnradtriebgestells mit einem regelbaren Bremszylinderdruck von maximal 5,5 bis 6,0 kg/cm². Diese Bremse dient als Betriebsbremse zum Anhalten des Triebwagens bzw. des Zuges auf der Zahnstangenstrecke, weil die Motorenbremswirkung unterhalb etwa 10 km/h aufhört. Sie wird durch das Westinghouse-Führerbremsventil Typ W betätigt und bei Ueberschreitung der Geschwindigkeit von rd. 35 km/h auf der Zahnstangenstrecke durch einen Zentrifugalschalter an der Triebzahnradübersetzung, der ein elektropneumatisches Ventil steuert, selbsttätig angezogen. Ueberdies wird diese Bremse auf den Zahnstangenstrecken auch von der Sicherheitssteuerung betätigt. Um die Stabilität des Zahnradtriebgestells beim Bremsen auf der Zahnstangenstrecke zu gewährleisten, werden gleichzeitig mit dem Bremszylinder zwei Zylinder für die Zusatzbelastung des Zahnradtriebgestells mit Druckluft gefüllt. Auf der Zahnstangenstrecke kann der ganze Zug mit dieser Bremse allein angehalten werden.

Die direkt wirkende Triebwagen-Druckluftbremse wird mit dem Westinghouse-Führerbremsventil No. 9 betätigt und wirkt durch Erhöhung des Druckes hinter dem Bremszylinderkolben des Zweikammerzylinders auf 7,5 kg/cm² als Klotzbremse auf die Triebachsen der beiden Adhäsionstriebgestelle mit einem maximalen Bremszylinderdruck von 3,5 (= 7,5 — 4) kg/cm²; die Abbremsung der Triebachsen beträgt dabei 80 % des Achsdruckes. Diese Bremse dient zum Synchronisieren der Zahnradantriebe beim Einfahren in die Zahnstangenstrecke und bei Doppeltraktion bei der Einfahrt in die Zahnstange talwärts zum Abbremsen des hintern Zugteils mit dem hintern Triebwagen. Der Griff des Führerbremsventils No. 9 ist abnehmbar und wird nur auf Zahnstangenstrecken aufgesetzt.

Die elektrische Triebmotorenbremse (Widerstandsbremse) wirkt sowohl auf die Adhäsionsmotoren als auch auf die Zahnradmotoren und zwar auf beide über besondere Widerstände. Die Triebmotorenbremse, die mittels Steuerkontrollerrad betätigt wird, dient als Betriebsbremse nur zur Regulierung der Geschwindigkeit auf der Zahnstangenstrecke im Gefälle, und in Gefahrfällen auf den Notbremsstufen 17 und 18 zur Verminderung der Fahrgeschwindigkeit bis auf etwa 10 km/h. Um die mit einer gleichzeitigen Wirkung der elektrischen Triebmotorenbremse und der selbsttätigen Zweikammer-Druckluftbremse verbundene Gefahr des Blockierens der Triebräder zu vermeiden, ist in der durchgehenden Hauptluftleitung ein Druckschalter eingebaut, der bei Druckverminderung in der Hauptluftleitung unter 3,0 kg/cm² die Triebmotorenbremse unterbricht. Ein weiterer Druckschalter unterbricht die Triebmotorenbremse, wenn der Druck im Bremszylinder für die Zahnrad-Druckluftbremse über 1,2 kg/cm² steigt. Dadurch wird die gleichzeitige Wirkung der beiden Bremsen verhindert und die Stabilität des Triebwagens gewährleistet.

Die Handbremsen sind Spindelbremsen und wirken auf die Bremsklötze der Triebachsen der Triebgestelle sowie auf die Vorgelegewelle der Triebzahnräder (Abb. 6). Sie können sowohl auf Adhäsions- wie auch auf Zahnstangenstrecken verwendet werden. Auf Zahnstangenstrecken ist es möglich, mit der Handbremse des Triebwagens allein den ganzen Zug anzuhalten. — Die für die Bremsen, Sander, Pfeifen und die Steuerung benötigte Druckluft wird von einem rotierenden Kompressor der Lokomotivfabrik Winterthur erzeugt.

*

Die Brüniglinie wurde — wie das ganze SBB-Netz, an das sie angeschlossen ist — für *Einphasen-Wechselstrom von 15 kV bei 16 ²/₃ Hz* elektrifiziert. Der von der Fahrleitung zugeleitete Strom fliesst über den Stromabnehmer durch die umschaltbare Hochspannungssicherung und den Dachschalter zum Transformator, der aus einem Reguliertransformator mit Anzapfung und einem von diesem gespeisten Triebmotorentransformator besteht, an dessen Sekundärklemmen die Triebmotoren fest angeschlossen sind. Beide Transformatoren sind in Sparschaltung ausgeführt. Es sind 18 Fahrstufen vorhanden, die eine Auf- bzw. Abschaltzeit von etwa 12 sec erfordern. Die Dauerleistung des Transformators beträgt 1000 kVA für die Triebmotoren, 200 kVA für die Zugheizung und 35 kVA für die Hilfsbetriebe. Bei defekter Fernsteuerung kann der im Oelkessel des Transformators eingebaute Stufenschalter von den Führerständen aus mechanisch betätigt werden.

Der Gepäcktriebwagen ist, wie schon erwähnt, mit sechs *Triebmotoren* ausgerüstet. Die Triebmotoren sind elektrisch vollständig gleich, und auch mechanisch weisen nur die Gehäuse und Lagerschilder der Adhäsions- und Zahnradmotoren einige, durch die verschiedene Lagerung bedingte Unterschiede auf; sie sind mit Rollenlagern und Oelschmierung ausgeführt. Jedes Adhäsionstriebgestell wird durch zwei in Reihe geschaltete Triebmotoren angetrieben, desgleichen das mittlere Drehgestell durch 2 in Reihe geschaltete Zahnradtriebmotoren. Beim Fahren auf

Abb. 8. Führerstand des Brünig-Gepäcktriebwagens

der Adhäsionsstrecke sind die Triebmotorengruppen beider Adhäsionstriebgestelle parallel geschaltet. Beim Fahren und Bremsen auf der Zahnstangenstrecke liegen die vier in Reihe geschalteten Adhäsionsmotoren parallel zu den zwei ebenfalls in Reihe geschalteten Zahnradmotoren.

Die Hauptdaten für die Triebmotoren und den Heizstrom des Gepäcktriebwagens zeigt die Tabelle nebenan.

Elektrische Schaltungen. Die elektro-pneumatisch betätigten Wende-Schalter und Bremsumschalter erlauben die gewünschten Schaltungen einzustellen. Beim Fahren lässt sich mit Hilfe von Lastverteilhüpfern im Stromkreis der Zahnradmotoren durch Zu- bzw. Abschalten von Spulen eines Ausgleichtransformators eine Zugkraftverteilung zwischen den Adhäsions- und Zahnradmotoren im Verhältnis von rd. 30 : 70 bis 60 : 40 % erreichen. Der Führer bedient sich eines Schalters (vgl. Bremsschema) zur Einstellung der Fahrrichtung und eines sog. Fahrschalters, der ihm erlaubt, die für die Fahrt auf Adhäsion, Einfahrt in die Zahnstange, Fahrt auf der Zahnstange, Ausfahrt aus der Zahnstange und elektrisches Bremsen auf der Zahnstange erforderlichen Schaltungen vorzunehmen, während das Adhäsionsverhältnis zwischen den Adhäsions- und Zahnradmotoren beim Fahren und Bremsen durch Betätigung eines Hebels für den Zugkraftschalter eingestellt wird. Mit einem Handrad wird sodann die Geschwindigkeit reguliert.

Die von den SBB für die *Zugheizung* gewählten Normalspannungen von 1000 und 800 V wurden auf 1500 und 1250 V erhöht, damit die Personenwagen der Brüniglinie ohne weiteres auch auf den Linien der Berner Oberlandbahnen verkehren und im Winter mit der dort eingeführten Spannung geheizt werden können.

Die *Hilfsbetriebe* werden wie auf allen SBB-Triebfahrzeugen mit Strom von 220 V gespeist. Die Hilfsbetriebe können auf zwei Depot-Steckdosen umgeschaltet werden, zur Speisung durch einen in der Werkstätte oder im Depot vorhandenen Transformator. Zu den Hilfsbetrieben gehören u. a.: der Rotationskompressor, der die Druckluft für die Bremsen und übrigen elektro-pneumatischen Apparate liefert; der Ventilator zur Kühlung der Triebmotoren und des Transformatorölkühlers; die Oelpumpe, die das Transformatorenöl durch den Oelkühler treibt; der zu zwei Batterien parallel geschaltete Gleichrichter mit selbsttätiger Regulierung, der die Batterien ladet.

Ergänzend sei bemerkt, dass der Ventilatormotor durch Kurzschliessen eines Vorwiderstandes entweder mit voller Drehzahl in Sommerschaltung, oder mit verminderter Drehzahl in Winterschaltung arbeiten kann; ferner, dass beim Ausbleiben der Fahrdrahtspannung während der elektrischen Bremsung auf der Zahnstangenstrecke die Weiterfahrt dadurch ermöglicht wird, dass der Kompressor- und der Ventilatormotor selbsttätig auf die Bremswiderstände umgeschaltet werden. An den Hilfsstromkreis sind überdies die Fensterheiz-Transformatoren, das Nullspannungsrelais, die Fahrdrahtvoltmeter, sowie einige weitere Apparate zu Heizzwecken angeschlossen.

An *Messapparaten* sind in jedem Führerstand vorhanden:

ein Voltmeter für die Fahrdrahtspannung,

zwei selbsttätig umschaltbare Ampèremeter I und II, die bei Fahrt auf Adhäsion die Ströme der zugeordneten Adhäsionsmotorgruppen anzeigen, während bei Fahrt auf Zahnstange das Ampèremeter I den Strom der vier in Reihe geschalteten Adhäsionsmotoren und Ampèremeter II den Strom der Zahnradmotorengruppe anzeigt,

eine Schleuderanzeigevorrichtung, die beim Fahren auf Zahnstange Aufschluss gibt über allfälliges Schleudern der Adhäsionsmotoren und

ein Voltmeter, das vor dem Einfahren in die Zahnstange die Geschwindigkeitsabweichung der noch lose laufenden Zahnradmotoren anzeigt. Dieses Voltmeter ist auf km/h geeicht und zeigt die Restspannung zweier gegeneinander geschalteter Tachometerdynamos an, von denen die eine auf dem Wellenende des Zahnradmotors sitzt, während die andere durch eine Adhäsionsachse angetrieben wird.

Auf der Einfahrstellung des Fahrschalters sind alle vier Adhäsionsmotoren in Reihe und die Zahnradmotoren mit Anker und Erregung derart an die Anker bzw. Erregung der Adhäsionsmotoren angeschlossen, dass sie sich mit annähernd richtiger und unter sich genau gleicher Drehzahl drehen. Mittels des Zugkraftschalters sind die Zahnradmotoren auf die genau der Fahrgeschwindigkeit entsprechende Drehzahl einstellbar, sodass die Einfahrt in die Zahnstange praktisch stossfrei erfolgt. Von der Einfahrstellung wird die Fahrstellung direkt eingestellt, sodass die Zugkraft nicht unterbrochen wird.

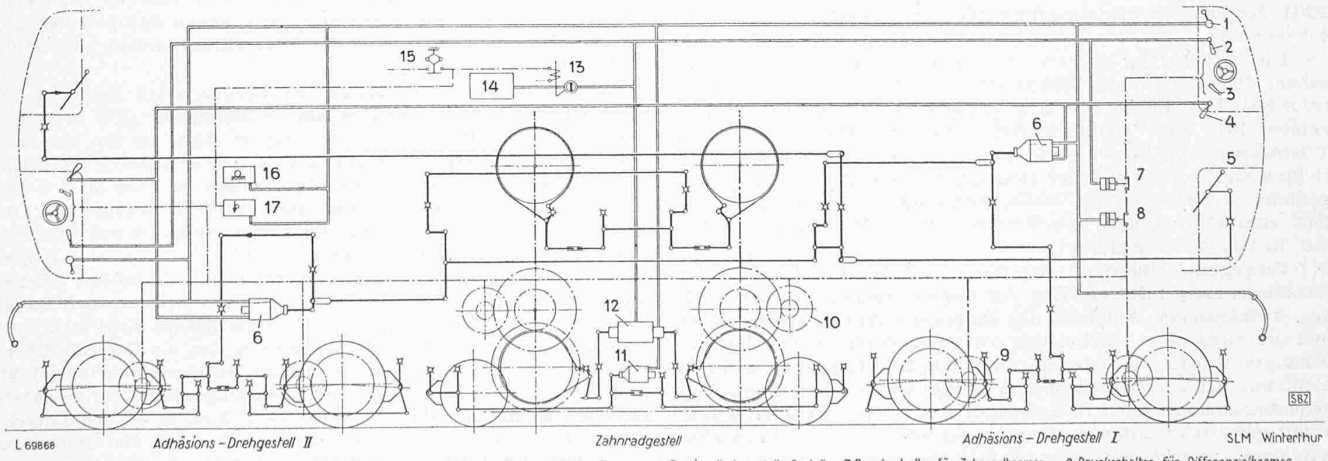

Abb. 7. Prinzipschema der mechanischen und elektrischen (strichpunktiert) Bremsung des Brünig-Gepäcktriebwagens der SBB

Mit Hilfe einer Spannungsprüfeinrichtung lässt sich das Wiedererscheinen der Fahrdrahtspannung nach Spannungsausfall feststellen. Fluoreszieren zeigt an, dass der Spannungsprüfer eingeschaltet ist, Flimmern des Schattens auf der grün leuchtenden Lampe des Spannungsprüfers zeigt Fahrspannung an. — Ein Heiz-Voltmeter und ein Heiz-Ampèremeter orientieren den Führer über die vom Triebwagen an die Personenwagen abgegebene Heizleistung.

Der Licht- und Steuerstromkreis wird wie normal mit Gleichstrom von 36 V gespeist, entweder durch zwei in Reihe geschaltete 18 V-Batterien und einen Gleichrichter in Parallelschaltung, oder durch die Batterie allein. Durch selbsttätige Regulierung des Gleichrichters wird die Lichtspannung konstant gehalten und durch ein Relaissystem ein Ueberladen der Batterien vermieden. Auf den Steuerstromkreis, der zur Verhütung von Fehlschaltungen noch mehr Verriegelungen als gewöhnlich und eine entsprechend komplizierte Schaltung aufweist, kann hier nicht näher eingetreten werden.

Erwähnt sei nur noch, dass der Gepäcktriebwagen, ähnlich den übrigen SBB-Triebfahrzeugen, mit der Sicherheitssteuerung ausgerüstet ist, zu der ein wegabhängiger und ein wegunabhängiger Sicherheitsapparat gehören, die bei Freigabe eines Pedal- oder Druckknopfschalters nach 25 m bzw. 1 bis 3 sec eine selbsttätige Bremsung des Zuges einleiten. Während beim Fahren auf der Adhäsionsstrecke nur der wegabhängige Apparat anspricht, treten auf der Zahnstangenstrecke beide Apparate in Tätigkeit. Der wegabhängige Apparat wirkt auf die Zweikammerbremse, der wegunabhängige Apparat — bei dessen Ansprechen die Sandstreueinrichtung in Tätigkeit tritt — auf die Zweikammer- und Zahnradbremse des Gepäcktriebwagens. Sollte beim Ansprechen der beiden Apparate während der Betätigung der Zahnrad-Druckluftbremse die elektrische Triebmotorenbremse eingeschaltet sein, so wird diese — um ein Ueberbremsen zu vermeiden — durch den dort erwähnten Druckschalter selbsttätig ausgeschaltet. Bei Fehlschaltung (z. B. bei Talfahrt, beim Austritt aus der Zahnstange), wird das Durchbrennen der Zahnradmotoren auf der Adhäsionsstrecke durch zwei von den Zahnradmotorwellen angetriebene Zentrifugalschalter verhindert. Bei Zahnstangenfahrt berg- und talwärts wird der Gepäcktriebwagen beim Ueberschreiten von 35 km/h durch den Zentrifugalschalter notgebremst.

Dem vorstehenden kurzen Ueberblick über die technischen Daten des Gepäcktriebwagens seien noch einige Angaben allgemeiner Art hinzugefügt. Die Lieferung des mechanischen Teils der Triebwagen wurde der *Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur* übertragen, die des elektrischen Teils der *A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden*, der *Maschinenfabrik Oerlikon* und den *S. A. des Ateliers de Sécheron, Genève*, wobei jede dieser Firmen jeweils die gesamte Wagenausrüstung in Auftrag erhielt. Der zuerst fertiggestellte Gepäcktriebwagen No. 901 konnte nach einer Bauzeit von rd. 22 Monaten am 6. August 1941 dem Betrieb übergeben werden und steht nach gut verlaufenen Probefahrten im regelmässigen Dienst. Seine Abwägung ergab für

den mechanischen Teil	30 150 kg
den elektrischen Teil	21 890 kg
die Bremsgarnitur	650 kg
die Ausrüstung (Batterie, Sand, Inventar, Personal usw.)	1 260 kg
Total	53 950 kg

statt der bei der Projektierung für das Höchstgewicht vorgesehenen 58 t.

Die Ablieferung weiterer Gepäcktriebwagen ist so vorgesehen, dass die für den elektrischen Winterbetrieb am Brünig erforderlichen sieben bis acht Gepäcktriebwagen anfangs November 1941 zur Verfügung stehen und bis März 1942 alle 16 Triebwagen abgeliefert sind, damit im Frühjahr 1942 der rein elektrische Betrieb auf der Brüniglinie im vollen Umfang aufgenommen werden kann, wobei sich dann für Schnellzüge die Zeit zum Durchfahren der Strecke Luzern-Meiringen von 100 auf 70 Minuten vermindert.

Vergegenwärtigt man sich die zahlreichen Probleme, die im Zusammenhang mit dem Bau des Gepäcktriebwagens bezüglich des mechanischen Antriebs, des Einphasen-Wechselstrommotors und der elektrischen Schaltung zu lösen waren, so darf ruhig behauptet werden, dass der elektrische Brünig-Gepäcktriebwagen nicht nur als Verkehrmittel eine höchst willkommene Neuerung bedeutet, sondern auch im Lokomotivbau als hervorragende Leistung gewertet werden muss und auf diesen jedenfalls höchst anregend gewirkt hat. Den Erstellern sodann gebührt auch in diesem Falle der Dank der technischen SBB-Organe für ihre verständnisvolle Zusammenarbeit, die viel zum Gelingen der Sache beigetragen hat.

Zur Ausbildung des Maschineningenieurs

Betrachtungen über die Ausbildung der Maschineningenieure stellt *R. de Vallière*, Professor für Betriebswissenschaft an der E. T. H. Zürich, in der «Industriellen Organisation» Nr. 2/1941 an. Ausgehend von häufig diskutierten Grundtatsachen des Hochschulbetriebes — Aufnahmebedingungen, Studiendauer, Ueberlastung der Studierenden und Lehrer mit obligatorischen Fächern — fordert der Verfasser zunächst als unerlässliche Grundlage des Studiums einen Minimalbesitz von allgemeinen technisch-naturwissenschaftlichen Kenntnissen. *Mathematik* und *Naturwissenschaften* soll der Studierende so beherrschen, dass er bei ihrer Anwendung keine Hemmungen empfindet. Um dies zu erreichen, soll er weniger hören, dafür mehr selbst leisten müssen (was einer Vermehrung der Uebungsstunden auf Kosten der Vorlesungsstunden entsprechen würde). Die reinen Wissenschaften sollen dem künftigen Ingenieur nicht nur das Handwerkzeug sein, sondern ihm vor allem die *wissenschaftliche Arbeitsmethode* einprägen, ihn im exakten Denken und Formulieren schulen. In dieser Hinsicht, stellt de Vallière fest, fehlt auch vielen Hochschülern noch das Hochschulniveau: «ihr geistiges Niveau entspricht nicht der geistigen Speisekarte». Auch hier helfen nur vermehrte und vertiefte Uebungen, wobei der Lehrer seinen Schüler im Denken leiten muss, statt ihm nur Vorlesungen zu halten. Die Hochschule hat in der Vermittlung von Spezialkenntnissen möglichst sparsam zu sein, denn ihre Aufgabe ist es, Männer mit weitem Horizont und geistiger Einstellung hervorzubringen. Die Spezialisierung des Ingenieurs muss Sache der Industrie bleiben; sie sollte nicht immer wieder Angliederung neuer Fachrichtungen an die Hochschule fordern. De Vallière empfiehlt eine Gliederung des Hochschulstudiums in drei Stufen: 1. rein wissenschaftliche, allgemeine Ausbildung; 2. allgemeine Fachausbildung; 3. wirkliche Vertiefung in einer frei zu wählenden Richtung (der Zweck des 8. Semesters! Red.). Den beiden ersten Stufen werden drei Jahre, der letzten ein Jahr zugewiesen. Die zweite Stufe sollte durch grosse Einheitlichkeit, erreicht durch wenige Lehrstühle aber mit vielen Assistenten (wenig hören, viel aus sich herausgeben), gekennzeichnet sein, um die heute immer noch bestehenden Doppelspurigkeiten zu vermeiden. Die Dozenten der letzten Stufen wären zugleich Leiter der Forschungsinstitute und von obligatorischen Stunden möglichst befreit. Wesentlich für den Studenten ist die *Vertiefung*, nicht das Objekt der Vertiefung. —

Abschliessend sagt de Vallière: «Eine Technische Hochschule kann nicht wie eine Universität organisiert und geführt werden. Ihre Organisation muss straffer sein. Sehr wesentlich ist auch, dass die Funktion der «Marktforschung», bzw. der Ermittlung der reellen Bedürfnisse der Industrie hinsichtlich der Ausbildung der Ingenieure, sowie die Funktion «Koordinierung» und die entsprechenden verantwortlichen Instanzen voll ausgebaut sind. Es scheint uns, dass der Betrieb der Hochschule in dieser Beziehung von gut organisierten industriellen Betrieben noch viel lernen könnte.» —

NEKROLOGE

† **Otto Casparis,** vor drei Jahrzehnten der Tunnelingenieur vom Lötschberg- und Grenchenberg-Tunnel, später in Asien, Afrika und Amerika Tunnel bauend, dieser rastlose Wanderer durfte, wie bereits gemeldet, im vergangenen Spätsommer zur ewigen Ruhe eingehen. Am Jahresabschluss wollen wir seiner nochmals gedenken.

Otto Casparis, von Latsch bei Bergün, kam zur Welt als Sohn eines Auslandschweizers am 10. September 1876 in Triest, wo er auch die Schulen besuchte, bis er 1895 an die deutsche Oberrealschule nach Innsbruck zog, an der er 1897 die Maturität erwarb. Im Herbst des gleichen Jahres kam er nach Zürich ans damalige «Poly», um sich zum Bauingenieur auszubilden; im Frühjahr 1901 erwarb er das Diplom. Die Freizeit seiner Studienjahre verbrachte er grösstenteils im St. G. V., wo er als lustiger Student mit seinem schmetternden Tenor ein geschätzter Sänger war. Sein beruflicher Lebenslauf führte Casparis auf den Bahn- und besonders den Tunnelbau, der ihn zeitlebens nicht mehr aus seinem Banne liess. Bis 1903 finden wir ihn als Los-Bauführer am Bau der Albulabahn, anschliessend an der Wocheiner Bahn und im Josefsberger Tunnel der Vintschgaubahn im österreichischen Küstenland, unweit Triest. 1907 kam er an den Lötschbergtunnel, wo er unter Ferd. Rothpletz bald die Stelle des Sektionsingenieurs für den Vortrieb der Nordseite erhielt, und in hartem Fels unerreichte Tagesfortschritte erzielte. Dort ereilte ihn beinahe die Katastrophe des Stolleneinbruchs vom 24. Juli 1908, der die ganze Vortrieb-Belegschaft von 24 Mann