

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

90. Jahrgang

1. Januar 1935

Heft 1

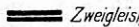
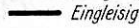
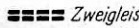
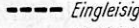
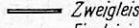
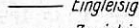
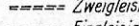
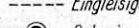



## Ein Überblick über die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ministerialrat Ing. Hugo Luithlen, Wien.

Im Fachheft Österreich wurde im Jahre 1927 eingehend über die damals im Gange befindlichen Elektrisierungsarbeiten auf den Linien der Österreichischen Bundesbahnen berichtet. Das damals in Ausführung begriffene Bauprogramm wurde im Jahre 1929 vollendet, so daß die in der Übersichtskarte (Abb. 1) durch starke Linien bezeichneten Strecken seit mehr als fünf Jahren im elektrischen Betrieb stehen. Außerdem wurde die Teilstrecke Schwarzach-St. Veit—Mallnitz der Tauernbahn für die elektrische Zugförderung eingerichtet; im Dezember 1933 fand dort die Eröffnung des elektrischen Betriebes statt. Außer der vorläufig noch abgeordneten rund 107 km

11,8 Milliarden Gesamtlast-(Brutto-)Tonnenkilometern rund 2,2 Milliarden, also fast 19 v. H. elektrisch befördert und von rund 65,4 Millionen Lokomotivkilometern rund 11,6 Millionen, also rund 18 v. H. von elektrischen Triebfahrzeugen geleistet. Bei einem Gesamtkohlenverbrauch für Triebfahrzeuge von 1380000 t Normalkohle wurden auf den elektrisierten Linien rund 351000 t also etwa 25 v. H. des restlichen Gesamtkohlenverbrauchs erspart. Diese Zahlen zeigen deutlich, daß die Elektrisierung tatsächlich zu einer vergleichsweise großen Kohlenersparnis geführt hat, die ja einer der Hauptgründe der Elektrisierung in Österreich war, weil dieses Land arm an

Zeichenerklärung:

-  Zweigleisige elektrisch betriebene vollspurige Linien
-  Eingleisige elektrisch betriebene vollspurige Linien
-  Zweigleisige vollspurige Linien, deren Elektrisierung von der Österr. Bundesbahnen zunächst geplant ist.
-  Eingleisige vollspurige Linien, deren Elektrisierung von der Österr. Bundesbahnen zunächst geplant ist.
-  Zweigleisige sonstige vollspurige Linien im Betrieb der Österr. Bb.
-  Eingleisige sonstige vollspurige Linien im Betrieb der Österr. Bb.
-  Zweigleisige vollspurige Privatbahnen und ausländische Bahnen
-  Eingleisige vollspurige Privatbahnen und ausländische Bahnen
-  Bahneigene Kraftwerke
-  Bahnfremde Kraftwerke
-  Bahneigene Unterwerke

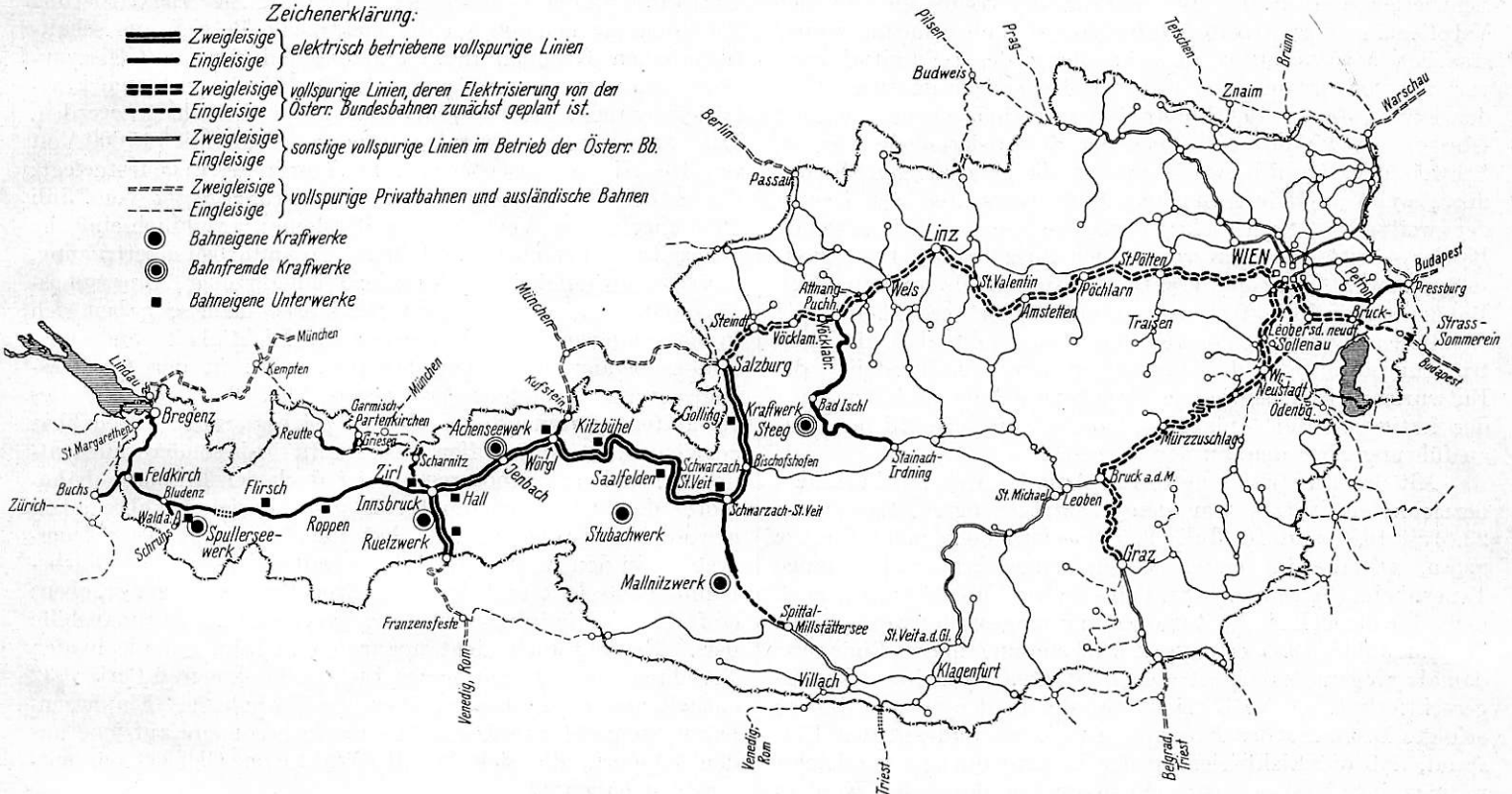


Abb. 1. Übersichtsplan. Stand Ende 1934.

langen Salzkammergutlinie „Attnang-Puchheim—Stainach-Irdning“ steht ein geschlossenes, rund 563 km Streckenlänge umfassendes Netz westlich von Salzburg im elektrischen Betrieb, das bis Bregenz reicht und in Salzburg, Kufstein, Brenner und Buchs Anschluß an elektrisierte Linien des Auslandes findet. Überall, mit einziger Ausnahme des Brenners, findet ein Zusammentreffen des gleichen Stromsystems (Einphasenwechselstrom 15 kV,  $16\frac{2}{3}$  Hz) statt, so daß sich das österreichische Netz harmonisch an die Netze Deutschlands und der Schweiz anschließt. Die Betriebslänge der elektrisierten Linien beträgt rund 670 km, das sind rund 11,5 v. H. der Bundesbahnlinien. Unter Einrechnung der von den Bundesbahnen betriebenen Linien St. Pölten—Gußwerk, Wien—Hainburg und der Mittenwaldbahn stehen im ganzen rund 887 km, das sind rund 15 v. H. der Bundesbahnlinien im elektrischen Betrieb. Im Jahre 1932 wurden von rund

hochwertigen, für die Lokomotivheizung geeigneten Kohlen ist und seine Handelsbilanz durch die Einfuhr ausländischer Kohle ungünstig beeinflusst wird. Aber auch die anderen in die Elektrisierung gesetzten Hoffnungen\*) sind in Erfüllung gegangen. Die Geschwindigkeit der Züge konnte erhöht, die Fahrzeiten konnten verringert werden, die Konkurrenz gegen andere Linien hat sich gebessert; ausländische Reisende wurden durch die größere Annehmlichkeit des Reisens ins Land gezogen. Wie sehr die Elektrisierungsbauten mitgeholfen haben, die Industriekrise und die Arbeitslosigkeit in Österreich zu verzögern, ergibt sich schon aus folgenden Angaben. Bei der Elektrisierung waren mehr als 300 Unternehmungen der verschiedensten Arbeitsgebiete unmittelbar beschäftigt, während die Zahl der mittelbar beteiligten Firmen bedeutend größer war.

\*) Dittes: „Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.“ Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927, S. 473.

Um nur die wichtigsten verwendeten Baustoffe anzuführen, sei erwähnt, daß bei den Bauarbeiten für die Kraftwerke, Unterwerke, Leitungsanlagen usw. etwa 40000 t Stahl und Eisen, 80000 t Zement, 8 Millionen Stück Ziegel und etwa 70000 m<sup>3</sup> Holz verbraucht wurden, was einer Last von 400 Eisenbahnzügen mit je 50 voll beladenen Wagen entspricht. Die Zahl der in den Werkstätten und Fabriken, auf den Baustellen der Kraft- und Unterwerke und des Leitungsbaues insgesamt geleisteten Arbeitsstunden ist mit 150 Millionen wohl nicht zu hoch eingeschätzt\*). Es wurden aber auch im ganzen vier große Kraftwerke, zwölf Unterwerke, rund 490 km Übertragungsleitungen, rund 1240 km Fahrleitungen, 930 km Fernmeldekabelleitungen (mit rund 27000 km Aderlänge), ferner 177 Triebfahrzeuge, vier große Zugförderungsanlagen, eine Elektrohauptwerkstätte, endlich 49 Wohnhäuser mit im ganzen 365 Wohnungen hergestellt. Durch die Wohnhausbauten hat die Elektrisierung auch zu der in der ersten Nachkriegszeit brennenden Wohnungsfürsorge beigetragen. Die vergleichsweise lange Gesamtbaudauer von rund zehn Jahren (1920 bis 1929) findet ausreichende Begründung in den außerordentlichen Verhältnissen, die während der ersten Baujahre herrschten. Schwierigkeiten in der Beschaffung der Baustoffe, in der Verpflegung der Arbeiter (die kargen Lebensmittel waren staatlich bewirtschaftet), Bereitstellung der Geldmittel usw. verhinderten anfangs einen flotten Baufortschritt, wie er in den letzten Jahren der Elektrisierungsperiode erreicht wurde. Übrigens entwickelte sich auch der Elektrisierungsbau in der Schweiz ganz ähnlich, wo ja anfangs die gleichartigen Hemmnisse, wenn auch in geringerem Maße herrschten\*\*). Der in der zweiten Hälfte der Elektrisierungsperiode sehr befriedigende Baufortschritt war der vortrefflich ausgebauten Bauorganisation sowohl bei den Elektrizitätsfirmen als auch bei den Bundesbahnen (Elektrisierungsdirektion) zu verdanken. Die Elektrisierungsarbeiten waren derart eingeteilt, daß die Elektrisierungsdirektion die Vorstudien und (größtenteils) die Entwurfsarbeiten, sowie die Bauüberwachung und Abnahme der fertiggestellten Anlagen besorgte, die eigentliche Bauausführung aber den Firmen überließ.

Mit der Elektrisierung des in Abb. 1 durch starke Linien bezeichneten Netzes war den Elektrisierungsgesetzen (vom 23. Juli 1920 und 16. Juli 1925) insofern noch nicht Genüge getan, als die im ersten Gesetz angeführte 81 km lange Tauernbahn (Schwarzach-St. Veit—Spittal-Millstättersee) noch nicht für die elektrische Zugförderung umgestaltet worden war. Die im Jahre 1925 erfolgte Zurückstellung dieser Linie war damals wegen des eingetretenen starken Verkehrsrückgangs gerechtfertigt. Mit Rücksicht auf die in den letzten Jahren erfolgte Belebung des Tauernbahnverkehrs und auf den Umstand, daß die Elektrisierung der Tauernbahn nur vergleichsweise geringe Kosten verursacht und wegen des großen Kohlenverbrauchs (infolge der ungünstigen Neigungsverhältnisse) unbedingt wirtschaftlich ist, wurde diese Strecke als erste auf das Programm für die Fortsetzung der Elektrisierung gestellt. Im Jahre 1933 wurde die Teilstrecke Schwarzach-St. Veit—Mallnitz für den elektrischen Betrieb eingerichtet. Auf der restlichen Strecke der Tauernbahn bis Spittal-Millstättersee wird die elektrische Zugförderung im Mai 1935 aufgenommen werden\*\*\*). Das weitere Elektrisierungsprogramm †) umfaßt (vergl. Abb. 1) die Linien Salzburg—

Wien (314 km), Wien—Graz (212 km), Wien—Strass-Sommerein auf der Linie nach Budapest (67 km) und Gramatneusiedl—Wiener Neustadt (64 km), im ganzen 738 km. Nach Fertigstellung dieser Elektrisierungsarbeiten würden mehr als 27 v. H. der Bundesbahnlinien im elektrischen Betrieb stehen. Für das weitere Programm fehlen vorläufig noch sowohl die gesetzlichen Grundlagen als auch die Geldmittel. Richtiger Weise werden aber trotzdem die Vorarbeiten für die Fortsetzung der Elektrisierung von der Elektrisierungsdirektion lebhaft betrieben. Da für die Linie Salzburg—Wien auch die Speisung durch bahneigene Kraftwerke in Betracht kommt und zwar insbesondere unter Ausnutzung der den Österreichischen Bundesbahnen gehörigen Wasserkraftkonzessionen im Stubachtale, wurde für die unterhalb des in Betrieb stehenden Stubachwerkes\*) gelegene zweite Stufe ein Detailprojekt ausgearbeitet. Weitere Planungsarbeiten betreffen besonders eine vierseilige 110 kV-Übertragungsleitung aus dem Stubachtale gegen Salzburg—Wien und die Fahrleitungsanlagen auf den zunächst in Betracht kommenden Linien. Eine möglichst frühzeitige Beschäftigung mit den Fahrleitungsanlagen ermöglicht es, bei den aus verschiedenen Gründen notwendig werdenden Umbauten an den Gleisanlagen auf die künftige Elektrisierung Rücksicht zu nehmen, da der elektrische Betrieb aus schalttechnischen Gründen in den Bahnhöfen gewisse Gleisgruppierungen usw. notwendig macht. Die für die bisherige Elektrisierung angewendeten Grundsätze werden beibehalten werden. Das Stromsystem (Einphasenwechselstrom mit 15000 Volt und 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz) ist für Österreich im Verordnungswege festgelegt; die in der Begründung zum Elektrisierungsgesetz vom Juli 1920 angeführten Vorteile dieses Systems: vorbildlich einfache Fahrleitung, einfachste und billigste Gesamtarbeitsübertragung, gute Geschwindigkeitsregelung der Triebfahrzeuge, Anpassungsfähigkeit an die wechselnden Betriebsbedürfnisse haben sich in jahrelangem Betrieb hinsichtlich Richtigkeit und ausschlaggebender Bedeutung bewährt. Die in der Gesetzesbegründung enthaltene Voraussage, daß die Nachteile des gewählten Stromsystems durch Verbesserungen behebbar erscheinen, ist eingetroffen. Dies trifft insbesondere hinsichtlich der Lokomotivmotoren zu; ist doch der Einphasenbahnmotor dem Gleichstrommotor in jeder Beziehung ebenbürtig geworden. Große Vorteile hat die Gleichheit der Stromsysteme in den Anschlußbahnhöfen mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und den Schweizer Bundesbahnen ergeben: einfache Fahrleitungsausrüstung, gegenseitige Stromaushilfe usw. Es mag auch nicht unangebracht sein, auf die in den Berichten zum Internationalen Elektrizitätskongreß Paris 1932 enthaltenen Ausführungen über die Vorteile des Einphasenbahnsystems hinzuweisen und zwar insbesondere auf jene aus den Ländern, die sich für die Wahl von Gleichstrom entschieden haben\*\*).

Die für die Übertragungsleitungen gewählte Spannung von 55 kV hat sich zwar als ausreichend erwiesen, es wird jedoch für die Arbeitsübertragung in der Richtung gegen Wien auf 110 kV übergegangen werden. Für die Kupplung der schon früher erwähnten, geplanten 110 kV-Leitung mit dem 55 kV-Netz ist schon insofern Vorsorge getroffen, als beim Bau des seit 1929 im Betrieb stehenden Unterwerkes Schwarzach-St. Veit für eine Umspannanlage für 110 kV/55 kV Platz gelassen wurde.

Auch hinsichtlich der Grundlagen für die Energieversorgung haben die Betriebserfahrungen den in der Gesetzesbegründung dargelegten Erwägungen recht gegeben. Die Heranziehung bestehender Kraftwerke (Ruetzwerk der

\*) Die hier angeführten Zahlen beziehen sich auf die im Jahre 1929 vollendeten Elektrisierungsbauten.

\*\*) Luithlen: „Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen bis Ende 1929.“ E. u. M., Wien 1930, Heft 38.

\*\*\*) Kaan: „Die Eröffnung des elektrischen Betriebes auf der Nordrampe der Tauernbahn.“ Elektrotechn. u. Maschinenb. Wien 1933, Heft 51. — „Die Elektrisierung der Südrampe der Tauernbahn.“ Elektrotechn. u. Maschinenb. Wien 1934, Heft 14.

†) Kaan: „Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Rückblick und Ausblick.“ Bericht Nr. 12 zum Internationalen Elektrizitätskongreß in Paris 1932.

\*) Hruschka und Schnürer: „Kraftwerke und Unterwerke.“ Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927, S. 482, 483.

\*\*) Luithlen: „Der elektrische Bahnbetrieb auf dem Internationalen Elektrizitäts-Kongreß in Paris 1932.“ Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 24.



Mittenwaldbahn-A. G. und Steeger Werk der Stern und Hafferl-A. G.) und des unter Berücksichtigung der Bahnstromlieferung in den Jahren 1926/27 neu erbauten Achenseewerkes der Tiroler Wasserkraft-A. G. neben der Erbauung neuer eigener Bahnkraftwerke (Mallnitzwerk, Stubachwerk und Spullerseewerk) hat sich bestens bewährt. Von den (eben angeführten) sechs Bahnstromliefernden Kraftwerken sind vier mit Speichern ausgestattet. Diesem Umstand ist es zu verdanken, daß selbst die ganz außergewöhnlichen Witterungs-

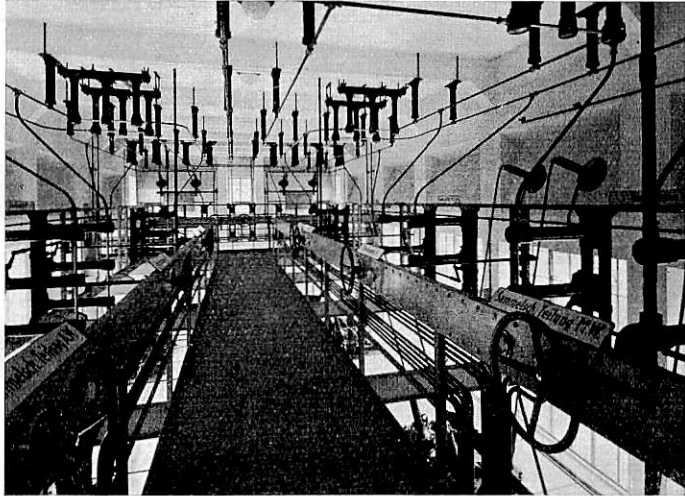


Abb. 2. Stubachwerk. 55 kV-Schaltanlage.

verhältnisse des Winters 1929/30 den Bundesbahnen hinsichtlich der Stromversorgung ihrer elektrisierten Linien nichts anhaben konnten, während damals bei vielen Wasserkraftwerken des In- und Auslandes wegen Wassermangels große Schwierigkeiten entstanden.

Die Bahnkraftwerke sind im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927 (auf S. 475 bis 485) ausführlich beschrieben. Es soll daher hier nur eine Übersicht (siehe Übersicht I) gegeben und einiges ergänzend bemerkt werden. So möge als Ergänzung zu den Ausführungen über das Schalthaus des Stubachwerkes auf S. 483 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927 die Abb. 2 dienen, die die 55 kV-Schaltanlage zeigt. Das Mallnitzwerk sei durch die Abb. 3 vertreten, die den Befehlsraum darstellt. Aus der Übersicht I ersehen wir, daß die Entwicklung der Maschinen eine Erhöhung der Umdrehungszahl (von 333 auf 500) und der Maschinenspannung (von 3000 auf 6000 zeigt. Der im Spullerseewerk im Jahre 1931/32 aufgestellte vierte Maschinensatz berücksichtigt schon alle im Betrieb der Kraftwerke gemachten Erfahrungen, so insbesondere jene hinsichtlich des Baues der Dämpferwicklungen und der Pressung der Ständerpakete an den Zähnen\*). Bemerkenswert ist die im Vergleich zur Turbinenleistung große Leistung des Stromerzeugers der Maschine IV. Sie ist notwendig, weil das Spullerseewerk verhältnismäßig viel Blindleistung übernehmen muß, damit das in erster Linie mitarbeitende, über keinen Speicher verfügende, Ruetzwerk nach Maßgabe der dort jeweils verfügbaren Wassermenge möglichst gut ausgenutzt und auf diese Art der Spullerseespeicher seiner Bestimmung gemäß während der wasserreichen Zeit der Ruetzwerkes tunlich geschont werde. Die Arbeitsweise der beiden Kraftwerke ist aus der Abb. 4

gut zu ersehen, welche als Beispiel die Belastung der drei westlichen Kraftwerke am 31. Juli 1928 darstellt: das Ruetzwerk ist gleichmäßig belastet, das Spullerseewerk übernimmt die Spitzenbelastungen. Die Jahresarbeit des Spullerseewerkes ist in Übersicht I unter Berücksichtigung der im Jahre 1932 in Betrieb gesetzten Pumpsanlage mit 23,5 Millionen kWh angegeben. Diese Anlage wurde einem schon bei Erbauung des Spullerseewerkes bestandenen Plane\*) entsprechend hergestellt, um gewisse, insbesondere im Sommer in der Höhe des Spullersees auftretende, aber nicht zu dessen Einzugsgebiet gehörende Wasser in die Stollenrohrleitung einzupumpen, so der Verarbeitung im Spullerseewerk mit der ganzen Gefälls-

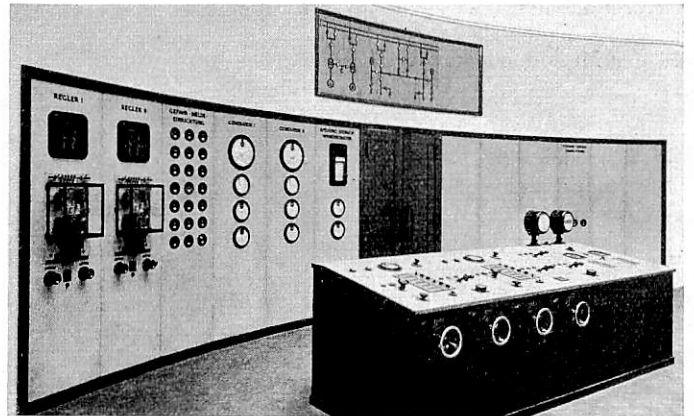


Abb. 3. Mallnitzwerk. Befehlsraum.

höhe zuführen und damit das jährliche Arbeitsvermögen dieses Werkes um etwa 20 v. H. erhöhen zu können.

In die Bewältigung der im Netz westlich von Salzburg auftretenden Belastung teilen sich die fünf Kraftwerke gewöhnlich derart, daß alle fünf zusammengeschaltet sind. Doch

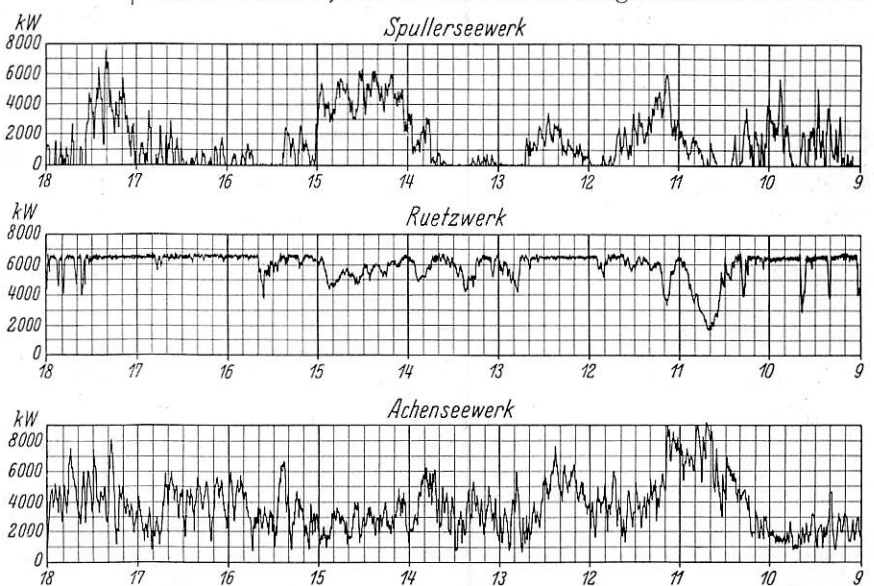


Abb. 4. Kraftwerksbelastung am 31. Juli 1928 von 9 bis 18 Uhr.

kommt es auch vor, daß die Kraftwerke in geteilten Gruppen arbeiten, wobei jede Gruppe mindestens über ein Speicherwerk verfügt. Die Wirksamkeit der Speicherwerke zeigt sich deutlich in dem Verhältnis der mittleren Leistung zur Leistungsspitze. Dieses Spitzenverhältnis\*\*) betrug im Jahre 1931 beim Mallnitzwerk 1,83, beim Stubachwerk 4,84, beim Achen-

\*) Luithlen: „Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen.“ Elektrotechn. Z. 1932, S. 1051.

\*) Dittes: „Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Rückblick und Ausblick. Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1926, S. 362.

\*\*) Luithlen, Elektrotechn. Z. 1932, S. 1049.

Übersicht I.  
Übersicht über die bahneigenen Kraftwerke.

	Mallnitz- werk	Stubach- werk	Ruetzwerk		Spullerseewerk	
Jahr der Inbetriebsetzung . . . . .	1929	1929	1912 (Umbau 1923)		1925 (Maschine IV 1932)	
Bruttogefälle . . . . . m	334	521	175		795	
Nutzbarer Speicherinhalt . . . . . Mio/m <sup>3</sup>	—	21,4	—		13,5	
Ausnutzbares Jahresmittel . . . . . m <sup>3</sup> /sec	3,4	1,52	4,3		0,5	
Gesamtleistung an den Turbinenwellen in PS	(Vollausbau)					
beim jetzigen Ausbau . . . . .	10 000	32 000	16 000		32 000	
„ Vollausbau . . . . .	20 000	48 000	16 000		32 000	
Zahl der Maschinengruppen beim jetzigen Ausbau . . . . .	2	4	3		4	
„ „ „ „ Vollausbau . . . . .	3 bis 4	6	3		4	
Turbinen:			Masch. I, II	Masch. III	Masch. I, II, III	Masch. IV
Einzeelleistung . . . . . PS	5000	8000	4000	8000	8000	8000
Umdrehungen i. d. Min. . . . .	500	500	333	333	333	500
Stromerzeuger (Einzel)-Dauerleistung . . . . . kVA	4800	4800	3000	5000	4200	6000
„ „ Spitze durch 6 Min. . . . . „	7500	7500	—	7500	7500	15 500
Maschinenspannung . . . . . V	6000	6000	3000	3000	6000	6000
Jahresarbeit im Regeljahr beim jetzigen Ausbau . . Mio/kWh	41,6	43,6	41,9		23,5	
„ „ „ „ Vollausbau . . . . . „	59,5	52,6	41,9		23,5	
Tatsächlich abgegebene Jahresarbeit in Millionen kWh						
im Jahre 1927 . . . . .	—	—	27,8		20,5	
„ „ 1928 . . . . .	—	—	32,6		18,1	
„ „ 1929 . . . . .	5,8	18,2	36,9		16,2	
„ „ 1930 . . . . .	18,0	37,9	31,5		14,2	
„ „ 1931 . . . . .	17,7	23,3	34,2		20,1	
„ „ 1932 . . . . .	19,6	35,6	35,0		13,1	

seewerk 3,42, beim Ruetzwerk 2,94, endlich beim Spullerseewerk 7,42.

Wie aus der Übersicht I zu ersehen ist, sind die bahneigenen Kraftwerke, besonders die östlichen, noch weit unter ihrer Leistungsfähigkeit bei Vollausbau belastet. Auch der Stromlieferungsvertrag mit dem Achenseewerk ermöglicht noch die Heranziehung bedeutender Energiemengen für den Bahnbetrieb. Es ist also noch eine große Reserve für die zu gewärtigende Wiederbelebung des Verkehrs und für die Ausdehnung der Elektrisierung gegen Osten (Wien) vorhanden. Nicht so gut steht es vorläufig mit der Energieversorgung der Salzkammergutlinie, die wegen ihrer isolierten Lage allein auf das private Kraftwerk in Steeg angewiesen ist. Die zu erhoffende Elektrisierung der Linie Salzburg—Wien wird infolge des dann in Attnang—Puchheim stattfindenden Zusammenschlusses der Netze erwünschte Abhilfe schaffen.

Die Unterwerke sind im allgemeinen sozusagen auf die Übertragungsleitung aufgefädelt, so daß sie von zwei Seiten gespeist werden und ihren Betrieb auch bei Störungen auf dem einen Ast der Übertragungsleitung aufrecht erhalten können. Einseitig von nur einer Übertragungsleitung gespeist sind außer den Endunterwerken Feldkirch (im Westen) und Golling (im Osten) nur das Unterwerk Saalfelden. An den Ausläufern des Bahnnetzes im Westen und Osten ist eine Stromaushilfe von den Schweizer Bundesbahnen (in Buchs) bzw. von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (in Salzburg und Kufstein) möglich. Die Austeilung und die Leistungsfähigkeit der Unterwerke ist so gewählt, daß bei einer etwaigen Störung in einem Unterwerk der Bahnbetrieb von den Nachbarunterwerken aufrecht erhalten werden kann. In Ergänzung der im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927 auf S. 485 bis 487 enthaltenen Beschreibung der Unterwerke sei erwähnt, daß im Gebäudeunterwerk Roppen die Ölrückkühlanlage wegen Schwierigkeiten in der Wasserbeschaffung an Stelle der Wasserkühlung eine

Luftkühlung erhielt, die sich im Betrieb bewährte. Dasselbe Unterwerk wurde nachträglich mit Drosselspulen ausgestattet, die in die Übertragungsleitung eingeschaltet, dazu dienen, die Leistungsfähigkeit dieser Leitung zu erhöhen und so die Zusammenarbeit des Spullerseewerkes mit dem Ruetzwerk zu verbessern\*). Die Abb. 5 zeigt die eine der beiden seitlich des Unterwerksgebäudes in Freiluftausführung angeordneten Doppeldrosselspulen mit den zugehörigen Schaltgeräten. Wie schon im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927 erwähnt worden ist, wurden die neueren Unterwerke als „Halbfreiluftanlagen“ ausgeführt. Diese Anordnung hat sich im Betrieb gut bewährt. Die Abb. 6 stellt die zuletzt gebaute Anlage in Golling dar. Der besonders übersichtlich im Freien angeordnete Teil der Anlage mit den 55 000 Volt-Apparaten wird von dem im erkerartigen

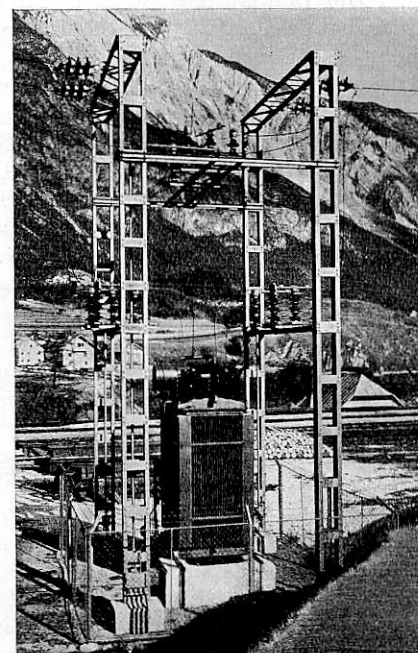


Abb. 5. Drosselspule beim Unterwerk Roppen.

\*) Hruschka: Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1932, S. 229.



Vorbau des Gebäudes untergebrachten „Befehlsraum“ gut überblickt.

Die 55000 Volt-Übertragungsleitungen, welche die Kraftwerke untereinander und mit den Unterwerken verbinden, wurden plangemäß (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927, S. 488) ausgeführt. Die im Jahre 1927 noch offen gewesene Frage der Führung der Übertragungsleitung vom Mallnitzwerk als Freileitung über die 2400 m hohen Korntauern oder als Kabelleitung durch den Tauerntunnel wurde zugunsten der letzteren entschieden. Für beide Ausführungsarten lagen günstige Betriebserfahrungen vor, denn sowohl die über eine Höhe

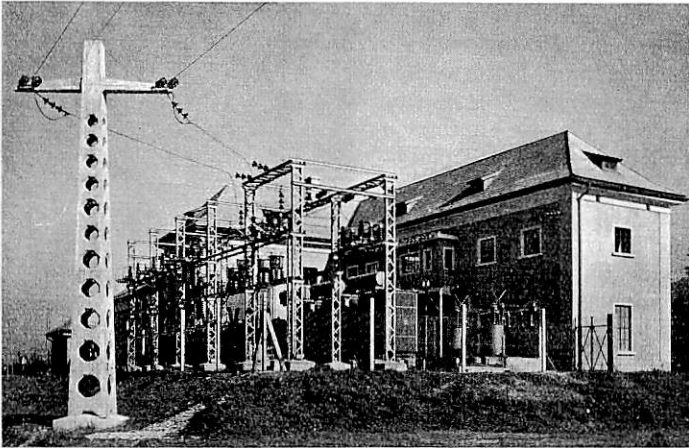


Abb. 6. Unterwerk Golling.

von 2019 m geführte Freileitung über den Arlbergpaß, als auch das bei Feldkirch verlegte Kabel haben sich im Betrieb durchaus bewährt. Bei der Trassierung der Tauernfreileitung zeigte sich aber, daß eine durchaus lawinsichere Führung nicht gefunden werden konnte und daß der Bau und der Betrieb der Leitung wegen des Fehlens geeigneter Wege außerordentlich schwierig gewesen wäre. Die zwei Einleiterkabel, der gleichen Konstruktion wie jener bei Feldkirch, liegen in dem etwa 8,5 km langen Tauerntunnel in eigens hergestellten Betontrögen. Beim Übergang der Kabel- zur Freileitung in Böckstein ist ein Überspannungsschutz (Abb. 7) angeordnet.

Eine interessante Aufgabe war die Führung der Übertragungsleitung bei dem historisch bekannten Paß Lueg nächst Golling\*). Die für eine Leitungsführung ungeeigneten „Salzachhöfen“ mußten umgangen werden. Da die auch in Betracht kommende Kabelung durch den Offenauer Tunnel wegen der Kosten ausschied, wurde die Überquerung des „Offenauerberges“ mit Freileitung durchgeführt. Wie aus der Abb. 8 zu ersehen ist, mußte die Höhe dieses Berges in einem längs einer Steilwand geführten Weitspannfeld mit 438 m horizontaler Projektion (Fußpunktentfernung in der Luftlinie gemessen 555 m) erreicht werden. Da die Witterungsverhältnisse in dieser Gegend hinsichtlich Wind und Vereisung außergewöhnlich ungünstig sind, wurden der Berechnung der Leitung ungünstigere Annahmen zugrunde gelegt, als bei anderen Strecken. So wurden eine Windstärke von 175 kg/m<sup>2</sup> und hinsichtlich Vereisung ein Eismantel von 13 mm Durchmesser angenommen. In den Weitspannfeldern wurden normale 19adrige Bronzeseile von 120 mm<sup>2</sup> Querschnitt und mit einer Festigkeit von 60 kg/mm<sup>2</sup>, im übrigen Hartkupferseile von 95 mm<sup>2</sup> Querschnitt verwendet. Da die auf dem Offenauerberg angeordneten Leitungsstütz-

punkte später gegebenenfalls für die geplante 110 kV-Leitung gegen Wien Verwendung finden werden, ist die Isolation schon für diese höhere Spannung gewählt worden. Die Isolatorketten (Abb. 9) bestehen daher aus sechs (statt drei) Isolatoren. Die Herstellung der Leitung war wegen des durchaus unwegsamen Terrains schwierig; die Baustoffe wurden durch Träger herbeigeschafft. Eine wesentliche Erleichterung in den Materialtransporten ergab die Verwendung von Eisenbetonmasten

(System Porr), die an Ort und Stelle erzeugt werden. Zur Herstellung der Maste wird frühhochfester Zement verwendet, der es gestattet, die fertigen Maste bereits nach sieben bis elf Tagen mittels eigener einfacher Stellgerüste aufzustellen (Abb. 10).

Die Eisenbetonmaste (siehe auch Abb. 11) wurden auch auf mehreren anderen Strecken verwendet. Sie ermöglichen einen raschen Baufortschritt und bieten im Betrieb den großen Vorteil, daß die bei Eisenmasten in gewissen Zeitabständen notwendige Erneuerung des Mastanstrichs in Wegfall kommt. Diese Anstricharbeiten während des Betriebes sind insbesondere bei schwer ausschaltbaren Leitungen — wie es z. B. die Stichleitung nach Golling ist — sehr lästig und kostspielig.

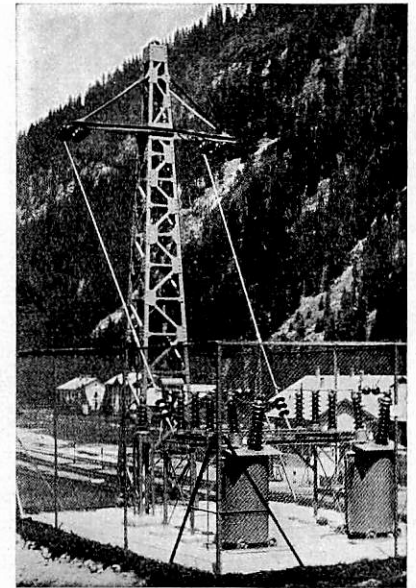


Abb. 7. 55 kV-Kabel durch den Tauerntunnel. Überspannungsschutz an einem Kabelende.

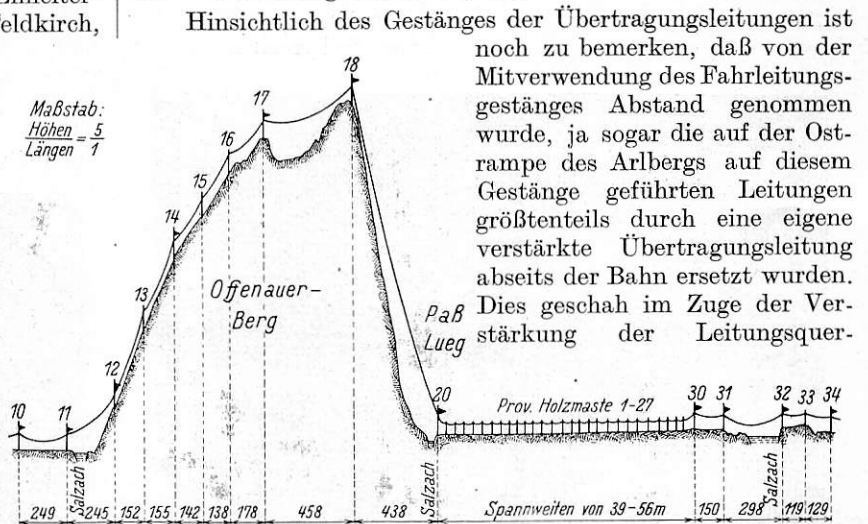


Abb. 8. Übertragungsleitung über den Offenauerberg. Längsschnitt.

schnitte der Übertragungsleitung auf der Strecke vom Ruetzwerk zum Unterwerk Flirsch, die zwecks Verbesserung der Zusammenarbeit des Spullerseewerks mit dem Ruetzwerk durchgeführt wurde.

Als Leiterbaustoff kam neben Kupfer auch Aldrey\*) und zwar auf rund 95 km Streckenlänge zur Verwendung,

\*) Luthlen: „Die neueren Leitungsanlagen der elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen.“ Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1928, Heft 31.

\*) Riedlinger: „Die 55/110 kV-Übertragungsleitung über den Paß Lueg.“ Elektrotechn. Z. 1930, S. 1262 und 1333.

weil hierdurch bei den damaligen Preisverhältnissen beim Bau infolge der Ermöglichung größerer Spannweiten wesentliche Ersparnisse erzielt werden konnten. Das Aldrey erfordert allerdings größere Sorgfalt beim Auslegen der Seile und bei der Herstellung der Seilverbindungen, um Anschmorungen zu verhindern. Hinsichtlich der Isolation ist zusammenfassend

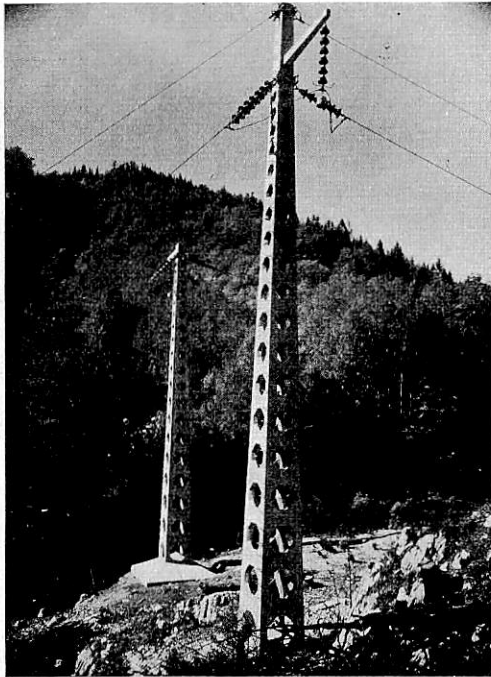


Abb. 9. Gipfelmaste auf dem Offenauerberg.

zu sagen, daß neben dem Knüppelisolator (Abb. 6 auf S. 490 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927) auch andere Hängeisolatoren verschiedener Bauart, größtenteils „kittloser“ Ausführung, zur Verwendung gelangten. Es wurde darauf geachtet, daß die Isolatoren trotz verschiedener Bauart gegeneinander auswechselbar sind. Nur auf einzelnen Teilstrecken, so auf

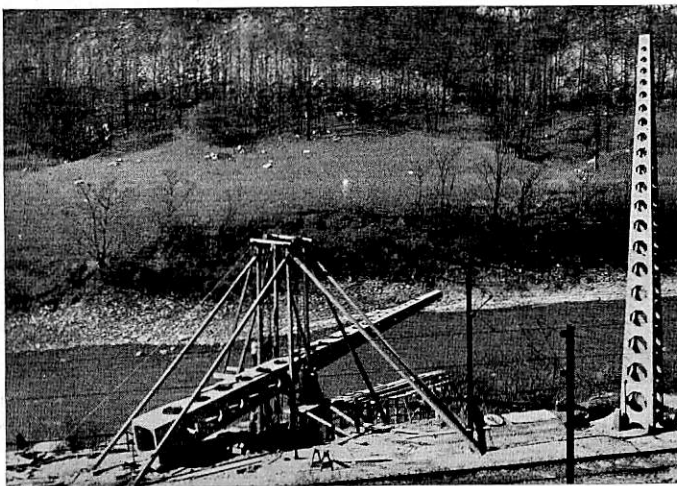


Abb. 10. Eisenbetonmast. Aufstellung mit Stellgerüst.

dem Arlberg und dem Offenauer Berg kamen besonders starke Sonderausführungen zum Einbau. Zur Aufhängung der Leitungen dienen bei den Tragmasten Auslöseklemmen, die eine Beschädigung des Mastes bei Leitungsbruch verhindern sollen.

Hinsichtlich der Fahrleitungsanlagen ist zu bemerken, daß die im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927 (auf S. 491 bis 493) beschriebene Einheitsfahrleitung der Österreichischen

Bundesbahnen vom Jahre 1925 bisher ausschließlich zur Anwendung gelangte und sich im Betrieb gut bewährt hat. Es wurden von rund 1310 km Fahrleitung rund 950 km, das sind 73%, mit der Einheitsfahrleitung ausgerüstet. Die Vorteile dieser Bauart — leichtes Gestänge, Nachspannbarkeit der ganzen Fahrleitungskette, einfache Isolation unter Verwendung eines durchschlagsicheren Isolators — haben auch im Ausland Anerkennung gefunden. In der Schaltung der Fahrleitungsanlagen ist insofern eine Änderung eingetreten, als an geeigneten Stellen, im allgemeinen zwischen je zwei Unterwerken Streckentrenner eingebaut wurden, die im normalen Betrieb von den Stromabnehmern auch zweier gekuppelter Triebfahrzeuge nicht überbrückt werden und so eine dauernde Trennung der Speisebereiche bilden. Hierdurch wird verhindert, daß die Speisebereiche zweier nicht synchron laufender Kraftwerke durch die verkehrenden Lokomotiven miteinander verbunden werden. Diese Trennstellen sind mit Schaltern ausgestattet, die einerseits die Außerbetriebsetzung der Trennstelle (wenn die anschließenden Speisebereiche im Synchronismus stehen), andererseits die Flottnachung von etwa hängengebliebenen Zügen ermöglichen. Ferner hat sich im Betrieb die Notwendigkeit herausgestellt, in großen Bahnhöfen neben der Längsteilung (vergl. Abb. 14 auf S. 493 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927) noch eine Querteilung der Fahrleitungen durchzuführen, um bei Revisionen und Arbeiten an der Fahrleitung des einen Stationskopfes die Ein- und Ausfahrt der Züge am anderen Bahnhofende aufrecht erhalten zu können. Von dem früher üblich gewesenem Einbau von Überspannungsschutzeinrichtungen in die Fahrleitung (vergl. Abb. 16 auf S. 493) wurde später Abstand genommen, da diese Apparate fortlaufend Überwachung und

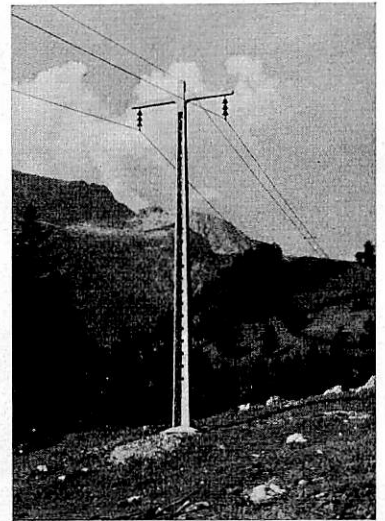


Abb. 11. Eisenbeton-Tragmast.

Instandsetzung erforderten und ihre Nichtanbringung keinerlei Nachteile im Betrieb verursachte. Der der Einheitsfahrleitung eigentümliche Knüppelisolator (siehe Abb. 6 auf S. 490) hat sich bewährt. Er ermöglicht, wie Abb. 12 zeigt, auch eine sehr einfache Fahrleitungsaufhängung in eingleisigen Tunnels. Bei den neueren Leitungen wurde in erhöhtem Maße auch für das Trageisil der Fahrleitung rostfreies Material verwendet und zwar Bronze oder Kupferpanzerstahl. Für die

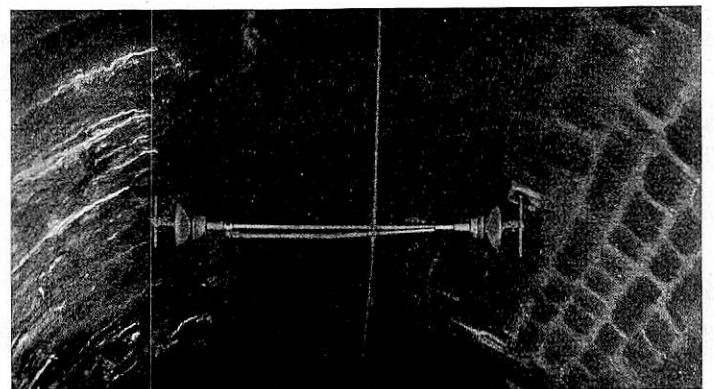


Abb. 12. Fahrleitungsstützpunkt in einem eingleisigen Tunnel.

Instandsetzung erforderten und ihre Nichtanbringung keinerlei Nachteile im Betrieb verursachte. Der der Einheitsfahrleitung eigentümliche Knüppelisolator (siehe Abb. 6 auf S. 490) hat sich bewährt. Er ermöglicht, wie Abb. 12 zeigt, auch eine sehr einfache Fahrleitungsaufhängung in eingleisigen Tunnels. Bei den neueren Leitungen wurde in erhöhtem Maße auch für das Trageisil der Fahrleitung rostfreies Material verwendet und zwar Bronze oder Kupferpanzerstahl. Für die



Schaltleitungen in den Bahnhöfen gelangten aus örtlichen Rücksichten öfters 15 kV-Kabel zur Anwendung, so z. B. im Bahnhof Salzburg, wo die Heranführung der vielen Schaltleitungen zu dem beim Fahrdienstleiterraum angebrachten Schaltgerüst bei Verwendung von Freileitungen zu Schwierigkeiten beim Bau und Betrieb geführt hätte.

Die für die Stromrückleitung getroffenen Vorkehrungen (vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927, S. 495) haben sich im Betrieb als ausreichend erwiesen. Messungen haben ergeben, daß selbst bei starker Belastung der Strecke keine gefährlichen Spannungsunterschiede zwischen Schiene und Erde auftreten\*).

Die Elektrisierung machte eine vollständige Umgestaltung der Fernmeldeanlagen notwendig. Von der im Anfang durchgeführten Wegverlegung der Freileitungen wurde später ganz abgesehen; die Fernmeldeleitungen wurden durchaus gekabelt. Die verbesserte Sprechmöglichkeit führte zu einer Umwälzung in der Geschäftsführung der Außendienststellen und gab Veranlassung, daß die Kabel von einem Baujahr zum anderen mit immer mehr Adern ausgestattet wurden. Auch das

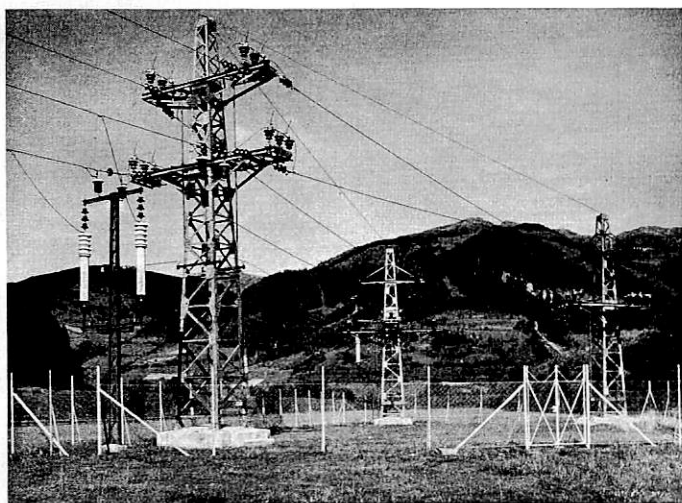


Abb. 13. Schaltstelle bei Uttendorf der 55 kV-Übertragungsleitung mit den Vorrichtungen für die leitungsgerichtete Telephonie.

zuletzt verlegte Fernmeldekabel auf der Tauernbahn erhielt eine vergleichsweise reichliche, die künftige Entwicklung berücksichtigende Ausstattung. Das 68adrige Kabel hat folgenden Aufbau: der Kern des Kabels enthält ein Vierer von 1,5 mm, darüber sind als erste Lage acht Paare von 1,5 mm gesellt und dann als zweite Lage zehn Paare von 1 mm und vierzehn Paare von 0,8 mm Aderndurchmesser. Darüber sind mit Rücksicht auf die verlangte Prüfspannung von 2000 Volt gegen Bleimantel bzw. Erde sechs Lagen Papier gewickelt, worüber sich der Bleimantel befindet. Darauf folgt eine zwischen Compoundmasse befindliche Lage Papier, eine Juteplattierung, zwei Lagen Bandeisen, darüber eine getränkte Juteumspinnung. Pupinisiert wurden acht Paare von 1,5 mm und vier Paare von 1 mm Aderndurchmesser. Besondere Sorgfalt ist der telephonischen Verbindung der Kraft- und Unterwerke mit der Zentralstelle in Innsbruck — der „Kraftwerks- und Elektrostreckenleitung“, — gewidmet worden. Die Kabellinien arbeiten nach dem Wahlanrufsystem mit Induktionsstromabgabe von Siemens und Halske, bei dem jeder Teilnehmer selektiv angerufen werden kann. In dieses System eingeordnet ist auch die zwischen dem Stubachwerk und dem Unterwerk Kitzbühel an Stelle von Kabelleitungen eingeschaltete leitungsgerichtete Hochfrequenz-Telephonanlage „System Telefunken“. Es wird hierbei über die 55 kV-

\*) Luithlen, Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1930, S. 872.

Übertragungsleitung, die das Stubachwerk mit dem etwa 46 km entfernten Unterwerk Kitzbühel verbindet, gesprochen. Damit der Sprechverkehr auch bei ausgeschalteter Übertragungsleitung aufrecht erhalten werden kann, sind kondensatorgekoppelte Überbrückungsgeräte eingebaut, wie solche auch in der Schaltstelle bei Uttendorf (Abzweigstelle der zu den Unterwerken Kitzbühel und Schwarzach-St. Veit führenden Leitungszweigen) angeordnet und in Abb. 13 zu sehen sind.

Hinsichtlich der Triebfahrzeuge ist zu bemerken, daß im ganzen auf dem elektrisierten Netz 169 Lokomotiven und acht Triebwagen im Betrieb stehen. Die meisten Bauarten der Triebfahrzeuge sind im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927 (S. 495 bis 503) von Ing. Lorenz beschrieben worden\*), so daß es nur notwendig erscheint, auf die nach dem Jahre 1927 erfolgten Neulieferungen hinzuweisen und insbesondere etwas über die Triebwagen und die Umformerlokomotive (Bauart Siemens-Schuckert) zu sagen. Als Ergänzung für die Übersicht auf S. 498/499 des obenerwähnten Heftes kann die Übersicht II dienen, wobei zu beachten ist, daß die in den Spalten 7 und 8 auf S. 499 angeführten Probelokomotiven der Bauarten 1470 und 1180 nicht in Be-

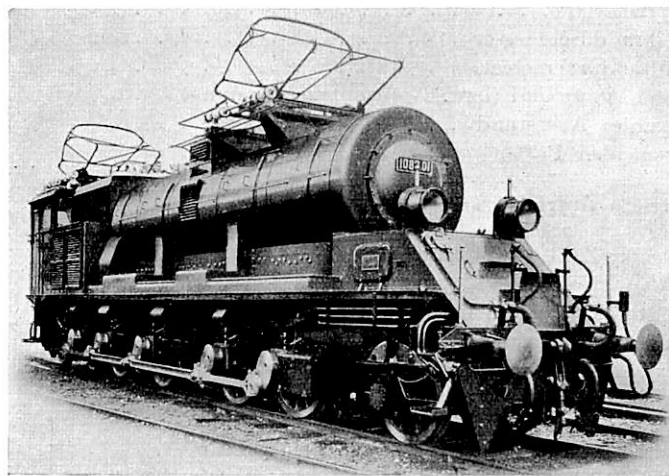


Abb. 14. Umformerlokomotive Nr. 1082.01 der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke.

trieb gestellt wurden sowie, daß die in Spalte 6a genannten Verschublokomotiven der Reihe 1070.100 eine Vermehrung um elf Stück und die Schnellzuglokomotiven Reihe 1670 (Spalte 5) eine solche um vier Stück erfahren haben. Außerdem wurde die letztgenannte Lokomotive in verstärkter Form als Reihe 1670.100 nachgeschafft und zwar in einer Anzahl von fünf Stück (siehe laufende Nr. 11 in Übersicht II). Bei der neuen Reihe wurden insbesondere die Drehgestelle wesentlich verstärkt. In den Rahmenplatten der Drehgestelle ist die Triebachse mit Außenrahmenkonstruktion gelagert, während die Laufachse in der Stahlgußquerverbindung mit Innenrahmenkonstruktion gelagert ist. Die Motorlager sind als Rollenlager ausgebildet. Die Lokomotiven der Reihe 1170.100 (siehe laufende Nr. 12 in Übersicht II), ist aus der Reihe 1170 hervorgegangen und dieser weitestgehend nachgebildet. Der mechanische Teil wurde entsprechend dem höheren Achsdruck verstärkt ausgeführt. Die Drehgestelle sind hier kurz gekuppelt und enthalten die Zug- und Stoßvorrichtung. Ferner besitzt die Lokomotive eine zusätzliche Schraubenfederung zu den Tragfedern. Vier Lokomotiven der neuen Reihe erhielten Triebmotoren mit geschweißten Stahlgehäusen und Rollenlagern. Die Lokomotive 1082 (siehe laufende Nr. 13 in Übersicht II) ist die einzige Umformerlokomotive der Österreichischen

\*) Siehe auch Lorenz: „Über die Bewährung der elektrischen Lokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen.“ Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1933, Heft 42.

## Übersicht II.

Ergänzung der Tafel auf Seite 498/499 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927  
betreffend elektrische Triebfahrzeuge.

Laufende Nummer	11	12	13	14
Achsanordnung . . . . .	1 D <sub>0</sub> 1	B <sub>0</sub> + B <sub>0</sub>	1 E 1	3 + A 1 A
Reihenbezeichnung . . . . .	1670.100	1170.100	1082	ET 10
Anzahl . . . . .	5	11 <sup>1)</sup>	1	8
Jahr der Lieferung . . . . .	1932	1929—1931	1930	1929
Gattung . . . . .	S	P und S	G	P
Angehängtes Zuggewicht t — Steigung ‰ — Geschwindigkeit . . . . . km/h	750—10—65,6	860—10—35	1000—10—36	110—10—60
Größte Zugkraft am Treibradumfang (Anfahrzugkraft) . . . . . kg	20 600	20 000	21 500	5500
Betriebsmäßige Höchstgeschwindigkeit . . . . . km/h	100	70	60	80
Leistung an den Motorwellen in PS einstündig . . . . .	3168	1648	2250	700
Leistung an den Motorwellen in PS dauernd . . . . .	2840	1336	1920	566
Zugkraft am Treibradumfang — Fahrgeschwindigkeit einstündig . . . . .	12 600—65,6	12 350—35	12 800—36,5	3500—52,5
Zugkraft am Treibradumfang — Fahrgeschwindigkeit dauernd . . . . .	9300—80	8840—39,7	11 100—37,5	2480—60
Treibraddurchmesser . . . . . mm	1350	1300	1350	1140
Laufraddurchmesser . . . . . „	1034	—	1034	1140/870
Fester Achsstand (bzw. Drehzapfenentfernung) . . „	(8980)	(5500)	(10 110)	(13 330)
Gesamter Achsstand . . . . . „	11 200	8450	12 390	16 430
Länge über Puffer . . . . . „	14 684	11 780	15 654	20 520
Antrieb: Antriebsart . . . . .	Einzelachs-antrieb Bauart Ö. S. S. W.	Einzelachs-antrieb Bauart Sécheron	Stangen	Einzelachs-antrieb Tatzenlager- motoren
Zahl der Motoren . . . . .	4 × 2	4	3	2
Vorgelege . . . . .	1:3,842	1:5,867	1:6,143	1:3,3
Größter Treibachsdruk . . . . . t	19	18	17,3	15
Reibungsgewicht . . . . . „	76	72	87	29,7
Gewicht der elektrischen Teile . . . . . „	46	30,2	59	22,2
Gesamtgewicht . . . . . „	112	72	119	73,7
Hauptlieferer: Lieferer der elektrischen Teile . . . . .	{ Öst. Siemens- Schuckert Werke	{ Elin.-A.-G. für elektrische Industrie	{ Öst. Siemens- Schuckert- Werke	{ Elin.-A.-G. für elektrische Industrie
Lieferer der mechanischen Teile . . . . .	Wiener Lok.-Fabr. A. G.	Wiener Lok.-Fabr. A. G.	Wiener Lok.-Fabr. A. G.	Lok.-Fabr. Krauß u. Co.

<sup>1)</sup> Außerdem vier Stück für die Mittenwaldbahn.

Bundesbahnen\*). Die Lokomotive weist fünf Treibachsen auf, von welchen die drei mittleren je einen Tatzenlagermotor tragen; die Endtriebachsen werden durch das durchlaufende Kuppelgestänge angetrieben. In der kesselartigen Trommel (vergl. Abb. 14) ist der Umformer untergebracht; vor dem Führerstand befindet sich der Transformatorraum. Die drei Triebmotoren werden mit Gleichstrom gespeist, der zwei Konvertern entnommen wird, welchen Drehstrom aus einem Einphasen-Drehstrom-Umformer zugeführt wird. Durch Verdrehung der Konverter-Ständer samt den Bürsten wird die Gleichspannung stetig von Null bis zum Höchstwert geregelt; diese stetige Spannungsregelung erleichtert das Anfahren. Die Triebmotoren arbeiten mit Reihenschlußcharakteristik, doch ist sowohl Feldverstärkung (vorteilhafte Verwendung bei Anfahrten vom Stillstand weg, stabile und beliebig regelbare Nutzbremmung), als auch Feldschwächung (Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit über das der verfügbaren Spannung entsprechende Maß hinaus) möglich. Die Phasenverschiebung des zufließenden Einphasenstromes kann durch die Wahl der Erregung des Phasenumformers beliebig eingestellt werden; es ist dabei auch phasengleicher oder voreilender Strom möglich (Vermeidung der Blindstrombelastung des Netzes durch die Lokomotive, eventuell Phasenkompensation).

\*) Grabner und Pawelka: „Die Umformerlokomotive der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke, Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1931, Hefte 20, 21.

Die Triebwagen\*) (siehe laufende Nr. 14 der Übersicht II) sind sechsachsig und weisen zwei Personenabteile, einen Gepäckraum und zwei Führerstände auf (Abb. 15). In einer Hochspannungskammer sind der Transformator, die Drosselspule usw. untergebracht. Von den zwei Drehgestellen ist eines ein Laufdrehgestell, welches das Gewicht des Transformators usw. aufnimmt, während das Triebdrehgestell mit zwei Tatzenlagermotoren ausgerüstet ist. Die Triebwagen sind mit Vielfachsteuerung und Totmann-Einrichtung versehen. Die Triebwagen können entweder allein oder mit Anhängewagen verkehren. Mit Rücksicht auf ihre hohe Fahrgeschwindigkeit (80 km/h) können sie auch für Schnellzugverbindungen verwendet werden.

Bei einem Überblick über die Entwicklung der Triebfahrzeuge bei den Österreichischen Bundesbahnen sehen wir, daß das anfänglich bestehende hauptsächlichste Hemmnis nämlich der allzukleine zulässige Achsdruck (14,5 t) durch allmähliche Erhöhung (bis auf 20 t) behoben worden ist. Wäre dieser höhere Achsdruck schon zu Beginn der Elektrisierung gestattet gewesen, so hätten einerseits die Erfahrungen im ausländischen Lokomotivbau, dessen Konstruktionen einen Achsdruck von 20 t zur Grundlage hatten, besser ausgenutzt werden und die anfänglichen Schwierigkeiten vermieden

\*) Kaan: „Wechselstromtriebwagen der Österreichischen Bundesbahnen.“ Elektr. Bahnen 1930, Heft 11.



werden können. Die Vereinheitlichungen im Lokomotivbau (vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927, S. 496) haben bedeutende Fortschritte gemacht. Insbesondere ist die Schaffung von Einheitsbauarten der Triebmotoren zu erwähnen, die die Gleichartigkeit der Herstellung der Motoren durch alle in Betracht kommenden österreichischen Firmen sicherstellt. Hinsichtlich der übrigen elektrischen Einrichtung der Lokomotiven sind ebenfalls einheitliche Bauarten in Aussicht genommen, da nun schon genügend Betriebserfahrungen vorliegen, die als Grundlage für eine Vereinheitlichung dienen können. Bereits vereinheitlicht sind der Stromabnehmer, der Ölschalter, der Kompressor, die Vakuumpumpe, die Lichtanlage, die Heizkupplung und einzelne Teile der Steuerungsanlage. Grundsätzlich gleich aufgebaut werden bei allen Lokomotiven die Transformatoren. Der Aufbau der Lokomotiven zeigt die Verwendung sowohl von ungeteilten Rahmen (Reihen 1029, 1080, 1080.100, 1070, 1070.100, 1280, 1082) als auch von Drehgestellen (Reihen 1100, 1100.100, 1570, 1670, 1670.100, 1170 und 1170.100). Gekuppelt sind die Drehgestelle bei den Reihen 1100, 1100.100 und 1170.100; bei allen anderen Lokomotiven erfolgt die Übertragung der Zugkraft durch den Lokomotivrahmen. Im allgemeinen haben die Triebfahrzeuge zwei Führerstände (Ausnahmen: Reihen 1029, 1082, 1070 und 1070.100). Stromabnehmer sind an jedem Triebfahrzeug (mit Ausnahme Reihe 1070 und 1070.100) in doppelter Ausführung vorhanden. Die Stromabnahmevorrichtung besteht nicht mehr, wie am Anfang der Elektrisierung, aus je einem normalen Bügel und einem eigenen, schmälere Tunnelstromabnehmer (der in den Lokomotivskizzen auf S. 497—499 noch bei den meisten Lokomotiven eingezeichnet ist), da es gelungen ist, Tunnelprofil und Bügelform so einander anzupassen, daß der Einheitsbügel auch alle Tunnel (einschließlich des schwierigsten Arlberg隧nels) befahren kann. Hinsichtlich des Antriebs der Lokomotiven sehen wir, daß die für die elektrisierten Strecken beschafften Lokomotiven — im Gegensatz z. B. zu den im Jahre 1912 in Betrieb gesetzten Mittenwaldbahnlokomotiven — schon keinen reinen Stangenantrieb mehr aufweisen. Denn auch die mit Stangen versehenen Lokomotiven (der Reihen 1100, 1100.100, 1029, 1080, 1080.100, 1082, 1280, 1070 und 1070.100) sind außerdem mit Zahnradübersetzungen ausgestattet. Die starre Verbindung zwischen Motor und Triebtrieb ist somit verlassen; bei den meisten Bauarten ist für eine gewisse Elastizität im Getriebe durch federnde Zwischenglieder (gefederte Ritzel oder dergl.) Sorge getragen. Die neuere Entwicklung wendet sich dem Einzelachsantrieb zu, der im Tatzenlagermotor (Reihe ET 10), in der Gelenkkupplung (Reihen 1570, 1670, 1670.100), und in der Federkupplung (Reihen 1170 und 1170.100) Vertreter findet. Der Tatzenlagermotor, der übrigens auch bei Stangenlokomotiven (Reihe 1080, 1080.100, 1082) Verwendung fand, wurde bisher nur bis zu Geschwindigkeiten von 80 km/h verwendet. Die Steuerung erfolgt, wenn von der besonderen Regelung in der Umformerlokomotive 1082.01 abgesehen wird, stets durch Schützen oder Stufenschalter; letztere finden wir bei den Reihen 1100, 1100.100, 1080 und 1080.100. Einzelne Triebfahrzeuge (Reihen 1029 und ET 10) haben Vielfachsteuerung; die Triebwagen ET 10 besitzen eine selbsttätige Schaltvorrichtung, die den Anfahrvorgang von der Geschicklichkeit des Führers unabhängig macht. Totmännleinrichtungen finden wir bei den Reihen 1170, 1170.100 und ET 10. Mit elektrischer Widerstandsbremse sind eingerichtet die Reihen 1080.100, 1170 und 1170.100; Nutzbremmung ist bei Lokomotive 1082.01 möglich. Alle Strecken-triefahrzeuge besitzen mehrere Motoren; die vor dem Kriege

mancherseits empfohlene\*) „Einmotorigkeit“ war z. Z. der Elektrisierung schon endgültig (für Streckenlokomotiven) fallen gelassen worden. Die Einphasenmotoren (die Lokomotive 1082.01 besitzt Gleichstromtriebmotoren) sind als kompensierte Reihenschluß-Kollektormotoren mit im Nebenschluß liegendem Wendefeld, ferner vollständig geschlossen, mit künstlicher Kühlung gebaut. Widerstandsverbindungen am Kollektor hat nur die Reihe 1100; schon die Nachbestellung 1100.100 hat diese Verbindungen nicht mehr. Alle Triebfahrzeuge haben nur einen Transformator. Alle Transformatoren haben mit Öl gefüllte Kessel, die meisten künstlichen Ölumlaufl.

Die vorstehenden vergleichenden Darlegungen beziehen sich auf die bis zum Jahre 1932 gelieferten Triebfahrzeuge. Aus Anlaß der im Jahre 1933 begonnenen Elektrisierung der Tauernbahn wurden sechs Lokomotiven der neuen Einheitsbauart Reihe 1170.200, ferner zwei Personentriebwagen (Leichttriebswagen) der Reihe ET 11 und zwei Gepäcktriebswagen der Reihe ET 30 bestellt\*\*). Die Reihe 1170.200 unterscheidet sich von der Reihe 1170.100 (Laufende Nr. 12 der Übersicht II) hauptsächlich durch die größere Höchst-

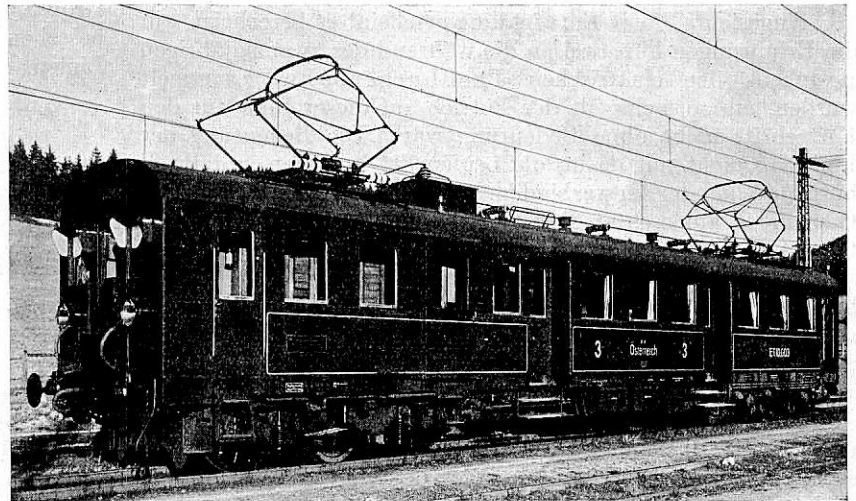


Abb. 15. Triebwagen der Reihe ET 10.

geschwindigkeit (80 km/h) und Leistung (2200 PS einständig), sowie durch den höheren Achsdruck (20 t). Der Personentriebwagen der Reihe ET 11 erhält die Achsanordnung  $B_0 - 2$  und zwei Tatzenlagermotoren zu 200 kW Stundenleistung. Der Wagen wird bei voller Besetzung (80 Sitzplätze) rund 50 t wiegen. Die Steuerung erfolgt durch einen Nockenschalter. Der Gepäcktriebswagen der Reihe ET 30 erhält die Achsanordnung  $B_0 - B_0$  und vier Tatzenlagermotoren zu 200 kW Stundenleistung. Es ist eine Schützensteuerung vorgesehen. Der Gepäcktriebswagen soll für leichte Personen- und Güterzüge, außerdem für den Vorspanndienst und gegebenenfalls auch für den Vershubdienst Verwendung finden. Er enthält zwei Gepäckräume. Die beiden Triebwagen haben Motoren gleicher Bauart. Auch im übrigen haben sie viel Gemeinsames: Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 90 km/h. Die Drehgestelle sind nicht gekuppelt. Es sind zwei Führerstände und zwei Stromabnehmer vorhanden. Es ist keine Vielfachsteuerung, keine Widerstandsbremse und keine Nutzbremmung vorgesehen. Der Transformator ist ölgekühlt. Beide Triebwagenbauarten werden nicht nur auf der Tauernbahn sondern auch auf den anschließenden elektrisierten Strecken Verwendung finden.

\*) Seefehlner und Popp: „Die 800 PS-Lokomotiven der Mittenwaldbahn.“ Elektrotechn. u. Maschinenb., Wien 1913, Heft 18.

\*\*) Kaan: „Die Elektrisierung der Südrampe der Tauernbahn.“ Elektrotechn. u. Maschinenb. Wien. 1934. Heft 14.

## Der elektrische Betrieb auf der Linie Wien—Preßburg.

Von Dr. Ing. Josef Teichtmeister, Elektrisierungsdirektion der Österreichischen Bundesbahnen Wien  
und Gustav Michalek, Zugförderungsleitung Groß Schwechat.

### 1. Einleitung und Allgemeines.

Am 5. Februar 1914 wurde der Betrieb auf der elektrischen Bahn Wien—Preßburg aufgenommen. In den seither verflossenen 20 Jahren hat sich der elektrische Betrieb in Österreich in einem unerwarteten Maße ausgedehnt. Waren es vor dem Kriege nur verhältnismäßig unbedeutende, kurze und vielfach privaten Bahngesellschaften gehörige Strecken, die für den elektrischen Betrieb eingerichtet wurden, so sind heute bereits wichtige Hauptverkehrslinien elektrifiziert. In der Nachkriegszeit wurde unter dem Eindruck der Kohlennot und der Arbeitslosigkeit die Elektrifizierung zur nationalen Aufgabe und zu einer populären Forderung. Rund 670 km Vollbahnlagen wurden in Österreich in den letzten zehn Jahren für den elektrischen Zugbetrieb eingerichtet und hierbei jene Stromart gewählt, die erstmals auf der Mittenwaldbahn und der Preßburgerlinie Anwendung gefunden hatte: Einphasenwechselstrom mit 15000 Volt Fahrdrachtspannung und  $16\frac{2}{3}$  Per/S.

Angesichts dieser Entwicklung erscheint es berechtigt, auf die Erfahrungen hinzuweisen die während des zwanzigjährigen Bestehens der elektrischen Preßburgerbahn gesammelt wurden, um so mehr, als der Betrieb auf dieser Linie für den Fortschritt nicht ohne Bedeutung war. Die Bedeutung der Linie lag nicht nur darin, die beiden Städte Wien und Preßburg miteinander zu verbinden, sondern auch gleichzeitig die Gemeinden am rechten Donauufer flußabwärts von Wien der Großstadt näher zu bringen.

Der Verkehr für die Fernzüge in der Strecke Wien—Preßburg wurde am 5. Februar 1914 eröffnet. Der Straßenbahnverkehr Wien—Groß Schwechat wurde am 13. April 1914, jener auf der Preßburger Ortsstrecke am 15. November 1914 aufgenommen.

Schon kurz nach der Betriebseröffnung nahm der Verkehr unerwartet zu, so daß es notwendig wurde, Neuanlagen zu schaffen, insbesondere mußten der Lokomotiv- und Wagenpark vermehrt und die Ausweichgleise in der Wiener Ortsstrecke, wegen der Führung von Dreiwagenzügen an Stelle der ursprünglich in Aussicht genommenen Zweiwagenzüge, von 60 auf 100 m verlängert werden. Durch diesen Erfolg war der Nachweis erbracht, daß mit der neuen Bahnlinie einem Bedürfnis der anliegenden Ortschaften und dem Fernverkehr entsprochen worden war.

Die Preßburgerbahn nimmt in Wien, an der Grenze des inneren Bezirks, ihren Anfang und führt als Straßenbahn bis Groß Schwechat. Die Linienführung war im verbauten Gebiet nicht einfach und nicht auf dem kürzesten Wege möglich, so daß dieser Streckenteil eine Länge von 12,6 km hat. Die ausgeführte Strecke selbst ist mit dem Straßenverkehr wenig belastet, doch kommen mehrere Kreuzungen mit verkehrsreichen Straßenzügen vor, weshalb nur abschnittsweise eine höhere Geschwindigkeit möglich ist. Von Groß Schwechat bis zu dem jenseits der Staatsgrenze gelegenen Kittsee, das sind auf rund 50,5 km, wurde die Bahn seinerzeit als Vollbahn ausgebaut, von Kittsee bis Preßburg auf rund 5 km wieder als Straßenbahn. Heute führt die Tschechoslowakei ab Staatsgrenze die Linie als Straßenbahn.

Das Gelände, das die Bahn durchfährt, bot bautechnisch wenig Schwierigkeiten, um so mehr, als auf dem Streckenteil, welcher Kunstbauten erfordert hätte, das ist von Petronell bis Hainburg, bereits eine Bahnlinie (Bruck a. d. L.—Petronell—Hainburg) bestand, deren Linienzug mitbenützt werden konnte, und für die Überquerung der Donau eine Brücke vorhanden war.

Da die Linie von Haus aus als elektrische Bahn projektiert wurde, konnten alle Vorteile, welche der elektrische Zug-

betrieb infolge der Leistungsfähigkeit seiner Lokomotiven bietet, voll ausgenützt und die Strecke ausschließlich mit Rücksicht auf eine billige Bauweise und auf die örtlichen Verhältnisse gelegt werden. Soweit die Linie als Straßenbahn betrieben wird (Wien—Groß Schwechat) unterscheidet sie sich nicht weiter von jeder gewöhnlichen elektrisch betriebenen Straßenbahn.

Von Interesse ist die Teilstrecke Groß Schwechat—Staatsgrenze. Trotzdem diese Strecke durch ein vorwiegend ebenes Gebiet verläuft, ist sie doch alles andere als eine Flachlandstrecke. Von den 48,1 km liegen nur 12,2 km das sind 25,4% in der Horizontalen, jedoch 13,9 km das sind fast 29% in Neigungen über  $10\frac{0}{100}$ , wovon wieder 4,0 km (8,3%) auf Neigungen über  $20\frac{0}{100}$  entfallen. Dabei sind die absoluten Höhenlagen des Anfangs- und des Endpunktes der Linie nahezu gleich. Die Strecke führt auch mitten durch zwei Ortschaften (Fischamend und Wolfstal). In den Stationen Groß Schwechat, Fischamend Reichsstraße und Petronell bestehen Abzweigungen zu anderen, mit Dampf betriebenen Linien.

### 2. Stromversorgung.

In den beiden Endstrecken Wien—Groß Schwechat und Kittsee—Preßburg wurde durch die zahlreichen Kreuzungen der Preßburgerbahn mit den dort vorhandenen Straßenbahnen zwangsläufig der Betrieb mit 500 bis 600 Volt Gleichstrom vorgeschrieben. Frei blieb nur die Wahl der Stromart für die Strecke Groß Schwechat—Kittsee. Die Verwendung von Gleichstrom derselben oder einer höheren Spannung auch auf der Fernstrecke scheiterte daran, daß auf der Preßburger Donaubrücke, die befahren werden muß, nur ein Achsdruck von 6,5 t zugelassen werden konnte. Andererseits mußten die personführenden Fahrzeuge große Abmessungen erhalten, da im Wiener Gemeindegebiet nur Züge mit höchstens drei vierachsigen Wagen verkehren dürfen. Es war aber unmöglich, Motorwagen mit so geringem Gewicht für Stundengeschwindigkeiten von 60 km zu bauen. Diese Erwägungen und auch eingehende Untersuchungen anderer Art haben dazu geführt, daß für die Zwischenstrecke — ursprünglich Groß Schwechat—Kittsee, jetzt Groß Schwechat—Staatsgrenze — Einphasenwechselstrom von 15000 Volt Fahrdrachtspannung,  $16\frac{2}{3}$  Per/S und Führung der Züge mit Lokomotiven gewählt wurde. Es wird hierdurch allerdings ein Maschinenwechsel in Groß Schwechat und jetzt an der Staatsgrenze notwendig. Die Zeit für den Wechsel konnte in Groß Schwechat auf 3 Minuten herabgesetzt werden.

Der Gleichstrom für die Strecke Wien—Groß Schwechat wird von der Gemeinde Wien im Anschluß an ihr Straßennetz geliefert. Durch die Wahl der hohen Fahrdrachtspannung von 15000 Volt für die Fernstrecke wurde es möglich, von der Errichtung eines Unterwerkes abzusehen und das Elektrizitätswerk Simmering der Gemeinde Wien auch für die Lieferung des Einphasenwechselstromes heranzuziehen, obwohl es ungünstig am Bahnende liegt. Die der Lieferung des Einphasenwechselstromes dienende Umformeranlage verfügt über zwei Maschinensätze für je 1700 kVA Dauerleistung bei  $\cos \varphi = 0,8$  und versorgt gleichzeitig auch die Linie Wien—Baden der Wiener Lokalbahnen A. G.

Der Übergang der Züge von der Gleichstrom- auf die Einphasenstromstrecke in Groß Schwechat erfolgt mit Speicherbatteriebetrieb, zu welchem Zweck die Gleichstromlokomotiven mit Batterie ausgerüstet sind. Entsprechende fahrleitungslose Trennstücke scheiden die Gleichstrom- von der Wechselstromfahrleitung. Die Züge werden in den mit Oberleitung für



15000 Volt ausgerüsteten Bahnhof Groß Schwechat geschleppt und dort von den Wechselstromlokomotiven übernommen. An der Grenze sind Wechsel- und Gleichstromfahrleitung ebenfalls durch ein fahrleitungsloses Stück voneinander getrennt.

### 3. Die Leitungsanlagen.

#### a) Gleichstromstrecke Wien—Groß Schwechat.

Die mit Gleichstrom betriebene Wiener Ortsstrecke zeigt die bekannte einfache Fahrdrachtaufhängung, mit Befestigung des Fahrdrachtes mittels isolierter Fahrdrachthalter an Querdrähten, die ihrerseits an freistehenden Masten oder an Gebäuden isoliert abgespannt sind (Abb. 1). Der Fahrdraht hat Achterprofil und 80 mm<sup>2</sup> Querschnitt. Die normale Lage ist 5,5 m, die tiefste 3,5 m über Schienenoberkante.

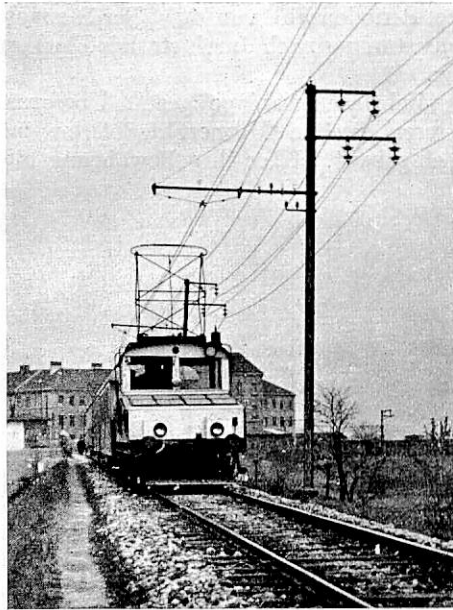


Abb. 1.

Die Speisung der Gleichstromstrecke, die in 23 Fahrleitungsabschnitte geteilt ist, erfolgt über vier Speisepunkte aus dem Dreileiter-Kabelnetz der städtischen Straßenbahnen  $\pm 600$  Volt. Da mit Rücksicht auf die Schaltungsmöglichkeit in den Unterwerken  $+ 600$  Volt oder  $- 600$  Volt in Frage kommen, sind die Fahrleitungstrennstellen bei den Kreuzungen mit der städtischen Straßenbahn für 1200 Volt isoliert. Insgesamt sind vier Kreuzungen vorhanden. Zur besseren Stromrückleitung sind die Schienenstöße und die Herzstücke der Weichen durch besondere Schienenlängsverbinder überbrückt, außerdem sind in Abständen von etwa je 100 m Schienenquerverbinder eingebaut.

Betriebsstörungen sind trotz der für die Fahrdrachsanordnung schwierigen Unterführungen und Kreuzungen verhältnismäßig wenige aufgetreten. Lediglich der Mangel einer Nachspannvorrichtung zur Berichtigung des Durchhanges führte an heißen Sommertagen zu Stromabnehmerentgleisungen. Hierbei wurde in den Ausweichen der stark durchhängende Fahrdraht des Nachbargleises erfaßt, was zu Fahrleitungsrissen und Stromabnehmerschäden führte. Durch Einbau von Spannschrauben wurde teilweise Abhilfe geschaffen.

#### b) Die Wechselstromstrecke Groß Schwechat—Staatsgrenze.

Die mit Wechselstrom gespeiste Strecke nimmt außerhalb des Wiener Gemeindegebietes im Bahnhof Groß Schwechat, rund 6 km vom Elektrizitätswerk Simmering entfernt, ihren Anfang. Der Strom wird vom Werk an die Bahn direkt mit der Fahrleitungsspannung von 15 kV geliefert. Die 15 kV Speiseleitung wird auf dem Gestänge der Gleichstromfahrleitung geführt und ist an die Fahrleitung der Fernstrecke unmittelbar hinter dem Bahnhof Groß Schwechat über einen Schalter angeschlossen, von wo aus auch die Fahrleitungsanlagen im Bahnhof mit Strom versorgt werden. Um den Spannungsabfall möglichst gering zu halten und mit Rücksicht darauf, daß die Sicherheit eines elektrischen Bahnbetriebes

auf rund 50 km Strecke nicht einem Fahrdraht allein anvertraut werden kann, wurde bereits beim Bau der Bahnlinie eine Verstärkungsleitung mit 50 mm<sup>2</sup> Querschnitt verlegt, die vom Speisepunkt unmittelbar hinter dem Bahnhof Groß Schwechat als Freileitung bis Hainburg (rund 39 km) reicht. Diese Anordnung hat sich in dem nunmehr zwanzigjährigen Betrieb bestens bewährt. Die Spannungsverhältnisse sind auch am Endpunkt der Linie, wo Steigungen bis 28‰/00 vorkommen, bei allen Belastungen, sehr gut.

Die Verstärkungsleitung, die in den Bahnhöfen als Umgehungsleitung geführt wird, erlaubt es, alle Arbeiten und Revisionen ohne Störung des Bahnbetriebes, lediglich mit Hilfe abschnittsweiser Abschaltungen durchzuführen.

Die Fahrleitung ist als Vielfachaufhängung ausgebildet (Abb. 2). Der Abstand des Fahrdrachtes von Schienenoberkante beträgt im allgemeinen 5,5 m, nur im Bahnhof Groß Schwechat ist er aus Sicherheitsgründen 6,5 m. Das Tragseil der Fahrleitung ist aus Stahl, 50 mm<sup>2</sup> stark und verzinkt. Ursprünglich war teilweise ein Tragseil mit Hanfseele vorhanden.

Dies hat sich nicht bewährt. Das Seil rostete von innen heraus. Das Tragseil läuft in Seilrollen, die an Hängeisolatoren beweglich angebracht sind. Der Fahrdraht ist seitlich durch Gasrohre, an Stellen mit Zugbeanspruchung durch Spanndrähte festgelegt. Von Haus aus wurde die Fahrleitung mit doppelter Isolation (Hewlettisolatoren) ausgeführt. Dank dieser Vorsorge hat sich die Isolation, obwohl die Isolatoren nicht als die besten anzusprechen sind, im allgemeinen auch dort bewährt, wo infolge gleichzeitigen Dampfbetriebes — wie in den Anschlußbahnhöfen und auf der Strecke Petronell—Bad Deutsch Altenburg — die Fahrleitung starker Verrußung ausgesetzt ist. Die hohe Lage der Hängeisolatoren für das Tragseil — sie befinden sich 9,3 m über Schienenoberkante — erscheint hierfür als bedeutender Vorteil.

Auch im Bahnhof Bad Deutsch Altenburg, an welchen unmittelbar ein Schotterbrechwerk angrenzt und wo daher starke Kalkstaubablagerungen auftreten, ist es zu Isolatorschäden über das übliche Ausmaß hinaus nicht gekommen. Die Isolatoren überziehen sich mit einer Kalkstaubschicht, die hinsichtlich der elektrischen Beanspruchungen nicht schädlich wirkt. Ein Nachteil der Hängeisolatoren ist der, daß sich in der Öffnung, in der das Stahlband eingekittet ist, sehr leicht Wasser ansetzt. Aus diesem Grunde wurden in späterer Zeit die Stahlbänder lose eingezogen. Die Hänge- sowie die Stützisolatoren, mit denen die Verstärkungsleitung am Fahrleitungsgestänge befestigt ist, gehören einer Bauart an, die heute nicht mehr hergestellt wird.

Der Fahrdraht selbst hat Achterform und auf der freien Strecke 80 mm<sup>2</sup>, in den Bahnhöfen 50 mm<sup>2</sup> Querschnitt. Die Abnutzung in dem zwanzigjährigen Betrieb ist verschwindend.

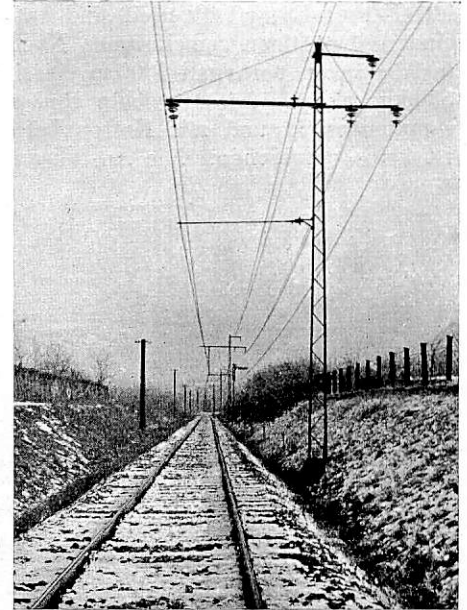


Abb. 2.

Die Befestigung des Fahrdrahtes am Trageil erfolgte ursprünglich mittels eines Dreieckkettenwerkes. Diese Ausführung war bei der Erbauung gewählt worden, weil man der Ansicht war, nur hierdurch den erwarteten Verzerrungen bei großen Temperaturschwankungen, als Folge der verschiedenen Ausdehnungszahlen von Trageil und Fahrdraht (Stahl und Kupfer), wirksam begegnen zu können. Diese Anordnung hat sich aber nicht bewährt und wurde bereits in den ersten Betriebsjahren durch eine solche mit lotrechten Hängedrähten aus Stahldraht und später noch aus Bronzeseil ersetzt. Die ursprüngliche Entfernung der Pendeldrähte voneinander mit 3 bis 4 m wurde im Laufe der Zeit auf 7 m erhöht, wodurch, abgesehen von einer Verringerung der Fehlerquellen, eine Materialersparnis und eine bessere Sicht erzielt wurden. Nachteile waren hiermit keine verbunden.

Fahrdrabt und Trageil sind auf der freien Strecke mit einer selbsttätigen gemeinsamen Nachspannung versehen, die in Abständen von rund 1000 m einseitig durch Gewichte von 580 kg erfolgt. Die Gewichte sind aus Gußeisenplatten zusammengesetzt und mit Ketten befestigt. Fangvorrichtung ist keine vorgesehen. Die Ausführung mit Ketten sowie das

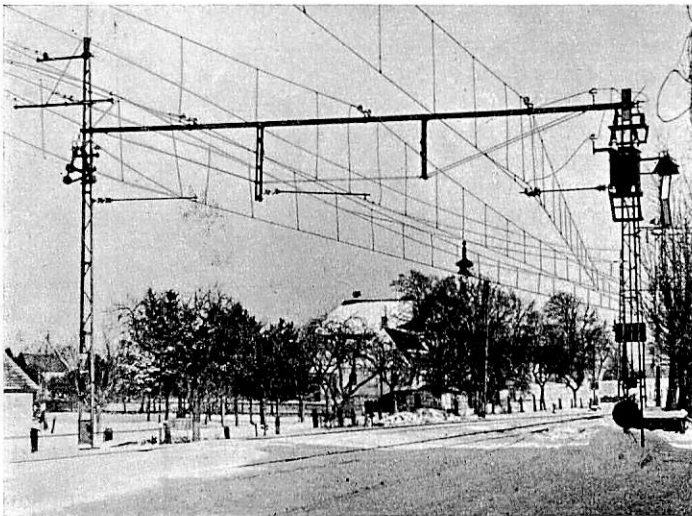


Abb. 3.

Fehlen einer Fangvorrichtung hat sich bisher nicht ungünstig ausgewirkt.

Die Bahnhofsgleise sind mit Jochen überspannt. Auf den Jochen sitzen Stützisolatoren an denen das Trageil über einen Abspannisolator fix befestigt ist (Abb. 3). Diese Ausführung hat bisher voll entsprochen.

Zur Stromrückleitung dienen die Schienen. Sie sind nur bei den Straßenüberquerungen am Stoß durch ängnetete Schienenlängs- und Querverbinder aus Kupfer miteinander leitend verbunden und an mehreren Stellen an in die Erde versenkte Metallplatten und Metallnetze angeschlossen. In den Bahnhöfen sind über alle Gleise mindestens zwei Querverbinder angebracht.

Vom Bahnhof Groß Schwechat bis zum Elektrizitätswerk führt eine isolierte Rückleitung auf den Mastspitzen der Gleichstromfahrleitung.

Die Wechselstromfahrleitung ist in 19 Abschnitte unterteilt, die durch Streckentrenner elektrisch geschieden sind. Durch an den Masten befestigte Hörnerschalter sind die Abschnitte normal untereinander verbunden. Die ursprünglich ziemlich schwere Ausführung der Streckentrenner führte überall dort, wo mit größeren Geschwindigkeiten gefahren wurde, zu oft erheblichen Stromabnehmerschäden (Abb. 4). Es wurde eine leichtere Bauart (Lufttrenner) entwickelt, die sich gut bewährt hat. Die alte Ausführung verblieb an jenen

Stellen, die mit verminderter Geschwindigkeit befahren werden.

Die Fahrleitungen der Verlade- und Abstellgleise sind von der Fahrleitung des Hauptgleises gleichfalls durch Streckentrenner geschieden; sie werden mit Ladegleisschalter, die gleichfalls als Hörnerschalter ausgebildet sind und einen Erdkontakt besitzen unter Spannung gesetzt. Alle Schalter sind unmittelbar an der Trennstelle angebracht (Abb. 3). Es ist dies eine Anordnung die in kleinen Bahnhöfen erträglich ist, in größeren Bahnhöfen wäre aber eine zentrale Schaltstelle vorteilhaft.

Die Beleuchtung jener Bahnhöfe, welche nicht an das Industrienetz angeschlossen sind, es sind insgesamt fünf, wird von der Fahrleitung aus über Masttransformatoren von 15000/110 Volt und über Zwischentransformatoren 110/24 Volt versorgt. Die niedrige Periodenzahl von  $16\frac{2}{3}$  Per/S macht sich bei 24 Volt Lampenspannung noch durch starkes Flackern unangenehm bemerkbar.

Zum Schutze der Fahrleitungsanlage gegen Überspannungen sind an mehreren Stellen Hörnerblitzableiter mit Dämpfungswiderstand eingebaut. Über ihre Bewährung läßt

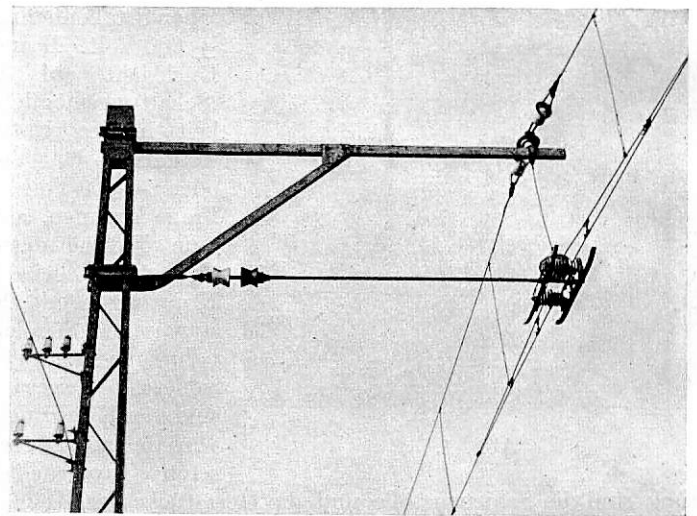


Abb. 4.

sich kein abschließendes Urteil fällen. Es konnte jedoch festgestellt werden, daß Störungen, die auf atmosphärische Einwirkungen zurückzuführen waren, nicht hintangehalten wurden.

Das Fahrleitungsgestänge wurde ausschließlich aus Eisen hergestellt und zwar waren es Flachmaste und an Stellen höherer Beanspruchung Gittermaste mit quadratischem Querschnitt. Holz wurde nicht verwendet. Die dadurch bedingten Mehraufwendungen beim Bau haben sich im Betrieb voll bezahlt gemacht. Die Mastabstände betragen in der Geraden 100 m, in Bögen bis rund 60 m. Der Fahrdrabt ist im Zickzack mit einer größten Ausladung von ursprünglich  $\pm 900$ , später  $\pm 600$  mm aus der Gleismitte angeordnet. Die Entfernung der Maste erwies sich als zu groß. Denn infolge der besonders gegen Südosten zu offenen Lage ist die Strecke den in der Richtung vom Neusiedlersee her kommenden feuchten Winden schutzlos ausgesetzt. Rauhreif, Eis und Schnee haben, gemeinsam mit dem fast ständig wehenden Winde außergewöhnliche Beanspruchungen der Leitungen zur Folge, welche oftmals zu einem Bruche des Fahrdrahtes in den Knotenpunkten führten. Besonders die Leitung auf der Strecke von Maria Ellend bis in die Nähe von Bad Deutsch Altenburg ist sehr gefährdet. Als Maß für die Größe der auftretenden Beanspruchungen sei die Tatsache angeführt, daß beim Fahrdrabt im Schwingungsbauch Amplituden bis zu 2 m gemessen wurden und daß sich um den Draht ein Eispanzer von 7 cm



Durchmesser und darüber gelegt hat. Dadurch kam es häufig zu Bügelentgleisungen und Fahrdrachtrissen. Ungünstig im Hinblick auf die Windbeanspruchung ist die verhältnismäßig große Systemhöhe von 3,5 m.

Das Setzen von Zwischenmasten im gefährdeten Bereich erwies sich als unbedingt notwendig. Hierbei wurden teils Doppel-T-Profilmaste, teils Schienenmaste — beide Ausführungen im unteren Drittel durch Schienen verstärkt — aufgestellt, die sich voll bewährt haben. Es wurde auch eine andere Isolatorbauart verwendet, und zwar vorerst ein zweiteiliger gekitteter Diaboloisolator, bei dem der Ausleger für den Fahrdraht um den Isolator als Mittelpunkt drehbar angeordnet ist, daher an den Schwingungen des Fahrdrachtes teilnehmen kann. Diese Ausführung hat sich mechanisch nicht bewährt; es wurde auch keine Verbesserung im Schwingen des Fahrdrachtes erreicht, ebenso befriedigte der Isolator elektrisch nicht.

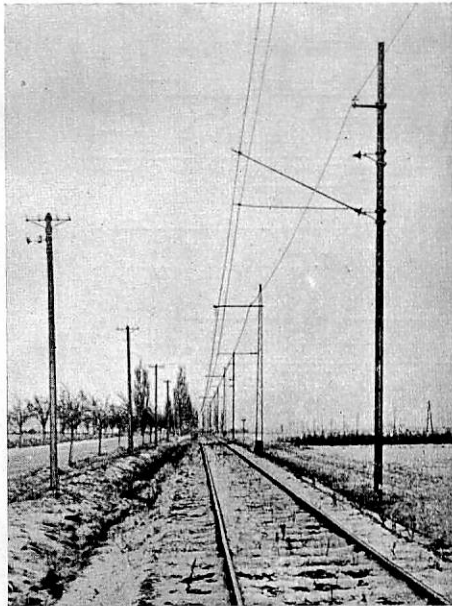


Abb. 5.

Indessen war im Zuge der Entwicklung der Fahrleitungsbauart durch die umfangreichen

Elektrifizierungen der Nachkriegsjahre ein neuer Isolator geschaffen worden, der auf den neu elektrifizierten Linien allen Anforderungen entsprochen hat.

Dieser Isolator wurde auch auf der Preßburgerbahn verwendet, einerseits bei neu gesetzten Zwischenmasten (Abb. 5), andererseits als Ersatz für schadhaft gewordene Isolatoren der ursprünglichen Ausführung. Der Einbau war einfach, es

wurde lediglich für den Tragseilisolator ein Übergangsstück zur Seilrollengabel, die mit einer Augenpfanne verschweißt wurde, zwecks Einhängen des Klöppels, notwendig.

Der Stützisolator der Verstärkungsleitung, mit eingekittetem Bolzen und aufge kitteter Kappe, ist infolge seiner geringen elektrischen Festigkeit ein Sorgenkind der Fahrleitungserhaltung. Auch er wird schon seit längerer Zeit bei der Unterhaltung durch den entsprechenden Einheitsisolator ersetzt. Die ersten Isolatoren der Einheitsbauart wurden im Herbst 1931 eingebaut, heute sind bereits 500 vorhanden. Es ist erfreulich, zu berichten, daß bis heute keiner von ihnen zu einer Störung Anlaß gegeben hat. Dieses günstige Ergebnis läßt für die Wechselstromfahrleitung in den kommenden Jahren das Beste hoffen.

Die Erhaltung der Leitungen und der Lichtsignalanlagen auf der Wiener Ortsstrecke obliegt einer aus 15 Mann bestehenden Leitungsmeisterei. Auf sie entfallen 82,1 km f. Mfkr. für Gleichstrom. Zur Behebung von Störungen und zur planmäßigen Abwicklung der Zeituntersuchungen sind eine Motordraisine, ein benzinelektrischer Turmwagen und ein Gerüstwagen vorhanden.

#### 4. Die Fahrbetriebsmittel.

##### a) Gleichstrom.

Für den Betrieb auf der Wiener Ortsstrecke stehen sieben Triebwagen und sieben Gleichstromlokomotiven zur Ver-

fügung. Allen diesen Triebfahrzeugen gemeinsam ist der Reihenschlußmotor mit Wendepolen in Straßenbahnaufhängung und der durch Federkraft gespannte Scherenstromabnehmer. Die Triebwagen, deren elektrische und mechanische Ausrüstung nichts Erwähnenswertes bietet, haben zwei Motoren zu je 65 PS und einen Fassungsraum von 28 Sitzplätzen. Von den sieben Lokomotiven, die zur Beförderung der Fern- und Güterzüge zwischen Wien und Groß Schwechat dienen, sind vier Stück (Reihe 1085) zweiachsig mit zwei Triebmotoren von je 96 PS. Sie sind 24 t schwer, einschließlich der in den beiden Vorbauten untergebrachten Speicherbatterie, die bei 300 Volt eine Kapazität von 89 Amperestunden besitzt. Der Radstand der Lokomotiven beträgt 3,6 m.

Die anderen drei Lokomotiven sind vierachsig, je zwei Achsen sind zu Drehgestellen zusammengefaßt. Zwei Stück gehören der Reihe 1478 (Abb. 6) an, sind 26 t schwer und haben vier Triebmotoren zu je 53 PS; ein Stück gehört zur Reihe 1479 mit 33 t Gewicht und vier Triebmotoren zu je 54 PS. Die auch hier vorhandenen Speicherbatterien haben 108 Amperestunden bei den Lokomotiven der Reihe 1478 und 89 Amperestunden bei der Lokomotivreihe 1479.

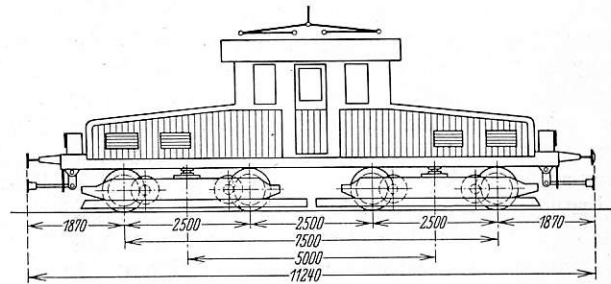


Abb. 6.

Alle Triebfahrzeuge mit Ausnahme der Lokomotive Reihe 1479 haben direkte Schaltung des Motorstromkreises mittels Starkstromfahrshalter. Bei der Lokomotive Reihe 1479 erfolgt die Steuerung der Triebmotoren durch elektromagnetische Schützen.

Die Gleichstromlokomotiven haben, da sie mittels Batteriestromes auch den mit Wechselstromfahrleitung überspannten Teil des Bahnhofs Groß Schwechat befahren, am Stromabnehmer einen Anschlag, wodurch seine Höhe auch bei unbeabsichtigtem Hochgehen mit 5,8 m begrenzt ist (die Wechselstromfahrleitung befindet sich im Bahnhof Groß Schwechat 6,5 m über Schienenoberkante).

Zum Laden der Batterien verfügt die Zugförderungsleitung Groß Schwechat über eine Ladestation mit einem 20 kW Aggregat bestehend aus Drehstrommotor und Gleichstromgenerator. Ein zweites gleich großes Aggregat steht in Reserve. Weiter ist noch ein 2,2 kW Aggregat zum Laden der Wagenspeicher (Notbeleuchtung) vorhanden.

##### b) Wechselstrom.

Auf der Wechselstromstrecke stehen zehn Lokomotiven zweier Reihen in Verwendung. Und zwar für den Personenzugverkehr acht Stück der Reihe 1005, Achsanordnung 1-B-1 und für den Güterzugverkehr zwei Stück der Reihe 1060 Achsanordnung 1-C.

Die Personenzuglokomotiven haben 790 PS Dauerleistung und ein Gewicht von 56 t. Der Antrieb erfolgt direkt mittels Parallelkurbelantrieb und Blindwelle. Diese ist hohl und ruht auf zweiteiligen mit Komposition ausgegossenen Lagerschalen in einem mit dem Lokomotivrahmen fest verschraubten Stahlgußblock. Die beiden Triebachsen und eine Laufachse sind im Lokomotivrahmen festgelagert, die zweite Laufachse als Adamsachse mit beiderseits 45 mm Seitenspiel ausgebildet. Die Lokomotiven haben hinsichtlich ihres mechanischen Auf-

baues voll entsprochen. Ungünstig wirkt sich die feste Lagerung der einen Laufachse insofern aus, als der auf dieser Seite befindliche Führerstand verhältnismäßig starken Erschütterungen ausgesetzt ist. Die Kurvenläufigkeit ist sehr gut. Stark leiden die Lager, was darauf zurückzuführen ist, daß neben der Bahn eine dicht befahrene, staubige Bundesstraße führt. Hierdurch wird eine besondere Sorgfalt hinsichtlich der Wartung aller reibenden Bestandteile notwendig. Auch die aufgetretenen Heißläufer sind vorwiegend durch diesen quarzandhaltigen Straßenstaub hervorgerufen worden. Der Parallelkurbelantrieb hat sich als sehr empfindlich erwiesen. Nach jedem Ausgießen ist ein genaues Vermessen erforderlich. Die Lager schlagen sich, nachdem sie ein Lagerspiel von etwa 0,6 mm erreicht haben, rasch aus. Im Durchschnitt werden 18000 km bis zum nächsten Ausguß erreicht.

Hinsichtlich der elektrischen Ausrüstung ist zu erwähnen, daß der Transformator als ölgekühlter Manteltransformator ausgebildet ist, eine Ausführung die zu keinen Klagen Anlaß gegeben hat. Der Ölschalter über den er an Oberspannung liegt, hat Vorschaltwiderstände aus Karborundum. Als Schutz gegen Überspannungen ist eine Drosselspule vorgeschaltet, die auf dem Dache angebracht ist. An der Unterspannungsseite sind zwölf Anzapfungen für die Geschwindigkeitsregelung des einzigen vorhandenen Motors vorgesehen. Dieser ist ein doppelt gespeister 24poliger Winter-Eichberg-Motor mit einer maximalen Motorspannung von 546 Volt. Er wird mittels elektromagnetischer Schützen gesteuert, die untereinander elektrisch verriegelt sind. Die Bedieneinrichtungen sind auf beiden Führerständen gleich. Ein Fahrschalter steuert die zwölf Spannungsstufen. In Abhängigkeit von der Geschwindigkeit muß noch die Erregerwalze geschaltet werden, welche sechs Stufen (vier für Vorwärts- und zwei für Rückwärtsfahrt) hat.

Der Triebmotor hat sich bisher ausgezeichnet bewährt. Der bei einem solchen Motor heikelste Teil, der Kollektor, hat zu keinen Klagen Anlaß gegeben. Die Stromabnahme durch die Kohlenbürsten ist gut. Ein neuer Bürstensatz erreicht bis zur Abnutzungsgrenze im Mittel 26000 km. Abdrehungen des Kollektors erfolgen nach etwa 250000 km. Der Kollektor wird nicht geschmiert. Versuche, angeregt durch Erfahrungen auf anderen Linien, wurden wohl durchgeführt, doch arbeitet der Kollektor auch ohne Schmierung einwandfrei.

Für die Betätigung der elektropneumatischen Fahrtwendersteuerung, der Stromabnehmer, des Sandstreuers und der Lokomotivpfeife steht ein Kolbenkompressor zur Verfügung, für die selbsttätige Saugluftbremse ein Vakuumaggregat.

Die Stromabnahme vom Fahrdrabt geschieht durch zwei Scherenstromabnehmer, die in ihrer ursprünglichen Ausführung breit und schwer waren. Sie gerieten hierdurch leicht in Schwingungen, was oft Schäden an ihnen und an der Fahrleitung zur Folge hatte. Im Jahre 1929 wurden sie durch den unterdessen auf der Hauptstrecke entwickelten Einheitsstromabnehmer ersetzt. Dieser hat sich dem alten Abnehmer weit überlegen gezeigt und führt nur selten zu Störungen. Die Stromabnehmerwippe hat ein Aluminiumprofilstück mit Schmierrille, in welche während der Rauhreifzeit eine Kupferschiene eingesetzt wird. Ohne diese Vorsorge würden sich in das Aluminiumstück Rillen einbrennen. Solche Rillen werden beim Vorbeigleiten des Fahrdrabtes rasch immer größer gebrannt, bis sich schließlich der Fahrdrabt in ihnen verhängt, was mindestens zum Bruch der Wippe führt.

Im Jahre 1931 wurde neben der Aluminiumwippe die Fischer-Stahlplatte eingeführt. Ihre Vorteile sind: geringer spezifischer Andruck, Unmöglichkeit der Rillenbildung, Glättung des Fahrdrabtes und Billigkeit infolge der, gegenüber

dem Aluminiumstück wesentlich längeren Lebensdauer. Dagegen wird bei Gegenwind die Platte, da sie eine große Angriffsfläche hat, vom Fahrdrabt abgedrückt, wodurch unangenehme Stromunterbrechungen entstehen. Die gleiche Erscheinung im verstärkten Maße ergibt sich bei Schneefall. Auf der Preßburgerbahn wurde daher die Einrichtung getroffen, daß in den Wintermonaten ein Stromabnehmer das Aluminiumstück mit Reifbügeleinlage erhält, der andere mit der Fischerplatte ausgerüstet wird (Abb. 7).

Typische Störungen, welche auf einen konstruktiven Fehler im Bau der Lokomotiven schließen ließen, sind keine zu verzeichnen. Es treten im allgemeinen nur Schäden auf, die eine Folge der Abnutzung einzelner Teile sind. Dies drückt sich schon im Jahresreparaturstand aus, der (für 1932) 19,6% beträgt.

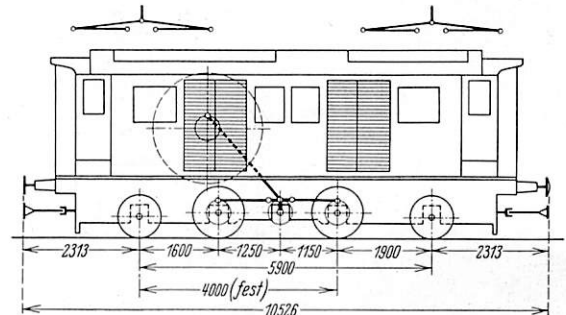


Abb. 7.

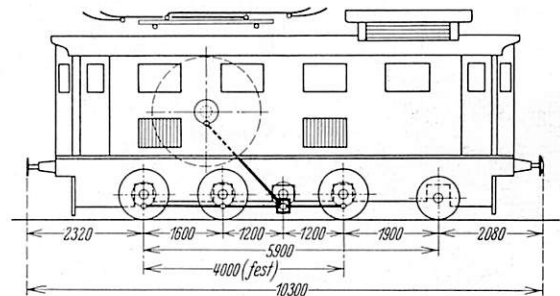


Abb. 8.

Die Güterzuglokomotiven Reihe 1060 (Abb. 8) von der zwei Stück vorhanden sind, haben drei gekuppelte Achsen, dabei aber grundsätzlich den gleichen Antrieb wie die Personenzuglokomotiven. Nur arbeitet der Blindwellenzapfen mit Hilfe einer Gleitbüchse in einer Kulisse der großen Kuppelstange, an welcher die kleine Kuppelstange zur dritten Kuppelachse angelenkt ist. Die Blindwelle ist ebenso wie bei den Lokomotiven Reihe 1005 gegenüber den Kuppelachsen mit Rücksicht auf das Federspiel um 13 mm höher gelagert. Die Räder der mittleren Kuppelachse haben wegen des Kurvenspiels einen um 6 mm geschwächten Spurrkranz. Die Spurrkranzabnutzung ist infolge der in der Ortschaft Fischamend vorhandenen Rillenschienen sehr stark. Die Laufachse ist als Adamsachse ausgebildet, die hohle Blindwelle lagert in vierteiligen Lagerschalen.

Der zwölfpolige Triebmotor hat eine ähnliche Bauart wie der der Lokomotiven Reihe 1005, jedoch 842 PS Stundenleistung und 910 Volt maximale Spannung. Verschieden ist nur der Fahrtwender, der hier elektromagnetisch gesteuert wird. Der alte Stromabnehmer mit Aluminiumwippe konnte belassen werden, da sich bei der für diese Lokomotiven in Frage kommenden Höchstgeschwindigkeit von 40 km/Std. keine wesentlichen Anstände ergeben haben.

Erwähnenswert ist, daß alle Wechselstromlokomotiven mit Vielfachsteuerung ausgerüstet sind, die jedoch gegenwärtig keine Anwendung findet.



## 5. Der Wagenpark.

Für den Fernverkehr sind 28 vierachsige Personenwagen vorhanden. Sie sind erheblich schmaler wie die gewöhnlichen Wagen mit Rücksicht auf das Lichtraumprofil der Preßburger Donaubrücke. Die Wagenlänge beträgt 14,7 m, das Gewicht 17 t. Die Drehzapfenentfernung ist 8,5 m, der Radstand im Drehgestell 2,5 m. Die Wagen sind mit selbsttätiger Saugluftbremse und mit Handbremse ausgestattet. Die Heizung und Beleuchtung ist elektrisch. Je zwei Heizkörper sind in Reihe an die 600 Volt-Leitung angeschlossen. Ein Heizkörper hat 300 Watt, die gesamte Heizleistung für einen Wagen beträgt im Mittel 10,8 kW.

Für die Beleuchtung der Wagen sind je vier Lampen von 150 Volt an die 600 Volt-Lichtleitung angeschlossen. Insgesamt sind je Wagen sechzehn Lampen zu 25 Watt vorgesehen. In den ersten zwölf Betriebsjahren war der Lampenverbrauch sehr groß, alle Versuche einer stoßsicheren Aufhängung blieben ohne wesentlichen Erfolg. Erst durch die Wahl einer kurzfädigen Lampe für 160 Volt Nennspannung konnte Abhilfe geschaffen werden. Die Lampen haben durchschnittlich mindestens 700 Stunden Brenndauer. Neben der Normalbeleuchtung ist noch eine Notbeleuchtung vorgesehen, für die eine 20 Volt-Sammelbatterie zur Verfügung steht. Ursprünglich wurden zwölf bis sechzehn Lampen gespeist, doch mußte hiervon bald Abstand genommen werden, da die Batterie zu geringe Leistung hat (39 Amperestunden). Derzeit werden drei bis sechs Lampen angeschlossen. Die Batterie wird durch eine stabile Anlage in Groß-Schwechat aufgeladen.

Die Notbeleuchtung ist beim Lokomotivwechsel notwendig. Die Umschaltung erfolgt von Hand aus.

Für den Ortsverkehr stehen neun zweiachsige Anhängewagen zur Verfügung mit 3,6 m Radstand und 7,8 t Gewicht.

Für den durchgehenden Güterverkehr sind fünfzehn geschlossene, zweiachsige Güterwagen mit 3,6 m Radstand vorhanden. Einer hiervon ist als Gerätewagen für den Hilfsdienst eingerichtet.

Alle Fahrbetriebsmittel, welche die Wiener Ortsstrecke befahren, weisen ein Spezialradreifenprofil auf.

Die Erhaltung aller Fahrbetriebsmittel obliegt der Betriebswerkstätte Groß-Schwechat, welche über die notwendigen Einrichtungen verfügt, um alle anfallenden Lokomotivreparaturen, selbst Großausbesserungen, durchzuführen. Lediglich Wickelarbeiten an Transformatoren, Neuwicklungen an Triebanker, Rektifizierungen an den Kurbeln der Triebanker und Blindwellen und Einpreßarbeiten von Kurbelzapfen werden in den Hauptwerkstätten vorgenommen.

Im Jahre 1929 wurde in der Werkstätte ein koksgeheizter Heringschmelzofen aufgestellt, der es gestattet alle Lager, bei Lokomotiven wie bei Wagen, mit dem Lagermetall „Thermit“ auszugießen. Der Erfolg dieses sachgemäß ausgeführten Gießverfahrens zeigte sich darin, daß die Zahl der heißgelaufenen Wagen ständig zurückging.

## 6. Die Lichtsignalanlage auf der Ortsstrecke und die Fernmeldeeinrichtungen auf der Wechselstromstrecke.

Auf der eingleisigen Orststrecke stand bis zum Jahre 1931 eine Signaleinrichtung in Verwendung, bei der die Signallampen nach der Kreuzschaltung angeordnet waren. Die Schalter in den Ausweichen wurden vom Zugbegleitpersonal betätigt. Anhalten der Züge in allen Haltestellen war erforderlich.

Um den Fernzügen die Durchfahrt auf der Ortsstrecke zu ermöglichen, wurde eine selbsttätige Lichtsignalanlage, mit Speisung aus der Gleichstromfahrleitung, gebaut. Die Einschaltung der Lampen des besetzten Abschnittes erfolgt durch

ein Kipprelais, das von einem Hilfsrelais betätigt wird. Das Hilfsrelais bekommt den Einschaltimpuls bei Befahren eines Kontrakttrahtes durch den Stromabnehmer. Bei Einfahrt in den benachbarten Streckenabschnitt wird ein Ausschaltkontakt für die Lichtsignalanlage des verlassenen Abschnittes betätigt. Diese selbsttätige Anlage hat bisher voll entsprochen.

Die Fernmeldeleitungen für die Fernstrecke sind auf eigenem Holzgestänge verlegt, das am Bahnkörper aufgestellt ist. Von einer Verkabelung der Schwachstromleitungen war Abstand genommen worden. Da diese Leitungen nahe neben der Fahrleitung verlaufen — stellenweise beträgt die Entfernung kaum 2 m — erreichen die statischen Ladungen etwa 1800 Volt. Dies hat eine besondere Durchbildung der Isolation der einzelnen Bestandteile, sowie eine gute Isolation der Leitung selbst notwendig gemacht, ebenso eine systematische Durchführung der Kreuzungen der beiden Drähte einer Schleife, die etwa alle 300 m durchgeführt ist.

Zur Abführung der statischen Ladungen sind Erdungsspulen vorgesehen. Zum Schutz gegen die Folgen allfälliger Berührungen mit den Hochspannungsleitungen dienen Grobspannungsableiter (Funkenstrecken) und Grobsicherungen. Die Fernschreiber sind durch sekundär geerdete Schutztransformatoren gesichert, die ganze Inneneinrichtung einer Station ist mittels Trennschalter abschaltbar.

Die Ausführung hat im allgemeinen entsprochen. Es darf allerdings nicht übersehen werden, daß der Erhaltung ganz besonderes Augenmerk zugewendet wird und es sich hier um eine Lokalbahnlinie handelt, bei der auch gelegentliche Abschaltungen der Schwachstromeinrichtungen in Kauf genommen werden können.

Den Störungen infolge der Witterungseinflüsse sind die Schwachstromleitungen wegen ihres geringen Querschnittes noch mehr ausgesetzt als die Starkstromleitungen. An den störungsreichsten Stellen wurde wie bei der Fahrleitung die Mastentfernung verkürzt.

## 7. Störungen.

### a) An der Fahrleitungsanlage.

Bei Beurteilung der Art und Anzahl der Störungen muß berücksichtigt werden, daß die einzelnen Konstruktionen aus einer Zeit stammen, wo nur wenig Erfahrungen vorlagen.

Um ein möglichst umfassendes Bild zu bekommen, sind im nachstehenden die Störungsfälle über einen längeren Zeitraum und zwar vom 1. Juni 1930 bis 31. Mai 1933 untersucht worden. Es sind während dieser drei Jahre insgesamt 96 Störungen an den Leitungsanlagen aufgetreten, wovon 13 Störungen auf die Gleichstrom- und 83 Störungen auf die Wechselstromstrecke entfallen. Hierbei sind die Stromunterbrechungen, soweit sie nur kurzzeitig waren und keinen Einfluß auf den Zugverkehr hatten, nicht berücksichtigt. Hierzu gehören vor allem alle Kurzschlüsse, die durch Vögel hervorgerufen wurden.

Von diesen innerhalb der drei Jahre aufgetretenen 13 Störungen an der Gleichstromfahrleitung entfallen drei auf Schäden, verursacht durch den Stromabnehmer infolge starken Fahrdrahtdurchhanges. Zwei Störungen sind auf Querdrahtrisse zurückzuführen und weitere zwei durch Bruch der Isolatornuß, mit der der Querdraht befestigt ist, verursacht worden. Ein Fahrdrahtriß trat auf und zweimal brannte das Kabel der Streckentrennschalter durch. Drei Störungen entfallen auf nicht näher bestimmbare Ursachen.

Ungleich ungünstiger ist hinsichtlich der Störungsfälle die Wechselstromfahrleitung. Der jährliche Durchschnitt beträgt hier in dem betrachteten Zeitabschnitt 27,7 Störungen. Bezogen auf 1 km bespannte Gleislänge sind es 0,43 Störungsfälle. Auf die angeführten 83 Störungen an der Wechselstromfahrleitung entfallen insgesamt 229 Leitungsschäden.

Von den 52 Leitungsrissen entfallen 24 allein auf die Erdleitung und zwar hauptsächlich auf den bereits genannten besonders gefährdeten Streckenabschnitt. Durch die im letzten Jahre teilweise durchgeführte Abtragung der Erdleitung wird diese Störungsursache beseitigt werden. Auf die Verstärkungsleitung entfallen 22 und auf Tragseil und Fahrdrabt je drei Risse.

Von den vielfach durch atmosphärische Störungen verursachten 79 Isolatorschäden entfallen 33 auf die Diaboloisolatoren, 29 auf die Stützisolatoren der Verstärkungsleitung, 8 auf die Tragseil-, 6 auf die Industrieleitungs- und 3 auf die Schalterisolatoren. Hier wird in Kürze eine Besserung eintreten, da die Isolatoren der alten Ausführungen durch solche der Einheitsbauart ersetzt werden. Im Zusammenhang damit wird auch die Zahl der Schäden verursacht durch Losewerden der Isolator Kittung an den seitlichen Festlegern stark zurückgehen. Abhilfe wird auch gegen die Störungen, verursacht durch die Hängedrähte geschaffen werden. Der Hängedraht ist nämlich teilweise noch weicher Tiegelstahldraht 5 mm Durchmesser. Er scheuert sich an den Augen in denen die Klemmen befestigt sind durch und reißt. Als Ersatz wird jetzt Bronzeseil 10 mm<sup>2</sup> Querschnitt eingebunden und auch eine zweckmäßig durchgebildete „Zinkbronze-Klemme“ der Einheitsausführung verwendet.

#### b) An den Triebfahrzeugen.

Auch hier ist den Untersuchungen ein dreijähriger Zeitraum vom 1. Juni 1930 bis 31. Mai 1933 zugrundegelegt. Insgesamt sind 71 Störungen aufgetreten, wovon 46 das sind 64,8% auf die Gleichstromfahrzeuge und 25 das sind 33,2% auf die Wechselstromfahrzeuge entfallen. Hierbei sind alle Störungsfälle, die durch die Lokomotivmannschaft behoben werden konnten und die außerdem keine oder nur ganz unwesentliche Verspätungen im Zugverkehr verursacht haben, nicht berücksichtigt. Im Durchschnitt ergeben sich jährlich 23,7 Störungsfälle, wovon 15,4 auf die Gleichstromfahrzeuge und 8,3 auf die Wechselstromlokomotiven entfallen. Auf 1 Millionen Lokomotivkilometer kommen im Durchschnitt 36 Störungsfälle, bei Aufteilung auf Gleich- und Wechselstromfahrzeuge sind es 62 und 12 Fälle.

Die Schäden an den Triebmotoren und den Stromabnehmern umfassen 58,8% aller Störungsfälle. Die große Zahl der Motorschäden ist darauf zurückzuführen, daß die Motoren eine nicht voll entsprechende Eigenbelüftung besitzen. Die ungenügende Wärmeabfuhr hat starke Beanspruchungen der Isolation und demnach auch verhältnismäßig zahlreiche Durchschläge zur Folge.

Das bereits früher erwähnte Fehlen einer selbsttätigen Nachspannung bei der Gleichstromfahrleitung wirkt sich

auch ungünstig auf die Stromabnehmer der Gleichstromfahrzeuge aus. Eine Besserung durch den Einbau von Spannschrauben wurde wohl erzielt, doch keine vollständige Abhilfe geschaffen.

Die Störungen an den Wechselstromlokomotiven zeigen einen verhältnismäßig natürlichen Aufbau, rund die Hälfte entfällt je auf den mechanischen und den elektrischen Teil.

Wird die Zahl der Untauglichkeitsfälle in Abhängigkeit von der Zeit betrachtet, so ergibt sich ein starkes Absinken in den letzten Jahren, eine Folge der konsequenten Verfolgung und Bekämpfung der sich wiederholenden Störungsursachen.

#### 8. Allgemeine Betriebsergebnisse.

Die großen Vorteile, welche der elektrische Zugbetrieb mit sich bringt, haben sich auf der Preßburgerbahn voll ausgewirkt. Die hohe Anfahrbeschleunigung und die große Leistungsfähigkeit der elektrischen Lokomotiven haben auf dieser, hinsichtlich der Neigungsverhältnisse so ungünstigen Strecke eine mittlere Reisegeschwindigkeit von 40 km in der Stunde ermöglicht, bei einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km.

Deutlich zeigt sich auf der Preßburgerbahn auch die verkehrsfördernde Wirkung des elektrischen Betriebes. Trotzdem diese Linie infolge der parallelverlaufenden Bundesstraße im schärfstem Konkurrenzkampf mit dem Auto steht und sie als Lokalbahn außerordentlich stark von den wirtschaftlichen Verhältnissen beeinflusst wird, hat sie unter der Wirtschaftskrise wenig gelitten.

Während die Verkehrsleistungen im Gesamtnetz vom Jahre 1929 an ständig zurückgegangen sind und im Jahre 1932 nur mehr 72 v. H. der im Jahre 1929 betragen haben, zeigt sich auf der Preßburgerbahn im Jahre 1930 sogar eine Aufwärtsentwicklung, der in den folgenden Jahren nur ein ganz geringfügiger Rückgang folgt.

Die außerordentliche Leistungsfähigkeit der elektrischen Lokomotiven zeigt sich deutlich in den jährlich geleisteten Lokomotivkilometern. Sie beträgt im Jahresdurchschnitt für eine Wechselstromlokomotive rund 60000 km, für ein Gleichstromfahrzeug 24 bis 27000 km.

Die Leistungen der Gleichstromfahrzeuge sind naturgemäß geringer, da die Strecke nur 12,6 km lang ist und die Geschwindigkeiten entsprechend kleiner sind. Seit Inbetriebnahme der Strecke haben die Wechselstromlokomotiven je über 1,0 Million Lokomotivkilometer geleistet.

Aus der vorstehenden Ausführung ist zu entnehmen, daß der elektrische Betrieb auf der Preßburgerbahn sich in den zwanzig Jahren des Bestehens zur vollsten Zufriedenheit abgewickelt und allen in ihn gesetzten Erwartungen entsprochen hat.

## Rundschau.

### Elektrische Bahnen.

#### Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven mit Phasenumformer System Kandó.

Die Kgl. Ungarischen Staatsbahnen betreiben die Strecke Budapest (Ostbahnhof)—Komárom, 112 km, der südlichen Verbindungsbahn Budapest—Wien mit Einphasenstrom von 50 Hertz, wobei Drehstromlokomotiven mit Umformer der Bauart Kandó verwendet werden, die von der in Nordamerika entstandenen Split-phase-Bauart von E. F. W. Alexanderson weitgehend abweicht und einen Fortschritt dieser gegenüber darstellt. Verhandlungen mit Österreich schweben um die ganze Strecke Budapest—Hegyeshalom—Wien, 271 km, dafür einzurichten. Zu diesem Zweck sind bereits zu den bestehenden fünf Lokomotiven System Kandó weitere 22 Personenzuglokomotiven in Auftrag gegeben. Als Vorteile des Systems Kandó werden an-

gegeben: Zusammenschluß der industriellen und der Bahnnetze; Entfall besonderer Stromerzeugungs- und Umformerwerke; Errichtung von nur wenigen Unterwerken; Verwendung der einfachen Einphasen-Fahrdrabtleitung; Zulässigkeit hoher Leitungsspannungen, daher geringer Kupferverbrauch; Umsetzung der elektrischen Energieform in mechanische am Radumfang mittels nur drei Umformungen, einer statischen in der Leitung und zweier rotierender auf der Lokomotive; Verwendung einfacher und dauerhafter Asynchronmotoren; Schaltung einer einzigen rotierenden Maschine zwischen Fahrdrabt und Motor, die gleichzeitig zur Abspannung, Phasenumformung, Steuerung des Synchron-Asynchronaggregates und Erzeugung der Energie für die Hilfsmaschinen dient; höchster Wirkungsgrad und  $\cos \varphi = 1$ ; einfachste Nutzbremsung bei gleichbleibender wie abnehmender Fahrgeschwindigkeit; einfache Leistungsregelung der Lokomotive; direkte Kupp-



lung des Motors mit den Rädern ohne Zwischenschaltung von Reduktionsgetrieben; geringes Einheitsgewicht von etwa 37,6 kg PS Stundenleistung.

Als Nachteile werden angegeben, daß die Lokomotiven teuer und trotz des einfachen Asynchronmotors kompliziert werden, daß besonders ausgebildetes Personal und besonders eingerichtete Werkstätten hierfür nötig werden, daß der Fahrgeschwindigkeitsbereich nach oben begrenzt und die Geschwindigkeitsregelung wie bei allen Drehstromlokomotiven unwirtschaftlich ist und schließlich, daß das System den Einsatz von Triebwagen nicht erlaubt.

Das System Kandó stellt die letzte Vervollkommnung in der Verwendung gewerblichen Drehstroms für den Bahnbetrieb dar und ist besonders für sehr lange und schwach belegte Strecken geeignet. Länder, welche vor der Einführung des elektrischen Bahnbetriebes stehen, werden seine Annahme ernstlich in Frage ziehen müssen. Die beiden Lokomotivgattungen haben folgende Kennzahlen:

	P.-Lok.	G.-Lok.
Achsanordnung . . . . .	1 D 1	F
Länge über Puffer . . . . . m	13,69	13,93
Treibraddurchmesser . . . . . mm	1660	1150
Gewicht des mechanischen Teils . . . t		50
„ „ elektrischen „ . . . „		41,1
„ „ der Ausrüstung . . . . . „		2,9
Dienstgewicht . . . . . „		94
Reibungsgewicht . . . . . „	66,2	94
Größter Achsdruck . . . . . „		17,8
Zahl der Fahrmotoren . . . . .		1
Dauerleistung . . . . . PS		2200
Stundenleistung . . . . . „		2500
Minutenleistung . . . . . „		3500

Der wichtigste, eigenartigste, aber auch empfindlichste Teil der Lokomotiven ist der Phasenumformer. Er besteht aus einem Ständer, der die einphasige Primär- und die mehrphasige Sekundärwicklung trägt und aus einem mit Gleichstrom erregten Läufer. Die Sekundärwicklung liefert dem Asynchronmotor zwei-, drei- oder sechshephasigen Strom. Je nach der Schaltung sind folgende Geschwindigkeiten und Zugkräfte am Zughaken erreichbar:

Schaltung	P.-Lok.	G.-Lok.	P.-Lok.	G.-Lok.
	km/h		kg	
dreiphasig, 72polig . . . . .	24,2	16,6	8977	13150
„ 36polig . . . . .	50	34,3	9880	14450
sechshephasig, 24polig . . . . .	75	51,5	6926	10560
zweiphasig, 18polig . . . . .	100	68,3	4785	7600

Die Kraftübertragung von den Motorkurbeln auf die Räder erfolgt mittels einer Abart des Kandó-Dreiecks, wobei statt der zweiten Motorwelle eine Blindwelle angeordnet ist.

Schneider.

### Neuere elektrische Reichsbahnlokomotiven.

Die weitere Ausdehnung der elektrisch betriebenen Strecken bei der Deutschen Reichsbahn, sowie die neuzeitlichen Anforderungen in bezug auf Schnelligkeit des Personen- und auch Güterverkehrs haben die DRG veranlaßt, neue elektrische Lokomotiven zu beschaffen, von denen nachfolgend drei Bauarten kurz beschrieben werden.

#### 1 Co 1-Schnellzuglokomotive, Reihe E 04\*).

Alle neueren Schnellzuglokomotiven der DRG mit Einzelachsantrieb (Reihen E 15, 16, 17, 21) besaßen bisher vier Treibachsen. Sie waren daher mit einer Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h in erster Linie für den Hügellanddienst bestimmt, wo sie auch alle an sie gestellten Anforderungen restlos erfüllen. Für Flachlandstrecken sind diese Maschinen aber zu leistungsfähig und können nicht voll ausgenutzt werden. Es war also aus Wirtschaftlichkeitsgründen erwünscht, für die Flachstrecken eine in Anschaffung und Unterhaltung billigere Lokomotive einzustellen. Die Wahl fiel auf eine dreifach angetriebene Bauart, die den be-

kannten AEG-Federsternantrieb erhielt. Die Unterbringung der für die Erfüllung des gestellten Leistungsprogramms erforderlichen Maschinen und Apparate verlangt neben den drei Treibachsen mit einem Achsdruck von je 20 t noch zwei Laufachsen (je 15 t Achsdruck). Damit war die Bauart 1 Co 1 gegeben. Für die verlangten hohen Geschwindigkeiten bis zu 130 km/h schien allerdings der Verzicht auf führende Drehgestelle gewagt, aber die gute Bewährung des einfachen Krauss-Helmholtz-Gestelles bei allen 1 Do 1-Lokomotiven, die sich bei den Probefahrten der E 04 dann ebenfalls zeigte, rechtfertigte die gewählte Bauform. Die mittlere Treibachse ist auffälligerweise aus der Mitte versetzt; das geschah, um das Seitenspiel dieser Achse nicht zu groß wählen zu müssen.

Die Treibachsen stimmen mit denen der früheren 1 Do 1-Lokomotiven, Reihe E 17, fast vollständig überein. Nur die Speichen haben diesmal Kastenquerschnitt bekommen. An Stelle der früher verwendeten Zwillingmotoren sind bei der Lokomotive E 04 Einzelmotoren eingebaut, und der Zahnradantrieb der Hohlwellen ist symmetrisch auf beiden Seiten vorgesehen. Nur die mittlere Treibachse ist fest gelagert (10 mm Spurkranzschwächung), während die beiden äußeren seitlich verschiebbar sind und von den Laufachsen gesteuert werden. Das gesamte Lenkgestell (abgeänderte Bauart Krauss-Helmholtz) ist aus Blechen und Formeisen zusammengeschweißt. Sein Drehpunkt, um den die Deichsel schwingt, ist außergewöhnlich weit nach außen vorgeschoben. Sämtliche Treibachsen besitzen Außenachslager der Bauart Peyinghaus; ebensolche Innenlager wurden erstmalig auch für die Laufachsen verwendet. Lokomotivrahmen und Lenkgestelle stützen sich unter doppelter Abfederung auf die Laufachslager.

Als Bremse ist die normale Einkammer-Druckluftbremse mit Zusatzbremse der Bauart Kunze-Knorr, die auf drei Treibachsen wirkt, eingebaut. Es werden bei der Betriebsbremsung mit 3,5 atü 76 v. H., mit der Zusatzbremse bei 5 atü 105 v. H. des Reibungsgewichtes abgebremst. Bei den 13 Lokomotiven für 130 km/h (acht Stück sind vorläufig für 110 km/h) Geschwindigkeit werden die beiden Laufachsen mit gebremst. Der Einbau dieser weiteren Bremsrichtung an den Laufachsen ist auch bei den anderen Lokomotiven noch nachträglich möglich.

Wie bei allen neueren elektrischen Lokomotiven ist für beste Lüftung gesorgt, damit trotz großer elektrischer Leistungen das Gewicht der elektrischen Ausrüstung möglichst klein bleiben kann. Die hierfür benötigten angesaugten Luftmengen erzeugen unter Umständen im Maschinenraum einen nennenswerten Unterdruck, wenn sie nur aus diesem entnommen und den Motoren bzw. Transformator zugeführt werden. Bei starkem Regen gelangt dann auch Feuchtigkeit in den Raum, der sich bei der Beruhigung der Luft absetzt und Leitungsschienen und Apparate naß werden läßt. Saugt man die Kühlluft nur aus einer Luftkammer, und führt sie hintereinander den Motoren und dem Transformator zu, so wird sich zwar im Maschinenraum selbst keine Feuchtigkeit zeigen, aber einmal wird die Gefahr, daß Wasser mitgerissen wird und zu den Motoren gelangt, noch größer, und zum anderen muß man dann den Transformator im Luftstrom vorschalten, und die Motoren erhalten schon warme Luft, wodurch natürlich ihre Leistung herabgesetzt wird. Diese Gründe haben die DRG veranlaßt, bei der Reihe E 04 erstmalig die Kühlluft für die Motoren aus dem Maschinenraum, die für die Transformatoren aber aus einer besonderen Kammer zu entnehmen.

Die Fahrmotoren sind zwölfpolige Reihenschlußmotoren mit Feld-, Kompensations- und Wendepolwirkung. Parallel zur Wendewicklung liegt ein induktionsfreier Widerstand. Der Transformator ist ein ölgekühlter Manteltransformator mit stehenden Spulen. Diese Bauart verwendet die Reichsbahn für alle neueren elektrischen Lokomotiven, da die Erwartungen, die man in die Trockentransformatoren (u. a. eingebaut bei den Lokomotiven der Reihe E 17) gesetzt hatte, nicht restlos erfüllt wurden. Die Ölkühlung erfolgt in dem mit dem Transformator unmittelbar zusammengebauten Kühler. Eine an den Transformator-kessel befestigte Pumpe mit senkrechter Welle saugt das Öl aus dem oberen Teil des Behälters ab und führt es nach Rückkühlung am Boden des Kessels diesem wieder zu. Als Steuerung wird die Feinreglersteuerung der Maffei-Schwartzkopf-Werke verwendet. Die dazugehörige Schaltwalze ist unmittelbar mit dem Feinregler gekuppelt und hat 15 Stufenschalter, die durch isolierende Trennwände von-

\*) Elektr. Bahnen 1933, Heft 7.

einander abgegrenzt sind. Mit einer dieser Lokomotiven wurde bei einer Probefahrt die beachtliche Geschwindigkeit von 153 km/h erreicht\*).

#### 1 Do 1-Schnellzuglokomotive, Reihe E 18\*\*).

Um auch im Hügelland auf günstigen Streckenabschnitten mit höheren Geschwindigkeiten als bisher fahren zu können, ist bei den schon erwähnten vierfach angetriebenen elektrischen Lokomotiven der Reihen E 16 und E 17 ohne Änderung der Bauart die Geschwindigkeit auf 120 km/h heraufgesetzt worden, und weiterhin sind zwei neue 1 Do 1-Lokomotiven in Bau gegeben, die für mindestens 140 km/h geeignet sein sollen. Da bei diesen Lokomotiven die bewährten Bauteile der Reihe E 04 beibehalten wurden (Treibradsatz, Motoren usw.) sind neben der äußeren Form der Lokomotive nur diejenigen Teile neu zu entwerfen, die mit Rücksicht auf die abermals erhöhte Geschwindigkeit geändert werden müssen.

Im Gesamtaufbau werden zur Verringerung des Luftwiderstandes alle vorspringenden Teile, auch Vorbauten vermieden. Beide Lokomotivenden haben im Grundriß eine leicht zugespitzte abgerundete Form erhalten. Das Dach wird vorn und hinten heruntergezogen und geht glatt abgerundet in Vorder- bzw. Hinterwand über. Der Raum unterhalb der Pufferbohle und zwischen den Radsätzen wird durch eine Schürze abgeschlossen. Da Schnellfahrten in bezug auf die Bedienung und Aufmerksamkeit außerordentlich große Anforderungen an den Lokomotivführer stellen, hat man diesem einen festen Sitzplatz eingebaut, und die bisher mechanische Bedienung der Steuerung einem Hilfsmotor zugewiesen, der mühelos geschaltet werden kann. Der Feinregler konnte unverändert von den Co-Co-Lokomotiven der Reihe E 93 übernommen werden.

Besondere Sorgfalt mußte auf die Gestaltung der Bremsen gelegt werden. Damit die Haftung zwischen Radreifen und Schiene voll ausgenutzt werden kann, ist die Abbremsung aller Achsen auf 180 v. H. des Achsdruckes gesteigert worden. Nur für die jedesmal voranlaufende Laufachse ist eine vom Fahrtwender abhängige Einrichtung vorhanden, die den Bremsdruck dieser Achse auf höchstens 50 v. H. des Achsdruckes herabsetzt, um mit Sicherheit ein Gleiten zu verhindern. Weiterhin verringert ein Fliehkraftregler auch den Bremsdruck der übrigen Achsen mit der Abnahme der Geschwindigkeit. Die notwendigen großen Ausschläge der jeweils vorderen Laufachse können durch eine besondere Einrichtung bei der rückwärtigen eingeschränkt werden, um eine gute Lauffähigkeit zu erhalten. Die geschilderten Maßnahmen ergeben Mehrgewichte, die durch Schweißen und einfache Gestaltung des Rahmens ausgeglichen werden konnten. Für die Stromabnehmer wurde die schon für die letzten Lokomotiven der Reihe E 04 entwickelte Bauart mit besserem Steigvermögen und größerer Seitensteifigkeit genommen.

#### Co-Co-Güterzuglokomotive, Reihe E 93\*\*\*) (siehe Abb.).

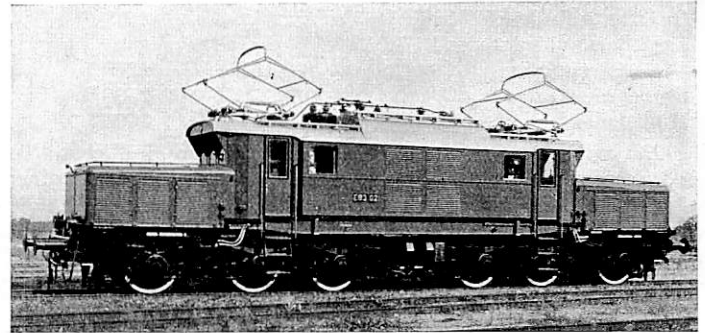
Die DRG besitzt zur Beförderung schwerer Güterzüge eine Anzahl verschiedener elektrischer Lokomotiven mit sechs angetriebenen Achsen (Reihen E 90, 91, 91<sup>3</sup>, 92 und 95), von denen die E 91 und 95 aus neuerer Zeit stammen. Beide Lokomotivgattungen mit den Achsanordnungen C-C und 1 Co+Co 1 hatten den bisherigen Ansprüchen bestens genügt und reichten auch der Stückzahl nach für den zurückgegangenen Verkehr aus. Da jedoch mit einem Aufschwung des Verkehrs und mit der weiteren Elektrisierung von Strecken gerechnet wird, mußte die Frage gelöst werden, welche der beiden Bauarten für eine Nachbeschaffung ausgewählt werden sollte, oder ob besser eine neue schwere Güterzuglokomotive zu entwerfen sei. Die Entscheidung fiel nach langen Vorarbeiten dahin, die zuletztgenannte Möglichkeit auszuführen.

Um die zwingende Notwendigkeit an Anlagekapital zu sparen, erfüllen zu können, war bei dem Neuentwurf die in mancher Hinsicht günstige zweiteilige Bauform der Reihe E 95 aufgegeben worden. Aber auch der dreiteilige Aufbau und der Stangenantrieb der Reihe E 91 schien nach den neueren Anschauungen nicht zweckmäßig. Ferner war zu untersuchen, ob die Anwendung

führender Laufachsen eine unbedingte Notwendigkeit sei, oder ob ohne solche auszukommen ist. Als Ergebnis all dieser Erwägungen wurde eine möglichst einfache, aus zwei dreiachsigen Triebdrehgestellen und einem auf diesen lagernden Brückenrahmen mit dem Wagenkasten bestehende Bauform gewählt. Die Unterbringung der Führerstände und des Transformators auf dem Mittelrahmen vereinfacht die Verlegung aller Leitungen, da diese fast alle fest eingebaut werden können und nur die Motorleitungen beweglich zu sein brauchen.

Die Leistungsanforderungen waren in erster Linie durch das Betriebsprogramm festgelegt: Auf der Strecke Stuttgart (Kornwestheim)—Ulm sind bis Göppingen Güterzüge von 1600 t Gewicht, von da bis Amstetten solche von 1200 t zu befördern. Ab Altenstadt wird über die Geislinger Steige (22,5 v. T. Steigung) durch Bo-Bo-Lokomotiven (Reihe E 44) nachgeschoben. Die Zuglokomotive muß dabei eine Last von 720 t übernehmen. In der Gegenrichtung mit Steigungen bis zu 14 v. T. sind 1100 t allein zu fahren. Die Erfüllung dieser Bedingungen verlangt eine Anfahrzugkraft von 36 000 kg am Treibradumfang.

Die beiden Triebdrehgestelle sind durch eine Art Tenderkupplung verbunden, so daß eine unmittelbare Übertragung der Zugkraft erfolgen kann. Der auf den Drehgestellen ruhende Brückenrahmen mit den Führerständen und dem Transformator ist durchgängig geschweißt. Im Maschinenraum hat man wie bei allen neueren Reichsbahnlokomotiven nur einen einseitigen Gang angeordnet. Der Öltransformator ist durch Blechwände mit der



Co-Co-Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn.

einen Seitenwand verbunden, so daß eine Lufteinsaugekammer gebildet wird. Die gute Zugänglichkeit zu den Motoren ist durch genügend große Einsteigklappen, die teilweise im Bodenraum des Maschinenhauses, des Führerraums und teils seitlich in den Vorbauten angebracht sind, gewahrt. Letztere dienen zugleich als Lüftungsgitter.

Die Hochspannungsteile weisen keine besonderen Neuerungen auf. Die Fahrmotoren sind als normale Tatzenmotoren gebaut. Das Zahnradgetriebe wurde ungefedert ausgeführt. Zwar hat eine Federung bei schweren Motoren und größeren Geschwindigkeiten den Vorteil, die Stöße auf die Zahnflanken zu mildern, doch ist ihre Ausführung verwickelt und teuer. Die mit ihr erreichte gleichmäßige Verteilung der Zahndrucke auf das rechte und linke Getriebe jeder Achse kann man auch durch Schrägverzahnung bewerkstelligen.

Die Fahrsteuerung ist trotz mancher anfänglicher Bedenken aus Gründen der Einheitlichkeit als Feinreglersteuerung ausgeführt. Wegen der im vorliegenden Fall besonders schwierigen Bedingungen beim Anfahren mit schweren Zügen und auf Rampen, mußte allerdings eine gewisse Abänderung durchgeführt werden, um einen allmählichen Übergang der Zugkraft von einer Fahrstufe zur anderen zu erhalten. Da hierbei der Fahrtregler länger andauernde und größere Belastungen vertragen muß, erhielt er eine größere, in mehr Widerstandsstufen unterteilte Lamellenzahl und auch einen größeren Durchmesser, als der Einheitsregler. Die Lokomotiven sind ferner mit elektrischer Zugheizung in zwei Stufen, 1000 und 800 V ausgerüstet. Vorläufig sind von der beschriebenen Gattung zwei Stück gebaut worden. Ob eine spätere Nachbeschaffung erfolgt, oder ob doch noch leistungsfähigere Lokomotiven nötig werden, kann sich erst in der kommenden Zeit zeigen.

\*) Elektr. Bahnen 1934, Heft 2.

\*\*) Elektr. Bahnen 1934, Heft 8.

\*\*\*) Elektr. Bahnen 1934, Heft 5.



Hauptabmessungen der elektrischen Lokomotiven,  
Reihen E 04, 18 und 93:

	E 04	E 18	E 93
Fahrdraht-Nennspannung . kV	15	15	15
Frequenz . . . . . Hz	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>
Höchstgeschwindigkeit . km/h	110/130	mind. 140	65
Treibraddurchmesser . . . mm	1600	1600	1250
Lauftraddurchmesser . . . „	1000	1000	—
Gasamtachsstand . . . . . „	11 600	12 800	12 800
Drehgestellachsstand . . . „	—	—	4400
Drehzapfenabstand . . . . „	—	—	9200
Ganze Länge über Puffer . „	15 120	16 920	17 700
Gesamtgewicht, betriebsfertig . . . . . t	90,5	~ 112	117
Reibungsgewicht . . . . . „	60	80	117
Anzahl der Haupttransformatoren . . .	1	1	1
Leistung des Transformators (dauernd) . . . . . kVA	1400	2000	1680
Anzahl der Fahrmotoren . . .	3	4	6
Größte Anfahrzugkraft . . kg	18 000/15 500 <sup>1)</sup>	~ 18 000	36 000
Zahl der Dauerfahrstufen . .	15	15	15
Spannung der Hilfsbetriebe V	200	200	200
Lichtspannung (Gleichstrom) „	24	24	24
Erbauerfirma . . . . .	AEG	AEG	AEG

1) Ab E 04 09 (Lok . f . V = 130 km/h).

Regierungsbaumeister E. Wohllebe, VDI.

Elektrische Einheits-Gleichstromlokomotiven der  
Italienischen Staatsbahnen.

Auf Grund der guten Erfahrungen, die sie mit der Zugförderung mit Gleichstrom von 3000 V auf der Strecke Foggia — Benevent — Neapel gemacht haben, haben die Italienischen Staatsbahnen sich vor einiger Zeit entschlossen, dieselbe Stromart auch bei der Elektrisierung weiterer Strecken zu verwenden, soweit diese nicht unmittelbar mit dem Drehstromnetz in Oberitalien zusammenhängen. Die hierfür aufgestellten Pläne sehen zunächst einmal die Umstellung eines 1400 km langen Streckennetzes auf elektrischen Betrieb vor.

Für die Bewältigung des Verkehrs auf diesem Gleichstromnetz hat man vier vereinheitlichte Lokomotivbauarten entworfen, von denen drei bereits fertiggestellt sind und im Betrieb stehen. Eine B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> (g 4 t) Lokomotive, Reihe E 424, liegt erst im Entwurf vor. Von den drei anderen Bauarten, einer B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> (g 6 t) Lokomotive, Reihe E 626, einer 2C<sub>0</sub>2 (g 6e) Lokomotive, Reihe E 326, und einer 2B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>2 (g 8e) Lokomotive, Reihe E 428, sind die beiden ersten aus leichteren Lokomotiven derselben Achsanordnung entwickelt worden, die sich schon auf der Linie Foggia — Neapel gut bewährt haben\*).

Die sämtlichen vier Lokomotivbauarten sind im mechanischen und elektrischen Teil weitestgehend vereinheitlicht worden. Sie besitzen nur zwei verschiedene Achsen und Achslager, zweierlei Treibräder, dieselben Drehgestelle, denselben Tatzlagerantrieb und die beiden Schnellzuglokomotiven denselben Einzelachsantrieb. Die Bremssteile sind bei allen Lokomotiven austauschbar. Ebenso haben im elektrischen Teil überall dieselben Motoren — in einfacher oder Zwillingsausführung — dieselben Stromabnehmer, Schalteinrichtungen, Widerstände, Luftpumpen und Hilfsmaschinen Verwendung gefunden. Die Motoren arbeiten mit 1500 V und 750 Umdr./Min.; sie entwickeln eine Stundenleistung von 350 kW. Für die Luftpumpen sind 10 kW-Motoren vorgesehen, die mit 3000 V arbeiten. Sämtliche Entwürfe sind von den Italienischen Staatsbahnen selbst aufgestellt worden.

Die Vereinheitlichung soll nicht nur den Betrieb erleichtern, sondern vor allem auch die Ausbesserungskosten herabdrücken.

\*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 488.

Untersuchungen der Italienischen Staatsbahnen haben ergeben, daß die Ausbesserungskosten bis auf den dritten Teil herabgedrückt werden können, wenn nur die Anzahl der vereinheitlichten Lokomotiven genügend groß ist. Außerdem wird durch eine solche Vereinheitlichung der wichtigsten Teile auch noch die Ausbesserungszeit der Lokomotiven verkürzt und damit deren Ausnützung verbessert.

Die B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> (g 4 t) Lokomotive, Reihe E 424, ist ähnlich wie die deutsche Bauart E 44 für leichteren Personen- und Güterzugdienst bestimmt. Ihre beiden Drehgestelle mit außenliegenden Barrenrahmen haben je einen Achsstand von 3,0 m und sind durch eine Gelenkkupplung verbunden, die auch die Zug- und Stoßkräfte aufnimmt. Dementsprechend sind auch die Zug- und Stoßvorrichtungen der Lokomotive nicht am Aufbau, sondern ebenfalls an den Drehgestellen vorgesehen. Der Aufbau lagert auf den Drehgestellen mittels kugelförmiger Zapfen, von denen der eine etwas Längenspiel aufweist um dem Spiel der Gelenkkupplung nachgeben zu können. Die gesamte Hochspannungsanlage ist im mittleren Teil des Lokomotivkastens untergebracht, der gegen unbefugtes Betreten mechanisch verriegelt ist. Ein Seitengang erlaubt dem Führer den Durchgang zwischen den beiden Führer-

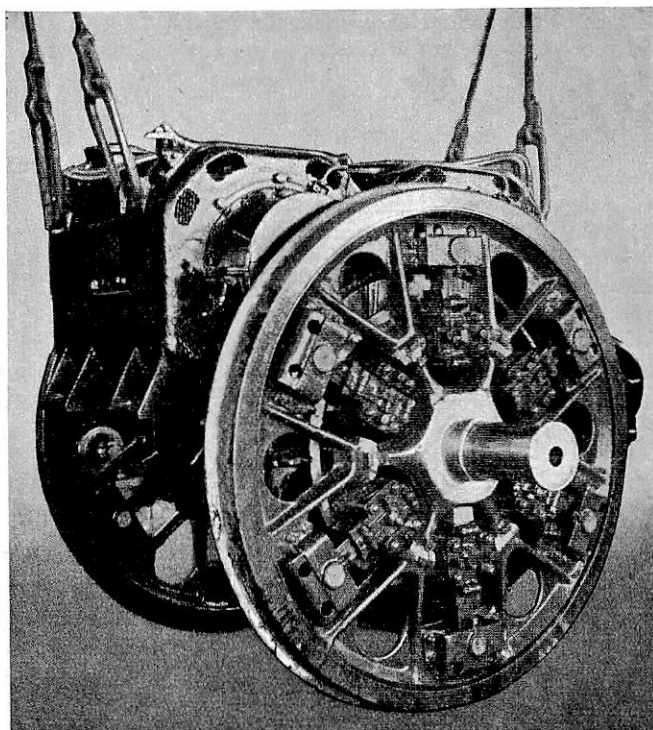


Abb. 1. Einzelachs Antrieb Bauart Bianchi.

ständen und ein weiterer Gang im Hochspannungsraum selbst erleichtert die Untersuchung und Unterhaltung der in diesem untergebrachten Teile. Die vier Motoren können entweder in Reihe oder in zwei Gruppen parallel geschaltet werden. Außerdem sind noch Zwischenwerte möglich durch Feldschwächung mittels parallel zum Erregerstromkreis geschalteter Widerstände.

Die Lokomotive hat eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h. Entsprechend ihrer Stundenleistung von 1880 PS beträgt ihre Zugkraft vor Güterzügen 9000 kg bei einer Geschwindigkeit von 45 km/h und vor Personenzügen 5400 kg bei einer Geschwindigkeit von 75 km/h.

Die B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> (g 6 t) Lokomotive, Reihe E 626, entspricht im wesentlichen der schon früher beschafften Lokomotive derselben Achsanordnung. Jedoch ist ihr Dienstgewicht von 86 auf 96 t angewachsen und ihre Höchstgeschwindigkeit von bisher 60 auf 90 km/h erhöht worden. Dadurch ist die Lokomotive jetzt auch zur Verwendung vor schweren Personenzügen geeignet. Die Lokomotive besitzt einen Mittelrahmen, der sich mit seinen beiden Auslegern über die an ihn angelenkten Enddrehgestelle hinzieht und den Kastenaufbau trägt. Zur Lastübertragung auf die Drehgestelle dienen Rollen, die auf beiden Seiten der Drehgestelle

aufliegen und mit der benachbarten Achse des Mittelrahmens durch lange Ausgleichhebel verbunden sind, so daß die ganze Lokomotive nur auf vier Punkten aufliegt. Die Enddrehgestelle tragen die Zug- und Stoßvorrichtungen.

Die elektrische Einrichtung ist ähnlich wie bei der Reihe E 424. Die sechs Motoren können entweder in Reihe, in zwei Gruppen zu je drei oder in drei Gruppen zu je zwei Motoren geschaltet werden. Die Lokomotive entwickelt eine Stundenleistung von 2915 PS sowie eine Zugkraft von 18100 kg bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h und eine solche von 8600 kg bei einer Geschwindigkeit von 90 km/h.

Auch die 2C<sub>0</sub>2 (g6e) Schnellzuglokomotive, Reihe E 326, unterscheidet sich von der früheren Ausführung nur durch die Erhöhung des Dienstgewichts von 108 auf 112 t und durch die Hinaufsetzung der größten Geschwindigkeit von bisher 120 auf 150 km/h. Sie hat Plattenrahmen und Einzelachsantrieb Bauart Bianchi mit Zwillingsmotoren. Der Bianchi-Antrieb ist in Textabb. 1 dargestellt; seine wesentlichen Merkmale sind schon bei der eingangs erwähnten leichteren Lokomotive beschrieben worden. Er hat sich inzwischen an 32 Schnellzuglokomotiven bestens bewährt und ist jetzt als Regelbauart eingeführt worden.

Die 2C<sub>0</sub>2 Lokomotive soll Schnellzüge von 450 t Gewicht in der Ebene mit 150 km/h befördern und auf Steigungen von

Nachstehend sind noch die wichtigsten Angaben über die vier Lokomotivbauarten zusammengestellt:

Bauart . . . . .	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> (g 4 t)	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> (g 6 t)	2 C <sub>0</sub> 2 (g 6 e)	2 B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> 2 (g 8 e)	
Reihe . . . . .	E 424	E 626	E 326	E 428	
Ganze Länge . . .	12320	14935	16150	19000	mm
Ganzer Achsstand	8500	11550	13200	15900	„
Fester Achsstand .	2×3000	2400	—	2×2350	„
Dienstgewicht . . .	72	96	112	128	t
Größter Achsdruck	18	16	19,5	18,7	„
Treibraddurchmesser . . . . .	1250	1250	1880	1880	mm
Laufraddurchmesser . . . . .	—	—	1110	1110	„
Anzahl der Motoren	4	6	3×2	4×2	Stück
Stundenleistung . .	1880	2915	2915	3750	PS
Größte Geschwindigkeit . . . . .	90	90	150	150	km/h
Metergewicht . . . .	5,85	6,44	6,90	6,75	t/m

R. D.

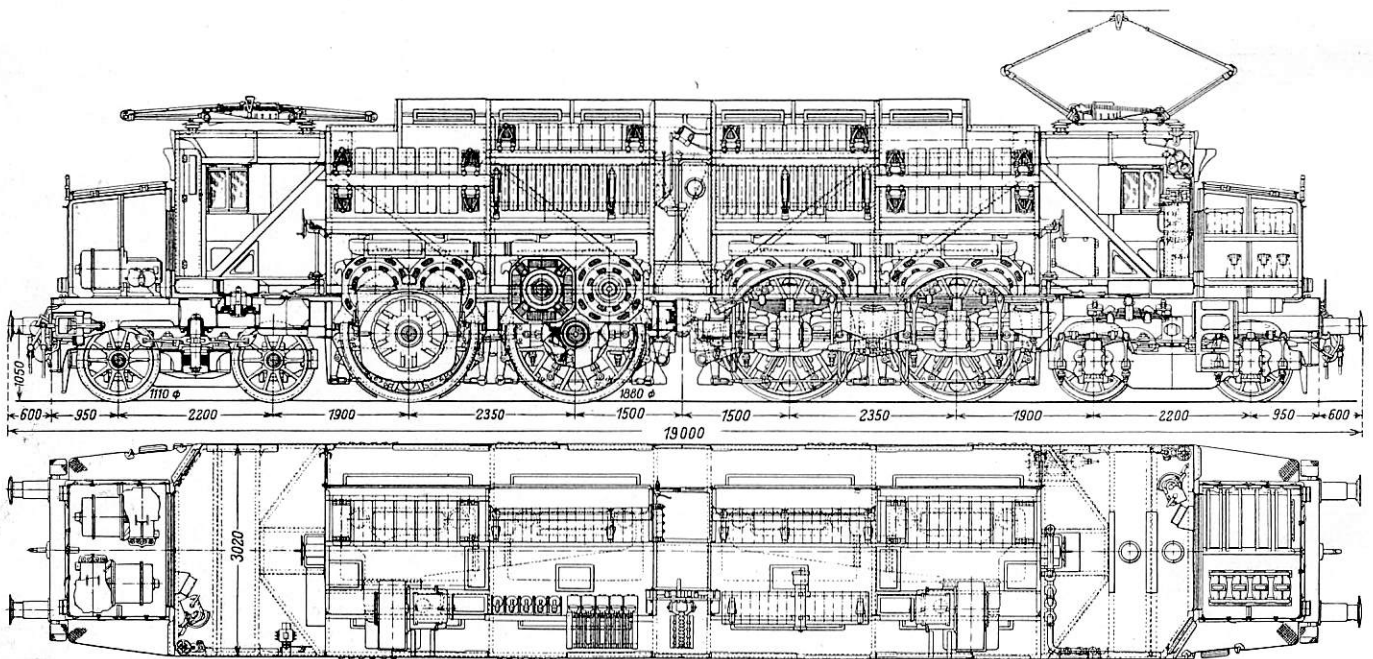


Abb. 2. 2 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 2 (g 8 e) Schnellzuglokomotive, Reihe E 428, der Italienischen Staatsbahnen.

16,7‰ mit derselben Belastung noch 90 km/h erreichen. Sie läuft jetzt im Schnellzugdienst auf der „Direttissima“ Florenz — Bologna und auf der Strecke Foggia — Neapel.

Die 2B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 2 (g8e) Lokomotive, Reihe E 428, ist in Textabb. 2 dargestellt. Sie ist im wesentlichen eine Vergrößerung der Reihe E 326 durch Einschleiben einer weiteren Triebachse. Jedoch sind die vier Triebachsen nicht mehr in einem festen Rahmen, sondern in zwei Drehgestellen gelagert, die ihrerseits wieder durch die Laufdrehgestelle geführt werden. Die Hauptrahmen der Drehgestelle sind wie bei der leichten B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> Lokomotive als Barrenrahmen ausgebildet und durch eine Gelenkkupplung verbunden. Der Kastenaufbau nimmt keinerlei Zug- und Stoßkräfte auf; er ruht auch hier auf kugelförmigen Zapfen und außerdem noch mittels Rollen auf vier Blattfedern, die etwas hinter der Mitte der Laufdrehgestelle sitzen und auf der Textabbildung sichtbar sind. Hinsichtlich der übrigen Teile, der elektrischen Einrichtung und der Schaltung entspricht die Lokomotive den oben beschriebenen Bauarten.

Die Lokomotive läuft z. Z. ebenfalls auf der „Direttissima“; sie befördert Schnellzüge von 670 t Wagengewicht in der Waage-rechten mit 150 km/h und auf Steigungen von 16,7‰ mit 90 km/h.

### Elektrische Zugförderung der Pennsylvania-Eisenbahn auf der Strecke New York—Philadelphia.

Im Jahre 1910 mußte die Pennsylvania-Eisenbahn auf den Strecken, die im Stadtbereich von New York liegen, zu elektrischer Zugförderung übergehen, weil die städtische Gesetzgebung den Betrieb von Dampflokomotiven verbot. Die von Osten kommenden Züge erhielten auf dem Bahnhof Manhattan Transfer auf dem rechten Ufer des Hudson-Flusses an Stelle der Dampflokomotive eine elektrische Lokomotive, die sie durch den Tunnel unter dem Hudson nach dem Pennsylvania-Bahnhof und weiter unter dem East River nach dem Abstellbahnhof Sunnyside auf der Insel Long Island beförderte und umkehrte. Der Strom wurde den Lokomotiven als Gleichstrom mit 675 Volt Spannung durch eine dritte Schiene zugeführt, doch wurden damals schon die baulichen Anordnungen so getroffen, daß ein Übergang zum Betrieb mit hochgespanntem Wechselstrom ohne besondere Schwierigkeiten möglich wäre. Am anderen Ende der jetzt elektrisch betriebenen Strecke begann die Einführung dieser Betriebsform im Jahre 1915, indem der Vorortverkehr von Philadelphia nach Paoli auf Elektrizität als Zugkraft umgestellt wurde. In Abständen von mehreren Jahren folgten weitere Vorortstrecken von Philadelphia, bis 1930



der ganze Vorortverkehr dieser Stadt elektrisch bedient wurde. Hier verkehren Triebwagenzüge, angetrieben mit 11 000 Volt-Wechselstrom. Im Jahre 1928 begann die Pennsylvania-Eisenbahn die Arbeiten zur Verbindung der beiden genannten elektrisch betriebenen Ortsnetze durch Fernverkehr mit elektrischem Antrieb und seit Mitte Januar 1932 verkehren auf der 145 km langen Strecke New York—Philadelphia Züge mit elektrischem Antrieb. Auch von Philadelphia bis Paoli in westlicher Richtung und bis Wilmington nach Südwesten in der Richtung auf Washington fahren die Personenzüge mit elektrischen Lokomotiven. Damit hat das elektrisch betriebene Netz der Pennsylvania-Eisenbahn eine Gleislänge von 2072 km bei einer Streckenlänge von 631 km erreicht. Geplant ist eine weitere Ausdehnung dieser Betriebsform bis Washington. Die 370 km lange Strecke New York—Washington besteht aus zwei-, vier- und sechsgleisigen Strecken. Zwischen ihren Endpunkten und zwischen diesen und den an ihr gelegenen Städten Philadelphia und Baltimore, von denen die erstgenannte 2 Millionen, die andere etwa 800 000 Einwohner hat, findet ein lebhafter Verkehr statt, zu dessen Bedienung bei vollem elektrischem Betrieb im regelmäßigen Verkehr täglich 830 Personen- und 60 Güterzüge nötig sein werden; darunter sind außer den Lokomotivzügen 492 Triebwagenzüge.

Als die Pennsylvania-Eisenbahn mit der Einführung elektrischer Zugförderung begann, gab es noch keine Motoren, die den Anforderungen entsprochen hätten, wie sie heute bei elektrischem Betrieb der schwer belasteten Strecke New York-Philadelphia-Washington gestellt werden müssen. Die Pennsylvania-Eisenbahn hat aber ihr Teil dazu beigetragen, daß Wissenschaft und Industrie solche Motoren entwickelten, und heute kann sie ihre Lokomotiven mit Zwillingsmotoren ausrüsten, die dauernd je 625 PS, am Radumfang gemessen, leisten, so daß jede Achse mit 1250 PS angetrieben wird. Dabei kommen allerdings Lokomotivgewichte bis 170 t und Achslasten bis 34 t vor. Dem Personenverkehr dienen schwere Lokomotiven der Achsanordnung 2C2 (Abb. 1) und leichtere der Achsfolge 2B2. Für den Güterzugverkehr sind 1D1-Lokomotiven vorhanden, und der Verschiebedienst wird von Lokomotiven mit drei Triebachsen versehen. Die leichten und die schweren Personenlokomotiven können zu beliebiger Zusammenarbeit vereinigt werden, so daß die Leistung mit einer schweren und einer leichten Lokomotive bis auf 6250 PS, mit zwei schweren Lokomotiven bis 7500 PS gesteigert werden kann. Fahrgeschwindigkeiten bis 145 km in der Stunde sind dabei möglich.

Bei Einführung elektrischer Zugförderung im Vorortverkehr von Philadelphia wurden nur Triebwagen eingestellt, deren Zahl nach und nach auf 345 stieg. Eins ihrer beiden Drehgestelle war mit zwei 205 PS-Motoren ausgestattet. Die neueren Züge bestehen aus Zweiwageneinheiten, die aus einem Triebwagen und einem Anhänger zusammengesetzt sind. Auch hier treiben zwei Motoren die Achsen eines Drehgestells jedes Triebwagens an. Obgleich diese Motoren aber 370 PS leisten, sind sie doch etwas leichter als die alten 205 PS-Motoren.

Der Strom wird z. T. aus zwei bahnfremden Werken in Philadelphia bezogen und z. T. in einem bahneigenen Werk in Long Island erzeugt. Außerdem sind Verträge abgeschlossen, die bei Versagen dieser Stromquellen den Strombezug aus zwei anderen Netzen sicherstellen sollen. Die Werke in Philadelphia liefern Einphasenwechselstrom mit 25 Wechslern von 13200 Volt Spannung, der zur Verteilung auf das Bahnnetz auf 132000 Volt umgespannt wird. In 10 bis 15 km Entfernung liegen an der Strecke Unterwerke, die den Strom wieder auf 11000 Volt abspannen. Vier nebeneinanderliegende Leitungen bilden eine Sicherung gegen Störungen in der Stromversorgung. Infolge der Anordnung von Schnellausschaltern und Überwachungsrelais war es möglich, auf die kostspieligen Ölschalter für 132000 Volt zu verzichten. Bei Störungen wird die davon betroffene Strecke

in einer fünfundzwanzigstel Sekunde ausgeschaltet, ehe durch Kurzschluß nennenswerter Schaden angerichtet werden kann.

Die Lokomotiven nehmen den Strom von einem Fahrdrabt ab, für den eine besonders einfache Kettenaufhängung entwickelt worden ist (Abb. 2). Besondere Maßnahmen waren dabei namentlich auch in bezug auf die Gestalt der Isolatoren in den zwei Tunneln unter dem Hudson und den vier Tunneln unter dem East River wegen des durch die Größe des Querschnitts beschränkten Raumes nötig.

Der Übergang zu elektrischer Zugförderung hat, wie nicht anders zu erwarten, Umänderungen an den Bahnhofsanlagen

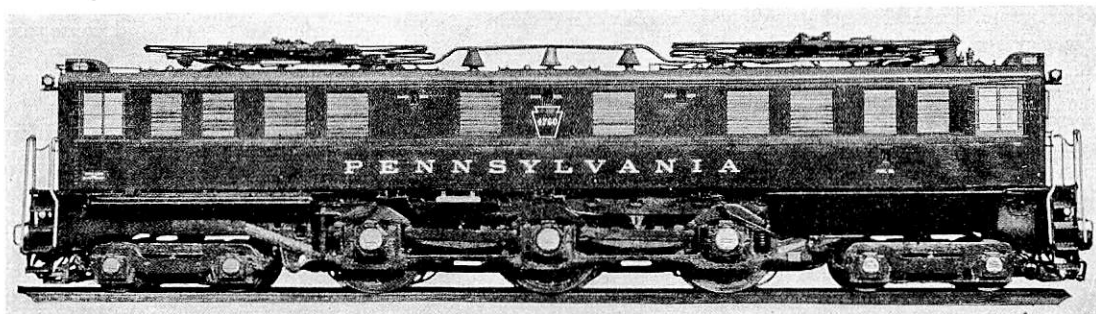


Abb. 1. Schwere Personenzugslokomotive der Pennsylvania-Eisenbahn.

nötig gemacht. Am bedeutendsten sind diejenigen in Philadelphia, wo im Innern der Stadt ein neuer Vorortbahnhof und westlich von ihm auf dem rechten Ufer des Schuylkill-Flusses ein neuer Fernbahnhof mit Anlagen für den Vorortverkehr errichtet worden sind. Der neue Vorortbahnhof ist unterirdisch angeordnet; unter einem Zwischengesoß, in dem die Warteräume, Fahrkartenschalter usw. untergebracht sind, liegen etwa 12 m unter Straßenhöhe vier Inselbahnsteige von je 346 m Länge und 7,3 m Breite. Eine Erweiterung um zwei Bahnsteige ist vorgesehen. Über dieser unterirdischen Anlage erhebt sich ein Hochhaus mit 22 Stockwerken. Der Fernbahnhof ist noch im Bau, die mit ihm zusammenhängenden Vorortanlagen sind aber fertiggestellt.

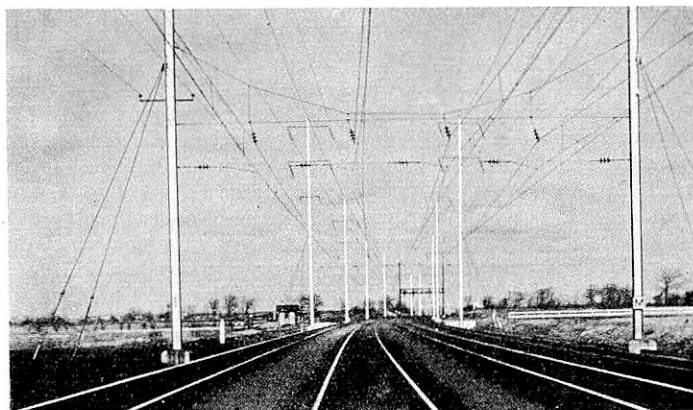


Abb. 2. Streckenbild.

Auch ohne Umbauten auf der freien Strecke ging der Übergang zur elektrischen Zugförderung nicht ab. Elf Brücken, darunter eine Kanalbrücke, mußten um 15 bis 80 cm gehoben werden, um die nötige Lichthöhe zwischen Gleis und Fahrdrabt, 6,6 m, zu schaffen. Es gab aber auch Stellen, wo das nicht möglich war und wo man sich mit einer lichten Höhe bis herunter zu 4,8 m begnügen mußte, so in den mehrfach erwähnten Tunneln. In ihnen wurden auf insgesamt rund 10 km Länge die Gleise um 5 bis 20 cm abgesenkt und der Fahrdrabt wurde in eine im Tunnelgewölbe ausgearbeitete Nut verlegt. Ein zweigleisiger Tunnel in Philadelphia mußte von 7,3 m auf 9,45 m verbreitert werden, um die elektrische Ausrüstung aufzunehmen. Alle diese Arbeiten mußten ohne Störung des Betriebes ausgeführt werden.

Alle Straßenüberführungen wurden mit seitlichen Schutzwänden von etwa 2 m Höhe versehen, um zu verhindern, daß von diesen Brücken aus Gegenstände, namentlich Metallstücke,

herabgeworfen werden könnten, die bei Berührung mit dem Fahrdrabt einen Kurzschluß herbeiführen könnten.

Im Gegensatz zu dem in Amerika weit verbreiteten Gebrauch, die Güterzüge ohne festen Fahrplan nach Anweisung durch die Zugleitung in den Pausen des Personenverkehrs fahren zu lassen, sieht der Fahrplan auf den elektrisch betriebenen Strecken der Pennsylvania-Eisenbahn feste Zeiten für die Güterzüge vor. Das hängt einerseits mit der starken Belastung der Strecke, andererseits damit zusammen, daß hier viele Güter befördert werden, auf deren Ankunft am Ziel zu einem vorher bestimmten Zeitpunkt besonderer Wert gelegt wird. Infolgedessen ist es möglich, die Güterzüge so über den Tag zu verteilen, daß sie in den Stunden verringerten Personenverkehrs liegen, wodurch die Belastung der Kraftwerke gleichmäßig und infolgedessen ihre Nutzleistung günstiger wird.

Wenn die jetzt in Gang befindlichen und geplanten Arbeiten ausgeführt sind, wenn also die ganze Strecke New York—Washington elektrisch befahren wird, wird die Pennsylvania-Eisenbahn einen Bedarf von 816 Millionen Kilowattstunden haben. Die elektrische Zugförderung wird sich dann über Strecken von 2450 km Gleislänge erstrecken. Ihnen wird der Strom an sieben Stellen zugeführt und an 41 Stellen wird er umgespannt werden. Zum Betrieb werden 111 bis 118 Personen- und 71 bis 88 Güterzuglokomotiven, ferner 14 bis 65 Verschiebelokomotiven und 86 bis 114 Triebwagen nötig sein. Aus den weiten Grenzen, zwischen denen diese Zahlen schwanken, kann man wohl schließen, daß man sich endgültig über die Formen, in denen sich Betrieb und Verkehr abspielen werden, noch nicht vollständig klar ist. In den vorstehend genannten Zahlen sind die vor der Ausdehnung der elektrischen Zugförderung auf den Fernverkehr bereits vorhanden gewesen 90 Lokomotiven nicht inbegriffen.

Die 1726 km Gleis, auf denen die Lokomotiven der Strom durch den Fahrdrabt zugeführt wird, erforderten die Aufstellung von 8000 Stahlmasten, für die ein Doppel-T-Querschnitt mit breiten, parallelfächigen Flanschen gewählt ist. Die Fahrschienen haben z. T. ein Gewicht von 65 kg/m, z. T. von 76 kg/m. 1377 km Hochspannungsleitungen mußten verlegt werden. 68000 t Stahl und 17000 t Kupfer wurden bei den jetzt vollendeten Arbeiten verbraucht.

Wernecke.

## Umstellung der ältesten elektrischen Vollspurbahn Europas von Drehstrom auf Einphase.

Die Burgdorf-Thuner Bahn im Schweizer Kanton Bern — 25 km eingleisig — war als älteste elektrische Vollspurbahn Europas seit 1899 mit Drehstrom betrieben, übrigens als einzige europäische Drehstromlinie außerhalb Italiens. Sie wurde im Jahre 1933 zwecks Leistungssteigerung und Anpassung an die Schweizer Bundesbahnen auf Einphasenstrom umgestellt.

Die ursprüngliche Frequenz von 40 Hertz war damals üblich, die Fahrdrabtspannung von 750 V jedoch recht hoch. Den Ausschlag für die Wahl des Drehstroms gaben seinerzeit die größere Einfachheit der Fahrzeugausrüstung und der Nutzbremseinrichtungen. Sechs 900 PS-Wasserturbinen erzeugten 4000 V. Die Fernleitung führte mit 16000 V zu 14 Freiluftunterstationen von je 450 kW mit 3 km Durchschnittsabstand. Sechs vierachsige Triebwagen zu 240 PS und zwei B-Lokomotiven zu je 300 PS, sieben Beiwagen und drei Packwagen waren der erste Fahrzeugpark. Die Höchstgeschwindigkeit betrug 36 km/Std.; die Triebwagen wogen 32 t, die Lokomotiven 30 t.

Jetzt ist die Bahn mit 15 KV  $16\frac{2}{3}$  Hertz Einphase in das Einheitssystem der S B B eingegliedert worden. Ein einziges Unterwerk und vier Notspeisepunkte übernehmen die Stromverteilung. Die zwölf neuen Triebwagen haben zwei Motoren von je 400 PS Stundenleistung mit Hohlwellenantrieb nach Secheron, Fernsteuerung, Isothermos-Treibachslager und SKF-Ankerrollenlager, Unterflurtransformator, und außer der üblichen Ausrüstung eine Cadmium-Nickel-Batterie von 90 Ah. Mit 58 t Leergewicht entwickeln sie bei 34 t Reibungsgewicht eine höchste Zugkraft von 6000 kg und 75 km HG. Die B<sub>0</sub>B<sub>0</sub>-Lokomotiven sind übliche Typen mit je vier 400 PS-Motoren, die gegen die Triebwagenmotoren austauschbar sind. Eine bemerkenswerte Neuerung weist nur die Fahrleitung auf. In Krümmungen ist nämlich das Trageil unmittelbar ohne Ausleger an den Masten aufgehängt, die alle auf der Bogenaußenseite stehen. Der Fahrdrabt liegt dabei in der Gleichgewichtslage aus Eigengewicht und Kurvenzug. Dadurch konnten die Mastabstände in Kurven wesentlich vergrößert werden.

Sch — 1.

## Preis Ausschreiben für einen kohlebeheizten Dampftriebwagen.

Bei der durch den Wettbewerb des Kraftwagens und Flugzeuges erzwungenen Umstellung der Deutschen Reichsbahn auf Triebwagen steht der Dieselmotor als Antriebsmittel im Vordergrund des Interesses, trotzdem das dafür notwendige Treiböl vom Ausland bezogen werden muß. Diese unerwünschte Abhängigkeit Deutschlands vom Ausland und seine schwierige Devisenlage erfordern aber, nach Lösungen zu suchen, die auch beim Triebwagen die Verwendung fester Brennstoffe, über die Deutschland in reichem Maße verfügt, ermöglichen.

Die Brauchbarkeit der Dampfmaschine an Stelle des Dieselmotors für den Antrieb von Triebwagen ist inzwischen durch praktische Ausführungen unter Beweis gestellt worden; nur wurde hierbei als Brennstoff für den Dampfzeuger Gasöl benutzt, das ebenfalls vom Ausland eingeführt werden muß. Der hohe Stand des deutschen Feuerungs- und Dampfkesselbaues läßt erwarten, daß die Betriebsbedingungen des Triebwagens auch durch einen Spezialkessel mit einer mechanischen Rostfeuerung zu erfüllen sind. Um diese Entwicklung zu fördern, hat das **Rheinisch-Westfälische Kohlen-Syndikat** folgendes Preis Ausschreiben erlassen:

Es ist ein Personentriebwagen mit eigener Kraftquelle, der sich der Steinkohlenverbrennung auf Rosten und des Dampfes bedient, für Vollbahnen zu entwerfen. Als Brennstoff sollen Steinkohlen mit einem Gasgehalt bis zu 30 % flüchtigen Bestandteilen in einer Sortierung von 30 mm und darüber verwendet werden.

Der Triebwagen, der aus einer dreiteiligen Einheit besteht, muß imstande sein, auf waagerechter gerader Strecke unter Annahme eines Gegenwindes von 12 km/h eine Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h mit einer ausreichenden Endbeschleunigung zu erreichen. Er soll eine Sitzplatzzahl von 180 bequemen Sitzen

II. und III. Klasse, die im ungefähren Verhältnis 1:4 stehen, erhalten.

Das Kessel- und Maschinenaggregat muß während einer Fahrzeit von mindestens 6 Stunden vollautomatisch arbeiten, derart, daß vom Führer lediglich die Dampfentnahme zu steuern ist. Das Aggregat ist so zu bemessen, daß für einen Geschwindigkeitsbereich von 0 bis 130/h eine mittlere, auf die Zeit bezogene Anfahrbeschleunigung von 0,4 m/sec<sup>2</sup> gehalten wird.

Für eingehende preiswürdige Lösungen werden 6 Preise im Gesamtbetrage von

**Reichsmark 50 000,—**

ausgesetzt.

Einen Betrag von *R.M.* 25 000 erhält derjenige Verfasser, der die in jeder Beziehung beste, zur Ausführung geeignete Lösung einreicht. Für die nächstfolgenden 5 Lösungen sind Preise in Höhe von je *R.M.* 5000 vorgesehen. Verdient keine der eingereichten Lösungen den Preis von *R.M.* 25 000, so fällt dieser Betrag aus, und die Bearbeiter der 5 besten Lösungen erhalten je *R.M.* 5000. Doch bleibt es dem Prüfungsausschuß vorbehalten, diesen Betrag von *R.M.* 25 000 je nach Lösung von Details und deren Bedeutung für das gesamte Fahrzeug in anderer Weise aufzuteilen.

Die Beteiligung an dem Preis Ausschreiben steht allen Personen und Firmen frei. Auch ist die gemeinschaftliche Bearbeitung der Preis Aufgabe durch mehrere Personen gestattet.

Die Arbeiten sind mit einem Kennwort versehen bis zum 1. Juli 1935 einzureichen an das **Rheinisch-Westfälische Kohlen-Syndikat**, Essen, Frau-Berta-Krupp-Straße 4, Postfach 937.

Die näheren Bedingungen des Preis Ausschreibens sind in Nr. 24 des abgelaufenen Jahrgangs des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. auf der dritten Umschlagseite veröffentlicht.