

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang

15. April 1924

Heft 4

## Wilhelm Schmidt †.

Der Tod hat wiederum einen der Großen im Reiche der Technik aus seinem irdischen Wirkungskreise abgerufen. Am 16. Februar d. J. ist der Baurat Dr. Ing. e. h. Wilhelm Schmidt, einer der großen Pfadfinder deutscher Technik, der Gründer der Schmidtschen Heißdampfgesellschaft in Cassel, kurz vor Vollendung des 66. Lebensjahres nach langem, schwerem Leiden in Bethel bei Bielefeld sanft entschlafen.

Wilhelm Schmidt war Autodidakt; er wurde am 18. Februar 1858 in Wegeleben bei Halberstadt als einziger Sohn einfacher Landleute geboren, wo er die Volksschule besuchte. Schon früh zeigte sich in ihm die Neigung zur Technik. Er erlernte in Wegeleben und Halberstadt das Schlosserhandwerk und ging dann auf die Wanderschaft. In Dresden führte ihn der Zufall bei seiner Berufstätigkeit mit einem bedeutenden Künstler, dem Professor Ehrhardt, Lehrer an der dortigen Kunstakademie, zusammen, der seine aufsergewöhnlichen Fähigkeiten entdeckte und ihn mit dem damaligen Rektor der Dresdner technischen Hochschule, Professor Dr. Zeuner, bekannt machte. Durch Zeuner lernte er den ebenfalls an der gleichen Hochschule wirkenden Professor Lewicki kennen, der sich seiner in liebenswürdigster Weise annahm und seine technische Ausbildung förderte. Merkwürdigerweise konnte sich Schmidt niemals mit Formeln der Mathematik befreunden, sondern er legte sich alles in eigener, einfacher Weise zurecht, so dafs er mit Kopfrechnoperationen und Faustregeln die schwierigsten Probleme der Wärmemechanik zu beherrschen in der Lage war, was seine wissenschaftlichen Mitarbeiter oft in Erstaunen setzte.

Kaum fünfundzwanzigjährig machte er sich in Braunschweig selbständig und stellte sich die Verbesserung der Wärmekraftmaschine als Lebensaufgabe. Einer seiner ersten Pläne ging dahin, für das notleidende Handwerk einen Kleingewerbemotor zu schaffen — der Elektromotor fehlte damals noch. Bei diesen Arbeiten kam er darauf, Maschinen mit einem Gemisch von heißer Luft und Dampf und schließlich Dampfmaschinen mit hochüberhitztem Dampf allein zu betreiben. Die ersten im Jahre 1891 in Cassel bei Beck u. Henkel vorgenommenen acht Monate langen Versuche leiteten eine vollständige Umwälzung im Dampfmaschinenbau ein. Sie führten auch zur Übersiedlung Schmidts nach Wilhelmshöhe, da ihm der befreundete Direktor Henkel zur Durchführung seiner Arbeiten seine weitere Unterstützung zugesagt hatte. Heute wird kaum noch eine neue Dampfkraftanlage gebaut, bei der nicht überhitzter Dampf benutzt wird. An der ersten Schmidtschen Heißdampfverbundmaschine für Kondensationsbetrieb — eine weitere Vervollkommnung der ersten Maschinen —, die gleichfalls von Beck u. Henkel erbaut worden ist, wurde im Jahre 1894 der aufserordentlich günstige Dampfverbrauch von  $4\frac{1}{2}$  Kilogramm für eine

indizierte Pferdestärke-Stunde festgestellt, ein Wert, der in der ganzen Technik des In- und Auslandes berechtigtes Aufsehen erregte; denn die bis dahin üblichen Dampfmaschinen gleicher Größe hatten einen etwa doppelt so großen Dampfverbrauch.

Die für die Wirtschaft der ganzen Welt bedeutungsvollste Schöpfung Schmidts ist die Heißdampflokomotive. Nach vielfachen Studien konnten im Jahre 1897 die ersten beiden Lokomotiven mit Überhitzern ausgerüstet werden\*). Nicht ohne Rückschläge brach sich die neue Erfindung, die eine ganz erhebliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Lokomotivbetriebes in sich schloß, vor allem auch durch die Rückkehr zur einfachen Dampfdehnung in zwei Zylindern eine Vereinfachung der Lokomotive ermöglichte, Bahn. Aber Schmidts

kühner Erfindungsgeist vermochte alle Schwierigkeiten zu besiegen. Von der Mitte des ersten Jahrzehnts ab beschaffte die Preussisch-hessische Staatsbahnverwaltung nur noch Heißdampflokomotiven und auch bei den übrigen Eisenbahnverwaltungen Deutschlands und des Auslandes setzte sich die Heißdampflokomotive immer mehr durch. Heute werden weit über 100 000 Lokomotiven in allen Weltteilen mit Heißdampf betrieben. Mit dem Einzug des Heißdampfes in den Lokomotivbetrieb ging die Einführung im Schiffsbetrieb Hand in Hand. Über 2500 Schiffe sind heute mit Schmidt-Überhitzern ausgerüstet.

Die letzten zwölf Jahre von Wilhelm Schmidts Schaffen waren mit der Einführung höchster Dampfspannungen von 60 und mehr Atmosphären ausgefüllt. Diese Arbeiten hatte er bereits im Jahre 1885 als junger Mann begonnen, mußte sie aber nach mehrjähriger Tätigkeit aufgeben, da zu damaliger Zeit sowohl er selbst wie die Hilfsmittel der Technik noch nicht reif

für die Lösung dieses Problems waren. Die erste Veröffentlichung über die erfolgreichen Arbeiten und Versuche Wilhelm Schmidts mit hochgespanntem Dampf erfolgte auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure im Juni 1921 in Cassel. Die damals bekannt gegebene, ungewöhnlich niedrige Dampfverbrauchszahl von etwa  $2\frac{1}{2}$  Kilogramm für die indizierte Pferdestärke-Stunde, die an einer 150pferdigen Dampfmaschine festgestellt worden war, erregte wiederum im Inlande wie im Auslande ungeheures Aufsehen, denn sie bewies, dafs die von Wissenschaft und Praxis als unzweckmäfsig angesehene Steigerung des Dampfdruckes auf falschen Anschauungen beruhte. Heute, nach knapp drei Jahren, steht fest, dafs in Zukunft kaum eine gröfsere Dampfkraftanlage gebaut werden wird, die nicht Dampfspannungen von 40, 50, ja bis 100 Atmosphären verwendet, ebenfalls ein zweiter hervorragender Abschnitt in der Geschichte der Dampfmaschine, der von Wilhelm Schmidt eingeleitet ist.

\*) Vergl. Organ 1924, Heft 3, Seite 52: „Fünfundzwanzig Jahre Heißdampflokomotive.“



Schmidt war ein bescheidener, selbstloser Mann bis an sein Lebensende. Keine der vielen Auszeichnungen konnte ihn von seiner Schlichtheit abbringen. Gern erzählte er von seinem Werdegang. Für Arme und Hilfsbedürftige hatte er stets eine offene Hand und ein trostreiches Wort. Seine Führernatur machte sich nicht in der breiten Öffentlichkeit geltend. Er war kein Redner und jedem öffentlichen Auftreten abhold. Er war eine ausgesprochene Gelehrten- und Künstlernatur. In seinem vulkanisch arbeitenden Geiste rangen sich seine schöpferischen Ideen oft erst nach schwerem Kampfe durch. Seine Genialität kam besonders im engen Kreise seiner Freunde und Mitarbeiter zur Geltung. Es gab niemanden, der mit Schmidt in nähere Berührung kam, der sich dem Einflusse seiner starken Persönlichkeit hätte entziehen können. Er war

von einer tiefen Frömmigkeit durchdrungen und fest davon überzeugt, daß er durch Gottes Gnade berufen sei, der Menschheit durch sein Wirken zu helfen. Der unglückliche Ausgang des Krieges wirkte auf ihn außerordentlich niederdrückend. Er marterte seinen Geist mit der Aufgabe, wie er seinem geliebten deutschen Vaterlande helfen könne. Die damit verbundenen Gedanken und Arbeiten sowie die hieraus folgenden Aufregungen waren auch schliesslich die Ursache seiner letzten schweren Erkrankung, von der ihn nun der Tod erlöst hat.

Die deutschen Ingenieure und die Technik der ganzen Welt betrauern seinen zu früh erfolgten Heimgang. Welche Fülle neuer Gedanken und Ideen hätten zum Wohle der Menschheit seinem schöpferischen Geist noch entspringen können!

O. H. Hartmann.

## Der Eisenbahnbetrieb auf Steilrampen mit Zahnrad- oder Reibungs-Lokomotiven.

(Neuere Versuche des Eisenbahn-Zentralamts)

Von Prof. Nordmann, Regierungsbaurat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts in Berlin.

### I.

Das älteste Patent auf eine Zahnradlokomotive (Blenkinsop 1811) in der Erstlingszeit des Eisenbahnwesens verdankte der Befürchtung ungenügender Reibung zwischen Rad und Schiene auch auf ebener Bahn seinen Ursprung und seine Verwirklichung an Lokomotiven der Middleton-Gruben bei Leeds\*). Man darf bei gerechter Würdigung dieser uns heute tragikomisch anmutenden Befürchtung nicht die Notwendigkeit einer Kleinhaltung der Achsdrücke bei dem leichten und unvollkommenen damaligen Oberbau aufser Acht lassen\*\*). Nachdem die systematischen Versuche von Blackett und Hedley diese Befürchtung für die Ebene und schwache Steigungen zerstreut hatten, verschwand die Zahnradlokomotive wieder, ohne noch im Betrieb öffentlicher Bahnen Anwendung gefunden zu haben.

Der reine Reibungsbetrieb wurde auch den ältesten Gebirgsbahnen zugrunde gelegt, deren Steigungen man mit dem Maße der Eisenbahnsteigungen gemessen als sehr beträchtlich bezeichnen mußte und auch heute noch bei ihrem Hauptbahncharakter bezeichnen muß. Die älteste, die Semmering-Bahn, stieg 1:40 (25 v. T.), und ein Wettbewerb war für die beste Maschine vom österreichischen Handelsministerium 1851 ausgeschrieben; die »endgültige« Semmering-Maschine wurde wenig später von Engerth entworfen\*\*\*) und erfüllte zwei Forderungen, die wir auch heute noch als maßgebend zu betrachten haben: (für die damaligen Zeiten) großes Reibungsgewicht und gute Einstellbarkeit in Krümmungen, die durch ein eigenartiges Triebgestell unter dem hinteren Vorratsbehälter (es war eine Halbtenderlokomotive) erreicht wurde. Es würde zu weit führen, andere Lösungen, die für Gebirgsmaschinen in jener älteren Zeit versucht wurden, anzuführen, so geschichtlich interessant und zum Teil geistvoll sie auch sind; es möge die Bemerkung genügen, daß auch die späteren Gebirgsbahnen sich in ähnlichen Steigungsverhältnissen bewegten und reine Reibungsbahnen waren (Brenner 1:40, Hauenstein 1:37); wesentlich stärker stieg die italienische Giovi-Bahn, 1:28,5†).

Unsere mehrfach angezogene Quelle, der Lokomotivband des Heusingerschen Handbuchs gibt einen vorzüglichen Überblick über die Anschauungen über Reibungsbetrieb vor etwa 50 Jahren, und es sei gleich hier bemerkt, daß diese größtenteils nicht unterschiedlich sind von denen, die noch bis vor kurzem ausschlaggebend waren. Petzholdt erblickt (S. 921) die Grenze

des Lokomotivbetriebes ohne künstliche Adhäsion bei 50 v. T. (1:20), indem bei Überschreitung dieses Verhältnisses der Betrieb mit Lokomotiven gewöhnlicher Bauart auf gewöhnlichem Oberbau entweder an sich unmöglich oder wirtschaftlich unvorteilhaft sich gestaltet. »Im allgemeinen wird man das Steigungsverhältnis 1:40 (25 v. T.) als Maximum der zulässigen Steigung zu betrachten haben, namentlich in bezug auf die Rentabilitätsverhältnisse und Bedeutung der Bahn an sich.« In Bahnen für künstliche Adhäsion erblickt er noch Bahnen untergeordneter Bedeutung, Sekundär- und Tertiärbahnen und verweist sie deshalb auf den solche Bahnen behandelnden Ergänzungsband des Sammelwerks.

Die Schwierigkeiten, eine ausreichende Reibungsziffer, die im Verein mit dem Reibungsgewicht ja die größte Zugkraft der Lokomotive bedingt, gerade auf gebirgigen Strecken zu erhalten, werden ganz richtig geschildert: »Beim Gebirgsbetriebe kommen, abgesehen von Tunneln, häufig Strecken vor, die vor Sonne und Wind völlig geschützt und daher ständig feucht sind. Namentlich ist aber der im Hochgebirgsklima so häufig herrschende feine Staubnebel als der gefährlichste Feind der Adhäsion zu betrachten, indem derselbe mit dem auf der Schiene befindlichen Staube, Roste usw. einen Überzug über die Schienenköpfe (und folglich Bandagen) bildet, der in seinen Wirkungen der Seife gleichkommt; während bei wirklichem Regen und der hierdurch bedingten vollständigen Benetzung der Schienen und Bandagen die Adhäsionsverhältnisse sich keineswegs ungünstig gestalten, oft sogar vollständig dem Mittelwert entsprechen. Es rührt dies daher, weil das lebhaft strömende Wasser den oben erwähnten seifenartigen Überzug vollständig von den Schienenköpfen abwäscht.«

Durch Beseitigung der dünnen Feuchtigkeitsschicht erhofft Petzholdt, die Reibungsziffer der trockenen Schienen 1/5 (anstatt des niedrigsten Wertes 1/13) zu erreichen; als Mittel hierzu betrachtet er das Blasen heißer Rauchkammern mittels einer Luftpumpe auf die Schienen (nach Paulus); vom Sandstreuer ist merkwürdigerweise gar nicht die Rede (S. 921).

Dagegen wird in dem Abschnitt über Sandstreuer (Bearbeiter Klinge) die Berechnung der Lokomotiven mit einem Reibungskoeffizienten von 1/7 für »fast guten Zustand des Gleises« empfohlen, und als Gegenmittel gegen seine Verminderung auf 1/14 und darunter durch Reif, Schnee, Glatteis und Laub Reinigung und Trocknung der Schienen vorgeschlagen. Die letztere reiche in der Regel allein aus, um den erforderlichen Reibungswiderstand zu gewähren und werde durch Bestreuen mit trockenem, magerem Sand bewirkt (S. 799). In der Besandung der Schienen wird also das Mittel zur Wiederherstellung normaler Reibung, nicht etwa zur Erhöhung der Reibung über das natürliche Maß hinaus erblickt. Die Sandung selbst beschränkt sich noch auf die eigentliche Treibachse.

\*) Heusinger, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, 3. Band Lokomotivbau, Leipzig 1875, S. 1011.

\*\*) Matschofs, Geschichte der Dampfmaschine. Berlin 1901, S. 196/7.

\*\*\*) Heusinger, Seite 935.

†) Heusinger, Seite 939.

Bemerkenswert ist ein Hinweis auf die durch das Sandstreuen vermehrte Abnutzung der Räder und Schienen und das Wachsen des Zugwiderstandes. Es wird sogar für wünschenswert gehalten, den Sand hinter den Treibrädern wieder zu entfernen, bevor also die angehängten Fahrzeuge auf die bestreuten Stellen kommen, »damit nicht die Zugkraft der Lokomotive opfern muß, was durch die vermehrte Adhäsion gewonnen wird«. (S. 804). Der etwas vermehrte Zugwiderstand erscheint wohl möglich; es wurden in der Tat bei den später zu behandelnden neuesten Fahrten mit Reibungslokomotiven (1923) bei steter Sandung gelegentlich Zugwiderstände auf die Ebene umgerechnet beobachtet, die weit über dem bekannten Festwert (2,5 kg/t) lagen. Sie kamen aber im Gegensatz zu jener alten Befürchtung, die übrigens bei den Fahrten nicht bekannt war, sondern erst gelegentlich dieses Aufsatzes beim Quellenstudium vom Verfasser ausgegraben wurde, relativ nicht zur Geltung, einmal durch das Überwiegen der Schwerkraftkomponente und vor allem durch den Adhäsionsgewinn.

Die Anschauungen über die Größe der Reibungsziffer gegen Ende des vorigen Jahrhunderts sind von den aufgeführten nicht sehr verschieden. In der ersten Auflage der »Eisenbahntechnik der Gegenwart« 1897 führt v. Borries auf Seite 52 als Reibungsziffer bei trockenen Schienen mehr als  $\frac{1}{5}$ , im Durchschnitt  $\frac{1}{6}$ , unter ungünstigen Verhältnissen bei feuchten Schienen, fallendem Laube, Nebel, Eis usw.  $\frac{1}{7}$  der Triebachslast und weniger an wobei man bemerken muß, daß hier in der Regel das »Weniger« gilt. Demnach seien Güterzuglokomotiven für mächtig gekrümmte Strecken mit 167 kg Höchstzugkraft für 1 t Reibungsgewicht, Güterzuglokomotiven für Bergbahnen mit feuchten Tunneln und scharfen Krümmungen und Personenzuglokomotiven mit 150 kg/t zu entwerfen. »Diese Werte können nötigenfalls durch Sandstreuen erhalten werden.« Diese Bemerkung zeigt, daß auch hier dem Sandstreuer sozusagen lediglich ein Schutzcharakter zuerkannt wird, während wir heute nach höheren Kränzen greifen und uns nicht bescheiden, eine mittlere Reibungsziffer wiederherzustellen, sondern eine gute unter allen Umständen zu erzwingen suchen. Einer so hohen Bewertung des Sandstreuers stand früher wohl auch die Tatsache entgegen, daß durch beschränkte Zahl der Sandrohre nicht alle Räder, also nicht das ganze Reibungsgewicht gesandet wurde.

Um die Zugförderung auf den älteren Gebirgsbahnen zu kennzeichnen, sei angeführt, daß auf der Semmeringbahn mit 67 t schweren Lokomotiven bei 47 t Reibungsgewicht 175 t schwere Züge auf 1:40 geschleppt wurden, also eine Schwerkraftkomponente der Zugkraft von 6,05 t einem Reibungsgewicht von 47 t gegenüberstand\*). Sieht man von den Reibungs- und Krümmungswiderständen ab, so wurde also eine »reduzierte« Reibungsziffer, wie man sie wohl nennen könnte, von etwa  $\frac{1}{8}$  in Anspruch genommen. Diese reduzierte Reibungsziffer weicht natürlich nur dann nicht allzu wesentlich von der wirklichen, höheren ab, wenn es sich um starke Steigungen handelt; selbst bei 25 v. T. beträgt der Fehler durch das Fortlassen des reinen Zugwiderstandes mit 2,5 kg/t = 2,5 v. T. schon 10 v. H. Er gestattet aber bei Bahnen dieser und noch stärkerer Steigungen einen schnellen, überschläglichen Einblick in die Größenordnung der Reibungsziffer, da er nur auf die Schwerkraftkomponente Rücksicht nimmt und von dem schwankenden Lauf- und vor allem Krümmungswiderstand absieht. Dieser Begriff ist deshalb für Steilrampenbetrieb auch später noch öfter gelegentlich angewandt; die wirkliche Reibungsziffer liegt stets höher; bei 1:10 in der Geraden ist ohne Sand der Fehler nur noch 2,5 v. H.

Die erste Bahn mit »künstlicher Adhäsion« war die Hilfsbahn über den Mont Cenis (bis zur Fertigstellung des großen Tunnels), die nach dem System Fell-(Krauss) betrieben

\*) Die Gewichtsangaben sind merkwürdigerweise in englischen t gemacht (Heusinger, S. 939).

wurde; eine erhöhte Mittelschiene, gegen die wagrecht liegende, mit dem gewöhnlichen Triebwerk der Lokomotive gekuppelte Reibräder von beiden Seiten gepreßt werden konnten, gestattete den Betrieb auf der mittleren Steigung 1:13\*). Das System Welti, bei dem eine breite mit der Maschine gekuppelte Trommel schraubenförmige Wülste nach Art unserer heutigen Pfeilzahnräder, die sich gegen symmetrisch-schräge Schienenstücke zwischen den beiden Fahrschienen stützten, scheint im Versuchsbetrieb steckengeblieben zu sein\*\*). Mit der Rigibahn (1870) trat sodann nach Riggensbachs System die erste eigentliche Zahnradbahn ins Leben, mit einer Steigung von 1:4, die naturgemäß jeden Reibungsbetrieb aussichtslos machte und deren Lokomotiven deshalb sich allein mit Hilfe des von der Maschine angetriebenen Zahnrades bewegten, während die Räder auf den Fahrschienen lediglich Tragrollen bedeuteten. Riggensbach wandte für die Rigibahn auch von vornherein die Gegendruckbremse an, indem er bei der Talfahrt die Steuerung auf »Bergfahrt« verlegte und die Maschine als Kompressor gegen einen Gegendruck laufen ließ, der durch Abdrosselung der ausgestoßenen Luft selbst gewonnen wurde.

Die Fell-Bahn am Mont Cenis war ein Übergangszustand gewesen, die Rigibahn war die erste Ausflugsbahn auf einen vielbesuchten Aussichtspunkt ohne irgendwelche nennenswerte Beförderung von Gütern, also keine Eisenbahn mit allgemeinen Aufgaben. Zwischen den als Hauptbahn mit Reibungslokomotiven betriebenen Gebirgsbahnen mit Steigungen bis 1:28,5 und der steilen Zahnradbahn für beschränkte Verkehrszwecke klappte noch eine mehr und mehr empfundene Lücke; eine Eisenbahngattung für das Gebirge von stärkerer Steigung als die alten Gebirgsbahnen, aber schwächerer als die Aussichtsbahnen und damit befähigt, mittels »künstlicher Adhäsion« doch noch so schwere Züge zu schleppen, daß auch noch ein Güterverkehr in steileren Seitentälern bis auf den Gebirgskamm bewältigt werden konnte. Diese Art von Bahnen durch den Entwurf geeigneter Lokomotiven möglich gemacht zu haben, ist das Verdienst von Abt und die erste derartige Bahn war die Harzbahn Blankenburg—Tanne, die 1883—1886\*\*\*) unter tatkräftiger Förderung durch den Direktor Schneider der Halberstadt-Blankenburger Bahn gebaut wurde, mit einer stärksten Steigung von 60 v. T. = 1:16  $\frac{2}{3}$ .

Dieses Abtsche Bahnsystem darf hier als etwas Bekanntes vorausgesetzt werden, und es genüge daher der erinnernde Hinweis auf die getrennte Reibungs- und Zahnradmaschine unter demselben Kessel (»gemischtes System«), das Vorhandensein der nötigen Einrichtungen, um mit Gegendruck zu Tal zu fahren, die Band- oder Keilnutenbremse auf den Zahnradachsen und die häufig in die Praxis umgesetzte Möglichkeit, durch gleichartige Zahnradbremsung auch einen Teil der Wagenachsen zu bremsen, indem man wie Bremswagen in den gewöhnlichen Güterzug einzelne Zahnradbremswagen in den Zug einreihete. Im Unterschied zur Lokomotive sitzen bei diesen Wagen die Bremszahnräder lose auf der Achse, nur bei der neueren württembergischen E+1Z Zahnradlokomotive trägt auch die vordere Kuppelachse der gewöhnlichen Lokomotivmaschine ein loses Bremszahnrad.

Eine gewisse Richtigstellung des alten Ausdrucks »künstliche Adhäsion« darf insofern nicht unterlassen werden, als es sich bei der Zahnradbahn eigentlich nicht um »Adhäsion« sondern um kinematische Erzwingung der Relativlage zwischen Zug und Strecke handelt.

Die Statistik der Zahnradbahnen zeigt deutlich, daß derartige Bahnen einem volkswirtschaftlichen Bedürfnis entsprechen; eine vollständige Aufzählung würde zu weit führen, immerhin

\*) Heusinger, Seite 974.

\*\*\*) Heusinger, Seite 976.

\*\*\*\*) Die Versuchsfahrten auf der ersten Probezahnstrecke fanden 1885 statt. (Glascers Annalen, 1922, Seite 192).

seien einige wichtige deutsche Zahnradbahnen genannt: Die Höllentalbahn 1887, 1:18 = 55 v. T., die Bahnen Ilmenau—Schleusingen ebenfalls 60 v. T., Schleusingen—Suhl bis zu  $66\frac{2}{3}$  v. T., Boppard—Castellaun 1:16,5 = 60 v. T., Oberzell—Wegscheid (Bayern) 1:14,3 = 70 v. T., Honau—Lichtenstein 1:10 = 100 v. T. (Teilstrecke der Bahn Reutlingen—Ulm) und Klosterreichenbach—Freudenstadt im württembergischen Schwarzwald, 1:20 = 50 v. T. Der letzteren Steigung sehr nahe mit 1:22 = 45 v. T. kommt die als Reibungsbahn ausgeführte meterspurige Brockenbahn, die deshalb besondere Beachtung in der Eisenbahnfachwelt fand. Sie ist allerdings eine ausgesprochene Bahn der günstigeren Jahreszeit fast ohne Güterverkehr, die im Winter nicht betrieben wird und bei der hohen Schneelage gar nicht betrieben werden könnte und deshalb nicht so sehr den Feinden ausreichender Adhäsion ausgesetzt ist, wie die Bahnen mit ununterbrochenem Betriebe, die indessen mit ihren schweren Personenzügen der »Hochsaison« doch verhältnismäßig hohe Ansprüche an die Lokomotive stellt. Sie konnte daher bis vor kurzem wohl als steilste Reibungsbahn für Zugbetrieb gelten, wenn man von der Ütlibergbahn bei Zürich absieht, die zwar 1:14 im Reibungsbetrieb überwindet, aber doch den Nebenbahnen ferner steht als die Brockenbahn.

Das Steigungsgebiet der gemischten Zahnradbahnen gab die »Eisenbahntechnik der Gegenwart« (Band Oberbau) 1897 mit Steigungen von 40 v. T. bis 120 v. T. (1:25 bis 1:8,3) an, wobei Steigungen über 80 v. T. (1:12,5) im allgemeinen nur bei Bahnen mit geringeren Lasten angewandt werden sollten. Reine Zahnstangenbahnen mit stehender Zahnstange wiesen dagegen Steigungen bis 377 v. T., mit liegender Zahnstange bis 430 v. T. auf (Pilatusbahn). Man konnte im allgemeinen diese Einteilung bis zur Einführung des reinen Reibungsbetriebes auf der Harzbahn, also bis 1920, für maßgebend halten; die Brockenbahn war die Ausnahme einer etwas steileren Reibungsbahn, die württembergische Strecke Honau—Lichtenstein bei 100 v. T. die einer Bahn lebhafteren Verkehrs mit mehr als 80 v. T. Aus der B.-O. vom November 1904 (der die Brockenbahn als Kleinbahn in gesetzlichem Sinne nicht unterlag) läßt sich eine Berechtigung dieser Anschauung insofern herauslesen, als sie für Nebenbahnen in § 7, 6 eine stärkere Steigung als 40 v. T. in der Regel nicht zuläßt\*), d. h. also doch ohne besondere Maßnahmen. Auch aus dem 1922 bei Hobbing in 2. Aufl. erschienenen »Deutschen Eisenbahnwesen der Gegenwart« kann man immer noch diese Einteilung als übliche Anschauung herausfühlen, auch wenn den Verfassern der in Betracht kommenden Abschnitte die Einführung des Reibungsbetriebes auf der Harzbahn nicht entgangen ist.

Das Herrschaftsgebiet des gemischten Zahnradbetriebes, beruhend wie wir sahen, auf vernünftigen, wenn auch hinsichtlich der Reibungsziffer nach heutigem Stande reichlich vorsichtigen Erwägungen, hätte wohl kaum eine Einbuße erlitten, wenn der Betrieb nicht doch auch erhebliche Mängel aufwies. Ursprünglich beherrschte zweifellos die Befriedigung über die technische Leistung und die bessere volkswirtschaftliche Erschließung bis dahin für das Gleis unzugänglicher Gebiete das Gefühl der maßgebenden Kreise; auch waren die betrieblichen und wirtschaftlichen Ansprüche noch nicht die heutigen. Aber unter dem Druck der heutigen Not mußten sich die gleich zu erwähnenden Mängel, namentlich bei einer kleinen Bahnverwaltung, geltend machen, bei der die Zahnradstrecken ein ausschlaggebender Bestandteil des ganzen Netzes waren, während sie bei den staatlichen Bahnen in den Hintergrund treten. In seinem Aufsatz über »Die neuen Lokomotiven der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn-Gesellschaft« (Glaser's

\*) Ausnahmen unterlagen der Zustimmung der inzwischen nicht mehr bestehenden Landeseisenbahnbehörde und des Reichs-Eisenbahn-Amts.

Annalen 1922, S. 192—200) schildert der Präsident des Eisenbahn-Zentralamts, Herr Hammer, in lebendiger Weise, wie diese Not den tatkräftigen Leiter dieser Bahn, Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. e. h. Steinhoff, zur Einführung des Reibungsbetriebes ermutigte.

Ein Mangel wirtschaftlicher Art besteht in den hohen Anlage- und Unterhaltungskosten der Zahnstange, welche letztere sich namentlich an den Ein- und Ausfahrstellen der Zahnstange, aber auch allgemein durch die spezifisch hohen Zahndrücke auf die Flächeneinheit geltend machen. Dazu kommen die teuren und schwieriger zu unterhaltenden Lokomotiven. Der betriebliche Nachteil besteht in der geringen Fahrgeschwindigkeit (5—8 km/Std. auf den Zahnstrecken), die keineswegs eine freiwillige ist. Denn die bereits kurz vor Einfahrt in die Zahnstrecke in der Luft in Gang zu setzende eigentliche Zahnradmaschine muß mit möglichst geringem Stoß in die beginnende Zahnstange eingreifen, sollen nicht Einfahr-Ende und Maschine schnellstem Verschleiß ausgesetzt werden. Das gelingt naturgemäß nur bei vorsichtiger, also langsamer Einfahrt, die den Lokomotivführer der Möglichkeit beraubt, die Steigung zum Teil mit »Anlauf« zu nehmen. Ist die Einfahrt glücklich vollzogen, so fehlt nun auf der beginnenden starken Steigung, welche die Zugkraft der Lokomotive fast voll in Anspruch nimmt, die Möglichkeit irgend einer nennenswerten Beschleunigung. Die niedrigere Geschwindigkeit ergibt auf den naturgemäß eingleisigen Bahnen nicht nur eine starke Beeinträchtigung der möglichen Betriebsleistung, sondern diese Beschränkung wirkt sich auch in hohem Maße wirtschaftlich nachteilig aus. Die anteilige Belastung eines Achskilometers mit der Verzinsung und Tilgung des gerade hier hohen Anlagekapitals wird um so größer, je weniger Achskilometer in der Zeiteinheit gefahren werden, und der Personalbedarf, also auch die Personalausgaben, für ein Achskilometer sind ebenfalls um so höher, je geringer die Fahrgeschwindigkeit ist, da der durchschnittlichen täglichen Dienstdauer naturgemäß obere Grenzen gezogen sind. So ist der Wunsch verständlich, bei den gemischten Bahnen — die volkswirtschaftlich mehr zurücktretenden steilen Bahnen auf Aussichtsberge sind unbedingt auf die Zahnstange angewiesen — von dem mit starken Bindungen belasteten Zahnradbetrieb loszukommen.

Einen Erfolg konnte dieses Streben nur dann haben, wenn es gelang, mit höheren Reibungsziffern sicher zu arbeiten, als sie bisher angewandt wurden. Wie hoch man dabei gehen und bis zu welcher Steigung man einen möglichen oder wirtschaftlichen Reibungsbetrieb ausdehnen konnte, mußte die Erfahrung, und zwar der planmäßige Versuch lehren. Der Weg, mit bescheidener Reibungsziffer zu Lokomotiven zu gelangen, welche die Zahnstange auszuschalten gestatteten, verbot sich durch die Abmessungen, die man dann erhalten hätte. Denn bei der ohnehin sehr großen, nun allein auf die Reibungsmaschine zu übernehmenden Zugkraft kamen selbst bei starker Inanspruchnahme der Reibung bereits sehr schwere Maschinen zustande.

Steinhoff machte seinen Vorversuch mit der 1 C-Tender-Lokomotive der Flachlandstrecke Halberstadt—Blankenburg, die der preussischen T 12 fast genau entspricht, und fand, daß 96 t anstandslos befördert werden konnten. Bei etwa 64 t Gewicht dieser Maschine, wovon 48 t auf die Treibräder entfallen, ergab sich somit ein Zuggewicht von 160 t und eine reine Schwerkraftkomponente von  $60 \times 160 = 9600$  kg, so daß schon die »reduzierte Reibungsziffer«

$$9600 \text{ kg} : 48000 \text{ kg} = 1/5$$

betrug, die wirklich in Anspruch genommene, wegen der Hinzufügung des Reibungs- und Krümmungswiderstands noch darüber lag, in stärkeren Krümmungen bei 1:4,5. Die Versuche werden demnach bei nicht ungünstigem Wetter

stattgefunden haben; zumal mit abnehmenden Vorräten auf der Lokomotive diese Werte sich noch etwas weiter nach oben verschieben.

Der darauf in Aussicht genommenen schweren Reibungslokomotive stellte Steinhoff die Aufgabe,

200 t mit 12,5 km/Std. auf 1 : 60

zu Berg zu schleppen. Die Lösung erforderte mindestens 5 Kuppelachsen, zumal bei dem mit 16 t anzunehmenden höchsten Achsdruck für die doch als Nebenbahn gebaute Strecke, denn bei 80 t Reibungsgewicht und einem (für die Unterbringung eines leistungsfähigen grossen Kessels und nicht zu kleiner Vorräte) geschätzten Gesamtgewicht von rd. 100 t mußte selbst die »reduzierte Reibungsziffer« bereits mit

$$\mu = \frac{(100 + 200) \text{ t} \cdot 60 \text{ kg/t}}{80000 \text{ kg}} = \frac{18000}{80000} = \frac{1}{4,44} = 0,225$$

in Anspruch genommen werden. Bei dem Entwurf der schweren Lokomotivgattung, deren Eigennamen mit »Mammut«, »Wisent«, »Elch« und »Büffel« schon das Gigantische andeuten sollten, sah Steinhoff und die ausführende Bauanstalt Borsig daher mit vollem Recht eine gute Sandung des gesamten Reibungsgewichtes für beide Fahrtrichtungen vor. Denn die Sandung war bei diesem hohen Reibungswert nicht mehr die Ausnahme, sondern auf den Steilrampen die Regel, wie die obigen Ausführungen über die Reibungsziffer ohne weiteres einleuchtend machen. Die vorzügliche Sandung verdient um so mehr hervorgehoben zu werden, als bei der bald darauf für das preussische Netz der Reichsbahn ebenfalls von Borsig gemeinsam mit dem Eisenbahn-Zentralamt entworfenen 1 E 1-Lokomotive (T 20), die zwar zunächst nicht unmittelbar für so steile Rampen, sondern für schweren Zug- und Schiebedienst auf stark steigenden Hauptbahnen bestimmt, zunächst nur 4 gesandete Achsen erhielt; die Vorderachse blieb ohne Rohre. Die Maschine hat allerdings wesentlich grössere Räder und damit einen grösseren Radstand als die Blankenburger Lokomotive, und man scheute daher die bei Sandung aller 5 Achsen zum Teil weniger steil fallenden Sandrohre aus dem im übrigen der Mammutklasse nachgebildeten grossen Sandkasten. Es sei gleich an dieser Stelle vorweg genommen, daß dieser Rückschritt nicht aufrecht erhalten wurde. Bei den Versuchen mit der T 20-Lokomotive auf der Harzbahn im März 1923 war es nämlich bei diesigem Wetter nicht ohne weiteres möglich, einen schweren Zug, dessen Gewicht allerdings über der regelmäßigen Betriebslast der Mammutklasse lag, auf 1 : 60 wieder anzuziehen, wenn er durch mehrfaches Schleudern der Lokomotive zum Liegenbleiben (natürlich dann unter Anziehen der Bremsen) gekommen war. Es waren nur  $\frac{1}{5}$  des Reibungsgewichts mit der auch für dessen höheren Wert (rd. 90 t) gleichwohl erforderlichen hohen Reibungsziffer begabt, während die Vorderachse der »Tücke des Objekts« ausgesetzt war. Es blieb dann nichts anderes übrig, als den Heizer mit dem oben auf dem Kessel gefüllten Sandeimer nach vorn zu schicken und mit der Hand Sand vor die Vorderräder werfen zu lassen, worauf das Anziehen gelang, einmal allerdings nur unter Zerreißung einer Zugstange im Zuge, worauf zum Aussetzen dieses Wagens bis zum nächsten Bahnhof herabgefahren und die Fahrt mit verkürztem Zuge fortgesetzt wurde. In anderen Fällen gelang es, eine ungünstige Stelle zwar unter Schleudern, aber doch ohne zum Erliegen zu kommen, mit Sandung der 4 Achsen zu überwinden. Es war jedoch klar, daß bei dem inneren Zusammenhang zwischen starken Steigungen und der Häufigkeit starker Verminderung der natürlichen Reibung, ein derartiger und für den Heizer nicht ungefährlicher Betrieb (vereiste Bettung!) nicht bleiben konnte, und es wurde daraus die unerläßliche Forderung für den Bau aller Steilrampen-Lokomotiven für Reibungsbetrieb entnommen: Gute Sandung des gesamten Reibungsgewichts, vor allem der jeweils voran-

laufenden Kuppelachse, die ja stets zuerst solche ungünstigen Stellen erreicht und das Schleudern einleitet, falls nicht überhaupt dauerndes Sanden notwendig ist. Die zu der Versuchsfahrt benutzte T 20-Lokomotive wurde dementsprechend mit einem Hilfssandkasten dicht hinter dem Schornstein auf dem Kessel für das Sanden der Vorderachse versehen, ebenso die übrigen Lokomotiven der ersten T 20-Lieferung. Die weiteren Lieferungen erhielten einen etwas abgeänderten grossen Sandkasten mit Fallrohren vor alle Treibachsen für beide Richtungen, wie die Mammutklasse. Dagegen war auf die Häufigkeit des Sandens insofern von vornherein besser Rücksicht genommen als beim »Mammut«, als für die Erzeugung der gebrauchten grossen Preßluftmengen eine zweite Luftpumpe auf der Lokomotive vorgesehen war.

Nach dieser zwanglosen Abschweifung wäre zu bemerken, daß die beabsichtigte Ausschaltung des Zahnradgetriebs doch immerhin auch zu anderen Erwägungen Anlaß gibt und geben mußte, die mit der Talfahrt zusammenhängen. Das ist vor allem die Bremsfrage der Lokomotive selbst, die mit dem Zahnrad die kinematisch-zwangläufige Band- oder Keilnutenbremse so gut wie die gleichfalls kinematisch gesicherte Gegendruckbremse verliert. Die Gegendruckbremse an sich braucht natürlich nicht aufgegeben zu werden, und wurde es auch von Steinhoff nicht, der im Gegenteil die Bremsarbeit möglichst ganz auf sie vereinigen und den starken Verbrauch an Bremsklötzen vermeiden wollte. Aber die Gegendruckbremse wurde nun zu einer nur durch die Reibung zwischen Rad und Schiene kraftschlüssigen und erforderte daher auch für die Talfahrt die Sicherung hoher Reibungsziffern durch Sandung. Diese sind ja allerdings grundsätzlich vorhanden, wenn sie für die Bergfahrt da waren. Es darf jedoch gleich hier kurz darauf hingewiesen werden, daß sich durch die Gegendruckbremse, die allerdings bei der Talfahrt durch die Eigenreibung der Maschine in ihrer bremsenden Wirkung unterstützt wird, einerseits die »aktiven« Dampfdrücke der Bergfahrt nicht erreichen lassen und daß andererseits deren Kompressionstemperaturen, die nicht vom Dampf »aufgedrückt« sind, um einen in der Elektrotechnik üblichen Ausdruck zu gebrauchen, nicht leicht zu beherrschen sind. Um sich zunächst nicht in Widerspruch mit der oben angeführten Bestimmung der B.-O. zu setzen, derzufolge der reine Reibungsbetrieb im allgemeinen bei 40 v. T. endigen sollte, sah Steinhoff zunächst ein Zahnradbremsgestell vor, das wenigstens die Anwendung der kinematischen Reibungsbremse — nicht Gegendruckbremse — gestattete, sich aber als unnötig erwies und bei der 3. und 4. Lokomotive der Mammutklasse fortgelassen wurde.

Auch die Zahnradbremse der Wagen, die bei der Harzbahn übrigens nicht im Gebrauch war, würde mit dem Fortfall der Zahnstange entfallen (nicht mit dem Reibungsbetrieb, solange zunächst die Zahnstange etwa noch liegt). Über die Talfahrten auf der Harzbahn teils mit Gegendruckbremse, teils mit Kunze-Knorr-Bremse berichtet Präsident Hammer auf Grund der früheren Versuchsfahrten in seinem erwähnten Aufsatz in Glasers Annalen 1922, dem auch eine Reihe von Tatsachen (vor 1922) hier entnommen sind, a. a. O. auf Seite 199. Es geht daraus hervor, daß die Lokomotiven der Mammutklasse mit der Gegendruckbremse außer ihrem Eigengewicht 130 t Wagengewicht abzubremsen vermochten und daß weiterhin bei Versuchsfahrten des Bremsausschusses mit der in beiden Richtungen abstufbaren Druckluftbremse, bei allerdings 6 at Hauptleitungsdruck ein Zug von 544,5 t ohne Lokomotive mit 87 v. H. Bremsachsen gleichmäßig mit 24 km/Std. herabgelassen und bei Schnellbremsung dann auf 120 m gestellt werden konnte. Die überhaupt erprobten Zuggewichte waren z. T. noch wesentlich höher.

Konnte somit die Frage der Beherrschung des Zuges auch auf der Talfahrt ohne Hilfe der Zahnstange als geklärt, die

Betriebssicherheit also als erwiesen angesehen werden, so konnte die mögliche Höhe der Betriebsleistung und die Wirtschaftlichkeit allein bestimmend sein. Gegenüber den alten, wenn auch gewifs s. Z. sehr bemerkenswerten C 1-Nafsdampf-Zahnradlokomotiven der Harzbahn vermochten die 1 E 1-Heißdampf-Reibungslokomotiven die Streckenleistung etwa auf das vierfache zu erhöhen, weil sowohl die geförderte Zuglast als auch die Geschwindigkeit außerordentlich vergrößert waren; für die Strecke Blankenburg—Hüttenrode gebrauchte die Zahnradmaschine 70, die Reibungsmaschine 30 Min. Fahrzeit. Dieser Umstand allein hätte schon für die Entscheidung genügt, auch wenn nicht der Kohlenaufwand für das tkm bei der Reibungsmaschine mit 0,45 t nur halb so groß gewesen wäre, wie derjenige der alten Zahnradmaschine mit 0,9 t. Wichtig blieb gleichwohl diese Feststellung, nachdem bei unserer Brennstoffnot das Kohlenkonto jedes Energie verbrauchenden Unternehmens von stark erhöhter Bedeutung ist. Überlegen erwies sich der »Elch«,

der in dankenswerter Weise von der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn der Reichsbahn zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt wurde, auf den thüringischen Zahnstrecken gegen die neueren, aber auch noch mit Nafsdampf betriebenen preussischen Zahnradlokomotiven T 26 (Borsig); die geschleppte Zuglast war 50 v. H. größer, der Kohlenverbrauch für das tkm ohne Berücksichtigung der erhöhten Fördergeschwindigkeit 20 v. H. geringer.

Die Halberstadt-Blankenburger Bahn zog aus den Versuchen mit den beiden schweren Reibungslokomotiven die Folgerung des Verzichts auf den Zahnradbetrieb, indem sie zur Erstellung eines auch für die Höchstleistung der Strecke ausreichenden Lokomotivparks 2 weitere Lokomotiven bei Borsig in Auftrag gab. Die großen Verdienste Steinhoffs um die hier behandelte Frage erkannte gelegentlich des 50jährigen Jubiläums der Bahn 1923 die Technische Hochschule Hannover durch Verleihung des Ehrendoktors an. (Fortsetzung folgt.)

### Vergleichsversuche an Holzschwellen, die mit Teeröl oder Basilit getränkt sind.

Von H. P. Maas-Geesteranus, Bahndirektor der Niederländischen Eisenbahnen.

Schon vor dem Weltkriege, der alle wirtschaftlichen Verhältnisse auf den Kopf gestellt hat und deswegen jetzt die Eisenbahnverwaltungen zu der größten Sparsamkeit zwingt, hat die Holländische Eisenbahn-Gesellschaft Versuche angestellt mit einer die Holzschwellen gegen Fäulnis sichernden Tränkungsflüssigkeit, die nach ihrem Erfinder, Basilius Malenković, Basilit genannt ist.

Diese Flüssigkeit besteht aus einer Lösung von 89 Teilen Fluornatrium auf 11 Teilen Dinitrophenol-Anilin.

Der Stoff wird als Salz in gelblichen Kristallen angeliefert und ist in Wasser löslich, wenn auch ziemlich schwer. Die Lösung wird in der üblichen Weise im Druckkessel in das Holz gepresst.

Das Basilit hat also den Vorteil, daß es in trockenem Zustande, d. h. mit verhältnismäßig geringem Gewicht und Raumbedarf angefordert werden kann. Auch ist es viel billiger als Teeröl.

Wir haben indessen das Basilit nie ohne ein gewisses Mißtrauen betrachtet; wegen seiner Löslichkeit in Wasser war nämlich zu erwarten, daß es, besonders in dem feuchten Klima Hollands, in wenigen Jahren durch Auslaugen aus dem Holze verschwinden würde. Es wurde zwar behauptet, daß eine gewisse chemische Verbindung des Basilits mit dem Holze entstehe, die nicht in Wasser löslich sei, und daß deshalb das Basilit und seine Fähigkeit, Pilze zu zerstören, nicht durch Auslaugen verloren gehen könne. Der Nachweis davon konnte indessen — wenigstens für die Praxis — erst in mehrjähriger Liegedauer erbracht werden.

Die Verwendung des Basilits wurde auch in der Kriegszeit noch teilweise beibehalten; nach dem Kriege dagegen, als Teeröl wieder unbeschränkt zu einem annehmbaren Preise erhältlich war und die Verwaltung der Niederländischen Eisenbahnen eine Änderung erfahren hatte, wurde das Basilit nicht mehr zur Tränkung von Schwellen angewendet.

Da aber die finanziellen Ergebnisse der Eisenbahnen auch in Holland außerordentlich ungünstig sind und in jeder Weise nach Ersparnissen Umschau gehalten werden muß, ist auch die Aufmerksamkeit wieder auf das Basilit gelenkt worden. Da wir schon vor vielen Jahren mit der Verwendung angefangen hatten, lag die Aussicht vor, jetzt rasch ein ziemlich bestimmtes Urteil über die Wirksamkeit des Basilits zu gewinnen.

Glücklicherweise waren im Jahre 1913 zum Zwecke der Vergleichung in einer Versuchsstrecke hintereinander in ganz gleichen Verhältnissen 900 kieferne Schwellen, mit Teeröl nach dem Rüping-Verfahren getränkt, und 880 gleiche Schwellen, mit Basilit getränkt, verlegt worden. Die erstgenannten Schwellen hatten je 7 kg Teeröl bleibend aufgenommen; die letztgenannten waren getränkt mit 20 l einer Basilitlösung 1:80.

Die Schienen, 38,6 kg das laufende Meter schwer, sind mit Unterlagsplatten und vier Hakennägeln auf den Schwellen befestigt. Die Bettung besteht aus grobkörnigem Sand und Kies.

Die Strecke wird jetzt täglich von 25 Schnellzügen, 30 Personenzügen, 6 Güterzügen und einer allein fahrenden Lokomotive befahren; in der Kriegszeit war der Verkehr etwas geringer.

Da die Schwellen im Jahre 1923 zehn Jahre Liegedauer hinter sich hatten, war die Anschauung nicht zu gewagt, daß ein Vergleich zwischen beiden Tränkungsarten zu einem bestimmten Ergebnis bezüglich des relativen Wertes beider Tränkungsarten führen würde.

Es wurde daher beschlossen, eine genaue Prüfung der in der Versuchsstrecke liegenden Schwellen vorzunehmen.

Eine oberflächliche Besichtigung der Schwellen zeigte keinen merklichen Unterschied; die meisten Schwellen waren noch gut erhalten, in beiden Gruppen befanden sich Schwellen, die, obschon noch nicht unbrauchbar, dennoch gerissen oder weniger tauglich aussahen.

Die Prüfung wurde der Firma Koning & Bienfait, Prüfanstalt für Baumaterialien in Amsterdam, übertragen. Ihr wurde empfohlen, besonders Folgendes zu prüfen:

- den Gehalt an Tränkungsstoff in den Schwellen, die Tiefe der Einpressung und die Erhaltung des Tränkungsstoffes während des 10jährigen Betriebes;
- die Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen Mikroorganismen;
- den Widerstand des Holzes gegen Druck;
- den Widerstand des Holzes gegen Biegung.

Diesen Aufgaben wurde Folge geleistet durch:

- Messung der Menge des Antiseptikums im Holzgewebe, festgestellt an verschiedenen Stellen der Schwellen;
- Mykologische Untersuchung von Schwellenschnitten;
- Messung der Zusammenpressung von Schwellen und zwar in der Schwellenmitte- und an der Schienenauflagerstelle (zu dieser Messung wurde ein Stück eines Differdinger-Trägers aufgelegt und anwachsend belastet);
- Messung des Biegungswiderstandes, der Proportionalitätsgrenze und der Durchbiegung bei anwachsender Belastung (hierzu wurden aus den Schwellen viereckige Stäbchen gesägt und zwar aus der Schwellenmitte und an der Schienenauflagerstelle).

Für die Prüfung wurden angewendet:

zwei Zwischenschwellen und zwei Stofsschwellen, mit Teeröl getränkt,  
zwei Zwischenschwellen und zwei Stofsschwellen, mit Basilit getränkt.

Die Schwellen wurden von dem zuständigen Betriebsingenieur angewiesen und zwar solche von mittlerer Güte für beide Tränkungsarten.

#### A. Prüfung des Gehalts an Teeröl oder Basilit.

Die Probestücke wurden längere Zeit bei mäßiger Temperatur (ungefähr 30° C) getrocknet.

Von den mit Teeröl getränkten Stücken wurde das Gewicht festgestellt, nachher wurden die sichtbar von Teeröl gesättigten Teile von den nicht getränkten Teilen getrennt und beide Anteile gewogen.

Daneben wurde das spezifische Gewicht des nicht getränkten Holzes und des von Teeröl gesättigten Holzes bestimmt. Auf diese Weise konnte das Verhältnis des getränkten und des nicht getränkten Holzes in einem Querschnitte berechnet werden.

Das mit Teeröl getränkte Holz wurde weiter längere Zeit mit Benzol ausgezogen. Die ausgefällte Flüssigkeit wurde destilliert bis 130° und später längere Zeit mäßig erhitzt, wodurch die letzten Spuren von Benzol verschwanden.

Bei den mit Basilit getränkten Blöcken war eine Grenzlinie zwischen getränkten und ungetränkten Stellen nicht sichtbar. Es ist auch nicht gelungen, durch Behandlung mit Farbstoffen die Verteilung des Dinitrophenol-Anilins festzustellen.

Die Probestücke aus den mit Basilit getränkten Schwellen wurden in zwei gleiche Teile geteilt. Eine Hälfte wurde zerkleinert und eine Probe der erhaltenen Holzsplitter mit einer reichlichen Menge von Kalkhydrat gemischt, befeuchtet und nachher verascht. Hierdurch wird das Verdunsten von Fluorverbindungen verhindert. Das Fluor wurde als Fluorkalzium gewogen und nach Basilit umgerechnet (89% NaFl).

Es ergab sich folgender Gehalt an Teeröl oder Basilit:

#### Mit Teeröl getränktes Holz.

Bezeichnung*)	Spez. Gewicht	Liter Öl auf 1 cbm	Spez. Gewicht des Öls bei 15° C
C. I. M.	getränkt 0,504	im getränkten Teil 37,3	1,1064
	ungetränkt 0,486	im ganzen Querschnitt 16,3	
C. I. R.	getränkt 0,483	im getränkten Teil 38,4	1,0965
	ungetränkt (berechnet) 0,431	im ganzen Querschnitt 47,0	
C. II. M.	ungetränkt 0,412	im ganzen Querschnitt 20,9	1,1086
C. II. R.	getränkt 0,446	im ganzen Querschnitt 51,0	1,0817
	ungetränkt (berechnet) 0,391		

#### Prüfung des Öls.

Destillation	Gewichtsanteile		Öl aus der Schwelle	
	C. I. M. %	C. I. R. %	C. II. M. %	C. II. R. %
Wasser . . . . .	0,5	0,6	0,8	0,8
Öl 170° C . . . . .	1,1	0,6	0,3	2,7
„ 170—210° C . . . . .	0,5	—	0,6	3,6
„ 210—230° C . . . . .	—	—	1,2	1,0
„ 230—300° C . . . . .	13,6	28,4	16,0	15,5
„ 300—370° C . . . . .	69,1	52,4	68,1	60,2
Pech . . . . .	12,7	15,9	10,1	11,3
Verluste . . . . .	2,5	2,1	3,0	4,8
	100,0	100,0	100,1	99,9

Gehalt an Teersäure des Öls (Raumteile):

Schwelle C. I. M.	2,9 %
„ C. I. R.	2,0 »
„ C. II. M.	1,3 »
„ C. II. R.	1,3 »

\*) C = Teeröl, B = Basilit, M = Mitte der Schwelle, R = Schienenauflagerstelle.

Die Destillate waren alle flüssig, Naphtaline und Anthrazenniederschläge kamen nicht vor.

Mit »Basilit« getränktes Holz.

Es wurde der Gehalt an »Basilit« in 1 cbm Holz bestimmt.

Bezeichnung	Spez. Gewicht	„Basilit“ in 1 cbm Holz g
B. I. M. . . . .	0,436	655
B. I. R. . . . .	0,440	665
B. II. M. . . . .	0,387	62
B. II. R. . . . .	0,424	353

Für den Versuch wurde 100—150 g Holz verwendet.

Versuche, die Eindringtiefe des Basilit im Holze zu bestimmen, haben keinen vollen Erfolg gehabt.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß an verschiedenen Stellen eines Querschnittes der Schwelle, ungefähr in der Schwellenmitte beiderseits 1,5 cm, 4,5 cm und 7,5 cm von den Seitenflächen entfernt, Löcher von 20 mm Durchmesser und 10 cm Tiefe gebohrt wurden. Der gesamte Inhalt von zwei symmetrisch gelagerten Löchern war etwa 56 ccm, d. h. 25 Gramm Holz. Der Gehalt an Basilit wurde wie oben angegeben bestimmt durch Veraschung der Bohrspäne mittels Kalkhydrat und Messung der Menge Fluorkalzium. Da aber Fluorkalzium einigermassen in Wasser löslich ist, eignet sich dieser Weg nicht für genaue vergleichende Versuche.

Fasst man die obenerwähnten Ergebnisse zusammen, so ergibt sich, daß die gefundene Menge Teeröl in einem Raummeter Holz durchschnittlich betragen hat:

Mitten in den Schwellen 18,6 l = ~ 20,5 kg,

An den Außenseiten 49,0 l = ~ 54,0 kg.

Diese Mengen sind gering, wenn man sie mit der Tatsache zusammenhält, daß bei der Tränkung nach dem Rüpingschen Sparverfahren ein Kubikmeter Kiefernholz ungefähr 70 kg Teeröl aufnimmt.

Das ausgezogene Teeröl enthielt nur geringe Mengen an leichten und mittelschweren Ölen (230° C), der Pechrest bei Verdunstung war ziemlich hoch. Der Gehalt an Naphtalin und Teersäure war gering.

Die ursprüngliche Zusammensetzung des verwendeten Teeröls ist nicht bekannt; jedoch erscheint die Annahme, daß Naphtalin und Teersäure größtenteils verduftet sind oder ausgelaugt wurden, nicht zu gewagt.

Auch das spezifische Gewicht (zirka 1,1) ist höher als es im Anfang gewesen sein kann, vermutlich infolge Polymerisation und Oxydation. Die Ziffern für den Gehalt an Basilit erlauben keine Schlußfolgerungen.

Es scheint, daß Schwelle B II in der Mitte wenig Antiseptikum enthalten hatte und im allgemeinen weniger damit gesättigt war als Schwelle B I.

#### B. Mykologische Untersuchung.

Für diesen Versuch wurden von je zwei mit Teeröl und zwei mit Basilit getränkten Schwellen 6 Querscheiben verwendet, aus welchen am Schwellenende von der Oberseite und der Unterseite in Schwellenmitte von der Mitte und der Seite und ebenso an der Schienenauflagerstelle Probestücke entnommen wurden.

Abgesehen von den Schienenauflagerstellen waren die Schwellen noch in gutem Zustande. Ein irgendwie beachtlicher Angriff durch Fungi oder Holzpilze war nicht zu bemerken. Die mit Teeröl getränkten Schwellen waren ganz frei von Mikeliumdrähten dieser Mikroorganismen. In den beiden mit Basilit getränkten Schwellen wurden solche Drähte zwar gefunden, aber nur vereinzelt und hauptsächlich in den äußeren Schichten bis 1,5 cm tief.

Von einem wahrnehmbaren Verderb des Holzes durch diese Pilze konnte aber nicht die Rede sein.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Ansteckung des Holzes schon vor der Tränkung stattgefunden hat.

Insoweit Verfaulung zu bemerken war, besonders an den Schienenauflagerstellen, war diese rein chemischer Art und bestand aus einer Zersetzung des Holzstoffes, unter Abscheidung von Lignin-Bestandteilen, wobei freie Zellulose entsteht und der Zusammenhang der Fasern verloren geht. Diese Zersetzung entsteht besonders im Herbsth Holz.

Bezüglich dieser Zersetzung ist ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Schwellenarten zu vermerken.

Abgesehen von den Schienenauflagerstellen trat diese Beschädigung bei den mit Teeröl getränkten Schwellen stärker hervor als bei den mit Basilit getränkten Schwellen, ohne indessen bedenklich genannt werden zu können.

An den Auflagerstellen ist diese Zersetzung besonders an der Innenseite der Unterlagsplatten merkbar und zwar ist dieselbe schlimmer bei den mittels Teeröl getränkten Schwellen als bei den anderen.

Bei den mittels Teeröl getränkten Schwellen ist diese Zersetzung bis zu einer Entfernung von 3,5 und 4 cm von den Unterlagsplatten wahrnehmbar, während bei den mit Basilit getränkten Schwellen diese Ziffern 0,5 und 3 cm betragen.

Das weiter nach innen liegende Holz ist bei den mit Basilit getränkten Schwellen ganz unversehrt, während es bei den mit Teeröl getränkten Schwellen noch Spuren von Zersetzung zeigt.

Hieraus wäre die Schlusfolgerung zu ziehen, daß das mit Basilit getränkte Holz mechanischen Angriffen besser widersteht als das mit Teeröl getränkte Holz.

Die Neigung zu Pilzangriffen wurde durch Kulturversuche geprüft.

Holzmehl, das durch Ausbohren von Scheiben aus der Schwellenmitte entnommen war, wurde dem Angriff von Methangährungsfermenten ausgesetzt. Diese Fermente haben die Eigenschaft, die Zellulose aus dem Holz, das dem Angriff von Mikroorganismen unterliegt, in Methangas und organische Säure zu zersetzen. Die Säure wird bei Zufügung von Kalziumkarbonat unter Entwicklung von Kohlensäure weiter zersetzt. Die bei dieser Zersetzung aus einer gewissen Menge Holz entwickelte Gasmenge und die Geschwindigkeit der Entwicklung des Gases ergibt ein Maß für die Empfindlichkeit des Holzes gegen Mikroorganismen. Für die Versuche wurden 5 g Holz verwendet; zum Vergleich wurden auch Proben aus ungetränktem Kiefernholz eingesetzt.

Nachstehend sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt:

Holzart	cbm Gas in 30 Kulturtagen		cbm Gas täglich vom 20. bis 30. Kulturtag	durch- schnittlich
	im Ganzen	durch- schnittlich		
Kiefernholz ungetränkt	28,5	—	1,05	1,05
C. I. M. . . .	2,9	1,5	0,14	0,07
C. II. M. . . .	0,0		0,0	
B. I. M. . . .	1,4	1,6	0,04	0,035
B. II. M. . . .	1,8		0,03	

Die Schlusfolgerung der Versuche B kann lauten:

Sowohl die mit Teeröl getränkten, wie die mit Basilit getränkten Schwellen sind in den zehn Betriebsjahren nicht von Pilzen angegriffen worden.

Die Verwitterung der Teeröl-Schwellen unter atmosphärischen Einflüssen ist größer als die der Basilit-Schwellen.

Der Widerstand gegen die Zellulose-Vergärung der Mikroorganismen (Fungi) ist bei beiden Tränkungsarten sehr gut.

Die gegen Fäulnis schützende Kraft beider Tränkungsarten ist als gleichwertig zu betrachten.

### C. Widerstand gegen Druck.

Die Schwellen wurden stufenweise mittels eines Doppel-T-Trägers, Differdinger Nr. 20, belastet; die Belastungsflächen lagen in der Mitte (M) und an den Schienenauflagerstellen (R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub>). Die Anfangsbelastung war 1000 kg; die Belastung wurde nach Messung der Einpressung jedesmal um 1000 kg erhöht und wieder auf 1000 kg zurückgeführt.

#### 1. Gänzliche Einpressung (in mm).

(Alle Ziffern sind umgerechnet auf eine Druckoberfläche von 450 qcm).

Bezeichnung des Probestückes	Belastung (in kg)						
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	13000
C. I. R <sub>1</sub> . . . .	1,6	2,9	3,8	5,0	6,4	7,9	8,7
C. I. R <sub>2</sub> . . . .	2,0	3,9	5,3	6,9	8,5	10,3	11,7
C. II. R <sub>1</sub> . . . .	2,2	3,5	4,8	5,9	7,1	9,8	11,3
C. II. R <sub>2</sub> . . . .	2,2	4,1	5,9	7,6	9,7	12,1	14,1
Durchschnittlich . . . .	2,0	3,6	5,0	6,4	7,9	10,0	11,5
B. I. R <sub>1</sub> . . . .	1,9	3,7	5,7	7,5	9,4	12,0	13,3
B. I. R <sub>2</sub> . . . .	1,9	3,0	4,0	5,0	6,2	7,7	8,8
B. II. R <sub>1</sub> . . . .	1,3	2,4	3,3	4,6	5,7	7,2	7,6
B. II. R <sub>2</sub> . . . .	1,7	3,4	5,0	6,3	8,2	10,5	11,9
Durchschnittlich . . . .	1,7	3,1	4,5	5,9	7,4	9,4	10,4
C. I. M . . . .	0,5	0,9	1,4	2,0	2,8	4,5	5,9
C. II. M . . . .	0,6	1,0	1,7	2,3	2,9	4,1	6,1
Durchschnittlich . . . .	0,6	1,0	1,6	2,2	2,9	4,3	6,0
B. I. M . . . .	0,3	0,9	1,4	2,1	3,5	5,9	8,3
B. II. M . . . .	0,4	0,9	1,4	2,0	3,5	6,7	8,9
Durchschnittlich . . . .	0,4	0,9	1,4	2,1	3,5	6,3	8,6

#### 2. Federnde Einpressung (in mm).

Bezeichnung des Probestückes	Belastung (in kg)						
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	13000
C. I. R <sub>1</sub> . . . .	1,0	1,7	2,0	2,9	3,7	4,3	4,0
C. I. R <sub>2</sub> . . . .	1,1	2,1	2,9	3,9	4,7	5,9	6,7
C. II. R <sub>1</sub> . . . .	0,9	1,5	2,3	2,8	3,7	4,9	5,9
C. II. R <sub>2</sub> . . . .	1,0	1,9	2,7	3,7	4,7	6,1	6,9
Durchschnittlich . . . .	1,0	1,8	2,5	3,3	4,2	5,3	5,9
B. I. R <sub>1</sub> . . . .	0,8	1,7	2,6	3,4	4,2	5,5	5,9
B. I. R <sub>2</sub> . . . .	0,9	1,5	2,0	2,5	3,4	4,2	4,7
B. II. R <sub>1</sub> . . . .	0,8	1,2	1,7	2,6	3,2	3,9	4,3
B. II. R <sub>2</sub> . . . .	0,8	1,8	2,3	3,1	4,1	5,3	5,4
Durchschnittlich . . . .	0,8	1,6	2,2	2,9	3,7	4,7	5,1
C. I. M . . . .	0,3	0,5	0,8	1,3	1,7	3,0	4,1
C. II. M . . . .	0,4	0,7	1,0	1,6	2,2	2,6	4,0
Durchschnittlich . . . .	0,4	0,6	0,9	1,5	2,0	2,8	4,1
B. I. M . . . .	0,2	0,6	0,7	1,2	1,8	2,9	5,1
B. II. M . . . .	0,3	0,8	1,0	1,7	2,2	3,8	5,3
Durchschnittlich . . . .	0,3	0,7	0,9	1,5	2,0	3,5	5,2



## 3. Bleibende Einpressung (in mm).

Bezeichnung des Probestückes	Belastung (in kg).							
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	13000	
C. I. R <sub>1</sub> . . .	0,6	1,2	1,8	2,1	2,7	3,6	4,7	
C. I. R <sub>2</sub> . . .	0,9	1,7	2,4	3,0	3,8	4,4	5,0	
C. II. R <sub>1</sub> . . .	1,3	2,0	2,5	3,1	3,4	4,9	5,4	
C. II. R <sub>2</sub> . . .	1,2	2,2	3,2	3,9	5,0	6,0	7,2	
Durchschnittlich . . .	1,0	1,8	2,5	3,1	3,7	4,7	5,6	
B. I. R <sub>1</sub> . . .	1,1	2,0	3,1	4,1	5,2	6,5	7,4	
B. I. R <sub>2</sub> . . .	1,0	1,5	2,0	2,5	2,8	3,5	4,1	
B. II. R <sub>1</sub> . . .	0,5	1,2	1,6	2,0	2,5	3,3	3,3	
B. II. R <sub>2</sub> . . .	0,9	1,6	2,7	3,2	4,1	5,2	6,5	
Durchschnittlich . . .	0,9	1,5	2,3	3,0	3,7	4,7	5,3	
C. I. M . . .	0,2	0,4	0,6	0,7	1,1	1,5	1,8	
C. II. M . . .	0,2	0,3	0,7	0,7	0,7	1,5	2,1	
Durchschnittlich . . .	0,2	0,4	0,7	0,7	0,9	1,5	2,0	
B. I. M . . .	0,1	0,3	0,7	0,9	1,7	3,0	3,2	
B. II. M . . .	0,1	0,1	0,3	0,3	1,5	2,9	3,6	
Durchschnittlich . . .	0,1	0,2	0,5	0,6	1,6	2,8	3,4	

Der Wassergehalt im Holze betrug dabei zwischen 40,6 und 92,4%.

Der Widerstand gegen Druck ist also am Schienenaufleger bei beiden Schwellenarten geringer als in der Mitte, was auf dem bereits eingeleiteten Verderb an der Schienenauflegerstelle zurückzuführen ist: dieser Widerstand ist bei den mit Teeröl getränkten Schwellen um ein wenig geringer als bei den mit Basilit getränkten Schwellen. Dagegen ist der Widerstand in der Mitte bei den mit Teeröl getränkten Schwellen größer. Ein bedeutender Unterschied ist jedoch nicht zu verzeichnen.

## D. Biegeversuche.

Die Proben wurden aus den Schwellen gesägt, und zwar unter dem Schienenaufleger und aus der Schwellenmitte. Sie hatten quadratischen Querschnitt von 5 × 5 cm und waren 80 cm lang. Die Proben wurden auf festen Stützen, in einer Entfernung von 70 cm, gelagert und an zwei Stellen, je 15 cm außerhalb der Mitte, belastet.

Die Belastung wurde stufenweise erhöht; bei jeder Belastungserhöhung wurde die Durchbiegung in der Mitte des Trägers, also zwischen den beiden Angriffsstellen, bestimmt.

Die Ergebnisse sind nachstehend zusammengestellt.

Belastung	C. I. R.	C. I. M.	C. II. R.	C. II. M.	B. I. R.	B. I. M.	B. II. R.	B. II. M.
	Durchbiegung mm							
100 kg . . . . .	1,5	1,5	1,6	1,5	1,2	1,3	3,1	2,5
200 „ . . . . .	2,7	2,7	2,9	2,9	2,5	2,4	5,8	4,9
300 „ . . . . .	4,0	4,3	4,0	4,1	3,7	3,7	9,2	7,1
400 „ . . . . .	5,2	5,7	5,2	5,4	4,9	4,8	Inniten	9,4
500 „ . . . . .	6,4	7,2	6,3	6,7	6,0	6,0	des Probe-	12,5
600 „ . . . . .	7,6	8,6	7,6	8,1	7,2	7,2	stückes	17,7
700 „ . . . . .	9,2	10,8	8,8	9,5	8,8	8,6	befanden	—
800 „ . . . . .	11,3	14,0	10,3	11,6	10,4	10,2	sich Ast-	—
900 „ . . . . .	15,2	20,0	12,5	14,9	14,0	12,8	knoten.	—
1000 „ . . . . .	—	—	—	—	18,0	17,7	—	—
1100 „ . . . . .	—	—	—	—	32,0	29,6	—	—

Belastung	C. I. R.	C. I. M.	C. II. R.	C. II. M.	B. I. R.	B. I. M.	B. II. R.	B. II. M.
	Durchbiegung mm							
Proportionalitäts- grenze kg . . . . .	700	700	800	800	700	800	300	500
Spannung kg/qcm . . . . .	336	336	384	384	336	384	144	240
Durchbiegung mm . . . . .	9,2	10,8	10,3	11,6	8,8	10,2	9,2	12,5
Bruchbelastung kg . . . . .	1000	950	1000	1025	1125	1125	375	650
Spannung kg/qcm . . . . .	480	456	480	492	540	540	180	312
Durchbiegung mm . . . . .	34,4	28,4	28,4	26,0	39,2	35,6	16,0	23,2
Biegearbeit bis Proportionalitäts- grenze kgm . . . . .	3,24	4,02	4,09	4,88	3,17	5,25	1,41	3,24
Desgleichen bis zum Bruch . . . . .	26,37	19,29	21,06	18,37	33,96	30,27	3,71	9,53
Wassergehalt in % des Gewichts des trockenen Holzes . . . . .	46,0	55,0	37,5	24,3	40,4	35,3	51,2	45,4

Die Ziffern für die Biegefestigkeit erlauben keine bestimmte Schlussfolgerung.

Fasst man die Ergebnisse der verschiedenen Versuche zusammen, so scheint das Basilit als Vorbeugungsmittel gegen Fäulnis von Eisenbahnschwellen dem bisher als bestes Mittel anerkannten Teeröl nicht nachzustehen.

Der Preis des Basilit beträgt, in Holland geliefert, jetzt 0,95 Holl. Gulden für 1 kg: der Preis des Teeröls, der im letzten Jahre stark gestiegen ist, jetzt 93,7 Holl. Gulden für 100 kg.

Da eine Kieferschwellen 7 kg Teeröl nach dem Rüping-Verfahren oder 20 kg Basilitlösung 1:80, also 2,5 kg des festen Salzes erfordert, so beträgt der Preisunterschied für eine Schwellen rund 40 Holl. Cents, was einer Ersparnis an Kosten für den Tränkungsstoff von rund 60% entspricht.

Zieht man außerdem in Betracht, dass das Tränkungsverfahren billiger ist, so gestalten sich diese Ziffern noch viel günstiger.

Der Preis einer Kieferschwellen ist jetzt in Holland ungefähr 3,2 Holl. Gulden; die mit Teeröl getränkte Schwellen kann auf 4,5 Holl. Gulden, die mit Basilit getränkte Schwellen auf 4 Holl. Gulden veranschlagt werden; der Altwert beider Schwellenarten auf 1,5 Holl. Gulden. Die Gebrauchswerte stellen sich daher, nach Erhöhung um 20 Cents für die Verlegungskosten, auf 3,20 Holl. Gulden und 2,70 Holl. Gulden.

Setzt man die Gebrauchsdauer einer mit Teeröl getränkten Kieferschwellen auf 16 Jahre an, so wäre es — bei einer Verzinsung von 5% — noch kein Nachteil, wenn die mit Basilit getränkte Schwellen nach gut 14 Jahren ausgewechselt werden müßte.

Da es sich jetzt nach zehnjährigem Gebrauch voraussehen läßt, dass die Schwellen eine bedeutend längere Lebensdauer haben werden, ist die Tränkung mittels Basilit unseres Erachtens als eine bedeutende Ersparnis anzusehen.

Die Bahnverwaltung der Niederländischen Eisenbahnen hat sich deswegen entschlossen, für ihre Kieferschwellen zur Basilit-Tränkung überzugehen.

Auch eichene und buchene Schwellen wurden versuchsweise mit Basilit getränkt. Seit 1916 liegen einige Hundert dieser Schwellen in der Strecke, konnten aber noch nicht eingehend untersucht werden.

Sollte sich herausstellen, dass das Basilit auch für Buchenholz empfehlenswert ist, so würde der Vorteil selbstredend

noch bedeutender werden, und zwar wegen der größeren Menge des zu verwendenden Tränkungsstoffes. Denn einem Bedarf von 15 kg Teeröl entsprechen 30 kg Basilitlösung, dem Preise nach rund 1,40 Holl. Gulden gegen 0,36 Holl. Gulden, was einen Preisunterschied von 1,04 Holl. Gulden für jede Schwelle entspricht.

Dabei ist die Lebensdauer einer mit Teeröl getränkten Buchenschwelle bedeutend länger als die einer ebenso getränkten

Kiefernschwelle. Rechnet man die Gebrauchsdauer einer mit Teeröl getränkten Buchenschwelle zu 25 Jahren, so muß eine mit Basilit getränkte Buchenschwelle 20 Jahre gebrauchsfähig bleiben, um als gleichwertig betrachtet werden zu können. Ob das der Fall sein wird, kann auf Grund der bisherigen Erfahrungen noch nicht gesagt werden.

Die oben geschilderten Beobachtungen sollen später auch auf Buchenschwellen ausgedehnt werden.

### Verstärkung der Wagenpuffer.

Mit Abb. 1 bis 6 auf Tafel 4.

Die bei Güterwagen der Deutschen Reichsbahn bisher ausschließlich verwendeten Stangenpuffer haben sich für die neuzeitlichen Verhältnisse als zu schwach erwiesen. Die häufigen Verbiegungen und Brüche verursachen hohe Kosten. Die Deutsche Reichsbahn hat daher in neuerer Zeit probeweise Hülsenpuffer verwendet, deren größere Widerstandsfähigkeit eine beträchtliche Herabminderung der Unterhaltungskosten erwarten läßt. Abb. 1 und 2 auf Taf. 4 zeigen die beiden zugelassenen Bauarten »Rheinmetall« und »Siegen«. Bei der ersteren Bauart ist zum Zwecke des Einsetzens einer neuen Feder das Lösen der Verbindung zwischen Puffergehäuse und Kopfstück des Wagens erforderlich, während bei der Bauart Siegen nach Entfernung des Vorsteckbolzens der Puffer für sich allein mit geringerem Zeitaufwand abgenommen werden kann.

Die Einführung der Hülsenpuffer bedeutet sicherlich einen wesentlichen Fortschritt in der Ausbildung der Stossvorrichtungen. Wegen der hohen Kosten können sie jedoch nur allmählich eingeführt werden, indem neu zu bauende Wagen mit Hülsenpuffern anstelle von Stangenpuffern ausgerüstet werden.

Neuere Vorschläge und Patente zielen darauf ab, einen Teil der Stosskraft, die der Puffer aufzunehmen hat, durch Reibung zu vernichten. Bei den gewöhnlichen Federpuffern erzeugt die gespannte Feder einen Rückstoß zwischen den aufeinanderprallenden Wagen, der in den meisten Fällen nicht erwünscht ist; durch den Reibungspuffer soll dieser Rückstoß abgeschwächt werden. Die Firma Max Jüdel in Braunschweig bringt eine Reibungspufferfeder in Vorschlag, deren Einbau in einen Hülsenpuffer Bauart »Rheinmetall«,

Abb. 3 auf Taf. 4 zeigt. Die Reibungsfeder besteht aus einer inneren Schraubenfeder und einer äußeren Bremsfeder, deren Windungen in den Vertiefungen zwischen den Windungen der inneren Feder liegen. Querschnitte und Durchmesser beider Federn sind so gewählt, daß die äußere Bremsfeder eingeklemmt wird, wenn die innere Schraubenfeder eine Eindrückung von etwa 30 mm erlitten hat. Bei weiterem Zusammendrücken wird die Bremsfeder durch die innere Schraubenfeder auseinander gedrückt, wobei starke Reibungskräfte auftreten, die die Stosarbeit aufzehren, dadurch zur Schonung der Puffer und des Wagenuntergestells beitragen und den Rückstoß abmildern. Den Verlauf der Stoskräfte bei beiden Federarten zeigen die Abb. 5 und 6 auf Taf. 4. Einen Vorschlag zur Verstärkung von Stangenpuffern bisheriger Bauart unter Verwendung einer solchen Reibungsfeder zeigt Abb. 4 auf Taf. 4. Die Pufferverstärkung besteht aus einem aus Flußeisenguß hergestellten Stößelrohr, das an einem Ende mit dem Pufferteller vernietet und am anderen Ende auf dem glatt gedrehten Hals des Puffergehäuses geführt wird. Der Hals des Puffergehäuses mußte zu diesem Zwecke um 85 mm verlängert werden, was z. B. durch elektrische Stumpfschweißung erfolgen könnte. Das Widerstandsmoment der Pufferstange wird durch das Stößelrohr von  $41 \text{ cm}^3$  auf  $185 \text{ cm}^3$  erhöht, während das Widerstandsmoment des Pufferhalses nur  $175 \text{ cm}^3$  beträgt. Diese Verstärkung der Stossvorrichtung würde voraussichtlich eine Verminderung der Pufferschäden zur Folge haben, auch wenn mit einer Beschädigung des Puffergehäuses gelegentlich besonders scharfer Aufstöße gerechnet werden muß. Ph.

### Beeinflussung von bahneigenen Schwachstromleitungen durch fremde Starkstromleitungen.

Von Regierungsbaurat Odenbach in Halle (Saale).

Hierzu Abb. 2 auf Tafel 5.

Die Elektrowerke A. G. Berlin haben im Jahre 1921 eine Hochvoltleitung (100 000 Volt) zwischen dem Kraftwerk Lauter in der Lausitz und der Stadt Großenhain in Sachsen in Betrieb genommen. Diese Hochvoltleitung kreuzt (s. Lageplan Abb. 2 auf Taf. 5) die zweigleisige Hauptbahn Falkenberg—Kohlfurt bei Schwarzkollm in km 81,0, die eingleisige Hauptbahn Senftenberg—Kamenz zwischen Ruhland und Wiednitz bei km 138,5 und läuft mit der eingleisigen Hauptbahn Cottbus—Großenhain zwischen den Bahnhöfen Ortrand und Schönfeld auf eine Länge von 9,7 km in einem Abstände von durchschnittlich 800 m parallel. Der geringste Abstand beträgt rund 265 m. Da im Bezirk der Reichsbahndirektion Halle bereits an mehreren Stellen durch die vorhandenen Hochspannungsleitungen erhebliche Störungen in den eindrähtigen Streckenfernprechleitungen usw. sich gezeigt hatten, war bei dieser Hochvoltleitung besondere Vorsicht geboten. Besonders galt dies für die Parallelstrecke Schönfeld—Ortrand. Streckenblockung ist hier zwar nicht vorhanden, jedoch verbindet diese beiden Zugmeldestellen eine eindrähtige Läuteleitung, Streckenfernprech- und Morse-(Zugmelde)-leitung. Die Elektrowerke glaubten nicht, daß irgendwelche störenden Beeinflussungen der in Frage kommenden Fernmeldeleitungen möglich wären. Im Verhandlungswege wurde im Verträge über die beiden Kreuzungen

festgelegt, daß Messungen an den bahneigenen Schwachstromleitungen zwischen Ortrand und Schönfeld an Hand eines von der Reichsbahndirektion Halle aufgestellten Mefspannes nach Inbetriebnahme der Hochvoltleitung stattfinden sollten und von dem Ergebnis dieser Messungen es abhängig sein sollte, welche Vorkehrungen zum Schutze der Schwachstromleitungen auf Kosten der Elektrowerke getroffen werden mußten.

Diese Messungen haben Anfang Januar 1922 stattgefunden. Es beteiligten sich das telegraphen-technische Reichsamt und die Firma Siemens & Halske. Die notwendigen Mefsinstrumente wurden von der Firma Siemens & Halske (Wernerwerk) und dem telegraphen-technischen Reichsamt zur Verfügung gestellt. Bei den Messungen sind außer den Eisenbahnleitungen noch zwei Reichstelegraphenleitungen benutzt worden, von denen die eine am Bahnkörper am gleichen Gestänge mit den Eisenbahnleitungen, die andere teilweise in einem größeren Abstände von der Hochspannungsleitung an der Landstraße verläuft (s. Übersichtskarte Abb. 2 auf Taf. 5).

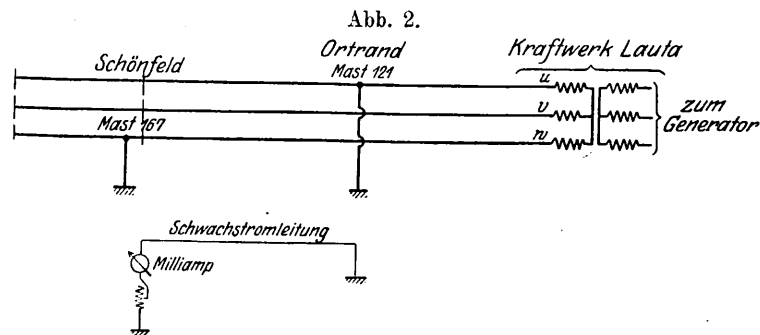
Die Untersuchungen sind ausgeführt:

1. bei fehlerfreiem Drehstromnetz
2. bei Erdschluss in einer Phase
3. bei Erdschluss in zwei Phasen.

Der Bericht über die Messungen lautet:

1. Bei fehlerfreiem Drehstromnetz waren Beeinflussungen in den Schwachstromleitungen nicht feststellbar. Ein empfindlicher Strommesser (Meßbereich bis 17 M. A.) der in die eindrätige Telegraphenleitung Schönfeld—Ortrand nach Abschaltung der Betriebsapparate geschaltet wurde, zeigte nicht den geringsten Ausschlag. Ein schwaches Summen, in den Fernsprechern der eindrätigen Streckenfernsprechleitung Schönfeld—Ortrand wurde nicht durch die Hochspannungsleitungen des Kraftwerkes Lauta verursacht, da nach Ausschaltung des Kraftwerkes das Geräusch nicht verschwand. Wahrscheinlich wird das summende Geräusch von den am gleichen Gestänge führenden anderen Schwachstromleitungen, die an anderen Stellen von Überlandzentralen beeinflusst werden, und die daher induzierte Ströme führen, induktiv übermittelt.

2. Um festzustellen, wie die Schwachstromleitungen bei Erdschluß einer Phase beeinflusst werden, wurde eine Phase des Netzes geerdet. Die Erdung wurde über einen Strommesser am Mast 167 beim Bahnhof Schönfeld vorgenommen (s. Lageplan und Textabb. 1).

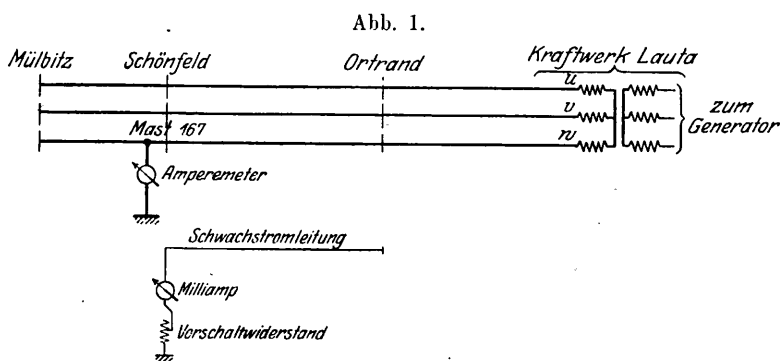


Während der Versuche hielt das Kraftwerk den Kurzschlussstrom dauernd auf einem konstanten Wert von 50 resp. 62,5 Amp. In den Schwachstromleitungen wurden hierbei folgende E. M. K.-Werte ermittelt, die in Übersicht 1 wiedergegeben sind.

Übersicht 1.

Lfd. Nr.	Leitung	Induzierte Stromstärke Ma	Gesamt-widerstand des induzierten Kreises, Leitungs-, Instrumenten- u. Vorschaltwiderstand	Induzierte elektromot. Kraft Volt
Bei 50 Amp. Kurzschlussstrom:				
1	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand . . . . .	9,5	3000	28,5
2	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand . . . . .	9,5	3000	28,5
3	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand—Ruhland . . . . .	9,5	3000	28,5
4	Postleitung an der Eisenbahn Grofsenhain—Schönfeld—Ortrand—Ruhland . . . . .	9,5	3000	28,5
5	Postleitung an der Landstraße Schönfeld—Ortrand . . . . .	9,0	1180	10,6
6	Postleitung an der Landstraße Grofsenhain—Schönfeld—Ortrand . . . . .	8,2	1315	10,8
Bei 62,5 Amp. Kurzschlussstrom:				
7	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand . . . . .	11,5	3000	34,5
8	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand . . . . .	11,5	3000	34,5

Weitere Versuche sind angestellt worden bei Herstellung der Phasenerdschlüsse in Lauta und Mülbitz (Textabb. 3). Die ermittelten Werte sind in der Übersicht 2 wiedergegeben.



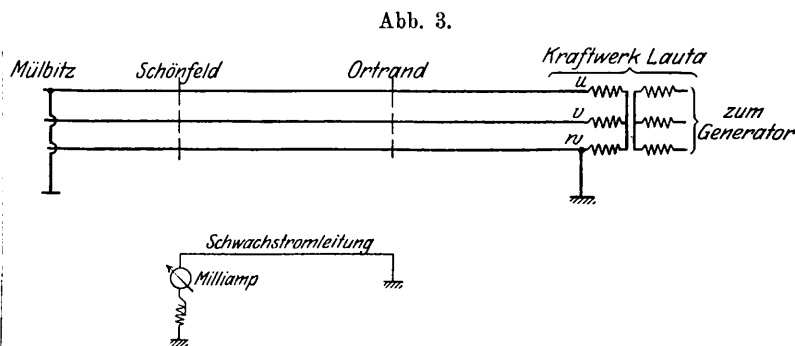
Die verkettete Spannung betrug hierbei 60000 Volt. Der Erdschlussstrom betrug, da zwei Drehstromsysteme am Gestänge führen, 16 Amp.

Zur Ermittlung, ob durch Erdschluß einer Phase elektrostatische Wirkungen auf die Schwachstromleitungen ausgeübt werden, wurde die rund 9,7 km lange Eisenbahnstreckenfernsprechleitung Schönfeld—Ortrand in Schönfeld über ein Milliampereometer geerdet; am anderen Ende in Ortrand war die Leitung isoliert. Die Betriebsapparate der Leitung, die Streckenfernsprecher, waren während des Versuches von der Leitung abgeschaltet.

Es zeigte sich, daß ein über das Milliampereometer abfließender Influenzstrom nicht feststellbar war. Erdete man die Schwachstromleitung über einen Fernhörer, so war im letzteren ein schwaches Summen wahrnehmbar, das geringer nach Aufhebung des Erdschlusses wurde. Eine elektrostatische Einwirkung auf die Schwachstromleitungen findet daher nicht, oder jedenfalls nur in äußerst geringem, nicht störendem Maße statt. Auch bei Erhöhung der Betriebsspannung des Kraftwerkes auf 110000 Volt werden elektrostatische Beeinflussungen nicht stattfinden.

Wurde die Schwachstromleitung auch am anderen Ende in Ortrand geerdet, so waren induktive Beeinflussungen von dem Erdschlussstrom feststellbar. Die induzierte Stromstärke in der Schwachstromleitung betrug hierbei 5,8 M. A. Da der gesamte Widerstand des induzierten Kreises 1000 Ohm betrug, ergibt sich die induzierte Spannung in der Leitung zu 5,8 Volt. Ein Gleichstrompotential zwischen den beiden Erden der Schwachstromleitung war nicht vorhanden.

3. Um die Wirkungen von zwei erdgeschlossenen Phasen auf die Schwachstromleitungen kennen zu lernen, wurde eine Phase in Schönfeld am Mast 167, eine andere Phase in Ortrand am Mast 121 direkt geerdet (Lageplan und Textabb. 2).



Die Beeinflussungen der Schwachstromleitungen sind hierbei rein elektromagnetischer Natur. Wären Wirkungen durch Streuströme vorhanden, so müßte man in den Fällen, wo die Erden der Schwachstromleitungen in Nähe der Erdungspunkte der Hochspannungsleitungen lagen, andere Werte erhalten, als in den Fällen, wo die Erden der Schwachstromleitungen weit

aus dem Störungsgebiet herausgeführt waren. Vergleicht man die Ergebnisse, die an den Leitungen Schönfeld - Ortrand ermittelt sind (Messungen Nr. 1 und 2) mit denen, die an den Leitungen Schönfeld - Ruhland resp. Großenhain - Ruhland ermittelt sind (Messungen Nr. 3 und 4) so sieht man, daß in beiden Fällen die gleichen E. M. K.-Werte festgestellt sind. Im ersteren Falle lagen die Erden der Schwachstromleitungen viel näher an den Erdpunkten der Hochspannungsleitung (die Hochspannungsleitungen waren hierbei bei Mast 167 und Mast 121, also bei Schönfeld und Ortrand geerdet) als im letzteren Falle.

Übersicht 2.

Lfd. Nr.	Leitung	Induzierte Stromstärke	Gesamt-widerstand des induzierten Kreises Leitungs-, Instrumenten- u. Vorschaltewiderstand	Induzierte elektromot. Kraft
Bei 50 Amp. Kurzschlußstrom:				
9	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand . . . . .	9,8	3079	30,2
10	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand . . . . .	9,8	3172	31,0
11	Postleitung an der Eisenbahn Schönfeld—Ortrand—Ruhland . . . . .	10,4	3327	34,6
12	Postleitung an der Eisenbahn Großenhain—Schönfeld—Ruhland	12,2	3470	42,3
13	Postleitung an der Eisenbahn Großenhain—Schönfeld . . . . .	7,5	1148	8,6
14	Postleitung an der Landstraße Großenhain—Schönfeld . . . . .	10,2	1228	12,5
15	Postleitung an der Landstraße Schönfeld—Ortrand . . . . .	9,0	1105	10,0
16	Postleitung an der Landstraße Großenhain—Schönfeld—Ortrand	17,2	1240	21,4
Bei 62,5 Amp. Kurzschlußstrom:				
17	Eisenbahn-Fernsprech-Leitung Schönfeld—Ortrand . . . . .	12,0	3079	37,0

Bei der Betrachtung der Ergebnisse fällt auf, daß die Leitungen Schönfeld—Ortrand etwas stärker induziert werden, wenn die Phasenerdschlüsse in Lauta und Mülbitz hergestellt werden, als bei Herstellung der Phasenerdschlüsse in Schönfeld und Ortrand (Messungen Nr. 1, 2, 7, 8 gegen 9, 10, 17). Die Ursache dieser Erscheinung ist in dem Rückstrom führenden Erdseil zu suchen, das in dem einen Falle eine stärkere Kompensationswirkung ausübte, als in dem anderen Falle. Lagen die Phasenerdschlüsse in Ortrand und Schönfeld, so floß von Schönfeld aus in Richtung Ortrand durch das Erdseil Rückstrom, der natürlich infolge der großen Erdableitungen des Erdseiles stark gedämpft wurde. Immerhin wurde durch diesen Rückstrom das magnetische Feld der stromführenden Phasen geschwächt, so daß auf die Schwachstromleitungen Schönfeld—Ortrand eine geringere Induktionswirkung ausgeübt wird. Lagen die Phasenerdschlüsse in Lauta und Mülbitz, so war der von Mülbitz aus in das Erdseil fließende Rückstrom in Schönfeld bereits so stark gedämpft, daß er eine induzierende, bzw. kompensierende Wirkung nicht mehr ausüben konnte. In diesem Falle muß also auf die Schwachstromleitungen Schönfeld—Ortrand eine größere Induktionswirkung ausgeübt werden.

Für die Leitungen der einzelnen Streckenabschnitte ergeben sich nun bei der Herstellung der Phasenerdschlüsse in Mülbitz und Lauta folgende E. M. K.-Werte für 100 Amp./km, d. h. induzierte elektromotorische Kräfte für 100 Amp. und

1 km Parallelführung resp. für 1 Amp. und 100 km Parallelführung, wie sie in Übersicht 3 vermerkt sind.

Übersicht 3.

Leitung	Mittlerer Abstand von der Hochsp.-Leitung	Länge der Parallelführung	Amp./km 50 A	Induzierte E. M. K. absolut	Für 100 Amp./km
a) an der Eisenbahn:					
Schönfeld—Großenhain . . . . .	3,1	11,0	550	8,6	1,56
— Ortrand . . . . .	0,8	9,7	485	30,5	6,3
— — Ruhland . . . . .	1,85	21,3	1065	34,6	3,25
Großenhain—Schönfeld—Ortrand—Ruhland . . . . .	2,2	32,3	1615	42,3	2,6
b) an der Landstraße:					
Großenhain—Schönfeld . . . . .	2,6	11,7	585	12,5	2,1
Schönfeld—Ortrand . . . . .	2,8	9,7	485	10,0	2,1
Großenhain—Ortrand . . . . .	2,7	20,7	1035	21,4	2,1

Um feststellen zu können, ob bei zweiphasigem Erdschluß der auf die Bahnleitungen induzierte Strom stark genug war, ein Blockfeld auszulösen, war am Tage der Messung eine Blockstrecke zwischen Ortrand und Schönfeld vorübergehend hergestellt. Ein Wechsel des Blockfeldes trat nicht ein, jedoch bemerkte man ein starkes Zittern des Ankers. Die eindrähtige Streckenfernprechleitung zeigte bereits bei fehlerfreiem Drehstromnetz Induktionsgeräusche, welche von den am gleichen Gestänge befindlichen Morseleitungen usw. herrühren mußten. Beim einphasigen Erdschluß im Hochspannungsnetz war das Geräusch zwar bedeutend stärker, die Sprachverständigung war aber noch nicht ausgeschlossen. Beim zweiphasigen Erdschluß war jedoch keine Verständigung mehr möglich. Selbst auf der 33 km langen Fahrdienstleiter-Fernsprechdoppelleitung Großenhain—Ruhland war eine Verständigung ausgeschlossen. Der Grund zu dieser letzten Störung ist nicht ermittelt worden. Wahrscheinlich wird eine geringe Unsymmetrie der Doppelleitung vorgelegen haben. Die Läutewerke der eindrähtigen Läuteleitung setzten bei zweiphasigem Erdschluß nicht aus. Das Relais der eindrähtigen Morseleitung (Zugmeldeleitung) Ortrand—Schönfeld schnurrte, jedoch waren die Morsezeichen noch einwandfrei. Auf der rund 80 km langen Bezirksmorseleitung Großenhain—Cottbus, in welche Ortrand und Schönfeld mit Erde eingeschaltet sind, werden keinerlei Störungen bemerkt.

Durch die Versuche ist festgestellt worden, daß im vorliegenden Falle einphasige Erdschlüsse im Hochspannungsnetz, welche beim Durchschlagen eines Isolators usw. nicht zu den Seltenheiten gehören, die Sprechverständigung in den eindrähtigen Streckenfernprechleitungen zwar vermindern, aber nicht direkt unmöglich machen und daß eine Einwirkung auf Blockleitungen, Morseleitungen, Läuteleitungen nicht zu befürchten ist. Die zweiphasigen Erdschlüsse können vielleicht einem Beamten, der gerade am Streckenfernsprecher tätig ist, durch Knallgeräusche eine Ohrverletzung beibringen, aber keine Betriebsgefahr herbeiführen, da Blockleitungen nicht vorhanden sind und die Erdschlüsse selbst nur Sekunden oder Bruchteile von Sekunden infolge der Sicherungen auf dem Kraftwerke anhalten. Besondere Maßnahmen zur Verhütung von Betriebsgefahr brauchen also auf Kosten der Elektrowerke nicht getroffen werden.

Im allgemeinen ist aber aus den Messungen klar zu erkennen, daß trotz der großen Abstände zwischen Hochspannungs- und Schwachstromleitungen induzierten Spannungen sehr hoch sind. Ein Vielfaches der ermittelten Werte würde man bei voller Belastung des Hochspannungsnetzes bei doppeltem Erdschluß

erhalten, da hierbei der Kurzschlussstrom wesentlich höher als 50 Amp. sein wird. Nehmen wir an, dass der Kurzschlussstrom 200 Amp. beträgt, so hätten wir bei zweiphasigem Erdschluss in der Leitung Großsheim—Ortrand mit dem vierfachen Wert also rund 120 Volt zu rechnen. Eindrängige Blockleitungen

wären direkt gefährdet; auch würde voraussichtlich auf der eindrängigen Telegraphenleitung (Zugmeldeleitung) während der Dauer des Erdschlusses die Zeichengebung gestört. Die Läuteleitung der eindrängigen Läuteleitung würden voraussichtlich auslösen.

## Arbeitsdiagramme für die inneren Untersuchungen elektrischer Lokomotiven.

Von Regierungsbaurat Sorger, Halle (Saale).

Hierzu Abb. 1 auf Tafel 5.

Der Reichsbahndirektion Halle war die Aufgabe gestellt worden, ein Ausbesserungswerk für elektrische Lokomotiven zu entwerfen und zu errichten, das bei weitestgehender Erweiterungsmöglichkeit allen werkstattechnischen und werkstattbetrieblichen Anforderungen der Neuzeit entspricht und bei größter Arbeitsgeschwindigkeit den geringsten Aufwand an Selbstkosten verursacht. Insbesondere sollte erörtert werden, in welcher Größe und Grundriffsform dieses Ausbesserungswerk in Übereinstimmung oder im Gegensatz zu den bekannten Grundriffsformen der Dampflokomotiv-Ausbesserungswerke anzulegen ist.

Bei der Festlegung der Größe und der Gestalt eines Ausbesserungswerkes für elektrische Lokomotiven sind die verschiedenartigen Erfordernisse zu beachten, denen das Werk sowohl im vorläufigen Ausbau als auch bei späteren Erweiterungen zu entsprechen hat. Es ist hierbei nicht allein darauf Wert zu legen, dass das Werk in jedem Zustand des Ausbaues durch weitestgehende Einschränkung der Förderarbeiten und Förderwege und durch folgerichtige Verbindung der Arbeitsstätten untereinander und mit den Lagerplätzen eine möglichst hohe Leistungsfähigkeit unter geringstem Arbeitsaufwand gewährleistet, sondern es müssen auch die baulichen und betrieblichen Einrichtungen des Werkes in jedem Zustand des Ausbaues eine gewisse Vielseitigkeit in der Verwendung der Werkstatträume gestatten, um diese Räume erforderlichenfalls neuen Bedürfnissen entsprechend schnell für andere Zwecke in Anspruch nehmen zu können, z. B. bei plötzlich auftretenden Unterschieden in der Belastung bestimmter Werkstatteile oder bei der Vornahme von Werkstatterweiterungen.

Durch die Vornahme von künftigen Erweiterungsbauten darf auch die Übersichtlichkeit des Gesamtbetriebes des Ausbesserungswerkes in keiner Weise beeinträchtigt werden und zwar selbst dann nicht, wenn Gründe technischer oder wirtschaftlicher Natur es geboten erscheinen lassen sollten, auf die Selbstanfertigung gewisser Teile der elektrischen Lokomotiven zuzukommen oder dem Ausbesserungswerk das Wiederinstandsetzen solcher elektrischer Einrichtungen zuzuweisen, die nicht unmittelbar zur elektrischen Zugförderung gehören, wie z. B. das Wiederinstandsetzen von Elektromotoren für Gepäckaufzüge oder für Werkzeugmaschinen anderer Eisenbahnwerkstätten usw.

Die Richtlinien, die hiernach für den Bau und Betrieb eines Ausbesserungswerkes für elektrische Lokomotiven maßgebend sind, werden an anderer Stelle mit einer Beschreibung des bei Dessau im Bau befindlichen Ausbesserungswerkes noch ausführlich behandelt. Hier soll zunächst nur dargelegt werden, dass Größe und Gestalt eines solchen Werkes — in gleicher Weise wie bei jedem größeren Fabrikneubau — vornehmlich durch »Arbeitsdiagramme« und »Arbeitsgänge« bestimmt werden.

Arbeitsdiagramme sind bildliche Darstellungen des zeitlichen Verlaufes der im Werk auszuführenden Arbeiten. Sie geben sowohl über die Gesamtdauer der Untersuchungen und Ausbesserungen der Lokomotiven als auch über den Beginn und die Dauer der Arbeiten Aufschluss, die in den einzelnen Abteilungen des Werkes auszuführen sind. Gleichzeitig dienen sie zur Ermittlung der Zahl der für die einzelnen

Werkabteilungen erforderlichen Arbeitskräfte, zur Feststellung des Raumbedarfes für die Richthallen, Sonderabteilungen und Lagerplätze und schließlich zur Bestimmung der Art und des Umfangs der für diese Räume notwendigen Werkzeugmaschinen und sonstigen Einrichtungen. Ist das Werk im Betrieb, so werden an Hand dieser Diagramme der Gang der Arbeitsstücke durch die Sonderabteilungen und die folgerichtige Fertigstellung der Arbeitsstücke in diesen Abteilungen geregelt und überwacht, so dass in allen Teilen des Werkes ein planmäßiges Arbeiten gewährleistet ist. Die dem Werk zur Untersuchung oder Ausbesserung zugewiesenen Lokomotiven können dann dem Betriebe in kürzester Zeit wieder zurückgegeben werden.

Die Arbeitsgänge sind dagegen bildliche Darstellungen der Wege, die die Lokomotiven und die einzelnen Lokomotivteile innerhalb des Ausbesserungswerkes zu nehmen haben. Diese Darstellungen sollen den Nachweis bringen, dass die Sonderabteilungen zu den Abbau-, Aufbau- und Ausbesserungsständen der Lokomotiven, sowie untereinander und zu den Lagerräumen zweckmäßig und folgerichtig angeordnet und durch ausreichende Förderwege und Fördermittel verbunden sind. Die Arbeitsgänge können daher nur im Zusammenhang mit dem Grundriffsplan eines Werkes dargestellt werden; für das Ausbesserungswerk Dessau werden sie gelegentlich einer Beschreibung dieses Werkes noch angegeben.

Vor der Aufstellung der Pläne für das Ausbesserungswerk Dessau mußten die Arbeitsdiagramme für die Untersuchungen und Ausbesserungen elektrischer Lokomotiven verschiedener Bauarten aufgenommen werden. Derartige Diagramme sind für elektrische Lokomotiven bisher noch nicht aufgestellt — oder wenigstens in der Fachliteratur nicht veröffentlicht — worden.\* Der Grund hierfür mag nicht zuletzt darin liegen, dass größere Ausbesserungswerke für elektrische Lokomotiven auch auf außerdeutschen Bahnen noch nicht errichtet worden sind. Die Bahngesellschaften der Schweiz und die Schwedische Staatsbahn besitzen nur Werkstätten kleineren Umfangs, etwa in der Größe der Abteilungen, die die Reichsbahn in den Dampflokomotiv-Ausbesserungswerken Halle (Saale) und Lauban (Schlesien) für das Instandhalten der elektrischen Lokomotiven hergestellt hat. In diesen kleineren Werkstätten ist das planmäßige Arbeiten leichter zu überwachen als in großen Werken, in welchen die einzelnen Lokomotivteile Sonderabteilungen zugewiesen werden, die verschiedenen Betriebsleitern unterstehen.

In Abb. 1 auf Taf. 5 ist als Beispiel das Arbeitsdiagramm wiedergegeben, nach welchem in einem neuzeitlich eingerichteten, großen Ausbesserungswerk für elektrische Lokomotiven die innere Untersuchung einer elektrischen Güterzuglokomotive der Bauart BB — wie sie im Bezirk der Reichsbahndirektion Halle in größerer Zahl (zur Zeit 18 Lok.) vorhanden ist — ausgeführt werden kann. Die Angaben in dem Diagramm sind Mittelwerte, die dem Ergebnis umfangreicher Beobachtungen und Feststellungen im Betriebe der Abteilung für elektrische

\* Über Arbeitsdiagramme für die inneren Untersuchungen der Dampflokomotiven sei auf den Aufsatz des Reg.-Baurat Dr.-Ing. Neesen in Nr. 38 der Zeitschrift des V. D. J. vom 23. September 1922 verwiesen.

Lokomotiven des Dampflokotiv-Ausbesserungswerkes Halle entsprechen.

Für das Einbringen der Lokomotive ins Werk, die Entnahme der Lokomotiv-Ausrüstungsgegenstände und die Trennung des Mittelkastens von den Untergestellen sind durchschnittlich 4 Mann an 2 Arbeitstagen (zu je 8 Stunden) — mithin 64 Arbeitsstunden — erforderlich. Der Abbau der Lokomotive, d. h. die Zerlegung der Lokomotive in sämtliche Einzelteile, kann nach Trennung des Mittelkastens von den Untergestellen in 432 Arbeitsstunden durchgeführt werden; davon entfallen 240 Arbeitsstunden — d. h. 5 Arbeitstage mit 6 Mann — auf den Abbau der beiden Untergestelle und 192 Arbeitsstunden — d. h. 4 Arbeitstage mit 6 Mann — auf den Abbau des Mittelkastens.

Sämtliche Einzelteile der Lokomotive werden unmittelbar nach der Entfernung aus den Untergestellen und dem Mittelkasten von den Abbauständen nach den Sonderabteilungen befördert und daselbst untersucht und ausgebessert. Auf den senkrechten Linien des Diagrammes (auf den Parallelen zur Zeitachse) ist durch Linienverstärkung die Zahl der Tage gekennzeichnet, die im Durchschnitt für die Bearbeitung der einzelnen Lokomotivteile in den Sonderabteilungen erforderlich ist: die nicht verstärkten (unteren) Teile dieser Linien geben die Zahl der Tage an, an welchen die Lokomotivteile in der Werkstatt bis zum Einbau in die Lokomotive zu lagern sind.

Der Aufbau der Untergestelle kann von 6 Mann in 28 Arbeitstagen — d. s. 1344 Arbeitsstunden —, der Aufbau des Mittelkastens von 3 Mann in 29 Arbeitstagen — d. s. 696 Arbeitsstunden — durchgeführt werden; Untergestelle und Mittelkasten sind somit am gleichen Lokomotivwerkstatttag (am 35. Tag) für den Zusammenbau fertiggestellt.

### Laufschienen und Randaufleger für unterteilte Drehscheiben und für Schiebebühnen.

Mit Abb. 1 bis 9 auf Tafel 6.

Das im Laufe der letzten Jahre erheblich gesteigerte Gewicht der Lokomotiven, insbesondere die Erhöhung des zulässigen Achsdruckes der Lokomotiven auf 20 und 25 t durch die Einführung der Lastenzüge E und N, stellte auch an die Drehscheiben und Schiebebühnen erhöhte Anforderungen. Eingehende Untersuchungen veranlaßten das Reichsverkehrsministerium, eine Drehscheibe von 23 m Durchmesser als größte, für absehbare Zeit in Betracht kommende normale Drehscheibe zu wählen. Bei einer Tragfähigkeit von 255 t, dem Lastenzug N entsprechend, werden solche Drehscheiben meistens mit in der Drehscheibenmitte unterteiltem Hauptträger als sog. Gelenkdrehscheiben ausgeführt. Während bei den älteren Drehscheiben mit ununterbrochenem Hauptträger die Last der Hauptsache nach vom Königsstuhl aufgenommen wurde, verteilt sich bei den neueren Drehscheiben mit unterteiltem Hauptträger das Gewicht auf den Königsstuhl und auf den Laufkranz. Die Laufräder der Drehscheibe werden dabei mit sehr hohen Drücken belastet, die eine rasche Abnutzung der Drehscheibenlaufräder zur Folge haben, wenn die Breite der Schienenköpfe zu gering ist. Auch die Unterstützung des Schienenlaufingens der Drehscheibe in der bisher üblichen Weise durch Unterlagplatten in etwa 0,75 m Entfernung gab zu häufigen und kostspieligen Unterhaltungsarbeiten und Betriebsstörungen Anlaß.

Bei den neu zu beschaffenden Lokomotivdrehscheiben der Deutschen Reichsbahn sollen diese Nachteile einem Erlaß der Hauptverwaltung zufolge durch Einführung einer schweren Kranschiene mit geneigter, 120 mm breiter Lauffläche, oder des sog. Mannstaedt-Eisens mit 112 mm breiter, geneigter Lauffläche bei gleichzeitiger Unterstützung des ganzen Schienenlaufingens durch einen breitflanschigen I- oder einen Kasten-träger vermieden werden. Diese Träger sind im Drehscheiben-

Für diesen Zusammenbau sowie für die übrigen bis zur betriebsfertigen Herstellung der Lokomotive erforderlichen Arbeiten und für die Leerprobefahrten sind durchschnittlich noch 4 Arbeitstage aufzuwenden, sodafs die Gesamtdauer der inneren Untersuchung — vom Tage des Einganges der Lokomotive ins Ausbesserungswerk bis zur ersten Zugfahrt im Betriebsdienst (Probefahrt im Zugförderdienst) gerechnet — 39 Arbeitstage beträgt.

Wie bereits erwähnt, sind derartige Arbeitsdiagramme für die Untersuchungen und Ausbesserungen elektrischer Lokomotiven verschiedener Bauarten aufgestellt worden. Damit die Werkstatt jederzeit in der Lage ist, die in den Diagrammen angegebenen Zeiten für die Untersuchungen und Ausbesserungen der Lokomotiven auch einzuhalten, müssen diejenigen Lokomotivteile, deren Wiederinstandsetzen infolge größerer Schäden zwischen dem Abbau und Aufbau nicht möglich ist, durch Vorratstücke vom Lager ersetzt werden können. Das Lager des Ausbesserungswerkes ist daher reichlich und vielseitig mit Lokomotiversatzteilen auszustatten; insbesondere werden die elektrischen Teile der Lokomotiven in größerem Umfange vorrätig gehalten werden müssen, weil erfahrungsgemäß größere Wiederinstandsetzungsarbeiten an solchen Teilen oftmals verhältnismäfsig lange Zeit in Anspruch nehmen.

Auf Grund eingehender Untersuchungen im Betriebe der reichseigenen Werkstätten ist zu empfehlen, das Lager eines Ausbesserungswerkes für elektrische Lokomotiven dergestalt mit Lokomotiversatzteilen auszustatten, dafs etwa für je 10 bis 15 Lokomotiven gleicher Bauweise, die demselben Ausbesserungswerk zur Unterhaltung zugeteilt werden, ein vollständiger Ersatz für alle elektrischen Teile und auferdem ein zweiter Ersatz für die Läufer der Fahrmotoren vorhanden ist.

fundament einbetoniert, dessen gesamte Masse durch besondere Runderiseneinlagen zum Mittragen benützt wird. Die Abb. 1 bis 4 auf Taf. 6 zeigen die verschiedenen Arten der Ausführung, während Abb. 5—7 die Ausführung der Stofsstellen des Schienenlaufingens und der Wanderungssicherung zeigt. Die Befestigung des Schienenlaufingens an den I- oder Kasten-trägern erfolgt nach dem Vorbild des Oberbaues der Deutschen Reichsbahn. Die Bolzen der Klemmplatten werden durch Langlöcher, die auf der Aufsenseite der Krümmung tangential, auf der Innenseite radial angebracht sind, ein- und ausgeführt, wobei für den durch Wärmedehnung erforderlichen Spielraum vorgesorgt ist. Einige Klemmplatten auf der Innenseite wurden als Wanderungssicherung ausgebildet, indem sie durch einen angeschmiedeten wagrechten Schraubenschaft mit dem Schienenlaufing verbunden wurden, während zwei senkrechte Nasen in Schlitz des Trägers eingreifen (Abb. 6 auf Taf. 6).

Besondere Sorgfalt beanspruchen auch die Randaufleger der zu den Drehscheiben führenden Gleisstränge. Diese sollen daher nach Abb. 8 und 9 auf Taf. 6 ausgeführt werden. Die Auflagerplatte soll die hohe Kantenpressung vermindern, indem der Angriffspunkt der Stofskräfte vom Grubenrand abgerückt und der Druck auf eine gröfsere Fläche verteilt wird. Zur Verhinderung einer Verschiebung der Fahrschiene in ihrer Längsrichtung dient eine Wanderungssicherung.

Diese Verbesserungen sollen nicht nur bei neuen Drehscheiben, sondern auch bei Auswechslung von Schienenlaufingens oder Umbauten von bereits vorhandenen Drehscheiben oder bei gröfsere Instandsetzungsarbeiten sowie sinngemäß bei Schiebebühnen vorgenommen werden. Wie weit im einzelnen diese Änderungen nötig sind, hängt von der Art der regelmäfsig verkehrenden Lokomotiven und der Dichte des Verkehrs ab.

## Die Neuordnung der österreichischen Bundesbahnverwaltung.

In der Organisation der österreichischen Staatsbahnen ist eine grundlegende Änderung eingetreten, über die wir unsere Leser in Folgendem kurz unterrichten:

Seit dem Jahre 1896 bis zum vergangenen Jahre war in Österreich die oberste Betriebsverwaltung der Bundesbahnen mit der obersten staatlichen Aufsicht über alle österreichischen Eisenbahnen im jeweils zuständigen Ministerium (zuletzt Bundesministerium für Handel und Verkehr) vereinigt.

In dieser Vereinigung wurde der hauptsächlichste Grund für die allzugroße Abhängigkeit der Verwaltung von politischen Einflüssen einerseits und vom Finanzministerium andererseits erblickt, wofür letzteres seinen Einfluß auch auf ganz untergeordnete Einzelheiten geltend machte, wodurch die Betriebsführung ungemein schwerfällig wurde.

Da das finanzielle Ergebnis der Bundesbahnen für den gesamten Bundeshaushalt mit ausschlaggebend ist, wurde von der Öffentlichkeit, abgesehen vom notwendigen Personalabbau, auch eine gründliche Verbesserung der Verwaltungsform selbst sowie die Geschäftsführung nach rein kaufmännischen Grundsätzen verlangt und damit im Zusammenhang durch das »Wiederaufbaugesetz« die Trennung der Betriebsverwaltung von der Hoheitsverwaltung festgelegt.

Nach dem »Bundesbahngesetz« vom 19. Juli 1923 wurde zur Führung des Betriebes der Bundesbahnen unter der Firma »Österreichische Bundesbahnen« eine eigene Unternehmung gebildet, die als Kaufmann beim Handelsgerichte in Wien protokolliert ist.

Sie hat das gesamte Vermögen der Bundesbahnen treuhändig zu verwalten und die Betriebsführung sowie alle damit verbundenen Rechtsverhältnisse der bisherigen Bundesbahnverwaltung fortzusetzen.

Als Organe der Unternehmung wurde eine aus 12 Mitgliedern bestehende »Verwaltungskommission« und der vom

Präsidenten dieser Kommission zu bestellende (derzeit aus 5 Mitgliedern bestehende) »Vorstand« geschaffen.

Der Vorstand leitet das Unternehmen und vertritt es gerichtlich wie aufsergerichtlich. Seine Mitglieder haften der Unternehmung für die Aufserachtlassung der Sorgfalt eines ordentlichen Kaufmannes. Die Ansprüche der Unternehmung aus dieser Haftung sind durch die Verwaltungskommission geltend zu machen. Dieser obliegt die Überwachung der Geschäftsführung der »österreichischen Bundesbahnen« bei gleichzeitiger Wahrung der allgemeinen Interessen.

Mitglieder des Nationalrates, des Bundesrates oder eines Landtages, der Bundesregierung oder einer Landesregierung können nicht gleichzeitig Mitglieder der Verwaltungskommission oder des Vorstandes sein.

Die Unternehmung unterliegt dem staatlichen Hoheits- und Aufsichtsrechte, so wie jede andere Eisenbahn.

Die Geschäftsführung wird von einer Generaldirektion mit dem Sitze in Wien besorgt. An ihrer Spitze steht der Vorsitzende des Vorstandes als Generaldirektor. Von den 8 Direktionen, in welche die Generaldirektion eingeteilt ist, werden die Betriebsdirektion, die Beschaffungsdirektion, die finanzielle und die kommerzielle Direktion von je einem Vorstandsmitglied als Direktor, die administrative Direktion, die Baudirektion, die Direktion für die Elektrisierung der Bundesbahnen und die Werkstätdendirektion von einem der übrigen Direktoren geleitet.

Die Geschäfte des Verkehrseinnahmendienstes, des Werkstätdendienstes, der Dienstgüterbeschaffung sowie der Flüssigmachung der Ruhe- und Versorgungsgenüsse werden den unterstellten Bundesbahndirektionen abgenommen und bei der Generaldirektion für den ganzen Bundesbahnbereich geführt.

Eine neue Gliederung der Bundesbahndirektionen unter Verminderung der Zahl ihrer Abteilungen ist in Vorbereitung.

## Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn über das Rechnungsjahr 1922.

Das Rechnungsjahr 1922 (1. April 1922 bis 31. März 1923) stand für die deutsche Wirtschaft im Zeichen der fortschreitenden Geldentwertung. Im Zusammenhange damit zeigte sich ein ständiges Ansteigen der Gütererzeugung und eine Zunahme des Handels in Waren aller Art sowie eine Belebung des Eisenbahnverkehrs. Diese stetige Entwicklung dauerte bis zum Beginn der Ruhrbesetzung, die einen in allen Zweigen des Erwerbslebens in schlimmster Weise fühlbaren Rückschlag mit sich brachte. Auch der Reichsbahnbetrieb wurde hierdurch in schwerster Weise in Mitleidenschaft gezogen.

Die starken Anstrengungen auf allen Gebieten der Verwaltung hatten es möglich gemacht, den steigenden Anforderungen des Betriebs in der Zeit vom 1. April bis 31. Dezember 1923 voll zu entsprechen und eine völlige Deckung der Ausgaben durch die Einnahmen sowie einen kleinen Überschufs zu erreichen. Diese Ordnung der Finanzen hat der Ruheinbruch gänzlich zerstört, so daß ein Zuschufs der allgemeinen Reichsverwaltung von rund 208 Milliarden Mark erforderlich war. Ohne Berücksichtigung dieses Reichszuschusses ergibt sich für die Abschnitte des Rechnungsjahres vor und nach dem Ruheinbruch folgendes Bild:

Zeitraum	Gesamteinnahmen in Millionen Papiermark	Gesamtausgaben in Millionen Papiermark	Überschufs oder Fehlbetrag in Millionen Papiermark
1. IV. 1922 bis 31. XII. 1922	485 231	482 341	3205 Überschufs
1. I. 1923 bis 31. III. 1923	1 743 876	1 949 794	204 205 Fehlbetrag

Im Laufe des Rechnungsjahres 1923 hat sich die finanzielle Belastung der Reichsbahn infolge der politischen Ereignisse immer mehr gesteigert, so daß die Aussichten, das mit Mühe errungene und wieder gestörte Gleichgewicht der Finanzen der Reichsbahn neuerdings herzustellen, sehr trüb sind. Insbesondere ist die Abtrennung des Rhein- und Ruhrgebiets mit untragbaren finanziellen Lasten verknüpft.

Die Dienstkohlenversorgung der Reichsbahn litt wie in den Vorjahren auch im Rechnungsjahr 1922 ständig unter unzulänglicher Belieferung, insbesondere vom Ruhrgebiet her. Die Gründe hierfür sind allgemein bekannt. Die Reichsbahn mußte unter diesen Umständen zu dem aus finanziellen Gründen höchst unerwünschten Ankauf ausländischer Kohle schreiten.

Der Personen- und Güterverkehr konnte im allgemeinen vor der Ruhrbesetzung pünktlich und zufriedenstellend bedient werden; diese brachte natürlich große Störungen mit sich. So mußte der Personenzugverkehr Ende Januar 1923 wegen Kohlenmangel um etwa 20 v. H. vermindert werden, während im Güterzugdienst zur Verhütung von Verstopfungen umfangreiche Sperr- und Umleitungsmaßnahmen erforderlich waren.

Bei der Ausführung von Bauaufgaben machten sich im Berichtsjahr die ungünstige wirtschaftliche Lage und die durch die fortschreitende Geldentwertung hervorgerufene Steigerung der Baukosten hemmend bemerkbar. Die Herstellung neuer Bahnen konnte daher nicht ins Auge gefaßt werden, vielmehr mußte sich die Reichsbahn darauf beschränken, die Fertigstellung bereits begonnener Neubaustrecken zu betreiben. Auch der Umbau oder die Erweiterung von Bahnhofanlagen wurde nur bei unabweisbarem Bedürfnis vorgenommen. Hier ist zu erwähnen die Weiterführung des Umbaus des Bahnhofs Königsberg. Bei verschiedenen Bahnhöfen (Marienburg, Groß-

Boschpol, Bentschen, Hindenburg, Beuthen, Gleiwitz) wurden Erweiterungs- und Umbauarbeiten eingeleitet, um den durch Grenzverlegungen geänderten Betriebsverhältnissen Rechnung zu tragen. Der Umbau des Bahnhofs Stuttgart wurde soweit gefördert, daß im Oktober 1922 die Verlegung des Betriebs vom alten Bahnhof in den ersten Bauteil des neuen Bahnhofs erfolgen konnte. Der neue Rangierbahnhof München Ost wurde dem Betrieb übergeben und konnte nunmehr den unzureichenden Verschiebebahnhof München-Laim entlasten. Der neue Bahnhof Friedrichstraße Berlin wurde ebenfalls teilweise in Betrieb genommen.

Bei der regelmäßigen Bahnunterhaltung machte sich Mangel an geschulten Arbeitern bemerkbar. Die an die Einführung von Gleisstopfmaschinen geknüpften Erwartungen hinsichtlich Einsparung von Arbeitskräften haben sich bisher nicht in vollem Umfang erfüllt. Mit der leichteren Bauart der Maschine nahm ihre Empfindlichkeit gegen Störungen zu. Dagegen hat die Maschine den Vorzug, daß das Gestein der Bettung mehr geschont wird als bei Stopfung durch Handarbeit.

Der Entwurf über die Schaffung eines einheitlichen Oberbaues für die Reichsbahn mit Eisenschwellen (Reichsüberbau) wurde abgeschlossen; wegen des Ruhreinbruchs mußte jedoch die Einführung des neuen Oberbaues noch zurückgestellt werden. Die älteren Versuche mit Querrippenoberbau (Eisenschwellen), sowie mit Oberbau auf Betonschwellen, Hohlwellen mit Hochofenschlacke als Bettungsstoff, Betonrosten zur Verbesserung der Tragfähigkeit der Bettung usw. sind fortgesetzt worden; abschließende Ergebnisse hierüber liegen nicht vor.

Auf dem Gebiete des Eisenbaues wurden im Berichtsjahr die neuen Vorschriften für das Berechnen und Entwerfen eiserner Brücken fertiggestellt; auf Grund dieser Vorschriften wurde mit der Nachprüfung aller eisernen Brücken des Reichsbahnnetzes begonnen, um die Vorarbeiten für die durch die erhöhten Betriebslasten erforderlichen Brückenverstärkungen in die Wege zu leiten.

Auf dem Gebiete des Lokomotivbaues wurden die Entwurfsarbeiten für den Bau einheitlicher Lokomotivgattungen für die ganze Reichsbahn soweit gefördert, daß die Beschaffung solcher Lokomotiven demnächst eingeleitet werden kann. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wurden alle Vorschläge, die eine bessere Ausnutzung des Brennstoffs versprochen, erprobt. Die Versuche mit Ölzusatzfeuerung bei gewöhnlichen Lokomotiven haben bisher zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt. Der Bau einer Versuchslokomotive mit Dampfturbinenantrieb wurde begonnen.

Die Arbeiten zur Schaffung von Einheitsbauarten für die Personen- und Gepäckwagen wurden fortgesetzt und auf die Nebenbahnwagen ausgedehnt. Da sich die zweiachsigen Wagen gut bewährt haben, sollen dreiachsige Wagen nicht mehr beschafft werden.

Bei den offenen 20 t-Güterwagen hat sich im Laufe der Zeit herausgestellt, daß die bisherige Bauart der Seitenwände, Türen und Kopfklappen den Anforderungen des Betriebs auf die Dauer nicht voll gewachsen ist. Die Mängel sind daher durch Verstärkung des Untergestells und Verbesserung der Verschlüsse beseitigt worden. Die bisherigen Stangenpuffer werden bei allen neuzubauenden Güterwagen durch widerstandsfähigere Hülsenpuffer ersetzt. Die wegen Verstärkung der Schraubenkupplungen eingeleiteten Erhebungen sind noch nicht abgeschlossen. Die Vorarbeiten für die Normung der Güterwagenteile und für die Einführung des Austauschbaues wurden erheblich gefördert, so daß in absehbarer Zeit die Anwendung des Austauschbaues sich wenigstens teilweise ermöglichen lassen wird.

Die Werkstättenanlagen für die Unterhaltung der Fahrzeuge wurden nach Möglichkeit weiter verbessert. Für den Bau von 3 neuen Werkstätten für elektrische Lokomotiven bei Dessau, München und Schmiedefeld wurden die Vorarbeiten begonnen.

Der elektrische Zugbetrieb wurde weiter ausgebaut und auf den Strecken Hirschberg (Schlesien)—Schreiberhau—Grünthal (Bez. Breslau), Schönefeld—Engelsdorf (Bez. Dresden) und Bitterfeld—Dessau, Leipzig—Halle, Dessau—Güterglück (Bez. Halle, Saale) neu aufgenommen. Der Ausbau anderer Strecken und der zugehörigen Kraftwerke ging planmäßig weiter. Am Ende des Berichtsjahres waren 105 elektrische Lokomotiven vorhanden.

Aus dem statistischen Teile des Geschäftsberichts entnehmen wir folgendes:

Betriebslänge im Jahresdurchschnitt 1922: 52 637 km (darunter 946 km Schmalspurbahnen).

#### Bestand an Lokomotiven und Wagen.

Bestand	Lokomotiven		Personenwagen		Gepäckwagen		Güterwagen	
	Vollspur	Schmalspur	Vollspur	Schmalspur	Vollspur	Schmalspur	Vollspur	Schmalspur
Ende 1922	30 592	276	67 861	944	22 711	174	679 684	6907
Ende 1921	31 070	317	66 736	870	20 740	151	668 349	10634

(Triebwagen sind hierbei sowohl unter den Lokomotiven als auch je nach ihrer Einrichtung unter den Personen-, Gepäck- oder Güterwagen aufgeführt.)

Auf den eigenen Betriebsstrecken sind von eigenen und fremden Lokomotiven und Triebwagen geleistet worden:

	Im Jahre	
	1922	1921
Insgesamt Lokomotivkilometer . . . . .	926 255 064	893 135 186
Darunter Nutzkilometer im Streckendienst . . . . .	541 048 970	520 260 195
Darunter Nutzkilometer im Verschiebedienst (1 Stunde = 10 km) . . . . .	336 050 640	324 663 660

Auf den eigenen Betriebsstrecken sind von eigenen und fremden Wagen zurückgelegt worden:

	Achskilometer im Jahre	
	1922	1921
Von Personenwagen . . . . .	7 091 066 751	6 759 445 727
Von Gepäckwagen . . . . .	1 370 288 509	1 325 518 024
Von Güterwagen . . . . .	16 509 640 219	16 171 866 074
Von Postwagen . . . . .	439 455 019	430 830 992
Zusammen . . . . .	25 410 450 498	24 687 660 817

Von den Leistungen der Güterwagen entfallen:

	Im Jahre	
	1922	1921
Auf Nutzläufe . . . . .	11 706 226 573	11 637 732 233
Auf Leerläufe . . . . .	4 803 413 646	4 534 133 841



# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Allgemeines.

### Die Sanierung der Österreichischen Bundesbahnen.

(Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1924, Nr. 10.)

Der Präsident der Österreichischen Bundesbahnen, Dr. Güntler, hat im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein gelegentlich eines Vortrages die von der neuen Leitung der Österreichischen Bundesbahnen\*) getroffenen Sanierungsmaßnahmen besprochen. Die Maßnahmen bezwecken die Beseitigung von Fehlern der alten, bürokratischen Verwaltung teils durch Erweckung eines neueren, freieren Geistes, teils durch weitgehende Zentralisierung und erstrecken sich auch auf das Netz der Südbahn, deren Betrieb ab 1. Januar 1924 von den Österreichischen Bundesbahnen übernommen wurde.

Die Regierung hatte erkannt, daß es bei der früheren, hoheitmäßigen Verwaltung der Bahnen schwer möglich sei, eine grundlegende Erneuerung, unbeeinträchtigt von politischen Kräften und sonstigen Hemmnissen, durchzuführen. Es wurde daher die Verwaltung der Bundesbahnen von der Staatsverwaltung losgelöst und durch Gesetz vom 19. Juli 1923 ein besonderer Wirtschaftskörper „Österreichische Bundesbahnen“ gebildet. Eine Erschwernis in der Durchführung der beabsichtigten Sparmaßnahmen bildete der tiefgehende Einfluß, der nach den bestehenden Gesetzen den Vertretungen des Personals auch auf dem Gebiete der inneren Verwaltung zur Seite stand.

Die alte Verwaltung litt hauptsächlich unter dem Übelstand, daß bei der weitgehenden Zentralisation und der ausgedehnten Stafflung der Zuständigkeitsgrenzen bei den untergeordneten Stellen die Verantwortlichkeit stark herabgesetzt und die persönliche Unternehmungslust völlig ausgeschaltet war. Hierdurch litt auch das zu einer kaufmännischen Geschäftsführung unbedingt erforderliche kollegiale Zusammenwirken der Vorstände der einzelnen nebeneinanderstehenden Abteilungen und jede freie Betätigung der maßgebenden Stellen war fast gänzlich unterbunden. Dazu kam ein rein fiskalisches Sparsystem, das sich z. B. auch darin äußerte, daß Reisen, insbesondere Reisen ins Ausland zum Studium fremder Verhältnisse, kaum Genehmigung fanden.

Dieses System zu brechen war die erste Aufgabe des neuen Präsidenten und er konnte mit Befriedigung feststellen, daß seine Absicht die freudige Unterstützung aller Beteiligten fand und zu einem reibungsfreien Zusammenarbeiten an dem Erneuerungswerke führte.

Die Verkleinerung des Bahnnetzes zwang gebieterisch dazu, die gesamte Oberleitung bei der Generaldirektion in Wien zu vereinigen und eine entsprechende Abminderung in den Befugnissen bzw. im Wirkungskreis der Bundesbahndirektionen herbeizuführen. Die letzteren sollen in Zukunft auf jene Tätigkeiten beschränkt werden, die der Betrieb, der Verkehr und der Bau- und Bahnerhaltungsdienst der in ihrem Bezirke gelegenen Strecken erfordern. Eine kaufmännische Tätigkeit kommt bei diesen Stellen nur insoweit in Betracht, als dies der unmittelbare Verkehr der Bahnbenutzer mit dem Bahnunternehmen erfordert. Das Kassenwesen wird wesentlich vereinfacht werden. In der Bilanz wird die bisherige Übung, die Ersatzbeschaffungen und die Erhaltungskosten unter Verzichtleistung auf Tilgungen auf den Betrieb zu buchen, verlassen werden, um die bisher sehr ungleichmäßige Belastung der einzelnen Jahre durch Schaffung eines Tilgungsbestandes in eine stetige zu verwandeln.

Der Verminderung der Personallasten durch den Abbau stehen auf der anderen Seite Mehrausgaben durch Gehaltsaufbesserungen gegenüber. Bei dieser Gelegenheit wurde der Übelstand beseitigt, daß die Angestellten der höheren Verwendungsgruppen auf Bezüge gesetzt waren, die gegenüber der Vorkriegszeit nur einen sehr geringen Teil, vielfach nicht mehr als 25 v. H. der aufgewerteten Gehälter ausmachten. Die Einführung von Wirtschaftsprämien soll dem Großteil der Angestellten die Möglichkeit bieten, für erhöhte Leistungen auch erhöhtes Einkommen zu beziehen. Die Ersparungen an Verbrauchsstoffen je Tonnenkilometer, die Erhöhung der Einnahmen je Tonnenkilometer oder die bei der Ausbesserung einer Lokomotive oder eines Wagens gemachten Ersparungen an Bezügen des Personals bilden die Grundlage für die Ermittlung der Prämien.

\*) Siehe Seite 83 und Jahrgang 1923, S. 202.

Zur Erzielung von Ersparnissen bei der Stoffbeschaffung ist die Eingliederung einer Beschaffungsdirektion bei der Generaldirektion in Aussicht genommen, der die gesamte Stoffbeschaffung obliegt. Hier finden mehrere Herren mit großer industrieller Erfahrung aus der Privatpraxis ein geeignetes Wirkungsfeld. Die Einführung des kaufmännischen Systems bringt es mit sich, daß von der bisherigen Art der Beschaffung im Wege der öffentlichen Ausschreibung abgegangen und von einer Beschränkung auf inländische Firmen allein abgesehen werden muß. Hierdurch wurden schon sehr erhebliche Preissenkungen erzielt; die Preise sanken förmlich über Nacht, sobald die Lieferfirmen sahen, daß sie nicht mit der Aufrechterhaltung des alten Verfahrens rechnen konnten.

Weitere Ersparnisse ergeben sich aus Schaffung einer selbständigen, in die Generaldirektion eingegliederten Direktion für den Werkstättendienst. Dieser wurden die bisher den örtlichen Direktionen zugeteilten 8 Hauptwerkstätten: St. Pölten, Linz, Knittelfeld, Salzburg, Floridsdorf (Lokomotivwerkstätte und Wagenwerkstätte), Jedlesee und Simmering und die Nebenwerkstätte Feldkirch unterstellt. Das Ziel ist die Einführung neuzeitlicher Arbeitsverfahren und wissenschaftlicher Betriebsführung, sowie die möglichste Abtrennung und Sonderstellung des Werkstättendienstes von dem sonstigen Betriebe der Bundesbahnen.

An rein technischen Maßnahmen zur Minderung der Kosten sind zu nennen die in möglichst schnellem Zeitmaß bei den Lokomotiven zur Einführung zu bringende Lentz-Ventilsteuerung, die Ersetzung der Dampfstrahlpumpe durch eine mechanisch vom Gestänge der Lokomotive betriebene Kolbenpumpe, die gleichzeitig den Vorteil bietet, daß ein Teil des bisher durch den Kamin entströmenden Dampfes zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers benutzt wird. Eingehende Versuche bei den Bundesbahnen und bei der Südbahn haben gezeigt, daß diese Art der Kesselspeisung bei fahrenden Lokomotiven eine 20prozentige Ersparnis an Kohle ergibt. Es sollen deshalb im Jahre 1924 vorläufig 750 Lokomotiven mit Kolbenpumpe ausgerüstet werden.

Beim Schmieröl werden Ersparnisse durch Einführung von Ölersparnisprämien und ferner durch die Anwendung von Ölemulsionen an Stelle reinen Öles erwartet. Dieses Verfahren ist anderweitig und auch schon an einzelnen Stellen der Bundesbahnen mit Erfolg eingeführt worden. Die Ölemulsion besteht aus einem Gemisch von Öl mit enthärtetem Wasser.

Auf den Lokalbahnen werden Versuche angestellt, um den teuren und bei geringem Verkehr unwirtschaftlichen Lokomotivbetrieb durch Einstellung von Triebwagen mit Verbrennungsmotoren zu ersetzen. Auch aus der Einführung des elektrischen Betriebs auf den Bahnlinien Steinach—Irdning—Attwang und Innsbruck—Bludenz, die im Sommer bzw. Ende 1924 vollendet sein werden, werden Ersparungen erwartet.

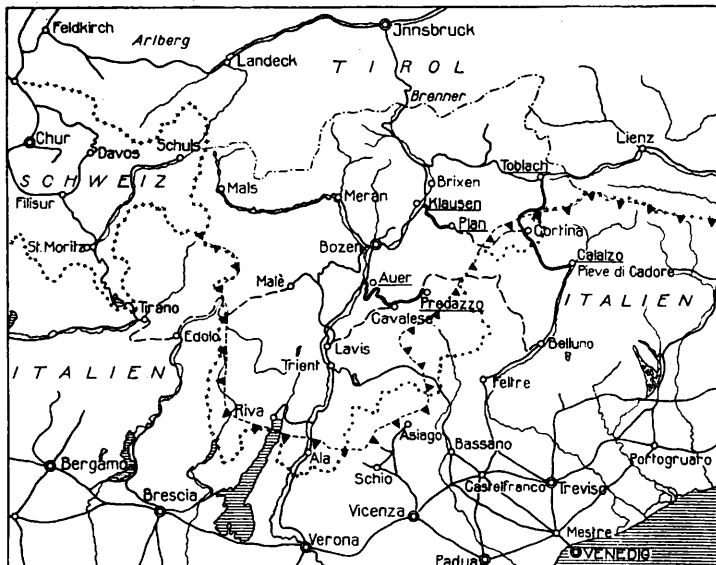
Ph.

### Die neuen Südtiroler Schmalspurbahnen, Grödenbahn und Fleimstalbahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1924, Nr. 9, 11 und 12.)

Die Erbauung dieser Bahnen war schon vor dem Krieg ins Auge gefaßt worden. Da die Geldbeschaffung Schwierigkeiten bot, konnten sie erst im Krieg zur Ausführung kommen, wo sie für die Truppenversorgung dringend nötig waren. In 4½ Monaten wurde die 31 km lange Grödenbahn und in 9½ Monaten die 51 km lange Fleimstalbahn mit 76 cm Spur gebaut. Die Bedeutung der Bahnen für die Nachkriegszeit liegt hauptsächlich auch darin, daß sie Glieder des verzweigten Schmalspurnetzes zwischen Venetien und Graubünden bilden, zu dessen Ausbau Italien nunmehr 300 Millionen Lire genehmigt hat. Für die Bedürfnisse des Friedens war die Meterspur und elektrischer Betrieb vorgesehen. Da aber mit Rücksicht auf die möglichst schnelle Eröffnung der Bahnen die rechtzeitige Bereitstellung der elektrischen Energie und des Fahrparks nicht möglich war, wurde wenigstens die Möglichkeit einer späteren Umwandlung beim Entwurf berücksichtigt. Das rollende Material wurde anderen 76 cm-Spurbahnen entnommen. Entsprechend ihrer Bedeutung für den Frieden hat die Grödenbahn den Charakter einer Kleinbahn, die Fleimstalbahn jenen einer sehr leistungsfähigen Lokalbahn. Der Bau beider Bahnen erfolgte auf Rechnung und Gefahr der Heeresverwaltung.

Um die Grödenbahn möglichst rasch in Betrieb nehmen zu können, wurden bei bedeutenden Tunnelbauten und Brücken vorerst Behelfsbauten ausgeführt: bei ersteren durch Wahl schärferer Krümmungen, um zunächst die Tunnel zu vermeiden; bei letzteren durch Herstellung von Holz- statt Steinbrücken. Die endgültigen Bauten wurden dann nach Inbetriebnahme der vorläufigen Linie ausgeführt. Da aber der endgültige Ausbau der Bahn unter Aufrechterhaltung des Betriebes sehr erschwert war, kam man von dieser Ausführungsart bei der Fleimstalbahn ab. Um trotz des mit voller Kraft einsetzenden Betriebes möglichst große Arbeitspausen zu erhalten, wurde ein Zuggruppenverkehr eingeführt, in dem eine Gruppe von sechs bis zehn Zügen im Raumabstand fuhr. Für die Hinterstellung des hierfür nötigen Wagenparkes waren am Anfangs- und Endpunkt große Hinterstellanlagen nötig. Auf der Fleimstalbahn mußten täglich 27 Zugpaare verkehren können, um an einem Tag eine ganze Infanteriebrigade mit Trains ins Fleimstal zu verschieben; hierfür waren 30 Lokomotiven und 300 Wagen nötig.



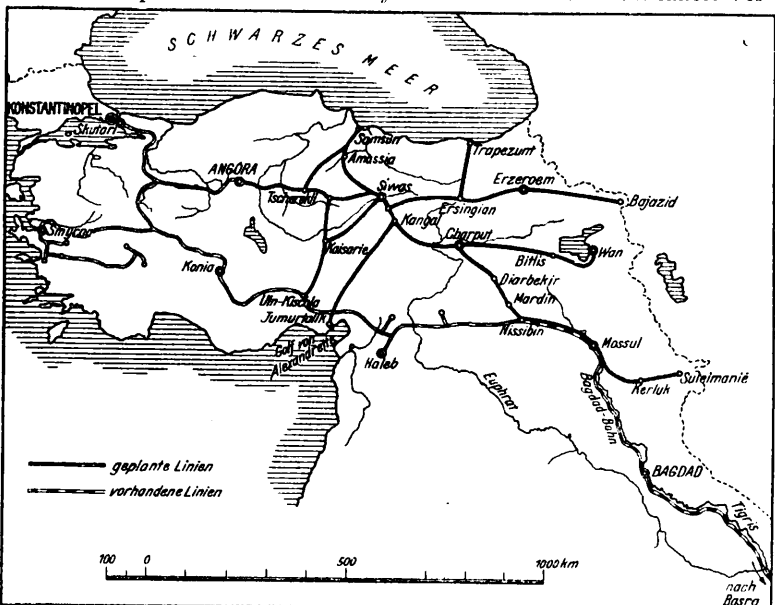
Bahnen: — im Betrieb, - - - während des Krieges erbaut, ······ projektiert  
 ······ Kampfzone 1915-1917

Über die Höhe der Kosten können wegen der zahlreichen Naturalleistungen der Heeresverwaltung zahlenmäßige Angaben nicht gemacht werden. Es kann jedoch gesagt werden, daß die Baukosten durch die Ersparung des teuren Nachschubes mit Kraftwagenkolonnen und der Unterhaltung der Straßen gänzlich hereingebracht wurden.  
 Wa.

**Eisenbahnen in Kleinasien.**

(Mitteilungen des Deutschen Verbandes technisch-wirtschaftlicher Vereine 1923, Nr. 45.)

Die türkische Angoraregierung hat mit der Ottoman American Development Co. mehrere als „Konzession Chester“ bezeichnete Ver-



träge wegen des Baues von Eisenbahnen in Kleinasien abgeschlossen. Der größte Teil der Pläne für den Bau der 4700 km-Bahn und für die Anlage der Häfen Samsun und Jurnurtalik wurde von dem deutschen Altmeister des Eisenbahnbaues Wilhelm Pressel 1870—1880 ausgearbeitet. Eine 425 km lange Strecke des Netzes wurde bereits während des Weltkrieges von österreichischen Ingenieuren erbaut. 1891 wurde einer belgischen Gruppe die Konzession für eine Bahn: Samsun—Siwas—Jurnurtalik zugesagt. Dieser Plan wurde später von einer französischen Gruppe weiter verfolgt. Auf diese Linie, sowie auf einige weitere Linien scheint Frankreich seine früheren Rechte geltend machen zu wollen. Die Konzession Chester ist in militärischer, technischer und wirtschaftlicher Beziehung von größter Bedeutung. Für die Wirtschaftlichkeit der meisten Strecken fehlen vorläufig die Voraussetzungen. Jedoch ist mit der Steigerung der Landwirtschaft und Viehzucht und mit einer wesentlichen Verbesserung der Ausfuhr zu rechnen. Außerdem kommt auch durch den Anschluß Inner-Anatoliens an den Hafen Samsun und durch das Vorhandensein der Schifffahrtslinie Samsun—Galatz die Ausdehnung der Donaudampfschiffahrt in Frage. Die neuen Linien werden ferner auch die Erschließung der Erzlager und Erdöle mit sich bringen. Die Baukosten, ausschließlich Fahrpark, werden sich auf über 500 Millionen Dollar belaufen; außer Bau und Betrieb sichert die Konzession Chester die Ausbeutung der Bodenschätze 20 km beiderseits der Bahnlinsen zu.  
 Wa.

**Die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten im Jahre 1922.**

(Engineering 1924, Bd. 117, Nr. 3030.)

Trotz mancherlei Schwierigkeiten zu Anfang des Berichtsjahres, wie Bergarbeiterstreik und Streik der Werkstättenarbeiter, die in einzelnen Monaten einen starken Verkehrsrückgang herbeiführten, haben sich die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten später wieder beachtenswert erholt. Während des ganzen Jahres 1921 stand ein großer Teil der Güterwagen unbenutzt und im Januar 1922 erreichte die Zahl dieser unbenutzten Wagen ihren Höchstwert mit 493357 Stück. Sie nahm dann langsam ab bis August und vom September an war die Zahl der angeforderten Wagen größer als diejenige der verfügbaren Wagen. In finanzieller Beziehung stellte das Jahr große Anforderungen: einerseits stiegen die Löhne und andererseits setzte die staatliche Aufsicht die Tarife herab. So betrug die gesamten Betriebseinnahmen nur 5673 Millionen Dollar, entsprechend einer Abnahme von ungefähr 600 Millionen Dollar gegenüber dem Vorjahr. Die durchschnittlichen Einnahmen für die Tonnenmeile fielen von 1,289 Cent im Jahre 1921 auf 1,185 Cent im Jahre 1922 (entsprechende Werte für 1 tkm: 0,88 Cent im Jahre 1921 und 0,81 Cent im Jahre 1922). Die Anzahl der Tonnenmeilen war mit 341 018 Millionen (500 000 Millionen tkm) größer als 1921, jedoch kleiner als im Jahre 1920 mit 411 151 Millionen (600 000 Millionen tkm). Die Gesamtlänge der in den Bericht aufgenommenen Bahnen betrug 249 231 Meilen (400 000 km), ihr Anlagewert über 19 Milliarden Dollar. Auf 677 Meilen (1090 km) ist der Betrieb seit 1921 eingestellt; davon sind auf 221 Meilen (355 km) die Schienen entfernt worden, so daß insgesamt in den letzten 6 Jahren 6 324 Meilen (10 200 km) aufgegeben worden sind. Andererseits zeigte das Berichtsjahr eine Zunahme von 1 300 Meilen (2 100 km) neuer Strecken. Die Beschaffung von rollendem Material war zu gering: an Stelle der vorgesehenen 3000 Lokomotiven wurden nur 1303, statt 100 000 Güterwagen nur 66 747 und statt 2000 Personenwagen nur 747 in Dienst gestellt. Im Durchschnitt sind jedoch in den letzten 4 Jahren mehr Lokomotiven gebaut als ausgemustert worden; bei den Güterwagen ist das Verhältnis umgekehrt. Der Ausbesserungsstand von Lokomotiven und Wagen ist merklich besser geworden, hat jedoch die Regel noch nicht erreicht: bei einem Teil der Bahnen waren durchschnittlich im Januar noch 23,8% der Lokomotiven zur Ausbesserung außer Betrieb, im Juli dagegen nur noch 18,6%. Von den Güterwagen waren im Januar 13,7%, im Juli nur noch 8,3% in Ausbesserung. Als Regel wird mit einem Ausbesserungsstand von 15% bei Lokomotiven und 5% bei Wagen gerechnet. Auch im Jahre 1922 scheint die Lage der Bahnen sich gut weiter entwickeln zu wollen. Nach dem Bericht des Amerikanischen Eisenbahn-Verbandes sind in den ersten zehn Monaten dieses Jahres nicht weniger als 3 371 neue Lokomotiven und 155 872 neue Güterwagen in Dienst gestellt worden. Diese Zahl der neubeschafften Lokomotiven ist seit 1916, diejenige der Güterwagen seit 1913 nicht mehr erreicht worden und beide liegen weit über den oben angegegebenen Sätzen für den üblichen Ersatz.  
 R. D.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

### Mängel im bestehenden Oberbau.

(Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer 1924, No. 3.)

Der aus „The Railway Engineer“ übernommene Aufsatz behandelt die hauptsächlichsten am bestehenden Oberbau auftretenden Mängel, die von dem mit der Bahnunterhaltung betrauten Personal täglich zu beobachten sind.

1. Die wellenförmige Abnutzung. Hierfür werden einige Gründe angeführt. So entsteht durch das Erzittern der Walzylinder schon eine anfängliche wellenförmige Form, die im Betrieb sich dann noch mehr ausprägt. Dagegen ist anzuführen, daß nicht alle Schienen einer Walzung diesen Fehler aufweisen. Ein weiterer Grund wird in den kleinen Raddurchmessern mit großer Belastung gesucht. Da man im Zweifel war, ob diesem Umstand oder der Schwingung der Schienen diese Erscheinung zuzuschreiben sei, baute man eine Probestrecke mit sehr schwerem Oberbau und befuhr sie mit Wagen mit Drehgestellen. Nach einer Versuchsdauer von 6 Jahren ergab sich, daß nur die starke Belastung die Ursache sein konnte, daß der Schienenbaustoff über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht wurde.

2. Laschenbrüche Der Schienenstoß ist die schwächste Stelle im Gleis und es ist selten, daß das Trägheitsmoment der beiden Laschen 80%, der Schiene übersteigt. In vielen Fällen geht es bis auf 33% herab. Sehr häufig werden noch die Schwellenschrauben in den Kerben des wagrechten Laschenteiles angebracht, um das Schienenwandern zu verhindern. Bei der Beanspruchung des Stoßes durch eine Last biegen sich die Schiene und Lasche verschieden durch. Die Beanspruchung kann so groß werden daß die Schwellenschrauben herausgerissen werden. Es wird also von der Lasche mehr verlangt, als sie leisten kann. Die Beobachtungen zeigen, daß die obere Abschrägung die gefährlichste Stelle ist. In zweiter Linie kommen erst die Lochungen.

3. Mechanische Abnutzung der Schwellen. Die mechanische Abnutzung der Schwellen ist eine Erscheinung, die nicht auf befriedigende Weise zu klären ist. Tatsache ist, daß die Schwelle sowohl vom Schienenfuß, als auch von den wagrechten Teilen der Laschen angegriffen wird. An ungepflasterten, schienen-gleichen Übergängen, an den Standplätzen der Lokomotiven und an schlecht entwässerten Plätzen kann man diese Abnutzung besonders beobachten. Das Eindringen von Kies und Wasser zwischen Schiene und Schwelle scheint hauptsächlich die Zerstörung zu bewirken. Das teilweise Herausziehen der Krampen genügt schon, das Eindringen des Kieses zu gestatten. Das wichtigste scheint daher die gute Befestigung der Schiene auf der Schwelle zu sein, die sowohl das Eindringen des Wassers als auch das Hämmern der Schiene

auf der Schwelle verhindert. In weiterem Zusammenhang damit dürfte auch die Länge der Schwellen stehen.

4. Die Schienenwanderung. Die Schienenwanderung ist eine Erscheinung, die schon Stephenson wahrgenommen hat und die seither ein Gegenstand ausgiebiger Erörterungen ist. Nach einem Aufsatz von M. Frank Reeves scheinen die Hauptgründe die unwirksame Befestigung der Schiene und die Form der Schiene selbst zu sein. Dazu kommt noch die Wirkung der Temperatur. Die zur Befestigung der Schiene auf der Schwelle benutzten Krampen üben keinen großen Druck auf den Schienenfuß aus. Die Wanderung erfolgt in der Zugrichtung ohne Rücksicht auf die Temperatur. Die Neigung der Bahn trägt wenig zur Wanderung bei. Aber selbst bei Steigungen wandert das Gleis in der Zugrichtung. Die Ansichten, ob das Wandern auf einem harten oder weichen Untergrund größer ist, gehen nach den gemachten Beobachtungen auseinander. Nach der Theorie, daß ein biegunsfähiges Gleis dem Wandern keinen solchen Widerstand entgegengesetzt als ein starres, ist ein leichtes Profil dem Wandern mehr unterworfen als ein schweres. Unter dem Einfluß der Temperatur dehnen sich die Schienen aus und zwar kann sich die Ausdehnung, wenn die Laschenbefestigung mit Bolzen erfolgt, nicht frei auswirken. Das Gleis wird sich dann werfen. Aus diesem Grunde werden bei manchen Gesellschaften die Anliegeflächen eingefettet und die Schrauben in der heißen Jahreszeit etwas gelockert. Nach den praktischen Erfahrungen ist die linke Schiene im Wandern voran. Es könnte dies dem Umstand zuzuschreiben sein, daß die Bettung außen lockerer ist als in der Mitte. Auf erdiger Bettung wurde das Wandern weniger beobachtet. Das Wandern kann zum Teil hintangehalten werden, wenn das Gleis zum Schutz gegen Temperatureinflüsse bis zum Schienenkopf mit Schotter ausgefüllt wird.

5. Schnarrende Schienen. Diese Erscheinung, der vielleicht wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, entsteht durch Bildung von kleinen schwarzen Flecken auf der Lauffläche des Schienenkopfes, die sich durch Blasenbildung erweitern. Beim Befahren dieser Stellen entsteht ein schnarrendes Geräusch. Wenn man die Blasen untersucht, erkennt man Risse in der Längsrichtung. Oftmals kann man die durch die Blasen gebildete obere Metallhaut mit dem Finger oder mit der Messerspitze entfernen. Die linken Schienen sind am häufigsten von diesem Fehler behaftet. Auf den ersten Blick möchte es scheinen, daß die entstandenen Aushöhlungen durch Lokomotiven schwerer Züge entstehen, die in einer Steigung anfahren müssen; das Fehlen der Merkmale auf der gegenüberliegenden Schiene zeigt das Unrichtige dieser Annahme. Eine andere Erklärung sucht den Fehler in der Zusammensetzung des Schienenbaustoffes und glaubt, daß die erwähnten Risse schon bei der Anlieferung vorhanden sind und nur durch eine dünne Metallschicht überdeckt sind.

Wa.

## Werkstätten, Stoffwesen.

### Die Massenerzeugung von Eisenbahnwagen.

(Railway Age 1923, Nr. 3026.)

Vor einiger Zeit wurde im „Organ“\*) über die Anwendung eines Genau-Arbeitsverfahrens in der Holzbearbeitung beim Bau von Personenwagen in den Werkstätten der Midland and Scottish Railway in Derby berichtet. Dieses Verfahren ist nun auch auf den Bau von Güterwagen ausgedehnt worden, für welche es sich nach den Angaben der Quelle noch besser eignet als für Personenwagen, da Güterwagen in größerer Zahl gebaut werden.

Die sämtlichen Teile der Güterwagen, auch die Holzteile, werden hiernach auf genaues Fertigmaß auf Maschinen bearbeitet, gebohrt usw., so daß der Zusammenbau lediglich das Zusammenbringen und Verbinden der Teile ohne jede Pafsarbeit oder besondere Auswahl zusammenpassender Teile erfordert. Gegenwärtig werden in Derby die neuen offenen 12 t-Wagen mit hölzernem Untergestell gebaut, von welchen wöchentlich 87 Stück abgeliefert werden. Die ganze Zusammenbauarbeit ist unterteilt in eine Reihe von Einzelarbeiten, die unter sich so abgeglichen sind, daß für alle Einzelarbeitsgruppen annähernd der gleiche Zeitaufwand erforderlich ist. Alle Einzelarbeitsgruppen beginnen und beenden ihre Tätigkeit ungefähr gleichzeitig und bleiben dauernd an demselben Platz, der

mit den erforderlichen Lehren, handlich angebrachten Vorratslagern, Hilfsgeräten usw. ausgestattet ist. Nach Umfluß jedes Zeitabschnitts rückt die ganze Reihe der in Arbeit befindlichen Wagen um ein Feld weiter; nach jedem solchen Zeitabschnitt ist ein Wagen fertig zusammengebaut, während gleichzeitig der Bau eines weiteren Wagens begonnen wird.

Beim Bau der 12 t-Wagen sind beispielsweise 10 Zeitabschnitte und 10 Arbeitsgruppen gebildet, die ihre Arbeit an den in der Textabbildung mit einer Ziffer bezeichneten Arbeitsstellen ausführen.

Bei 1 werden die genau vorgearbeiteten und mit allen erforderlichen Bohrungen versehenen hölzernen Langträger mit den Achshaltern, Federböcken usw. ausgerüstet. Zum Festziehen der Muttern dienen Druckluftmaschinen, die an einem kleinen Laufkran aufgehängt sind. Aus der Figur ist ersichtlich, daß diese Arbeit seitlich vom Wagenbaugleis vorgenommen wird.

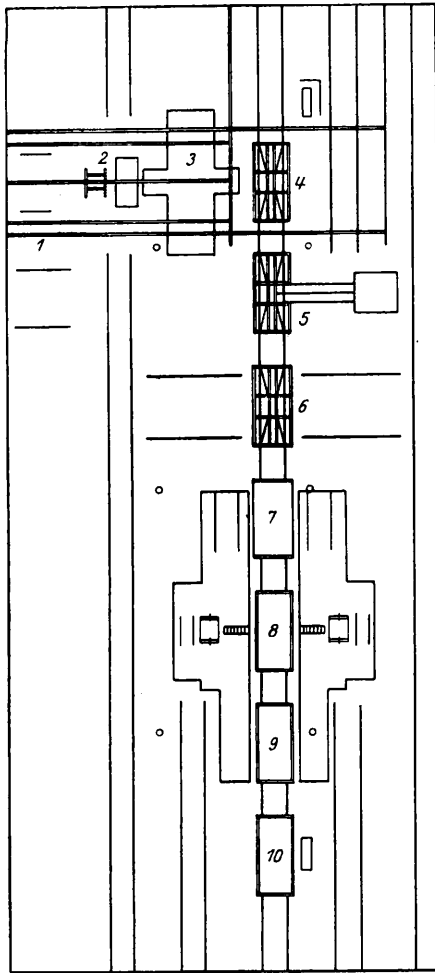
Gleichzeitig sind bei 2 die mittleren Querträger mit den mittleren Langträgern verbunden worden, wobei hydraulische Pressen zum Einziehen der Verzapfungen dienen und Lehren mit Anschlägen die genaue Lage sichern. Auch hier werden die erforderlichen Beschlüge für Bremsklotzgehänge usw. gleichzeitig angeschraubt.

Im Zeitpunkt des allgemeinen Fortrückens der Arbeitsstücke bzw. der im Bau befindlichen Wagen liefern Arbeitsplatz 1 und 2

\*) „Organ 1924, Nr. 2, S. 41.

ihre Arbeitsstücke an den Platz 3 ab, wo die Hauptarbeit am Untergestell geleistet wird. Auf einer Lehre werden hier die auf Platz 2 vorgearbeiteten mittleren Lang- und Querträger mit den auf 1 vorgearbeiteten Langträgern verbunden, hierauf die bisher an den Enden noch fehlenden mittleren Langträger und Pufferstreben eingepreßt; hierauf folgen die Kopfstücke, Pufferstangen und Federn. Für alle Arbeiten, die ein Zusammenpressen erfordern, dienen hydraulische Presszylinder, die an diesem Arbeitsplatz sowohl quer zur Wagenlängsachse, als auch an den Kopfstücken in der erforderlichen Zahl vorgesehen sind. Von der Bauzeit auf diesem Arbeitsplatz 3 hängt die gesamte Leistung der Anlage ab, da hier nur eine beschränkte Zahl von Arbeitskräften verwendet werden kann und die Arbeitszeit an den anderen Plätzen sich nach dieser richten muß. Diese Zeit beträgt gegenwärtig eine halbe Stunde.

Grundriß der Wagenwerkstätte in Derby.



Nach Umfluß dieser Zeit wandert das Untergestell auf Arbeitsplatz 4, wird hier in seine richtige Lage umgestürzt, nachdem es bisher verstürzt bearbeitet wurde, und unter gleichzeitigem Einbau der Tragfedern auf die Radsätze gesetzt. Von hier ab bewegt sich das Arbeitsstück (das Wagenuntergestell) auf eigenen Rädern weiter, um auf den übrigen Arbeitsplätzen 5 bis 10 in je 1/2 Std. zum fertigen Wagen (ausschließlich Anstrich) ausgebaut zu werden. Die Hauptarbeiten sind dabei wie folgt verteilt:

- Bei 5 Einbau der Stirnwandungen, Zugvorrichtung, Zughaken,
- „ 6 Einbau der Seitenwandsäulen, Kastenstützen, Bodenrahmen etc.,
- „ 7 Verlegen des Fußbodens, Anbringen der Stirnwandbretter,
- „ 8 Anbringen der Seitenwandfelder, Türen,
- „ 9 „ „ Kasten Eckplatten,
- „ 10 „ „ Bremssteile, Kupplungen etc.

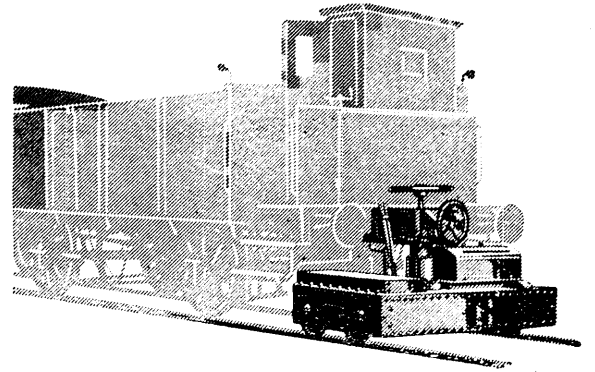
Von Arbeitsplatz 5 ab werden die Wagen durch besondere Zwischenstücke verkuppelt, die die Aufgabe haben, zwischen den Wagen einen gewissen Abstand zu sichern. Jede halbe Stunde wird der fertige Wagen vom Arbeitsplatz 10 abgezogen und in die

Lackiererei verbracht; die übrigen Wagen von 5 bis 9 rücken auf das nächste Feld 6 bis 10.

Mit dem neuen Arbeitsverfahren ist außer der Beschleunigung der Arbeiten noch der Vorteil geringen Raumbedarfs für die Aufbauwerkstätten und der Entbehrlichkeit schwerer Hebeanlagen für Eisenbahnwagen auf jedem Arbeitsstand vorhanden. Pff.

### Der »Lokomotor«.

Der Lokomotor der Maschinen- und Amaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co., Höchst a. Main, ist ein normalspuriges Fahrzeug zum Verschieben von Eisenbahnwagen aller Art auf Werkstätte-, Fabrik- und Anschlussgleisen, Zum Antrieb dient ein vierzylinderiger Verbrennungsmotor von 20 bis 25 PS mit Wasserkühlung, wie er auch für schwere Lastwagen Verwendung gefunden hat. Die Kraft wird auf beide Achsen mittels Kupplung, Zahngetriebe, Gelenkketten und Kettenrädern übertragen. Das Getriebe gestattet drei Geschwindigkeiten in jeder Richtung, von denen die geringste 5 km/Std. (bei voller Belastung), die höchste (für das unbelastete Fahrzeug) 15 km/Std. beträgt.



Die Besonderheit der Konstruktion des Lokomotors liegt in der Art der Kupplung mit dem zu bewegenden Wagen. Um für die Antriebsräder die nötige Belastung zu erzielen, wird ein Teil des Wagengewichtes des zu befördernden Eisenbahnwagens auf das Triebfahrzeug übertragen. Hierzu dient eine Winde, die in der Mitte des Wagengestelles auf zwei kräftigen Trägern leicht federnd angeordnet ist, um Stöße beim Anfahren aufnehmen zu können (s. Textabb.). Das Windengehäuse wird mit den Einspannhaken unter den Stirnbalken des Wagens geschoben, durch Flügelmuttern befestigt und dann mit Handrad und vertikaler Spindel soweit angehoben, daß ein Teil des Wagengewichtes auf den Lokomotor übertragen wird und dort zur Vergrößerung des Reibungsgewichtes beiträgt. Auf diese Weise kann der Lokomotor trotz geringen Eigengewichtes eine hohe Zugkraft entwickeln und so zwei bis drei beladene Wagen gleichzeitig fortbewegen. Eine weitere Kupplung auf Zug erfolgt durch eine Öse die um den Zughaken gelegt und durch Handrad und horizontale Spindel fest angezogen wird. Das An- und Abkuppeln kann also durch den Fahrer selbst mit wenigen Handgriffen geschehen.

Besonders geeignet ist der Lokomotor für Werkstätten und Fabrikhöfe, wo es sich in der Regel nur um leichtere Verschiebearbeiten und um keinen dauernden Schubetrieb, sondern nur um das Verstellen von einzelnen Wagen handelt. Die Lokomotive, die ständig unter Dampf gehalten werden muß, arbeitet hier unwirtschaftlich, während der Lokomotor mit Verbrennungsmaschine den Vorteil ständiger Betriebsbereitschaft bietet, außerdem größere Einfachheit in der Bedienung und Unterhaltung aufweist. Auch die in solchen Fällen meist verwendeten Spille haben gegenüber dem Lokomotor die großen Nachteile, die mit den langen Seilen und Führungsrollen verbunden sind, welche die Zugfähigkeit beeinträchtigen und besonders in Betrieben mit starkem Personenverkehr sehr störend und sicherheitsgefährdend wirken.

Ähnliche Triebfahrzeuge werden auch im Ausland verwendet. Im Engineering (Dezember 1923) ist ein Fahrzeug beschrieben, das von den Usines de constructions Mécanique, Villefranche-Sur-Saône gebaut wird. Die Art der Kupplung ist die gleiche wie beim Lokomotor, zum Antrieb dient ein 35 PS Rochet-Schnaider-Ölmotor; außerdem befindet sich auf der Plattform ein Spill, um bei festgebremster Maschine noch größere Lasten fortzuschleppen zu können. Stauer.

## Lokomotiven und Wagen.

### D 1 Nafsdampf-Zwillings-Tenderlokomotive der Hafeneisenbahn in Narvik. („Die Lokomotive“ 1923, Nr. 11.)

Die „Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag“ besitzt im nördlichen Schweden große Eisenerzlager und verfrachtet diese Erze mit der Ofoten-Bahn nach dem Hafen Narvik in Norwegen. Zum Verschiebedienst benützte die Gesellschaft dort bisher einige D-Tenderlokomotiven von 56 t Dienstgewicht. Um die immer schwerer werdenden Züge schnell zu behandeln, wurde eine Nafsdampf-Tenderlokomotive mit 4 gekuppelten Achsen, einem grössten zulässigen Achsdruck von 16,5 t sowie mit Vorratsräumen für 10 cbm Wasser und 2 t Kohlen ausgeschrieben. Die Lokomotive sollte weiter im Stand sein, eine halbe Stunde lang mit voller Ausnützung des Reibungsgewichtes zu arbeiten und Bögen von 130 m Halbmesser zu durchfahren. Nach einem Entwurf der „Norsk Maskinindustri Aktieselskap“ in Kristiania kamen darauf im Juni 1922 2 Stück D 1 Lokomotiven zur Ablieferung.

Die Lokomotiven haben Blechrahmen mit einer kräftigen, wagrechten Versteifung, die vom vorderen Pufferträger bis zum Stehkessel und von diesem wieder bis zum hinteren Pufferträger reicht. Die Versteifung zwischen den Zylindern besteht aus Stahlformguss. Die erste Kuppelachse hat 18 mm, die Laufachse als Adamsachse 70 mm Seitenbewegung nach jeder Seite. Zur Rückstellung der Laufachse dienen Keilflächen. Die Federn der Kuppelachsen liegen unterhalb der Achslager und sind zwischen der ersten bis dritten Kuppelachse und zwischen der vierten Kuppelachse und der Schleppachse durch Ausgleichhebel verbunden. Der Kessel ist vorne mit dem Rahmen verschraubt; als weitere Verbindung dienen zwei Pendelleche zwischen der zweiten und dritten Kuppelachse und bei der Stehkesselrückwand. Für die Feuerbüchse wurde Kupfer verwendet, für die Stehbolzen teils Kupfer, teils Manganbronze. Im Dom befindet sich ein Ventilregler, auf dem Einströmrohr sitzt ein Luftsaugventil. Obwohl Nafsdampfausführung vorgeschrieben war, wurde die Lokomotive doch so durchgebildet, daß ein Überhitzer nachträglich noch leicht eingebaut werden kann. Die aufsen liegenden Zylinder, die der Umgrenzungslinie halber unter 1:20 geneigt werden mußten, haben deshalb Kolbenschieber mit schmalen Ringen für innere Einströmung erhalten. Für Leerlauf sind zwei Umlaufhähne angeordnet; die Zylinderdeckel sind mit je zwei Sicherheitsventilen versehen. Die Lokomotive hat Heusinger-Steuerung mit Umstellung durch Steuerhändel, Dampf- und Handbremse und Einrichtung zur Bremsung der Züge mittels Druckluft, die von einer amerikanischen Duplexpumpe geliefert wird. Das Führerhaus ist sehr geräumig, die Kesselausrüstung übersichtlich angeordnet. Das Wasser ist in zwei seitlichen Kästen und einem hinteren Kasten untergebracht. In letzterem ist auch der Kohlenraum eingebaut.

Die Hauptverhältnisse sind:

Kesselüberdruck p . . . . .	12 at
Zylinderdurchmesser d . . . . .	575 mm
Kolbenhub h . . . . .	640 „
Kesseldurchmesser . . . . .	1650 mm
Kesselmittle über Schienenoberkante . . . . .	2900 „
Heizrohre, Anzahl . . . . .	355 Stck.
„ „ Durchmesser . . . . .	42,5/47,5 mm
Rohrlänge . . . . .	3900 mm
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	11 qm
Heizfläche der Rohre . . . . .	184,5 „
„ im ganzen H . . . . .	195,5 „
Rostfläche R . . . . .	2,8 „
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1250 mm
Durchmesser der Laufräder . . . . .	988 „
Fester Achsstand . . . . .	2750 „
Ganzer „ . . . . .	6375 „
Reibungsgewicht G <sub>1</sub> . . . . .	66 t
Dienstgewicht G . . . . .	81 „
Leergewicht . . . . .	62 „
Vorrat an Wasser . . . . .	10 cbm
Vorrat an Brennstoff . . . . .	2 t
Zugkraft Z = 0,6 · p · d <sup>2</sup> · h : D = . . . . .	12200 kg
H : R . . . . .	69,5
H : G . . . . .	2,4 qm/t
Z : H . . . . .	62,8 kg/qm
Z : G <sub>1</sub> . . . . .	191 kg/t

R. D.

### Zwillings- oder Verbundlokomotive.

(Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Nr. 12.)

Die Paris-Orléans-Bahn hat im Jahre 1921 50 Stück 2 C 1-h 2 Schnellzuglokomotiven in Dienst gestellt, die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft geliefert wurden. Der Kohlenverbrauch dieser Zwillingslokomotiven mit nur 12 at Kesselüberdruck soll (nach der „Revue Générale des Chemins de fer“ vom Juli 1923) um 7,7% unter dem Verbrauch der 2 C 1-h 4 v Lokomotiven derselben Bahn liegen. Da dieses Ergebnis im Widerspruch steht mit den bisherigen Erfahrungen und mit der Theorie der Dampfmaschine überhaupt, versucht die Quelle dasselbe zu überprüfen. Vollständig ist dies nicht möglich, da verschiedene Angaben fehlen, die zu einer kritischen Betrachtung erforderlich wären, so vor allem die Dampfdiagramme zur Beurteilung der Steuerung und Zylinderverhältnisse, sodann Unterlagen über Streckenverhältnisse, Zuggewichte usw. Immerhin zeigte sich, daß die Verbundlokomotive hinsichtlich Rost, Heizfläche und Überhitzer wesentlich im Nachteil ist. Die größere Überhitzung der Zwillingslokomotive von im Mittel 339°C gegen nur 291°C der Verbundlokomotive bedingt allein schon eine Erhöhung des Dampfverbrauchs der letzteren um rund 6%. Auffallend ist auch die große Rohrlänge der Verbundlokomotive von 5900 mm, die bei den engen Rohren von 50/55 mm Durchmesser eine sehr scharfe Blasrohrwirkung verlangt. Die Zylinder der Verbundmaschine sind im Verhältnis zur Zwillingslokomotive zu klein und somit bei gleicher Leistung überlastet. Dies ist natürlich von nachteiliger Wirkung auf den Dampfverbrauch, weil die Dampfdehnung in der Verbundmaschine dann sehr unvollkommen ist.

Wesentlich günstigere Ergebnisse hat die belgische Staatsbahn mit 2 C-h 4 v Lokomotiven erzielt, die in jüngster Zeit von den Ateliers de la Meuse gebaut wurden. Die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven sind:

Kesselüberdruck p . . . . .	16 at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck d . . . . .	400 mm
„ „ „ Niederdruck d <sub>1</sub> . . . . .	600 „
Kolbenhub h . . . . .	640 „
Verdampfungsheizfläche . . . . .	160 qm
Heizfläche des Überhitzers . . . . .	54,8 „
Heizfläche — im Ganzen — H . . . . .	214,8 „
Rostfläche R . . . . .	3,08 „
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1800 mm
Reibungsgewicht G <sub>1</sub> . . . . .	59,7 t

Bei Probefahrten erzeugte der Kessel ohne Schwierigkeit den Dampf für eine Zylinderfüllung von 60% bei 50 km/Std. Geschwindigkeit und von 55% bis zu der höchsten Geschwindigkeit von 110 km/Std. Verfeuert wurden Steinkohlenbrikette. Der Dampfverbrauch belief sich schätzungsweise auf nur 6,7 kg/PSi/Std. Der belgische Bericht über diese Fahrten schließt nach der „Revue Générale des Chemins de fer“ vom September 1923:

Die jüngsten Erfahrungen mit dieser neuen Bauart sind ganz zu Gunsten der Vierzylinder-Verbund-Heißdampflokomotive, wenn sie bei verhältnismäßig hohen Geschwindigkeiten auf Linien mit schwachen Neigungen verwendet wird. Der Niederdruck-Füllungsgrad liegt zwischen 17 und 25%. Die Arbeit ist also sehr wirtschaftlich. Die erprobte Anordnung des Triebwerks gewährt außerdem einen fast vollkommenen Massenausgleich, eine gute Verteilung der Kräfte und verringerte Beanspruchung des Rahmens, was geringe Unterhaltungskosten zur Folge hat. Diese Bauart entspricht auf Linien mit mäßigen Steigungen den vorteilhaftesten Betriebsbedingungen vom wirtschaftlichen Standpunkt aus. Für Linien, wo die Steigungen häufig 16‰ erreichen, würde die Beförderung der schweren Personenzüge wesentlich leistungsfähigere Lokomotiven verlangen und hier würden dann wohl solche mit 3 oder 4 Zylindern und einfacher Dampfdehnung am Platze sein.

R. D.

### Zur Theorie der Diesellokomotive.

(Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1924, Heft 9.)

Anlässlich der Fertigstellung der ersten Diesellokomotive für die russischen Eisenbahnen — sie wurde von der Maschinenfabrik Eisingen gebaut, der Dieselmotor wurde vom Augsburger Werk der MAN geliefert — veröffentlicht Professor Lomonossoff, der als weitblickender und unternehmender Leiter des russischen Eisenbahnmaschinenwesens bekannt ist, einige theoretische Betrachtungen über

die Zugkraft der neuen Lokomotivart in ihrer Abhängigkeit von der verfügbaren Triebhaddreibung, den Zylinderabmessungen und den Kraftübertragungseinrichtungen.

Im allgemeinen wird bei Diesellokomotiven nicht der unmittelbare Antrieb gewählt, sondern die Übertragung durch Druckluft oder elektrische Kraftübertragung. Letzteres ist der Fall bei der fertiggestellten Lokomotive. Bei dieser Übertragung pflanzt sich die Ungleichmäßigkeit der Kraftwirkung der Antriebsmaschine während einer Umdrehung, d. h. das Verhältnis zwischen der höchsten und der mittleren Treibkraft, die bei Dampflokomotiven den Zahlenwert 1,1 bis 1,3 (Drillingslokomotiven bzw. Zweizylinderverbundlokomotiven) hat, bei Dieselmotoren aber selbst bei 6 Zylindern 1,4 erreicht, nicht auf die Treibräder fort, so daß bis zu einer höheren Ausnützung der Reibung gegangen werden kann. Ebenso entfallen die aus der Fliehkraftwirkung der Gegengewichte sich ergebenden Entlastungen der Räder, die für die Dampflokomotiven zu 0,02 bis 0,20 des Reibungsgewichtes angenommen werden können.

Bezüglich der Wirkung des Federspiels auf die Reibung ist zwischen gekuppelten Achsen (Kuppelung kann auch bei Diesellokomotiven mit Kraftübertragung ausgeführt werden) und Einzelachsenantrieb zu unterscheiden. Bei geringer Geschwindigkeit und hohen Zugkräften ist Antrieb durch gekuppelte Achsen dem Einzelachsenantrieb überlegen, denn eine Entlastung einer gekuppelten Achse führt die stärkere Belastung einer anderen herbei und es bleibt das auf den Treibachsen ruhende, zur Reibung beitragende Gesamtgewicht das gleiche, wenigstens wenn sämtliche Achsen gekuppelt sind, (sind Laufachsen vorhanden, so beträgt die Verringerung des auf den Treibachsen ruhenden Gewichtes bei Güterzuglokomotiven immerhin nur 5%), während bei Einzelachsenantrieb die Antriebskraft an jeder Achse unter der durch die mögliche Federentlastung verminderten Reibung bleiben muß. Die Verminderung der Belastung einer Einzelachse ist in der Quelle nach Untersuchungen von Marié auf französischen Bahnen und nach Versuchen auf russischen Bahnen mit 0,08 bis 0,20 angegeben, einem Federspiel von 7 bis 10 mm entsprechend.

Unter Berücksichtigung dieser Einflüsse gibt Lomonosoff an, daß bei einer Reibungsziffer von  $\frac{1}{4}$ , wie sie feuchten Schienen entspricht, einer Rechnung, die gleichbleibende Triebkraft annimmt und von den sonstigen Einflüssen ebenfalls absieht, eine verminderte Reibungsziffer von  $\frac{1}{6,5}$  bis  $\frac{1}{4,5}$  für Dampflokomotiven und von  $\frac{1}{6}$  für Dieseltuglokomotiven mit Treibstangen und gekuppelten Achsen zugrunde gelegt werden kann, während bei Diesellokomotiven mit Einzelachsenantrieb mit einem Wert  $\frac{1}{4,3}$  bis  $\frac{1}{5}$  gerechnet werden kann.

Was die Abhängigkeit der Zugkraft von der Zylinderleistung anlangt, so besteht gegenüber Dampflokomotiven der wesentliche Unterschied, daß die Arbeit für ein Spiel der Diesellokomotive praktisch als unveränderlich betrachtet werden muß, weil der mittlere indizierte Druck aus wirtschaftlichen Gründen innerhalb sehr enger Grenzen (von 7,5 bis 8 at) gehalten werden muß. Die Leistung kann daher nur durch Veränderung der Drehzahl des Motors geändert werden. Diese Veränderung ist neuerdings in weiten Grenzen gelungen: Schiffs-Dieselmotoren vermögen ihre Drehzahl zwischen 1 und dem 7,5fachen zu ändern.

Um die notwendige Änderung der Zugkraft herbeizuführen, müssen Übersetzungen eingeschaltet werden. Rädergetriebe wie bei Automobilen haben hierbei den Nachteil, daß sich die Übersetzung nur stufenweise ändern läßt und daß beim Umschalten Stöße entstehen infolge plötzlicher Änderung der Zugkraft. Auch bei hydraulischer Kraftübertragung durch das Lentzgetriebe ist nur eine bestimmte Zahl fester Übersetzungsverhältnisse möglich. Hingegen gestattet die bei der russischen Lokomotive gewählte elektrische Übertragung stetige Zugkraftänderungen. Dabei ist Gleichstromübertragung mit fremderregter Dynamo und mit Reihenschlussmotoren zugrunde gelegt, so daß eine Beeinflussung der übertragenen Kraft durch die Änderung der Erregung der Dynamo, die mit Hilfe des Fahrschalters geschieht, möglich ist.

Die Zugkraftübersetzung ergibt sich nach der Quelle als unabhängig vom Wirkungsgrad der Dynamo und der Motoren.

Die größte Zugkraft, die die Diesellokomotive leisten kann, ist gegeben durch die höchste Drehzahl des Motors (größte Leistung in PS). Für eine gegebene Umdrehungszahl (gleichbleibende

Leistung) ist die Zugkraft umgekehrt proportional der Fahrgeschwindigkeit. Unter Berücksichtigung der Änderung von Drehzahl und Leistung des Motors kann die Zugkraft am Radumfang jedoch in stärkerem Maße geändert werden.

Eine weitere Grenze für die Zugkraft bildet die Erwärmung der Motoren und die Erregung. Je größer die auszubende Zugkraft, um so größere Werte der Stromstärke sind nötig, allerdings ändert sich die Stromstärke nur proportional der Wurzel aus der Zugkraft.

Der Höchstwert der Zugkraft kann daher nur während einer gewissen Zeitdauer geleistet werden, wie dies auch bei elektrischen Lokomotiven der Fall ist. Wird die Erregung auf ihrem Höchstwert gehalten, so zeigt sich die Zugkraft umgekehrt proportional der 2. Potenz der Fahrgeschwindigkeit veränderlich. Bei Geschwindigkeitssteigerungen über 38 km fällt daher die Zugkraft stärker als nach der aus der Leistung sich ergebenden Kurve, so daß die Lokomotive im allgemeinen nur für Güterzüge geeignet erscheint.

Dr. Ue.

### Die Lebensdauer amerikanischer Lokomotiven.

(Engineering 1923, Nr. 3020.)

In längeren Ausführungen, die vom Verfasser als ein Versuch zur Sammlung von Angaben über die Lebensdauer der Lokomotiven in den Vereinigten Staaten bezeichnet werden, wird dargetan, daß es irrig sei, anzunehmen, die amerikanischen Lokomotiven würden von vorneherein für eine kurze, aber starke Inanspruchnahme und frühzeitige Ausmusterung gebaut. Die Untersuchungen stützen sich auf ungefähr die Hälfte der größeren amerikanischen Bahnen.

Die Lokomotiven, die gegenwärtig aus dem Dienst zurückgezogen werden, haben ein mittleres Alter von mehr als 30 Jahren. Die Zurückziehung erfolgt meistens nicht etwa wegen eines mangelhaften Unterhaltungszustandes, sondern wegen veralteter Bauart, die den gesteigerten Verkehrsanforderungen nicht mehr entspricht und unwirtschaftlichen Betrieb zur Folge hat.

Die Notwendigkeit des Zurückziehens der älteren Lokomotiven als Folge der Indienstellung neuer, schwererer Lokomotiven ergibt sich aus nachstehender Übersicht, die das starke Anwachsen der Lokomotivgewichte erkennen läßt.

Beschaffungs-jahr	Gewicht der Personenzuglokomotiven			Gewicht der Güterzuglokomotiven	
	2 B t	2 B 1 t	2 C 1 t	1 D t	1 D 1 t
1870	30	—	—	41	—
1880	32,6	—	—	45,5	—
1890	40	—	—	54,5	—
1900	52	73	—	81	—
1910	—	91	114	104	114
1920	—	—	127	114	145

In ähnlicher Weise wie die Lokomotivgewichte sind auch die Wagengewichte angewachsen; der Bahnunterbau und die Brücken mußten dementsprechend verstärkt werden. Der Achsdruck der Lokomotiven wuchs z. B. von 13,5 t im Jahre 1890 auf 30 t und darüber im Jahre 1920 an. Nennenswerte weitere Steigerungen des Achsdruckes sind vorerst nicht mehr zu erwarten, da bei den gegenwärtigen Raddurchmessern und Raddrücken die Berührungsfäche zwischen Rad und Schiene bis aufs äußerste angestrengt ist. Eine weitere Steigerung der Lokomotivleistung kann daher nur durch Vermehrung der Zahl der Kuppelachsen erwartet werden, doch kommen die bereits vorhandenen schwersten Lokomotivbauarten „Mountain“ (2 D 1) im Personenzugdienst und „Santa Fe“ (1 E 1) im Güterzugdienst zur Zeit nur für größere Steigungen in Betracht.

Die Entwicklung des Wagenbaues wird in der nächsten Zeit eher verzögernd als beschleunigend auf den Lokomotivbau einwirken, da sie nicht gleichen Schritt mit dem Lokomotivbau gehalten hat. Dieser Umstand wird voraussichtlich eine Verlängerung der wirtschaftlichen Lebensdauer der in den letzten Jahren in Dienst gestellten Lokomotiven zur Folge haben.

Auf Nebenlinien mit leichterem Verkehr ist mitunter eine weit längere Verwendung der Lokomotiven als oben angegeben möglich. Die Louisville- und Nashville-Bahn besitzt z. B. nach ihrem letzten Ausweis 1306 Lokomotiven, von welchen 238 oder 25% schon 30

oder mehr Jahre Dienst geleistet haben und von diesen sind wieder 88 mehr als 40 Jahre und 20 mehr als 50 Jahre im Betrieb.

Ähnliche Verhältnisse zeigen sich auch bei anderen Eisenbahnen, so daß für die gegenwärtig ausscheidenden Lokomotiven ein durch-

schnittliches Lebensalter von 30 Jahren angenommen werden kann. Mitunter kommen allerdings Ausnahmen vor, wie ein alter Veteran von 67 Jahren (1856 erbaut) beweist, der heute noch in Valdosta (Georgia) in Dienst steht. Pfl.

## Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

### Einführung des elektrischen Betriebes auf der Strecke Rom—Tivoli.

Heft 21 Bd. LXXXIII vom 24. November 1923 von „Le Génie civil“ enthält einen kurzen Bericht über die Stromart und Lokomotiven für die elektrische Zugförderung auf der 40 km langen Strecke Rom-Tivoli, auf der zum Teil mit Steigungen von 15‰ ein Höhenunterschied von 170 m zu überwinden ist.

Auch für den elektrischen Betrieb dieser Linie, dessen Ausdehnung bis nach dem 130 km von Tivoli entfernten Sulmona mit Rampen bis zu 33‰ in Aussicht genommen sein soll, ist — wie in Italien allgemein üblich — Drehstrom vorgesehen; doch wird dieser hier nicht wie auf der Strecke zwischen Genua und dem Mont Cenis mit einer Spannung von 3000 Volt und mit  $16\frac{2}{3}$  Wellen, sondern mit 10000 Volt und 45 Wellen der Fahrleitung zugeführt, also mit einer Spannung und Polwechselzahl, welche die Verteilung der elektrischen Arbeit für Licht und Kraft in der üblichen Weise zuläßt. Die italienischen Staatsbahnen haben bei der in Mailand ansässigen Zweigstelle der Firma Brown-Boveri je 4 Personenzug- und Güterzuglokomotiven bestellt. Erstere mit der Achsanordnung 1 D 1 hat zwei Drehstrommotoren mit zusammen 2000 kW Leistung, welche, wie Abb. 1 zeigt, hochgelagert zwischen zwei Treibachsen angeordnet sind, während der Umspanner mit dem Übersetzungsverhältnis 10000/1000 über dem Zwischenraum der dritten und vierten Treibachse Platz gefunden hat. Zum Regeln der Geschwindigkeit stehen vier Stufen: 37, 50, 75 und 100 km/Std. zur Verfügung, mit Hilfe von selbsttätig sich schaltenden Flüssigkeitsanlassern erfolgt die Anfahrt. Die 91 t schweren Lokomotiven sind für Arbeitsrückgewinnung auf der Gefällstrecke eingerichtet, wobei das gesamte Zuggewicht abgebremst wird.

Die Güterzuglokomotiven mit 76 t Gesamtgewicht und der Achsanordnung E sind Fünf-Kuppler und gleichfalls für Arbeits-

Abb. 1. Personenzuglokomotive der Bahn Rom—Tivoli.

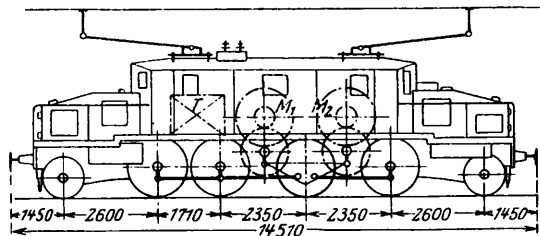
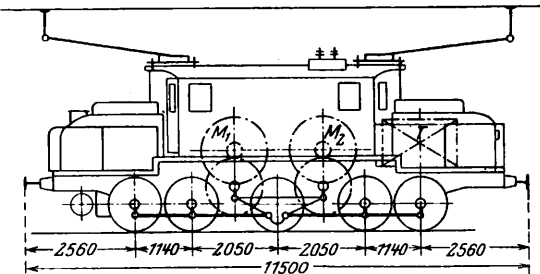


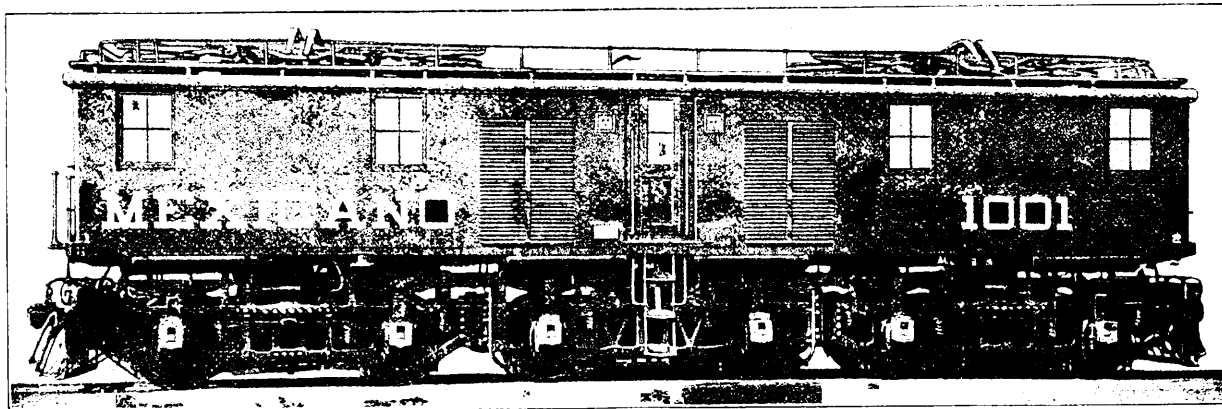
Abb. 2. Güterzuglokomotive der Bahn Rom—Tivoli.



rückgewinnung eingerichtet: beiderseits der mittleren Treibachse sind in Kästen die je 850 kW leistenden Triebmaschinen untergebracht, deren Schaltung nur zwei Geschwindigkeitsstufen, nämlich 25 und 50 km/Std. zuläßt. Der Umspanner ist, wie Abb. 2 zeigt, in dem einen Vorbau aufgestellt. Achs- und Stangenantrieb, sowie die elektrische Ausrüstung beider Lokomotivgattungen ist im übrigen einander ganz ähnlich. Naderer.

### Amerikanische Gleichstrombahnen.

In Heft 2, Seite 45, ist versehentlich die Abbildung der dort beschriebenen mexikanischen Gleichstromlokomotive weggeblieben. Wir geben sie daher nachträglich wieder. Die Schriftleitung.



Gleichstromlokomotive für 3000 Volt der Mexikanischen Eisenbahngesellschaft.

## Bücherbesprechungen.

Manson, Arthur J., Diplom-Elektro-Ingenieur der Westinghouse Electric and Manufacturing Company. „Railroad Electrification and the Electric Locomotive“. 332 S. 149 Abb. 9 Übersichten. Simmons-Boardman Publishing Company, New-York 1923. Zu beziehen durch die Vertretung des Verlags in London 34 Viktoriastreet S. W. 1 zum Preis von 18½ Sh zuzüglich Porto.

Bekanntlich ist die Westinghouse-Gesellschaft die Vorkämpferin für die Verwendung des einwelligen Wechselstroms für Vollbahnen im Gegensatz zur General Electric Company, welche die Anwendung des Gleichstroms vertritt, der in Amerika bis heute in überragender Weise für die elektrische Zugförderung benützt wird. Die Arbeit

aus der Feder eines führenden Vertreters der Westinghouse-Gesellschaft bietet daher für die Fachwelt der europäischen Länder, in welchen die Frage der Stromart in den vergangenen zehn Jahren zur Entscheidung reifen mußte, manches bemerkenswerte.

Das Buch umfaßt dreifig Abschnitte und einen Anhang. Nach einem kurzen Hinweis über die Vorteile des elektrischen Betriebes im ersten Abschnitte werden in den drei folgenden die elektrischen Maßeinheiten, sowie die Grundgesetze der Elektrizitätslehre in elementarer Form mit Beispielen behandelt. Dieser für Anfänger zugeschnittenen Einführung schließen sich einige Abschnitte an, in welchen die grundlegenden Gesetze des Stromverlaufs in Gleichstrom-, Drehstrom- und Wechselstrom-Erzeugern, sowie in den

Motoren der verschiedenen Bauarten zum Teil an Hand von Schalt- und Wicklungsbildern erläutert werden.

In weiteren Abschnitten sind die Kennlinien des Gleichstrom-, Einphasenstrom- und Drehstrom-Bahnmotors vorgeführt und die Möglichkeiten der Geschwindigkeitsregelung erörtert. Erst im elften Abschnitt geht der Verfasser auf die allgemeinen Grundbeziehungen zwischen den für die Zugförderung in Betracht kommenden Größen ein, wie Zugkraft, Beschleunigung, Zug, Neigungs- und Krümmungswiderstand, Geschwindigkeitslinie über Zeit usw. Besonders ist darauf hingewiesen, daß die in den Schaulinienbildern

(1 für Triebwagen mit 25 bis 60 t Gewicht,

1 für Züge von 0 bis 400 t Gewicht und bis 96 km/St.

1 für Züge von 0 bis 2000 t Gewicht und bis 96 km/St.)

wiedergegebenen Werte für den Zugwiderstand reichlich sind und zu nicht so niedrigen Widerstandswerten führen, wie andere Formeln oder die deutschen Versuche auf der Schnellbahn Berlin-Zossen vom Jahre 1903. Auch die zu Überschlagsrechnungen empfohlenen Werte für Lokomotiv- und Krümmungswiderstand liegen höher als die bei uns gebräuchlichen.

Im zwölften Abschnitt sind Dampf- und elektrische Lokomotiven, sowie deren Zugkraft und Leistungslinien einander gegenübergestellt, und zwar wählte der Verfasser zum Vergleich eine schwere Dampf-Personenzuglokomotive mit vier Treibachsen und 3 Laufachsen und eine elektrische Doppellokomotive 2 C 1 - 1 C 2 für den gleichen schweren Dienst auf Gebirgsstrecken. Beide Lokomotiven haben annähernd gleiches Gewicht; nämlich Dampflokomotive 274 t, elektrische Lokomotive 266 t; erstere entwickelt 2825 Dauer-PS, letztere 3200; die größte Zugkraft der Dampflokomotive beträgt 26 400 kg, der elektrischen Lokomotive 50 000 kg.

In weiteren Abschnitten werden die bekannten Arten der Geschwindigkeitsregelung bei Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstrommotoren behandelt; auf die bei Hoch- und Untergrundbahnen in Amerika übliche selbsttätige Beschleunigungsregelung durch ein Relais wird besonders hingewiesen und betont, daß für elektrische Lokomotiven diese wohl nicht in Betracht kommen kann, wenn ein Umschalten der Motoren während des Beschleunigungsvorganges in Frage kommt.

Ein weiterer Abschnitt ist den Arbeitsverlusten bei der Beschleunigung der Züge gewidmet.

Im XV. Abschnitt wird die Arbeitsrückgewinnung durch elektrische Bremsung erörtert; der Verfasser erblickt in dieser einen bedeutsamen Vorzug der elektrischen Lokomotive namentlich für Gebirgsstrecken und als Hauptvorteil eine Erhöhung der Betriebssicherheit, da der Führer den Zug besser in der Gewalt hat und Unfälle infolge loser Radreifen ausschneiden; von den in diesem Abschnitte dargestellten Schaltbildern ist auf die in Amerika übliche Anordnung einer besonderen Erregermaschine auf einer Laufachse der Lokomotive „axle generator“ für die Zwecke der Arbeitsrückgewinnung hingewiesen.

Nach Behandlung der Luftbrems-Ausrüstung und der hierfür nötigen Sondereile der elektrischen Lokomotiven schiebt der Verfasser im XVII. Abschnitt kurze Ausführungen über das Anwendungsgebiet der Gleichstrom- und Wechselstrom-Zugförderung ein und unterteilt die elektrischen Lokomotiven in solche mit Stromabnehmer und mit Stromzuführung durch dritte Schiene. Auf die Bauarten der Oberleitung wird in dem Buche nicht näher eingegangen; lediglich die von der American Electric Railway Engineering Association empfohlenen Maße zur Freihaltung des für die Oberleitung und Stromabnahme erforderlichen Raumes sind in einer mit Skizzen belegten Übersicht angegeben; ebenso die Raumhöhe für die unterstützte und hängende Stromschiene. Ausführlicher behandelt sind der Pantograph und die Stromabnehmer für die dritte Schiene. Die folgenden Abschnitte behandeln den Umspanner, die Hilfs- und Steuereinrichtungen, wie Verdichter, Lüfter, Widerstände, Hilfspesicher, elektrisch betätigte Druckluft- und elektromagnetische Schützen nebst ihrem Zubehör. Erst im XXII. Abschnitt geht der Verfasser dazu über, einige Bauarten neuzeitlicher Bahnmotoren in ihren Einzelteilen zu beschreiben; hieran schließt sich ein Abschnitt an über die Arten des Antriebs, beginnend von dem gewöhnlichen Zahnrad-Antrieb der Straßenbahnmotoren bis zum vereinigten Stangen- und Zahnradantrieb; die wiedergegebenen Bilder bringen nichts neues gegenüber dem ausführlichen Bericht, den M. G. Gibbs

für die 1922 in Rom abgehaltene Tagung des zwischenstaatlichen Eisenbahnverbandes ausgearbeitet hat. Nach einem kurzen Hinweis über die Instandhaltung und Beaufsichtigung der Lokomotive behandelt der Verfasser in längeren, mit Rechnungs-Beispielen versehenen Abschnitten eingehend die Geschwindigkeits-Zeit-Schaulinie und ihre Verwertung zum Bestimmen des Fahrplans, des Kraftbedarfes im Zusammenhange mit den Streckenverhältnissen, ferner die Anordnung und Belastungsverhältnisse der Unterwerke und Speiseleitungen. Der letzte Abschnitt enthält einen Ausblick auf die elektrische Betriebsart der Zukunft; in diesem weist Manson auf die allgemein gültige Tatsache hin, daß mit zunehmender Größe der elektrisch übertragenen Leistung die Übertragungsspannung immer größer geworden ist. Er schließt daraus, daß man beim elektrischen Eisenbahnbetrieb, wenn die Notwendigkeit auftritt, 7 bis 8000 Tonnen schwere Züge auf 10% Steigung zu befördern, auch aus wirtschaftlichen Gründen gezwungen sein wird, höhere Spannungen für die elektrische Zugförderung zu verwenden; dies wird nach seiner Ansicht nötig machen, zum Wechselstrombetrieb überzugehen.

Im Anhang gibt der Verfasser einen durch Tafeln unterstützten Überblick über die wichtigsten elektrisch betriebenen Bahnen Amerikas nebst den Kraftquellen, Unterwerken und deren Ausstattung, einschl. der Übertragungsleitungen und Betriebsmittel.

Diesen Tafeln schließen sich auch solche über die elektrisch betriebenen Bahnen in allen Weltteilen an, enthaltend deren Streckenlänge, Stromzuführungsart, Spannung und Stromart, Zahl der Lokomotiven und Triebwagen und Zeitpunkt der Aufnahme des elektrischen Betriebes. Festzustellen ist, daß von den in Deutschland elektrisch betriebenen Strecken die Linie Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden (elektrischer Betrieb aufgenommen 1914) in der Übersicht fehlt.

Das manche wertvolle Hinweise auf in Amerika übliche Bauformen enthaltende Buch ist seinem wissenschaftlichen Wert und seinem Inhalte nach für den „self made man“ bestimmt.

Naderer.

„Die Eisenbahnreform in Deutschland und Österreich.“ Zwei Abhandlungen von Dr. Adolf Sarter und Dr. Heinrich Wittek. Sonderabdruck aus dem Archiv für Eisenbahnwesen, Springer 1924, Preis 2 M.

Eine bedeutsame Zusammenstellung zur Geschichte des Tages. Der Aufbau der deutschen Reichsbahnverwaltung ist ein heils umkämpfter Bau. Arbeitseinstellungen, Angriffe der Industrie, Währungsverfall, Ruhrkrieg haben ihn oft und in steigendem Maße bedroht. Seine Eckpfeiler sind der Art. 89 der Weimarer Verfassung und der Staatsvertrag mit den Ländern, die ihre Eisenbahnen dem Reiche abgetreten haben. Noch ist der Wille der Verfassung nicht erfüllt. Die Verordnung vom 12. Februar 1924, mit der die Reichsregierung, gestützt auf das Ermächtigungsgesetz, das Unternehmen „Deutsche Reichsbahn“ schuf, ist eine Abschlagszahlung. Die gesetzliche Regelung soll noch folgen. Das ist die Entwicklung, die Sarter schildert. Alles ist noch im Flusse, und schon erscheint im Gesichtskreis der Plan der Sachverständigen um Dawes mit den Forderungen der Reparations-, will sagen Kriegsschadungskommission im Hintergrunde.

Anders die österreichischen Bundesbahnen; sie sind zu einem Abschlusse gelangt. Auch sie sind den dornenvollen Weg des Währungsverfalls und der Zuschufswirtschaft gegangen, bis der Bundeskanzler Dr. Seipel entschlossen den rettenden Weg beschritt. Nach der „Genfer Konvention“ mit ihrer Geldhilfe folgen die Bundesbahngesetze, und schließlic werden mit A. C. Worth Gesundheitspläne aufgestellt; in einer Zusammenarbeit, die offenbar als durchaus freundschaftlich empfunden wird.

So regt die bloße Zusammenstellung der beiden Aufsätze von selbst zu Vergleichen an. Dazu nur eine Randbemerkung: Der reichsdeutsche Schriftsteller spricht völlig arglos und ohne Vorbehalt von dem Vertrage von Versailles, als hätten sich die Gegner wirklich vertragen. Der Österreicher nennt das Kind beim Namen: „Der Zwangsfriede von St. Germain“. Erfreulich ist die Wärme, mit der Wittek dem reichsdeutschen Schwesterunternehmen Glück zu dem Wege wünscht. Schicksalsgemeinschaft . . .

Dr. Bl.