

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. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

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

sich sehr verschieden gearteten Wandflächen, die sich ihm nicht leicht hin fügten. Die Gruppen hier lockernd und dort zusammendrängend, die Personen in zwei Schichten gliedern, 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 übermitteln, 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

Brünigbahn-Gepäcktriebwagen Fhe⁴/₆ der SBB

Von F. STEINER, Dipl.-Ing. E. T. H.

I. Sekt.-Chef der Abtlg. Zugförderungs- u. Werkstättendienst 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 An-

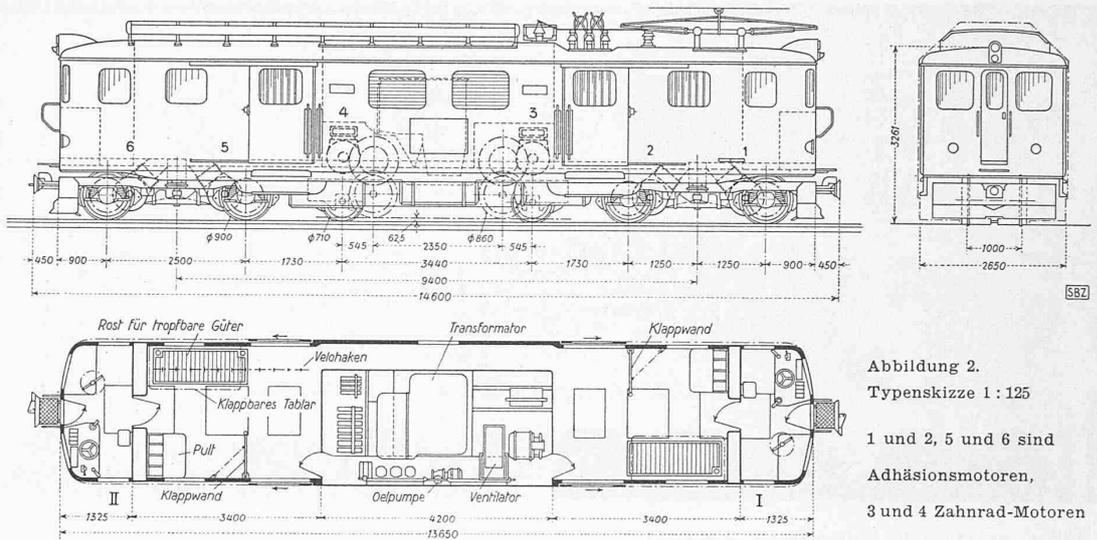


Abbildung 2.
Typenskizze 1 : 125

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

forderungen 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 Laufwerkankordnung. Die SBB stellten für den Bau dieses Gepäcktriebwagens die folgenden *allgemeinen Bedingungen*:

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

(soll später auf 25 km/h erhöht werden).

Der Gepäcktriebwagen ist für ein Anhängengewicht 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

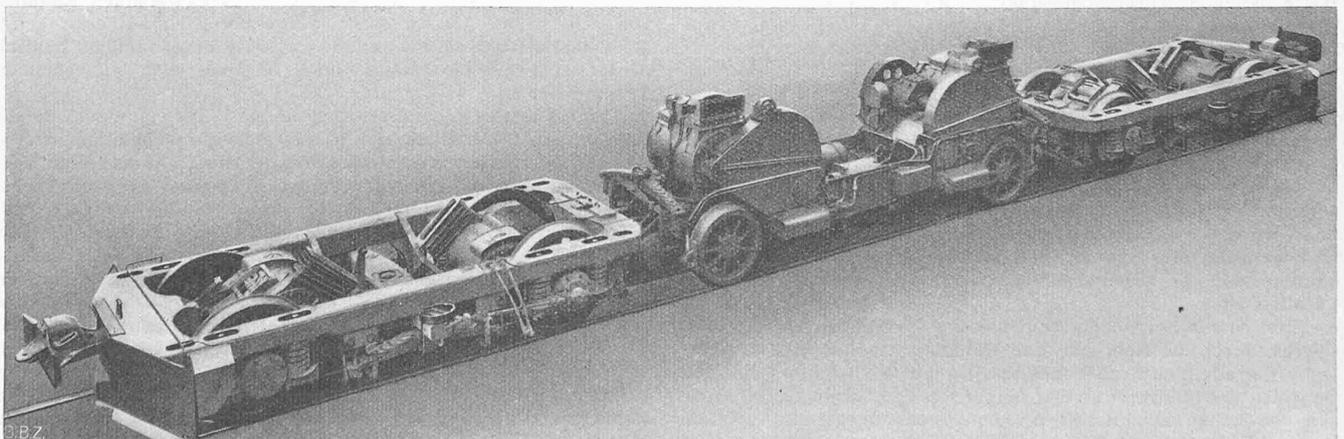


Abb. 3. Untergestell mit vorderem und hinterem Adhäsions- und mittlerem Zahnrad-Triebgestell. — SLM-Winterthur

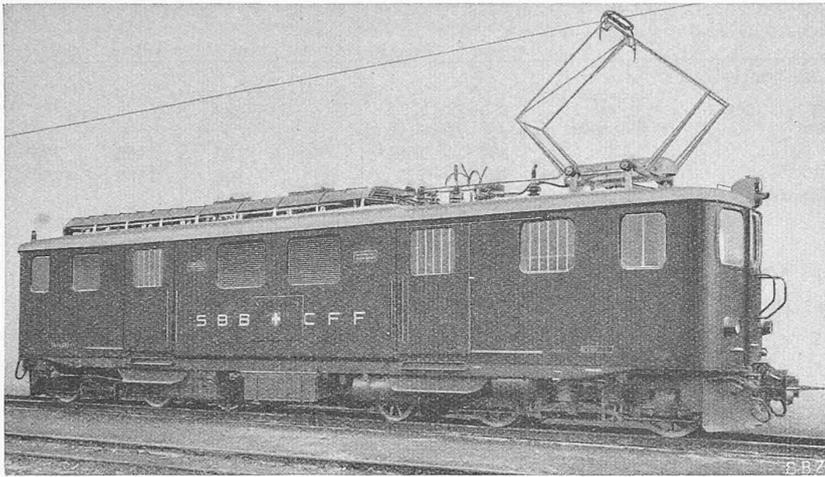


Abb. 1. Meterspuriger Gepäcktriebwagen für die Brüniglinie der SBB
Mechanischer Teil Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur

Anordnung die bei gekuppelten Triebwerken infolge des Zahn-
eingriffes unvermeidlichen Beschränkungen in der Abnutzung
der Radreifen fort, was mit Rücksicht auf die langen Adhäsions-
strecken und den bei elektrischem Betrieb relativ grossen Fahr-
geschwindigkeiten für die Wahl der Antriebsart von ausschlag-
gebender Bedeutung war. Dass das Gewicht des Zahnradtrieb-
gestelles 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 Zahnradtrieb-
gestells 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 Dreh-
gestelle der normalspurigen SBB-Schnelltriebfahrzeuge. Jeder
der vier Radsätze, mit Rädern von 900 mm Laufradius, wird
von einem Triebmotor über ein einfaches, gefedertes
Zahnradgetriebe angetrieben. Die Adhäsionsmotoren stützen sich,
entsprechend der für Tramtrieb üblichen Bauart, einerseits
über je zwei Tatzenlager auf die Triebachsen, andererseits
sind sie am Drehgestellrahmen federnd aufgehängt. Die ausserhalb
der Räder liegenden Achsschenkel laufen in Pendelrollenlagern,
auf deren Gehäuse sich die Rahmen über Schraubenfedern ab-
stützen. Im Innern dieser Federn sind die zylindrisch ausgebil-
deten 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 ausser
die automatische Kupplung Bauart Fischer und je einen Bahn-
räumer tragen, sind an den innern Enden mit dem Zahnradtrieb-
gestell durch eine Kurzkupplung verbunden. Die Zug- und Stoss-
kräfte werden demnach, ohne den Wa-
genkasten zu beanspruchen, nur durch
die Drehgestelle geleitet. Die beiden
Adhäsionstriebgestelle sind mit je einer
achtklötzigen Bremse und je vier Sand-
kasten ausgerüstet.

Das mittlere *Zahnradtriebgestell* ruht
auf zwei Laufachsen normaler Bauart
mit Innenlagern; der Laufradius be-
trägt 710 mm. Das Federspiel der Achslager
ist auf 10 mm begrenzt, auch ist die
Federung der Achslager härter als
üblich, um den richtigen Eingriff der
Triebzahnäder in die Zahnstange
sicherzustellen. Die Abnutzung der
Radreifen kann durch Regulieren der
Federabhängung und Auswechseln von
Anschlägen ausgeglichen werden. Im
Zahnradtriebgestell sind zwei Triebzahnrad-

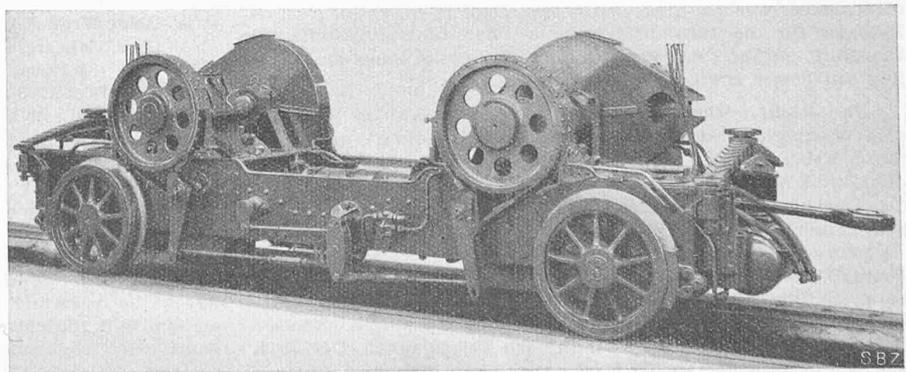


Abb. 4. Zahnrad-Triebgestell (noch ohne die Motoren, aber mit den Zwischenwellen)

achsen gelagert, die von je einem Zahnrad-
motor über ein Getriebe mit doppelter Ueber-
setzung angetrieben werden. Da die grossen
Zahnäder der ersten Uebertragung und die
Triebzahnkränze gefedert sind, ist die Kraft-
übertragung eine sehr elastische. Dadurch
wird das Einfahren in die Zahnstange er-
leichtert und allfällige Unterschiede in der
Teilung der Zahnstange gleichen sich aus.
Auf den Vorgelegewellen und auf den Trieb-
zahnrad-sätzen sind Rillenbremsscheiben an-
gebracht. Alle Wellen der Zahnradantriebe
sind in geschweissten Tragkonstruktionen, die
zugleich als Rahmenverbindung dienen, solid
gelagert. Diese Träger dienen auch zur Ab-
stützung der Zahnradmotoren und der oben
erwähnten Kurzkupplung. Ein Teil des Kasten-
gewichtes wird über weiche Stützfedern auf
das Zahnradtriebgestell übertragen. Die Lauf-
räder werden mit je einem Klotz gebremst.

Der *Wagenkasten* ist als selbsttragende ge-
schweisste Stahlkonstruktion ausgeführt. Er
enthält an den Enden die beiden Führer-
stände, 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 Rückwand-
mitte; ausserdem besitzen die Führerstände Fronttüren zum
Uebergang auf den Zug. In die Führerstände sind links die Führer-
tische eingebaut, auf denen die zur Bedienung erforderlichen Appa-
rate, Instrumente und Ventile in handlicher Weise angeordnet sind.
In den Führerständen rechts befindliche Tische dienen zur Auf-
nahme der Handbremsspindeln, der Gleichrichteranlage, Hand-
luftpumpe usw. Die Schalttafeln, Werkzeugtafeln und Kleider sind
in Kästen untergebracht, die in den Führerstandrückwänden
eingebaut sind. Die beiden Frontfenster jedes Führerstandes
besitzen Doppelverglasung und elektrische Heizung, pro Führer-
stand ist überdies ein pneumatischer Fensterwischer vorhanden;
die Seitenfenster sind in üblicher Weise herablassbar. Dem Zu-
gang 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 Hüpfbatterien sowie verschiedene andere Apparate unter-
gebracht. Die Innenauskleidung, Böden und Decken entsprechen
der bei Gepäckwagen üblichen Ausführung. Auf dem Dache des

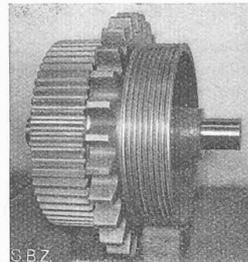


Abb. 5. Triebachse mit
gefedertem Triebzahnrad

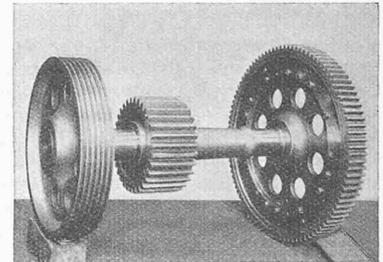


Abb. 6. Zwischenwelle mit Bremsscheibe,
grosses Zahnrad mit gefedertem Zahnkranz

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 nicht-registrierender Geschwindigkeitsmesser eingebaut, deren Antrieb von einer benachbarten Triebachse aus erfolgt. Zur Schmierung der Lagerstellen der Zahnradtriebwerke dienen Schmierpumpen.

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 Notbremsahnen 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 Triebzahnäder 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.

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 Ø	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	
			<i>dauernd</i>		<i>kurzzeitig</i>		
Bremsstrom für Adhäsions- und Zahnradmotor	A		760		900		
Heizstrom, 1500 V	A		133		—		

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 Triebäder 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 Triebzahnäder (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

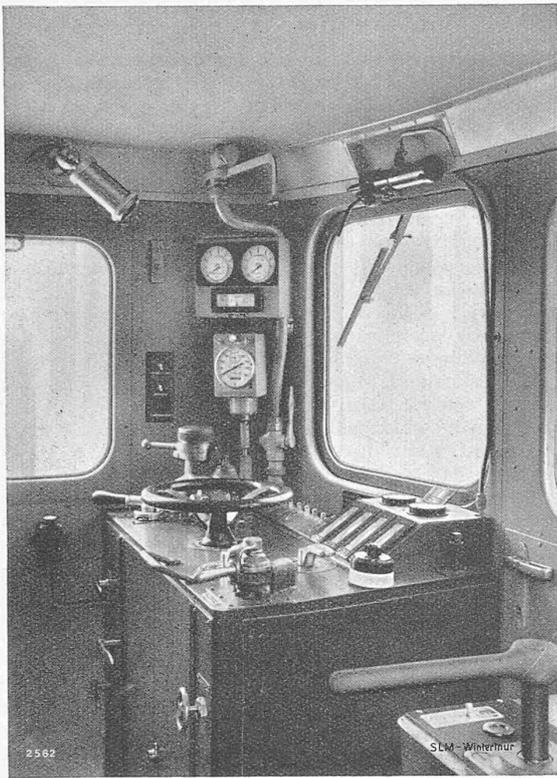


Abb. 8. Führerstand des Brünig-Gepäcktriebwagens

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 Zubzw. Abschalten von Spulen eines Ausgleichstransformators 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 Fahrriechtung und eines sog. Fahrswitchers, 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 Öelpumpe, die das Transformatoröl durch den Öelkühler 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 Fahrdrachtspannung 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 Fahrdrachtvoltmeter, sowie einige weitere Apparate zu Heizzwecken angeschlossen.

An Messapparaten sind in jedem Führerstand vorhanden: ein Voltmeter für die Fahrdrachtspannung, 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 Fahrswitchers 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.

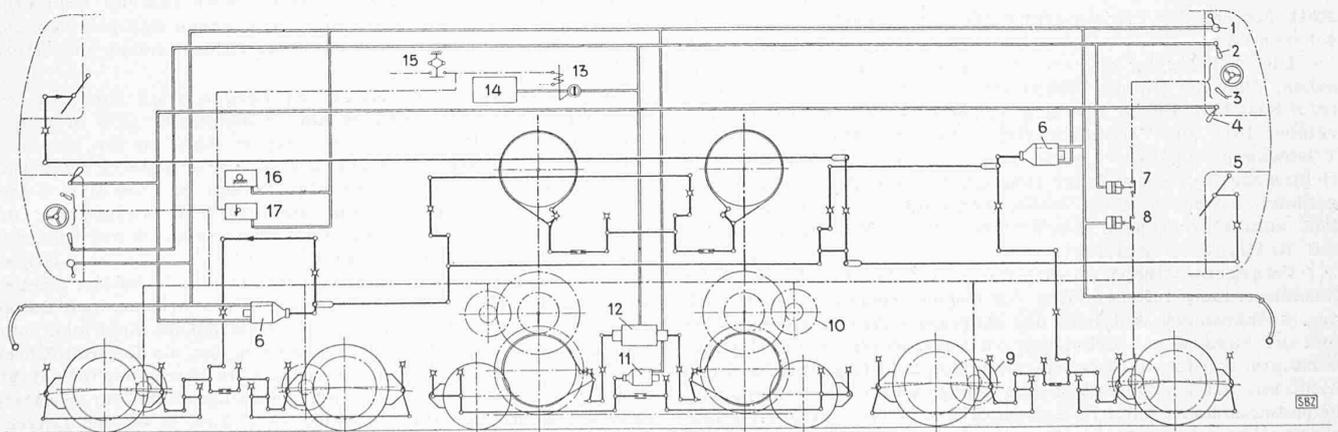


Abb. 7. Prinzipschema der mechanischen und elektrischen (strichpunktiert) Bremsung des Brünig-Gepäcktriebwagens der SBB

Legende: 1 Differenzialbremse 2 Zahnradbremse 3 Elektr. Bremse 4 Triebwagenbremse 5 Handbremse 6 Bremszylinder z Adh. Gestell 7 Druckschalter für Zahnradbremse 8 Druckschalter für Differenzialbremse 9 Adhäsionsmotor 10 Zahnradmotor 11 Bremszylinder z Zahnradgestell 12 Bremszylinder z Zahnradbremse 13 Elektro-pneum. Ventil 14 Hilfs-Luft-Behälter 15 Zenitflügelschalter am Triebzahnrad 16 Wegabhängiger Sicherheitsapparat auf Adh. u. Zahnst. 17 Wegabhängiger Sicherheitsapparat auf Zahnstange

Mit Hilfe einer Spannungsprüfeinrichtung lässt sich das Wiedererscheinen der Fahrdrachtspannung 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 Relaisystem 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 Gepäcktriebswagen, 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 Sandstreuereinrichtung in Tätigkeit tritt — auf die Zweikammer- und Zahnradbremse des Gepäcktriebwegens. 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 Gepäcktriebswagen beim Ueberschreiten von 35 km/h durch den Zentrifugalschalter notgebremst.

Dem vorstehenden kurzen Ueberblick über die technischen Daten des Gepäcktriebwegens 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 Gepäcktriebswagen 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 Gepäcktriebwegens bezüglich des mechanischen Antriebs, des Einphasen-Wechselstrommotors und der elektrischen Schaltung zu lösen waren, so darf ruhig behauptet werden, dass der elektrische Brünig-Gepäcktriebswagen nicht nur als Verkehrsmittel 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 Übungsstunden 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 Übungen, 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 «Koordination» 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 Lötschberg-Tunnel, 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