

# Elektrische Gepäcktriebwagen der SBB

Autor(en): **Müller, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **113/114 (1939)**

Heft 26

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-50632>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

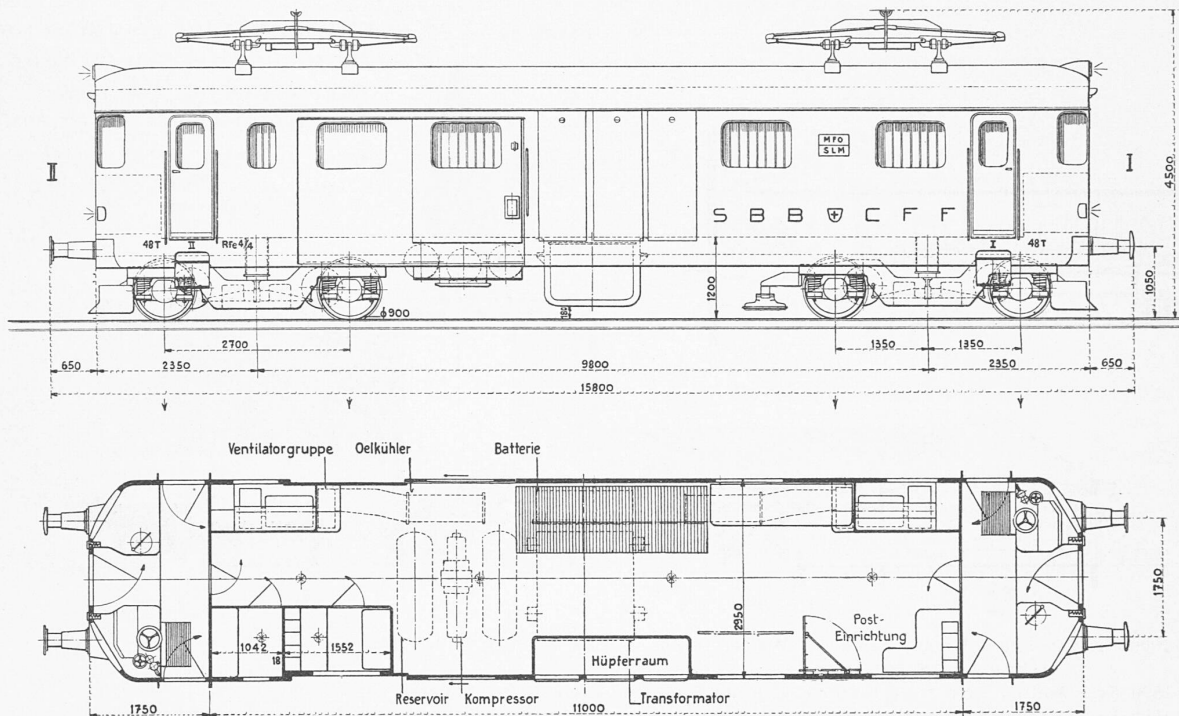


Abb. 1 und 2. Leichter elektrischer Gepäcktriebwagen der SBB, gebaut von der «SLM-Winterthur» und «Oerlikon». Typenskizze 1 : 100

## Elektrische Gepäcktriebwagen der SBB

Von W. MÜLLER, Obermaschineningenieur der SBB, Bern

Während in der Schweizerischen Landesausstellung in Zürich die 235 t schwere elektrische 12000 PS-Doppellokomotive der SBB als «stärkste Lokomotive der Welt» bestaunt wurde, sind in der Stille neuartige elektrische Triebfahrzeuge der SBB auf die Schienen gestellt worden, die mit rd. 50 t Gewicht und 1340 PS ein extremes Gegenstück zu jenem Koloss<sup>1)</sup> bilden. Das Bedürfnis, für die Zugförderung über Triebfahrzeuge mit so gewaltigen Leistungsunterschieden zu verfügen, ist durch die Entwicklung des Bahnbetriebes in den letzten Jahren entstanden. Es gibt Anlass zu Betrachtungen darüber, wie ihm technisch und wirtschaftlich am besten Rechnung getragen werden kann. Einer kurzen Beschreibung des neuen leichten Triebfahrzeugtyps sollen deshalb einige Mitteilungen über seine Entstehungsgeschichte vorausgeschickt werden. Das Triebfahrzeug wird nicht als Lokomotive, sondern wegen seiner Verwendbarkeit für Gepäcktransport als *Gepäcktriebwagen* bezeichnet, obschon seine Hauptaufgabe die Förderung leichter Personen- und Schnellzüge mit grosser Geschwindigkeit, der Gepäcktransport dagegen nur eine Nebenaufgabe ist.

Es mag auffallen, dass nach den oben angegebenen Daten die nur etwa  $4\frac{1}{2}$  mal schwerere Doppellokomotive die neunfache Leistung des Gepäcktriebwagens aufweist. Dieser Unterschied ist eine augenfällige Bestätigung der bekannten und ohne weiteres verständlichen Tatsache, dass das Gewicht der Triebfahrzeuge bei weitem nicht im Verhältnis zu ihrer Leistung wächst. Dabei kosten leichte elektrische Triebfahrzeuge pro Tonne ihres Gewichtes rd. 20 % mehr, als schwere Lokomotiven, und die Kosten des Unterhaltes pro Gewichtseinheit verhalten sich ähnlich. Berücksichtigt man ferner die Energiekosten für die Bewegung des Triebfahrzeuggewichtes und insbesondere die Kosten für deren Bedienung während der Fahrt, die vom Gewicht unabhängig sind und daher, bezogen auf die Leistung, für den Gepäcktriebwagen rund das Neunfache derjenigen der Doppellokomotive betragen, so bedarf es keines weiteren Beweises für die enorme wirtschaftliche Ueberlegenheit des Transportes von Waren und Menschen in schweren Zügen gegenüber dem sogenannten Leichtverkehr. Die gleichen Feststellungen belegen nebenbei auch die gewaltigen wirtschaftlichen Vorteile des Bahntransportes vor dem Strassentransport.

Beim Gütertransport lässt sich, sofern er eine gewisse Dichte aufweist, der Vorteil der Verwendung schwerster Lokomotiven nahezu restlos ausnützen, teilweise auch bei der Förderung schwerer internationaler Schnellzüge. Doppellokomotiven von der Bauart der in der Landesausstellung in Zürich ausgestellten werden für solchen Dienst auf der Gotthardstrecke verwendet,

wo die Voraussetzungen dafür in hohem Masse erfüllt sind. Beim Reisendenverkehr im Inland dagegen entwickeln sich die Verhältnisse unter dem Einfluss des Strassenverkehrs mit Kraftfahrzeugen immer mehr im entgegengesetzten Sinne. Das Bedürfnis, die Personenzüge zu vermehren und ihre Fahrzeiten zu kürzen, führt zwangsläufig zur Verminderung ihres Gewichtes. Zur Förderung leichter Züge sind leichte Triebfahrzeuge bei hinreichender Verwendungsmöglichkeit wirtschaftlicher als schwere Lokomotiven, trotz der erwähnten Vorteile, die die letztgenannten aufweisen, sofern eben ihre Leistung ausgenützt werden kann.

Die erwähnte Entwicklung des Personenverkehrs führte bis an ihr mögliches Ende, nämlich zur Unterdrückung der Lokomotive durch Ausrüstung der Personenwagen mit Antriebmotoren, d. h. zum Triebwagen. Das Ziel, das man beim Bau von Triebwagen verfolgte, war vornehmlich die Kürzung der Fahrzeiten durch grosse Anfahrbeschleunigung und Bremsverzögerung und durch erhöhte Fahrgeschwindigkeit in Geraden und Kurven, sowie die Kürzung der Aufenthalte durch Erleichterung des Ein- und Aussteigens. Mit Anhängewagen früherer schwerer Bauart mit hoher Fussbodenlage war das nicht zu erreichen. Erst die Erfahrungen mit leicht gebauten Triebwagen gaben den Anstoss und auch den Mut zum Entwurf leichter Anhängersonnenwagen mit tiefer Bodenlage und verbesserten Einsteigverhältnissen, galt es doch lange Zeit als feststehend, dass ein guter Gang bei hohen Geschwindigkeiten nur bei grossem Wagengewicht erreichbar sei. Die überraschend guten Erfahrungen mit leichten Stahlwagen von rd. 27 t Gewicht mit breitem Mitteleingang und tief liegendem Boden, wie sie in den Städteschnellzügen zwischen

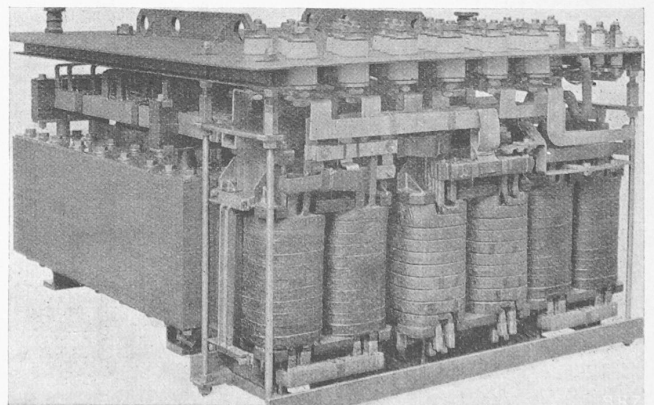


Abb. 4. Transformator mit Uberschaltspulen, ohne Oelkessel

<sup>1)</sup> Siehe «SBZ», Bd. 114, S. 35\*.

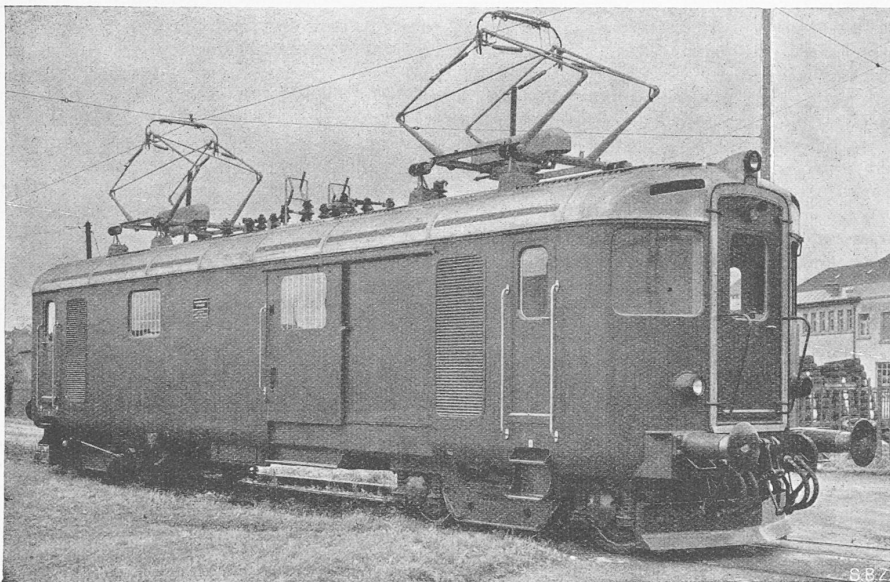


Abb. 3. Leichter elektr. Gepäcktriebwagen der SBB, gebaut von «SLM-Winterthur» und «Oerlikon»  
Gewicht 52 t, Stundenleistung 1340 PS (= 3880 kg am Radumfang),  $V_{\max} = 125$  km/h

Zürich und Genf verkehren<sup>2)</sup> und deren Zahl ständig vermehrt wird, ermöglichen nun die Rückkehr zu dem für die veränderlichen Bedürfnisse weitaus zweckmässigeren, beliebig zusammenstellbaren und grössere Reisebequemlichkeiten bietenden Zug. Die in kleiner Zahl vorhandenen Triebwagen und Triebzüge finden dennoch ihre Ausnützung im Ausflug- und Gesellschaftsverkehr und im fahrplanmässigen Dienst, doch werden sie kaum vermehrt werden.

Damit aber der zusammenstellbare Personenzug alle Vorteile des Triebwagens bietet, muss er auch mit ebenso grossen Beschleunigungen und Geschwindigkeiten in Geraden und Kurven gefördert werden können, was allerdings nur innert gewissen Grenzen der Zuggewichte und Höchstgeschwindigkeiten möglich ist. Zu diesem Zweck wurden die neuen *Gepäcktriebwagen* gebaut. Auf die zu Versuchszwecken bei den dreiteiligen roten SBB-Schnelltriebzügen<sup>3)</sup> angewendete Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h, die auf dem hindernisreichen schweizerischen Bahnnetz nur so selten gefahren werden kann, dass sie zur Fahrzeitkürzung nicht sehr viel beizutragen vermag, wurde zu Gunsten grösserer Zugkraft verzichtet und die Höchstgeschwindigkeit auf 125 km/h festgesetzt, wie beim Einzelschnelltriebwagen «Roter Pfeil»<sup>4)</sup>. Dagegen wurde auf die erhöhten Fahrgeschwindigkeiten in den Kurven Wert gelegt, die für die Schnelltriebwagen und Triebzüge erlaubt ist, weil dadurch nicht nur direkt, sondern auch durch Kürzung der Verzögerungs- und Beschleunigungszeit vor und nach dem Befahren von Kurven mit verminderter Geschwindigkeit die Fahrzeit gekürzt und Energie (auch Bremsklotzmaterial und Auswechslungsarbeit) gespart wird.

Die Fahrt mit erhöhter Geschwindigkeit in Kurven ist vorläufig an die Bedingungen geknüpft, dass das Fahrzeug wie ein vierachsiger Wagen mit zwei Drehgestellen von genügendem Drehzapfenabstand und mit Achsdrücken von höchstens 13 t gebaut wird. Diese Bauart gewährleistet eine gleichmässige Verteilung der die Zentrifugalkräfte in den Kurven aufnehmenden Spurkranzdrücke, die beim angegebenen Grenzwert für die Achsbelastung nicht grösser werden als bei elektrischen Lokomotiven mit 20 t Achsdruck, die Kurven mit normalen Geschwindigkeiten durchfahren. Die Erfahrungen mit den dreiteiligen elektrischen Schnelltriebzügen, deren Triebwagen diesen Bedingungen entsprechen, haben gezeigt, dass auch auf gerader Strecke die dynamischen Kräfte zwischen Rad und Geleise selbst bei Geschwindigkeiten bis zu 175 km/h eher kleiner sind, als bei elektrischen Lokomotiven von 20 t Achsdruck mit 100 bis 110 km/h.

Um mit gleichen Geschwindigkeiten verkehren zu dürfen wie die Personen-Triebwagen, musste somit das neue Triebfahrzeug zur Förderung leichter Personenzüge als vierachsiges Drehgestellfahrzeug von höchstens 52 t Gewicht gebaut werden. Der Leistung sind dadurch vorläufig ziemlich niedrige Grenzen gesetzt, weshalb für Züge mit grosser Platzzahl mit mehrfacher Bespannung gerechnet werden muss. Damit nicht auch mehr-

fache Kosten für das Personal entstehen, wurden die Fahrzeuge für sogenannte Vielfachsteuerung eingerichtet, mit der mehrere, in einem Zuge sich befindende Triebfahrzeuge von einem Führerstand aus gesteuert werden können. Wenn die zugehörigen Anhängewagen mit den nötigen Steuerleitungen und Kupplungen ausgerüstet sind, so erlaubt die Vielfachsteuerung, die Triebfahrzeuge an beliebiger Stelle in die Züge einzureihen, z. B. an beiden Enden, oder auch sogenannte Steuerwagen zu verwenden, die selber keinen Antrieb besitzen. Dadurch lässt sich das Umstellen der Triebfahrzeuge auf Kopf- oder Umkehrbahnhöfen vermeiden, sodass der angekommene Zug sofort für die Gegenrichtung fahrbereit ist.

Mit Rücksicht auf die verhältnismässig kleine Zugkraft, die durch das beschränkte Gewicht begrenzt ist, haben die neuen Triebfahrzeuge einen Gepäckraum erhalten, der bei vielen Zügen erlauben wird, auf die Mitgabe eines besondern Gepäckwagens, zu Gunsten eines Personenwagens, zu verzichten. Der übrige Teil des Wagenkastens enthält Teile der elektrischen Ausrüstung. Man

ist somit zu einem Triebfahrzeugtyp zurückgekehrt, den die SBB schon seit 12 Jahren verwenden. Die 25 vierachsigen Gepäcktriebwagen älterer Bauart, die ebenfalls für Vielfachsteuerung eingerichtet sind, haben jedoch eine Höchstgeschwindigkeit von nur 75 bis 85 km/h und wiegen leer 59 bis 65 t, haben also Achsdrücke über 13 t, obschon sie (mit einer Ausnahme) erheblich kleinere Leistungen aufweisen als die neuen leichten Gepäcktriebwagen mit 52 t Eigengewicht (Abb. 1 bis 3).

Als *Motor* für den Antrieb der drei ersten leichten elektrischen Gepäcktriebwagen Nr. 601 bis 603, die als Probeausführung zu betrachten sind, wurde der gleiche Typ verwendet, wie für die roten Schnelltriebzüge<sup>5)</sup> der SBB. Durch Anwendung von Fremdlüftung mit Ventilatoren, die bei den Gepäcktriebwagen im Wagenkasten Platz fanden, konnte die Dauerleistung eines Motors auf 230 kW (313 PS) bei 93 km/h nach den Normen des Internationalen Eisenbahnverbandes gesteigert werden. Die Stundenleistung beträgt 246 kW (334 PS) bei 91 km/h. Die vier Motoren eines Triebwagens ergeben somit bei den genannten Geschwindigkeiten die schon erwähnte Stundenleistung von 1340 PS. Sie sind in zwei parallel geschalteten Gruppen paarweise in Serie geschaltet. Zu jeder Gruppe gehört ein Wendeschalter; die beiden Wendeschalter haben gemeinsamen pneumatischen Antrieb.

In der Bremsschaltung arbeiten die Motoren als Gleichstromerzeuger auf im Dach untergebrachte Widerstände. Es sind 20 Bremsstufen vorhanden, die mit elf Bremshüpfern geschaltet werden. Die elektrische Bremsung dient zur Abbremsung des Triebwagengewichtes in Gefällen, während das Gewicht der angehängten Wagen durch ihre Luftbremsen gebremst wird. Auf Flachlandstrecken kann sie auch zur Regelung der Geschwindigkeit des ganzen Zuges dienen.

Jeder Motor arbeitet über ein Stirnradgetriebe mit Uebersetzung 1 : 3,17 (bei den Schnelltriebzügen 1 : 2,64 entsprechend der grösseren Höchstgeschwindigkeit) und einen Hohlwellen-Antrieb auf eine Triebachse von 900 mm Durchmesser. Der Antrieb ist von ähnlicher Bauart BBC, wie jene der Einzelschnell-Triebwagen «Roter Pfeil», bei denen er sich bestens bewährt hat, wie übrigens seither auch die, zur Zeit der Bestellung der Gepäcktriebwagen noch nicht erprobten Antriebe der MFO und SAAS bei den Schnelltriebzügen. Die Drehgestelle sind gleich gebaut wie bei den Schnelltriebzügen.

Da zur Zeit der Bestellung der Gepäcktriebwagen Erfahrungen mit den bei den Schnelltriebzügen erstmals verwendeten Transformatoren mit stufenloser Spannungsregelung noch nicht vorlagen, wurden die Gepäcktriebwagen mit *Stufentransformatoren* in Oel (Abb. 4) und samt der *Hüpfensteuerung* nach bewährten Ausführungen ausgerüstet. Um die Beschleunigung beim Anfahren dennoch praktisch stossfrei zu gestalten, werden auf den unteren Fahrstufen die Bremswiderstände zur Spannungs-Regulierung verwendet, sodass mit nur sechs Spannungsanzapfungen am Transformator und zwölf Stufenhüpfern 20 Fahrstufen erzielt werden. Die Leistung des Transformators beträgt

<sup>2)</sup> Siehe «SEZ», Bd. 110, S. 13\* und 116\* (1937).

<sup>3)</sup> «SEZ» Bd. 111, S. 125\* (12. März 1938).

<sup>4)</sup> Bd. 107, S. 33\* (25. Jan. 1936).

<sup>5)</sup> Siehe «SEZ», Bd. 111, Seite 127\* (12. März 1938).

900 kVA plus 200 kVA für die elektrische Zugheizung. Er ist unter dem Wagenboden in Fahrzeugmitte aufgehängt.

Die beiden *Stromabnehmer* sind von neuester leichter Bauart. Beim Fahren wird in der Regel nur der hintere benützt, der vordere bleibt in Reserve. Wie bei den Schnelltriebzügen ist ein Lufthauptschalter und eine Hochspannungssicherung mit Umschalter auf eine Reservesicherung auf dem Dach aufgebaut.

Der Schalttisch für den Führer ist gleich dem der Schnelltriebzüge, jedoch für stehende statt sitzende Bedienung. Die übrige elektrische Ausrüstung für Pressluftherzeugung, Gleichstrom für Beleuchtung und Steuerung, Heizung, Sicherheitssteuerung für Totmannpedal und automatische Zugsicherung usw. ist die übliche. Zur Gleichstromerzeugung dient ein Gleichrichter, zur Pressluftherzeugung für Apparate und Bremse ein SLM-Rotationskompressor für rd. 80 m<sup>3</sup>/h (16,5 PS).

Die Vielfachsteuerung ist für gleichzeitige Steuerung von mehreren Triebwagen von einem Führerstand aus gebaut. Die Kupplungen der Steuerleitungen zwischen den Wagen sind von neuer leichter Bauart, die so ausgebildet wurde, dass auch bei täglich mehrmaligem Kuppeln und Entkuppeln und zeitweisem Nichtgebrauch stets eine einwandfreie Verbindung der Kontakte gewährleistet ist. An jeder Stirnseite der Fahrzeuge sind zwei Kupplungen mit je 26 Steuerleitungskontakten vorhanden.

Der Wagenkasten und die Zug- und Stossapparate sind in leichter Bauart wie die leichten Stahlwagen der SBB gebaut für 50 t Pufferdruck und 25 t Zugkraft. Für den Fall, dass Gepäcktriebwagen zwischen Personenwagen in einen Zug eingereiht werden, wie es beim Anhängen von Verstärkungswagen an einen durch zwei vorn und hinten am Zuge befindliche Triebwagen geförderten Zug vorkommen kann, oder wenn zwei Züge über Teilstrecken gemeinsam verkehren, sind die Kastenenden mit Faltenbälgen versehen, die wegen des Luftwiderstandes und des bessern Aussehens bei Nichtgebrauch versenkbar angeordnet sind.

Mit Rücksicht auf die Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h sind die Gepäcktriebwagen mit einer automatischen Luftdruckbremse ausgerüstet, die bei Geschwindigkeiten von mehr als 80 km/h bei Vollbremsung einen Gesamtklotzdruck von 150 % des Achsdruckes erzeugt. Zur Vermeidung des Festbremsens der Räder bei kleinen Geschwindigkeiten, bei denen die Reibung gusseiserner Bremsklötze stark zunimmt, wird die Abbremsung auf 60 % des Achsdruckes vermindert, wenn eine Bremsung bei Geschwindigkeiten unter 80 km/h vorgenommen wird oder wenn während einer bei grösserer Geschwindigkeit eingeleiteten Vollbremsung die Geschwindigkeit unter 40 km/h fällt. Die Aenderung des Klotzdruckes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit wird nach einem System gesteuert, das die SBB gemeinsam mit den Ateliers des Charmilles in Genf entwickelt haben, und das an allen Leichtstahlwagen und neuen Auslandswagen Verwendung findet. Auf jedes Rad der Gepäcktriebwagen wirken vier Bremsklötze statt der üblichen zwei, wodurch sich trotz der hohen Abbremsung ein verhältnismässig kleiner Druck pro Klotz und infolgedessen ein günstiger Reibwert und eine geringe Abnutzung der Klötze ergibt.

Wenn sich die Gepäcktriebwagen bewähren, werden voraussichtlich weitere leichte vierachsige Triebfahrzeuge dieser Art gebaut werden. Obschon die spezifische Stundenleistung der leichten Gepäcktriebwagen von rd. 26 PS pro Tonne des Eigengewichtes gegenüber derjenigen der schweren Gepäcktriebwagen von 1927 mit rd. 16 PS/t einen ansehnlichen Fortschritt aufweist, wird eine weitere namhafte Steigerung der Leistung ohne Gewichtserhöhung anzustreben sein, um das Reibungsgewicht von 52 t, das Zugkräfte bis zu 10 000 kg auszuüben erlauben würde, auch bei grossen Geschwindigkeiten besser auszunützen. Spezifische Leistungen von 50 PS/t, wie sie heute schwere elektrische Lokomotiven aufweisen, werden allerdings bei leichten Triebfahrzeugen beim heutigen Stand der Technik nicht erreichbar sein.

Anschliessend noch folgende redaktionelle Angaben über **Gepäcktriebwagen der Brünig-Bahn**. Im Sommer dieses Jahres wurde bekanntlich der Beschluss zur Elektrifizierung der Brünig-Bahn der SBB<sup>1)</sup> gefasst, wobei auch bei dieser einzigen Schmalspurbahn der SBB mit zwischengeschalteter Zahnstangenstrecke wie bei den übrigen SBB-Strecken das Einphasenwechselstromsystem mit 15 kV Fahrdrathspannung und 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Per/s zur Anwendung kommt. Da die Zahnstangenstrecke zwischen Giswil und Meiringen mit 15,5 km Länge nur rund 1/8 der Gesamtstrecke ausmacht, werden im heutigen Dampfbetrieb die Lokomotiven für die Zahnstange ausschliesslich für die ziemlich genau in der Mitte zwischen Luzern und Interlaken gelegenen Steilrampen benutzt, während für den Betrieb auf den beiden anschliessenden

Talstrecken reine Adhäsionslokomotiven Verwendung fanden. Der sich hieraus ergebende zweimalige Lokomotivwechsel machte den Betrieb recht schwerfällig. Dieser Uebelstand wird nun im künftigen elektrischen Betrieb durch Verwendung von leistungsfähigen, für die ganze Strecke verwendbaren Gepäcktriebwagen beseitigt. Diese etwa 61 t schweren Triebwagen sind sechsschsig, wobei der mittlere Teil des Wagenkastens als Maschinenraum gebaut ist, während die beiden aussenliegenden Abteile als Gepäckraum dienen. Die aussenliegenden vier Adhäsionsachsen werden von Tatzenlagermotoren von zusammen 1248 PS Stundenleistung angetrieben; die inneren beiden, nur für Zahnstangenbetrieb bestimmten Achsen erhalten zwei hochliegende Motoren von je 704 PS, die mittels doppelter Zahnradübersetzung auf die Triebzahnäder arbeiten. Auch bei diesen Triebwagen kommt Hochspannungssteuerung in Anwendung wie bei den 1B<sub>0</sub>1B<sub>0</sub>1 + 1B<sub>0</sub>1B<sub>0</sub>1-Lokomotiven und den im Bau befindlichen Schnellzuglokomotiven Achsfolge 1D<sub>0</sub>1 der Serie 10801 der SBB. Elektrisch wird nur auf der Zahnstangenstrecke gebremst, wobei die fremderregten sechs Triebmotoren auf den auf dem Wagendach angeordneten Bremswiderstand arbeiten. Die max. Fahrgeschwindigkeit wird auf der Adhäsionsstrecke 75 km/h und auf der Zahnstangenstrecke 33 km/h betragen bei einem Anhängengewicht von 240 t bzw. 60 t. In die Lieferung der elektrischen Ausrüstung für die insgesamt 16 Triebwagen teilen sich die Firmen A. G. Brown, Boveri & Co., Maschinenfabrik Oerlikon und S. A. des Ateliers de Sécheron, während der mechanische Teil von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur gebaut wird.

## Der gegenwärtige Stand des Fernsehens

Von Prof. Dr. F. TANK, E. T. H., Zürich<sup>1)</sup>

Das technische Fernsehen in seiner heutigen Gestalt stützt sich auf zwei besondere Eigentümlichkeiten des Auges: einmal auf das begrenzte Auflösungsvermögen, d. h. auf die Tatsache, dass Punkte oder Linien, die vom Auge aus gemessen eine Winkeldistanz von weniger als eine bis zwei Minuten besitzen, nicht mehr getrennt wahrgenommen werden, und sodann auf die Trägheit des Sehvorganges, die bewirkt, dass Ereignisse, die erheblich schneller als in Zehntelsekunden aufeinander folgen, zeitlich nicht mehr auseinander gehalten werden können. Ein Bild kann daher auch durch diskrete Bildelemente (Raster) dargestellt werden, und bei genügend schneller Folge von Bildern wird der Eindruck der Kontinuität erweckt (Kinematographie). Für die Zwecke des Fernsehens ist ein Bild in geeigneter Weise in Bildelemente zu zerlegen. Dies geschieht allgemein in Form des Linienrasters. Man verwendet heute beinahe ausschliesslich das sog. Zeilensprungverfahren mit 441 Zeilen (deutsch-amerikanisch) oder 405 Zeilen (englisch) bei 25maligem Bildwechsel in der Sekunde. Die Helligkeitswerte jedes der einzelnen Bildelemente sind mit Hilfe lichtelektrischer Zellen zeitlich nacheinander in elektrische Stromimpulse zu verwandeln und diese drahtlos oder auf Leitungen zu übertragen. Auf der Empfangsseite ergibt sich die Aufgabe der Rückverwandlung der übertragenen elektrischen Strom- und Spannungswerte in Helligkeitsbeträge des feinen Leuchtfleckens einer Fernseh-Kathodenstrahlröhre und der kunstgerechten Zusammensetzung dieser Helligkeitsbeträge zum Empfangsbilde. Der Umstand, dass für gute Bildqualität eine feine Rasterung und damit eine sehr grosse Zahl von Bildelementen erforderlich ist, hat zur Folge, dass äusserst rasch und unregelmässig wechselnde elektrische Grössen mit einer vorzüglichen Genauigkeit zu übertragen sind. Das Fernsehen kann daher als eine elektrische Präzisionstechnik der höchsten Frequenzen und der breitesten Frequenzbänder bezeichnet werden. Demzufolge muss das Fernsehen sich in ausgedehntester Masse die weitgehend trägheitsfreien Mittel der Elektronentechnik zunutze machen, wie Steuerung des Elektronenstromes in Kathodenstrahlröhren und in den verschiedenen Arten neuer Verstärkerröhren (Elektronenvervielfacher), Umwandlung von Licht in elektrischen Strom durch die lichtelektrische Zelle usw.

Die ältesten Bildzerleger waren mechanischer Natur. Besonders bekannt geworden ist die Spiral-Lochscheibe von Nipkow, der diese schon 1884 bekanntgab. Seither haben die mechanischen Abtaster eine grosse Vervollkommnung erlebt. Ihre Herstellung bereitet aber wegen der hohen Anforderungen an Präzision und Materialbeanspruchung ausserordentliche Schwierigkeiten. Die Fernseh-Sendeapparatur, die an der Schweizerischen Landesausstellung ausgestellt war und die im Institut für Hochfrequenztechnik E. T. H. gebaut wurde, besitzt eine Abtastvorrichtung mit Kathodenstrahlröhre und Leuchtschirm-

<sup>1)</sup> Vgl. Bd. 112, S. 55\* (mit Längenprofil).

<sup>1)</sup> Autoreferat seines Vortrages im Z. I. A. am 22. März und in der N. G. Z. am 15. Mai d. J.