

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. Oktober 1924

Heft 13

Die Eisenbahnen des japanischen Inselreichs.

Nach einem vor der preuß. Akademie des Bauwesens am 7. Dezember 1923 gehaltenen Vortrage ihres Mitgliedes, des Geh. Oberbaurats a. D. Prof. Baltzer.

Japan besteht aus den vier großen Inseln Hondo, Shikoku, Kyushiu und Hokkaido, und zahllosen kleinen Inseln, deren Zahl auf mehr als 3 800 angegeben wird; es ist infolge dieser Zersplitterung des Festlandes und seiner ungemein reichen Küstengliederung von vornherein für die Herstellung eines zusammenhängenden Eisenbahnnetzes wenig geeignet. Die starke Küstengliederung, mit den tiefen Meereseinbuchtungen, nötigt die Eisenbahn an vielen Stellen zu weiten Umwegen, und die lebhaft entwickelte Küstenschifffahrt bereitet dem Güterverkehr dauernd starken Wettbewerb. Die hohen Gebirge, von denen das Innere des Landes durchzogen ist, bieten für die Überschienung durch Querbahnen besondere Schwierigkeiten, so daß deren Linienverhältnisse, bei Überschreitung hoher Wasserscheiden auf kurzem Anstiege, vielfach sehr ungünstig werden. Das stark zerrissene und zerklüftete Gelände erfordert für den Bahnbau zahlreiche kostspielige Kunstbauten, hohe Dämme, tiefe Einschnitte, Tunnelbauten von großer Zahl und Länge; die reißenden, völlig unregulierten Bergströme, die das Land durchziehen und bei kurzem Oberlauf durch starke Geröllbildung und Geschiebeführung ausgezeichnet sind, machen an den Übergangsstellen kostspielige Brückenbauten notwendig und bringen den Bahnen durch ihre regelmäßige wiederkehrenden Hochwässer und die damit verbundenen Änderungen ihres Stromlaufs besondere Gefahren. Auch die klimatischen Verhältnisse des Landes, lange Regenzeiten mit sehr starken Niederschlägen, häufige Taifune von größter Heftigkeit, in den nördlichen Provinzen schwere Schneeverhältnisse mit häufigen Schneestürmen, endlich die stetig wiederkehrenden Erdbeben stellen den Bau und Betrieb der Eisenbahnen vor schwierige Aufgaben und große Gefahren und machen ihn besonders kostspielig.

Das Land trat mit dem Jahr 1869 in das Eisenbahnzeitalter ein, und zwar nahm zunächst der Staat den Bahnbau selbst in die Hand. Unter Annahme britischer Ingenieure wurde von der Regierung der Bau der Strecken Tokio—Yokohama, 29 km, und Kobe—Osaka, 35 km, im Jahr 1870 begonnen, und erstere 1872, letztere 1874 dem Betrieb übergeben; 1877 folgte die Strecke Osaka—Kyoto, 47 km. In der Folge machte indes die Geldbeschaffung große Schwierigkeiten und die Regierung ging deshalb von ihrer anfänglichen reinen Staatsbahnpolitik ab und vergab zahlreiche Bahnkonzessionen an Privatgesellschaften, so an die Nippon-Eisenbahn-Gesellschaft für die Stammbahn von Tokio nach dem Norden von Hondo, Aomori, rd. 820 km, ferner für die Sanyobahn von Kobe nach Shimonoseki entlang der Südküste der Hauptinsel, 490 km, für die Kyushiubahn auf der gleichnamigen südlichen Insel, von Moji nach Nagasaki, Kumamoto und Jatsushiro, 436 km, und für die Hokkaido—Tankobahn, die auf der nördlichen Insel Hokkaido die staatliche Linie Otaru—Horonai erwarb und sich eine Konzession für die Verlängerung nach Muroran und Yubari sicherte. Neben diesen größeren Eisenbahnunternehmen entstanden auch zahlreiche ganz kleine Gesellschaften und bis 1891 wurden im ganzen rund 1870 km Bahnen durch Privatkapital her-

gestellt, während sich der Umfang des Staatsbahnbesitzes Ende 1891 auf rund 890 km, also noch nicht die Hälfte, belief. Nach dem siegreichen Kriege mit Russland wurde im Jahr 1906 die große Privatbahnverstaatlichung mit bemerkenswerter Schnelligkeit und Geschicklichkeit vorgenommen; mit ihr wurden 17 Privateisenbahnen, insgesamt 4 542 km Betriebslänge, in Staatsbesitz überführt und ihr verdanken die heutigen Staatsbahnen Japans im wesentlichen ihren starken wirtschaftlichen Aufschwung, der auch durch den Weltkrieg lebhaft gefördert wurde. Schon frühzeitig hatte die Regierung ein umfassendes Programm für den Ausbau der wichtigsten Eisenbahnlinien aufgestellt und durch seine allmähliche Ausführung sind heute fast alle Provinzen des Landes mit Eisenbahnen erschlossen. Das Staatsbahnnetz — ohne die Eisenbahnen auf Formosa, Korea und japanisch Sachalin — umfaßte am 31. März 1921 rund 10 400 km Betriebslänge, davon doppel- oder mehrgleisig 1 420 km, das sind 13,6%. An Privatbahnen — vorzugsweise Neben- und Kleinbahnen — bestanden gleichzeitig 140 mit rund 3 228 km Betriebslänge.

Als Spurweite kam von Anfang an die Schmalspur von 3 1/2' engl. = 1,067 m (Kapspur) zur Anwendung. Da für den Güterverkehr der Bahnen infolge der lebhaften Küstenschifffahrt auf eine sehr schnelle Entwicklung nicht zu rechnen war und da bei dem Vorherrschen der Gebirge beim Bahnbau starke Steigungen und Krümmungen in den Kauf genommen werden mußten, so war die Schmalspur mit ihren erheblich geringeren Anlagekosten für den Anfang zu rechtfertigen; auf die Dauer dürfte sie sich aber doch wohl als ein verhängnisvoller Fehler erweisen, da sie einer intensiveren Entwicklung der Eisenbahnen zum Großbetriebe, der Entfaltung größerer Zugleistungen und höherer Fahrgeschwindigkeiten im Wege steht und später nur mit hohen Geldopfern in die Vollspur umgewandelt werden kann. An ersten Anläufen hierzu hat es nicht gefehlt, sie sind aber bisher im Sande verlaufen, mit der Erkenntnis, daß es besser sei, das für den Umbau der Schmalspur erforderliche recht beträchtliche Kapital lieber zu neuen Bahnbauten — natürlich in der bisherigen Spur — zu verwenden.

Nachstehend werden die wichtigsten und technisch bemerkenswertesten Hauptbahnlinien vorgeführt:

1. Die Tokaidobahn Tokio—Kobe, 606 km, ist die erste und älteste, zugleich auch die wichtigste und verkehrsreichste Bahn Japans, das Rückgrat der heutigen Staatsbahnen; 1890 vollendet, seit 1913 in ganzer Ausdehnung doppelgleisig verbindet sie die beiden Hauptstädte Tokio des Ostens und Kyoto des Westens mit den wichtigen Handelsstädten Nagoya und Osaka und den verkehrreichen Häfen Yokohama und Kobe; der Kriegshafen Yokoska ist durch eine bei Ofuna nach Südosten abgehende kurze Stichbahn südlich Yokohama angeschlossen. Die Linienverhältnisse sind im allgemeinen günstig, soweit die Bahn nahe der Südküste der Hauptinsel Hondo verläuft; im übrigen bestehen drei größere Wasserscheiden: die höchste bei Gotemba, am östlichen Fusse des schneebedeckten erloschenen Vulkans, des Fuji berges, auf 457 m Meereshöhe, von beiden

Seiten mit Rampen 1 : 40 und Krümmungen von 300 m Halbmesser erreicht; die zweite liegt westlich Gifu bei Sekigahara am Biwasee auf + 268 m, und wurde später, 1899, durch einen Streckenumbau 60 m tiefer gelegt; die dritte liegt bei Otani östlich vor Kyoto auf 151 m Höhe; auch sie soll durch Herstellung eines 654 m langen Tunnels, mit Zufahrtsrampen 1 : 100, entsprechend gesenkt werden; Kosten der Ausführung 6 Millionen Yen*).

Eine wichtige Linienverbesserung zwischen den Stationen Kodzu und Numadzu zur Umgehung der erstgenannten Wasserscheide von Gotemba wird gegenwärtig durch Ausbau einer zum großen Teil der Südküste folgenden Umgehungslinie über Odawara und Atami vorgenommen, die Steigungen nicht über 1 : 100 erhalten und die durchgehende Strecke um 11,8 km abkürzen soll. Während die alte Strecke mit Rampen 1 : 40 die Höhe von 457 m ersteigt, soll die neue Linie nur auf 73 m ansteigen, erhält aber 23 Tunnel von 15,178 km Gesamtlänge, darunter einen rund 8 km langen Tunnel, der demnächst der längste in Japan sein wird. Die Baukosten der gesamten Ausführung sind auf 24,24 Millionen Yen veranschlagt. Für den lebhaften Durchgangsverkehr der Stammbahn bedeutet die neue Linie zweifellos eine wesentliche Verbesserung, abgesehen davon, daß sie die landschaftlich und klimatisch durch die Wärme des Golfstroms besonders bevorzugte Umgebung von Atami, den Mittelpunkt der gefeierten Riviera Japans, dem großen Verkehr erschließt. Atami selbst, berühmt durch seine heißen Quellen und intermittierenden Geysir, ist zur Zeit mit Odawara und Kodzu durch eine Kleinbahn verbunden. Vor 20 Jahren bestand dort eine höchst eigenartige, durch Menschenkraft betriebene sog. Jinrikshabahn, deren kleine Personenwagen in der Schmalspur bergauf von Kulis geschoben wurden, während sie bei der Talfahrt im Gefälle von selbst liefen und nach Bedarf gebremst wurden.

Die Tokaidobahn hat Tunnel, im allgemeinen eingeleisig, von 10,5 km Gesamtlänge. Daneben ist sie ausgezeichnet durch eine auffallend hohe Zahl von ansehnlichen Brückenbauten, von denen mehrere über 1 km Länge aufweisen. Zwischen den Stationen Ofuna und Ogaki, westlich Yokohama und Gifu, sind zur Unterführung der zahlreichen in den Provinzen Sagami, Suruga, Totomi, Mikawa, Owari und Mino aus dem Innern des Landes zur Südküste abfließenden Ströme nicht weniger als elf größere Strombrücken über den meist breiten und verwilderten Unterlauf der Ströme, nahe ihrer Mündung in den stillen Ozean, vorhanden. Die längste ist die über den Tenryufluß, 1229 m lang, bestehend aus 19 Öffnungen von je 200 = 60,96 m Stützweite; am nächsten kommt ihr die über den Oifuß, 1117,7 m lang, mit 16 Öffnungen der gleichen Weite; die übrigen Brücken haben Längen zwischen 200 und 572 m Länge. Da die Pfeiler für die Strombrücken des Stammgleises nur in der für eingeleisige Überbauten erforderlichen Breite ausgeführt waren, so mußte bei dem Ausbau des zweiten Gleises fast überall eine neue eingeleisige Brücke in angemessenem Abstände von der bestehenden hergestellt werden. Dabei wurden aber die Formen der Überbauten des alten Gleises bisweilen verlassen und für das neue Gleis beispielsweise statt der niedrigen Parallelträger hohe Halbparabelträger angewendet, eine Ausführung, die infolge ihrer Unruhe in der Erscheinung die Schönheit des Landschaftsbildes erheblich beeinträchtigt. Die eisernen Überbauten stammen zum größten Teil aus England oder Nordamerika und zeigen die dort üblichen Bauformen. Während die Ströme in der Regenzeit gewaltige Hochwasser führen und ihren Lauf oft stark ändern, ist in der trockenen Jahreszeit auf den ungeheuren Geröllfeldern des Strombettes meist nur ein ganz schwaches Rinnsal vorhanden.

*) 1 yen = 2,10 Goldmark.

Der Ausbau des zweiten Gleises in dem Abschnitt zwischen Kodzu und Numadzu, wo sich die Bahn von der Südküste landeinwärts wendet, um im Hakonegebirge den Kamm östlich des Fuji zu überschreiten, gab zu einer eigenartigen Anordnung in der Linienführung für das neue Gleis Veranlassung. Auf dieser Gebirgsstrecke zwischen den Stationen Yamakita und Oyama hat die Linie in einem enggewundenen Flusstal mehrere Felseinschnitte, Talübergänge und Tunnel. Die Ausführung des Unterbaues für das zweite Gleis unmittelbar neben dem ersten, hätte die Führung an steilen Gehängen im Anschnitt erfordert, eine Anordnung, die sehr schwierig und gefahrvoll geworden wäre. Infolgedessen wurde unterhalb der Station Oyama für das neue Gleis auf etwa 1,6 km Länge die getrennte Führung auf der andern Talseite des Flusses vorgezogen, wobei man außerdem den Bau zweier Strombrücken ersparte. Der Höhenplan der alten Strecke enthält den Mangel, daß für die Talbrücken von 30,5 oder 61 m Weite die durchgehende Steigung von 1 : 40 mehrfach durch eine 120 m lange Wagrechte unterbrochen war, für deren Anordnung wohl nur der Grund bestand, daß man das eiserne Tragwerk nicht in der Neigung zu haben wünschte. Der häufige Neigungswechsel, der bei einer derartigen Steilrampe für Berg- wie Talfahrt keinesfalls zweckmäßig ist, wurde bei dieser Gelegenheit beseitigt, indem man statt des gebrochenen Längenschnitts längere Stücke durchgehender Steigungen von 1 : 80 oder 1 : 75 anordnete und die eisernen Überbauten in diese Steigungen verlegte.

Beim Bau der Stammstrecke Tokio-Yokohama, der ersten Eisenbahn Japans, wurde der Bahnhof Yokohama merkwürdigerweise so angelegt, daß er mit der Weiterführung der durchgehenden Linie nach Kobe zur Kopfstation wurde. Demnach müssen alle durchgehenden Züge in Yokohama die Fahrtrichtung wechseln und damit die bekannten, mit jeder Kopfstation verbundenen Nachteile im Betriebe in den Kauf nehmen. Als im Kriege gegen China zahlreiche Truppenzüge von Nordjapan zur überseeischen Verschiffung nach Kobe und Hiroshima durchgeführt werden mußten, wurde zur Vermeidung der Kopfstation Yokohama eine doppelgleisige Schienenverbindung zwischen den beiden östlich und westlich gelegenen Vorstationen Kanagawa und Hodogaya hergestellt, die sich als äußerst nützlich erwies. Diese Gleisverbindung wird seit 1898 für alle Fernzüge benutzt, so daß diese seitdem den Bahnhof Yokohama nicht mehr berühren. Gleichzeitig werden besondere Pendelzüge zwischen Yokohama und Hodogaya für die Reisenden von und nach Yokohama gefahren, und diese müssen in Hodogaya umsteigen. Diese mit Zeitverlust verbundene Unbequemlichkeit wird natürlich in einer Handelsstadt von mehr als 420 000 Einwohnern sehr unangenehm empfunden und es erscheint daher naheliegend, daß man, wie verlautet, bei den bevorstehenden umfassenden Neubauten der Eisenbahn, die infolge der großen Zerstörungen des Erdbebens vom 1. September 1923 erforderlich werden, auf die gänzliche Beseitigung der Kopfstation in Yokohama Bedacht nehmen wird.

Von besonderer Bedeutung für die Tokaidobahn als deren nördliche Fortsetzung ist die Ausführung der viergleisigen Hochbahn von Tokio mit dem neuen Hauptbahnhof, die, obgleich schon seit längerer Zeit geplant, erst nach Verstaatlichung der früheren Nipponbahn (mit ihrem Endbahnhof Uyeno) mit vollem Erfolge ihrem Hauptzweck dienstbar gemacht werden konnte, die beiden wichtigsten Fernbahnhöfe von Tokio und die Bahnen des Südens und Nordens mit einander zu verbinden. Dezember 1914 wurde der Hauptbahnhof vollendet, nachdem Teile der Hochbahn schon früher fertig gestellt waren. Der alte Bahnhof Shinbashi wird seitdem nur noch für den Güterverkehr benutzt. Die Verlängerung der Hochbahn nach dem Norden der Stadt bis zum Bahnhof Uyeno ist in Ausführung. Der Unterbau der Hochbahn, die

im wesentlichen nach den s. Zt. von den Vortragenden aufgestellten Entwürfen*) ausgeführt zu sein scheint, besteht aus gemauerten Viadukt Pfeilern mit Ziegelgewölben und aus eisernen Überbauten für die Strafsenunterführungen. Die Kosten haben 9 976 000 Yen betragen. — Der neue Hauptbahnhof liegt auf dem freien Gelände östlich des kaiserlichen Schlosses und das dreigeschossige Empfangsgebäude westlich vor den von Süd nach Nord durchgehenden Hauptgleisen, die hier zur Aufnahme der vier hochliegenden Zwischenbahnsteige — 2 für den Fern-, 2 für den Ortsverkehr — auseinander gezogen sind. Das stattliche, sehr umfangreiche Gebäude ist in den Formen europäischer Renaissance errichtet und hat 3,8 Millionen Yen gekostet. Aus den ebenerdigen Flurräumen und Tunneln führen Treppen zu den Bahnsteigen hinauf. Gepäck und Post-sachen werden durch Aufzüge auf die Bahnsteige befördert. Hochbahnviadukt und das Gebäude des Hauptbahnhofs haben durch das Erdbeben vom 1. September vorigen Jahres nicht wesentlich gelitten. Östlich der hochgelegenen Gleise ist ein Güterbahnhof in Strafsenhöhe angeordnet, der durch zwei mit 1 : 60 steigende Rampengleise an die Hauptgleise angeschlossen ist. Das westliche Gleispaar der Hochbahn dient dem Stadt- und Vorortverkehr, das östliche dem Fernverkehr; auf dem ersteren ist elektrischer Betrieb mit oberirdischer Stromzuführung eingerichtet und seit Mai 1915 bis Yokohama durchgeführt. Auch die westliche Gürtelbahn von Tokio wird von Shinagawa bis Tabata und Akabane seit Dezember 1910 mit vierachsigen, 15 m langen elektrischen Triebwagen betrieben. Ferner steht die im Stadttinnern bei Manseibashi entspringende, nach Westen gerichtete Anfangsstrecke der früheren Kobubahn bis zur Station Nakano, 12,9 km, in elektrischem Betriebe, der noch vor der Verstaatlichung bereits im Jahr 1905 eingerichtet wurde; diese Strecke ist also die erste elektrisch betriebene Vollbahn in Japan. Es besteht die Absicht, hier den elektrischen Betrieb westlich bis zur Station Kokubunji (östlich Hachioji) durchzuführen und auf der Tokaidobahn in südwestlicher Richtung zunächst bis Kodzu auszudehnen, allmählich aber auf der ganzen Strecke von Tokio bis Kobe einzuführen. Die Arbeiten hierfür sollten 1923 begonnen und binnen sieben Jahren, bis 1929, vollendet werden. Die Gesamtkosten waren auf 67 Millionen Yen veranschlagt, wovon 35 Millionen auf die Fahrzeuge entfallen. Es sollen 9 Lokomotiven für besondere Expreszüge, 46 für gewöhnliche Schnellzüge, 107 für Orts- und Güterzüge beschafft werden. Die Kosten einer Expreslokomotive sind auf 250 000 Yen, einer Schnellzuglokomotive auf 70 000 Yen veranschlagt. Die Zugkraft der Lokomotiven soll gegen den bisherigen Zustand um 20 bis 30 v. H. gesteigert und die Wagenzahl der Personenzüge auf 12 bis 13 erhöht werden. Auf der Strecke Tokio-Kobe sollen in Abständen von 25 bis 30 km Umformerstationen, also im ganzen etwa 25 errichtet werden; in diesen soll der Drehstrom der durch Wasserkraft betriebenen Kraftstationen in Gleichstrom von 1500 Volt umgeformt werden, so daß die Zuglokomotiven mit Gleichstrom betrieben werden können. Der Streckenumbau soll von beiden Endpunkten aus in Angriff genommen werden; die ganze Ausführung aber dürfte sich infolge des Erdbebens vom September v. J. etwas verzögern.

2. Die Shin-Etsu- und Usui Pafs-Bahn von Takasaki nordwestlich Tokio in westlicher und nördlicher Richtung über Nagano nach Naoetsu an der Nordwestküste, eine der wichtigsten und verkehrsreichsten Querbahnen, 188,4 km lang, ist von hervorragender technischer Bedeutung wegen des in vereinigttem Reibungs- und Zahnradbetrieb durchgeführten Überganges über den Usui-Pafs, der auf 947 m Meereshöhe mit einer 8,4 km langen Zahnrad-

strecke mit Höchststeigungen von 1 : 15 (= 67 v. T.) überschritten wird. Die Bahn hatte von Anfang an einen sehr lebhaften durchgehenden Personen- und Güterverkehr, insbesondere kommen hier die Seidenkokons in großen Mengen alljährlich regelmäÙig zur Verfrachtung. Es war daher ein erhebliches Wagnis, auf dieser eingleisigen Hauptbahn durch Anwendung von Dampflokomotiven Abtscher Bauart in vereinigttem Reibungs- und Zahnradbetrieb die Wagenzüge des gewöhnlichen Betriebes über die hochgelegene Wasserscheide der Zahnradstrecke zu befördern. Die Linienverhältnisse dieser Strecke sind infolge des gebirgigen Geländes insofern besonders schwierig, als auf der östlichen Steilrampe vor der Wasserscheide bei Karuizawa 26 Tunnel von 4,45 km Gesamtlänge, der längste 550 m lang, erforderlich wurden; auch fünf größere gewölbte Viadukte, z. T. von beträchtlicher Höhe über der Talsohle kamen hier zur Ausführung. Die Zahnradstrecke ist mit eisernem Oberbau ausgerüstet, der in Deutschland angefertigt wurde; die Zahnstange besteht aus drei Flacheisenlamellen mit versetzten Stößen nach dem Vorbild der Harzbahn Blankenburg—Tanne; ungefähr in der Mitte der Zahnstrecke ist eine wagrechte Kreuzungsstation (bei Kumanodaira) angelegt. Am 1. April 1893 wurde der Betrieb eröffnet; die ersten Zahnradlokomotiven stammten aus der Deutschen Lokomotivfabrik von Kessler in Esslingen. Bei dem stetig wachsenden Verkehr ergaben sich alsbald beträchtliche Schwierigkeiten im Betriebe aus der sehr starken Rauchentwicklung in den Tunneln bei der verhältnismäÙig langsamen Bergfahrt, wobei die am Schluß des Zuges befindliche Lokomotive aus den ihr in großer Menge entströmenden Rauchgasen nicht herauskommt. Diese Rauchplage war für die Reisenden und das Lokomotivpersonal äußerst lästig, bei letzterem kamen sogar Ohnmachtsanfälle vor. Diesen Schwierigkeiten wurde zunächst dadurch mit Erfolg abgeholfen, daß man am untern Mundloch der Tunnel Vorhänge aus Segeltuch anbrachte, die unmittelbar nach Einfahrt des Zuges in den Tunnel geschlossen wurden. Die von der Zuglokomotive in großer Menge ausgestoßenen Dämpfe schlagen sich im Tunnel alsbald nieder und da der geschlossene Vorhang ein Nachströmen frischer Luft durch das untere Tunnelmundloch verhindert, so bildet sich hinter der Lokomotive ein luftverdünnter Raum, in dem die Rauchgase zurückgehalten werden, vom oberen Tunnelmundloch aus wird frische Luft von außen heftig angesogen, die von den Reisenden in den Wagen als kühler Luftstrom höchst angenehm empfunden wird. Sobald der Zug den Tunnel durch das obere Mundloch verlassen hat, wird der Vorhang geöffnet und der ganze Rauchschwaden zieht nun mit einem Male schnell nach oben hin ab, so daß sich die Luft im ganzen Tunnel erneuert. Mit Einführung der Tunnelvorhänge war also die Rauchplage überwunden.

Indefs stieg der Verkehr weiter, so daß man bei den durch die Linienverhältnisse beschränkten Zugeinheiten bald an die Grenze der Leistungsfähigkeit — 36 Zugfahrten für den Tag — kommen mußte. Gründliche Abhilfe schuf man durch Einführung elektrischen Betriebes, der im Mai 1912 eröffnet werden konnte. Es sind 12 elektrische Lokomotiven von je 42 1/2 t Dienstgewicht mit zwei Motoren von je 330 PS beschafft worden; der elektrische Strom wird ihnen durch eine dritte, neben dem Gleis angeordnete Schiene zugeleitet. Es werden jetzt Züge von 14 Wagen durch zwei zusammengekuppelte Lokomotiven befördert und die Fahrzeit für die Bergfahrt konnte auf der Zahnradstrecke von 70 auf 43 Minuten herabgesetzt werden. Die Kraftstation zur Lieferung des elektrischen Stromes von 650 Volt Spannung liegt an der unteren Endstation der Zahnstrecke bei Yokogawa und ist mit drei Dampfmaschinen zu je 1000 kW ausgerüstet, die dreiphasigen Strom von 6600 Volt erzeugen. Dieser wird durch unterirdisch verlegte Kabel den beiden Unterstationen zugeleitet

*) Vergl. „Die Hochbahn von Tokio“, vom Verf. in der Ztschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure 1903 Nr. 47, 50 und 51, Seite 1689, 1805, 1847 u. ff.

und daselbst in sechsphasigen Strom von 240 Volt und sodann in Strom von 650 Volt umgeformt. Die beiden Unterstationen sind an dem höchsten und tiefsten Punkt der Zahnstrecke angelegt. Die Stromleiterschiene ist eine Stahlschiene von Doppelkopfform mit rund 30 kg metrischen Gewichts; ihre Kontaktfläche liegt 159 mm über S. O., in einem Abstände von 1,473 m von der Gleismitte.

Die Kosten der Einrichtung des elektrischen Betriebes haben rund 2 269 000 Yen betragen; davon entfallen auf:

die Kraftstation in Yokogawa .	763 648 Yen
die zwei Unterstationen	311 471 »
die Streckenausrüstung	541 065 »
die elektrischen Lokomotiven .	472 810 »

Die Bewältigung des hier vorliegenden starken Verkehrs auf dieser schwierigen Gebirgslinie im elektrischen Betriebe ist jedenfalls eine sehr beachtenswerte Leistung.

3. Die Chuo- oder Nakasendo-, d. h. Inlandbahn von Hachioji, westlich Tokio, über Kofu in nordwestlicher Richtung nach Shiojiri, hier sich gabelnd in eine nördliche Linie über Matsumoto nach Shinonoi, Nagano und Naoetsu zur Westküste, und in eine südwestliche Linie durch das Kisotal nach Nagoya, im ganzen etwa 480 km, erschließt die ganz im Binnenland gelegenen Provinzen Kai, Shinano und Mino und ist infolge des von ihr durchschnittenen Gebirgslandes ebenso reich an schwierigen Kunstbauten, Brücken, Tunneln usw. wie an malerischen Gebirgsszenerien und anmutigen Landschaftsbildern. Die Bahn verdankt ihr Entstehen im wesentlichen der Forderung der Landesverteidigung, für die an der Südküste der Hauptinsel Honshu geführte Tokaidobahn aus strategischen Rücksichten eine den militärischen Angriffen von der See her gänzlich entzogene Ersatzlinie im Innern des Landes zu gewinnen. Wie bei allen Querbahnen des Landes sind die Linienvhältnisse sehr ungünstig, Höchststeigungen bis 1:40 und schärfste Krümmungen bis zu 300 m Halbmesser. Durch Erschließung der wichtigen Seidenbezirke von Okaya und Suwa am See Suwako wird die Verfrachtung der Maulbeerblätter und Seidenkokons erleichtert und auf größere Entfernungen ermöglicht und dadurch die für Japan äußerst wichtige Seidenausfuhrindustrie erheblich gefördert. Die Strecke westlich Hachioji bis Kofu enthält auf 85 km 42 Tunnel mit einer Gesamtlänge von 18,8 km, darunter der Sasagotunnel von 4,65 km Länge, 1902 vollendet, und der Kobotokotunnel, 2,55 km lang, 1900 vollendet. Im Kisotal wurden mehrere große Brückenbauten, zahlreiche Futtermauern, Dämme bis 40 m Höhe, tiefe Felseinschnitte u. dergl. erforderlich. Die Bahn ist wegen ihrer technischen Schwierigkeiten und landschaftlichen Schönheiten eine besondere Schenswürdigkeit des Landes.

4. Die Querbahn Fukushima-Yonezawa bildet das Anfangsglied der in Fukushima aus der Nordbahn Tokio-Aomori nach Nordwesten abzweigenden Ou-Bahn, die über Yamagata und Akita nahe der japanischen Nordwestküste bis Aomori durchgeführt ist; sie verdient als schwierige 40,8 km lange Bergstrecke über den Itaya-Paß, der mit Rampen von 1:30 Höchststeigung und Krümmungen von 300 m kleinsten Halbmessern auf einer Höhe von 627 m über dem Meere überschritten wird, wegen ihrer eigenartigen Stations- und Fanggleis-Anlagen Erwähnung. Die beiden Zwischenstationen vor und unmittelbar hinter der Wasserscheide, die in einem 1615 m langen Scheiteltunnel erreicht wird, sind neben dem in unverminderter Steigung durchgehenden Hauptgleis so angelegt, daß die unmittelbare Einfahrt nur für einen in der Talfahrt befindlichen Zug möglich ist, während der in der Bergfahrt eintreffende Zug nur durch Zurücksetzen, nachdem er in der Steigung über die Bahnhofswenche hinaus vorgezogen ist, in die wagrecht liegende Station einfahren kann. Umgekehrt kann die Ausfahrt aus der Station ohne weiteres nur für einen zu Berg fahrenden Zug erfolgen, während bei der Talfahrt

der Zug zunächst in der Steigung bis über die Bahnhofswenche zurücksetzen muß, um dann erst nach Umstellen der Wenche in die Gefällstrecke einzufahren. Die Anordnung gestattet auch ein Kreuzen von Zügen, wobei der später eintreffende Zug der Berg- oder der Talfahrt an der Station ohne anzuhalten vorbeifahren muß, wenn nicht ein besonderes Kreuzungsgleis in der Station vorgesehen ist; die Anordnung ist von der sogenannten »Spitzkehre« insofern also grundverschieden, als die Züge für die Weiterfahrt ihre Fahrriehung unverändert beibehalten; sie ist mit erhöhter Betriebssicherheit verbunden, indem ein Ablaufen von Wagen aus der Station in die Gefällstrecke ausgeschlossen ist. Auch die Baukosten werden günstig beeinflusst, weil die Länge der für die Station erforderlichen Wagrechten bei der zur Ersteigung der Gesamthöhe erforderlichen Längenentwicklung der Linie nicht in Anrechnung kommt. Das Zurücksetzen in einer Steigung von 1:30 dürfte aber nur für kürzere Güterzüge unbedenklich sein und erfordert jedenfalls große Aufmerksamkeit und Vorsicht im Betriebe.

An den Fußpunkten der beiden 17 und 11 km langen Steilrampen (1:30) der Linie, oberhalb der Stationen Niwasaka und Sekine, km 7 und 35, ist vor der Einfahrt in die Station ein sog. Fanggleis, 2,2 und 1,4 km lang angelegt, das nach einer kurzen Gefällstrecke von 1:60 vor Niwasaka eine längere Wagrechte, 280 m, daran anschließend Gegensteigungen nacheinander 1:100, 1:40 und 1:25 in den Längen von 520, 440, 360 m nebst einer Wagrechten von 520 m, durch Prellbock abgeschlossen aufweist. Bei der Anlage von Sekine sind die Abmessungen etwas geringer. Das Fanggleis soll etwa von oben her ablaufende Wagen oder Zugteile auffangen und durch den Widerstand der Gegensteigung allmählich zum Stillstand bringen, ohne daß sie in der vorliegenden Station Unheil anrichten können. Das Fanggleis bei Niwasaka zweigt aus dem mit 1:60 fallenden Hauptgleis mittels einer Linksweiche ab und dreht sich mit einer kurzen Krümmung von 240 m Halbmesser, auf die eine längere von 500 m Halbmesser folgt, um nahezu 180°, so daß es in seinem oberen Auslauf ungefähr mit dem Hauptgleis gleichgerichtet ist und sich dem Gelände gut anpaßt. Die Ablenkungsweiche im Hauptgleis muß stets auf das Fanggleis gestellt bleiben und wird nur für die durchfahrenden Züge geöffnet. Im April 1899 wurden in Gegenwart des Verfassers Versuche mit dem Fanggleis in Niwasaka angestellt. Ein von beträchtlicher Höhe abgelassener Güterwagen durchfuhr mit hoher Geschwindigkeit den krummen Strang der Wenche und entgleiste unmittelbar dahinter in der Gleiskrümmung von 240 m Halbmesser, ohne überhaupt in die obere Gegensteigung des Fanggleises zu gelangen. Die der Weichenkrümmung fehlende Überhöhung der äußeren Schiene mußte bei der beträchtlichen Ablaufgeschwindigkeit, die mindestens 63 km/Std. betragen haben dürfte, zu der Entgleisung führen. Die Anlage des Fanggleises, das demnach überhaupt nicht zur Wirkung gelangte, erwies sich als verfehlt; die Kosten der Anlage, die auf 200 000 M. angegeben wurden, erschienen nutzlos aufgewendet. Die Zwecklosigkeit derartiger Fanggleise, die noch an einigen anderen Stellen in Japan ausgeführt sind, dürfte damit zweifelsfrei festgestellt und jetzt auch in Japan erkannt sein. Ausführungen ähnlicher Art auf Eisenbahnen in Europa sind dem Verfasser bisher nicht bekannt geworden.

5. Die Nipponbahn, 1906 verstaatlicht, umfaßt im wesentlichen die Bahnen nördlich von Tokio, insbesondere die Stammbahn von Tokio über Omiya, Utsunomiya, Fukushima und Sendai nach der nördlichen Hafenstadt Aomori, 735 km, von wo Reisende und Güter mittels des der Bahn angegliederten Dampferdienstes nach Hakodate auf der 60 Seemeilen entfernten nördlichen Insel Hokkaido, mit Dampfer oder Fährschiff überführt werden. Die Nipponbahn hat im allgemeinen günstige Linienvhältnisse. Die Stammbahn ist vom Bahnhof Uyeno

in Tokio bis Utsunomiya doppelgleisig; in letzter Station zweigt nordwestlich eine Bahn ab nach Nikko, der berühmten Tempelstadt, die mit ihren weihvollen Schogungräbern als Nationalheiligtum Japans gilt und von zahllosen Wallfahrern und allen Fremden besucht wird. Die Strecke hat daher einen besonders lebhaften Personenverkehr.

6. Die Sanyobahn von der Hafenstadt Kobe entlang der Südküste der Hauptinsel Honshu nach Shimonoseki (japanisch Bakan) 442 km, bis Himeji zweigleisig, hat sehr schlanke Linienverhältnisse und konnte daher frühzeitig einen guten Schnellzugdienst für den durchgehenden Reiseverkehr ausbilden. Die Fahrt auf der Stammbahn entlang der in Wort und Bild gefeierten Inlandsee bietet viele malerische Landschaftsbilder und ist insofern besonders genussreich. Die Reisenden und Güter des durchgehenden Verkehrs werden in Shimonoseki durch Fährboot über die Meerenge von Moji nach der südlichen Insel Kiushiu übersetzt. Die sehr verkehrsreiche Meerenge, in der ein Ebbe- und Flutstrom von ungewöhnlicher Stärke besteht, ist an der schmalsten Stelle nur etwa 600 m breit und schon lange werden hier Pläne zur Ausführung einer unterirdischen Tunnelverbindung für den durchgehenden Eisenbahnverkehr erwogen; eine feste Brücke ist wohl wegen der Schifffahrt und mit Rücksicht auf die Landesverteidigung ausgeschlossen.

7. Die Kiushubahn besteht im wesentlichen aus der im Dezember 1888 vollendeten Stammbahn von der Nordspitze der Insel nach Westen und Südwesten, d. h. über Kokura nach Hakata, Tosu, Kurume, Kumamoto und Yatsushiro, 230 km, mit den beiden westlichen Zweigbahnen nach dem Handelshafen Nagasaki und dem Kriegshafen Sasebo. Die ersten Abschnitte Moji-Hakata und Tosu-Kumamoto der damaligen Privatbahn wurden von unserem Landsmann Rumschöttel, nachmaligem Direktor der Schwartzkopffschen Lokomotivfabrik, unter Verwendung deutscher Oberbaustoffe und Fahrzeuge, erbaut. Der im Nordosten der Insel liegende japanische »Kohlenbezirk« nebst dem staatlichen Stahlwerk von Yawata, gegenüber Wakamatsu, werden von der Kiushubahn bedient.

Über die Ausführung der Eisenbahnen im allgemeinen ist anzuführen, daß sie in ihrem Höhenplan dem Gelände meist übermäßig angepaßt sind, um den Umfang der Erdarbeiten einzuschränken; die Folge sind sehr rasch aufeinanderfolgende Gefällwechsel, viele verlorene Steigungen (besonders an Stromübergängen) und Gefälle und starke Krümmungen der Linien. Der Schutz gegen Hochwassergefahren ist nicht immer ausreichend, zumal die unregulierten Ströme bei Hochwasser ihren Lauf oft stark ändern und dabei die Endwiderleger wegreißen oder hinterströmen. Dabei werden längere Betriebsunterbrechungen oft unvermeidlich, aber die Wiederherstellungsarbeiten werden meist mit Geschicklichkeit und Schnelligkeit durchgeführt. Die Stationsgebäude sind im allgemeinen in der landesüblichen Bauweise, durchaus zweckentsprechend hergestellt; massive Gebäude mit europäischen Architekturformen, die eine monumentale Wirkung erzielen sollen, sind nur an einzelnen Punkten, wie Tokio, Yokohama, Kyoto, Osaka, ausgeführt. Die weitgehende Ausstattung der Stationen mit Brunnen und zweckmäßig angelegten Wascheinrichtungen für die Reisenden ist hervorzuheben. Die Bahnsteige werden etwas erhöht neben den Gleisen angelegt und zwar meist als Außenbahnsteige, und durch ziemlich steile Treppen und Gleisbrücken so miteinander verbunden, daß ein Überschreiten der Gleise in Schienenhöhe vermieden wird; Bahnsteigtunnel kommen sehr selten zur Anwendung.

Betrieb und Verkehr: Die vorhandenen drei Klassen der Personenwagen stehen in der Ausstattung etwa unserer zweiten bis vierten Klasse gleich; der gewöhnliche Japaner duldet klaglos in der dritten Klasse auf den ziemlich engen und schmalen Sitzbänken eine starke Zusammenpferchung;

dagegen reist der vornehme Japaner und der Europäer in der gepolsterten ersten und zweiten Klasse recht bequem. Das fehlende Kopfpolster vermisst der weniger verweichlichte Japaner nicht, da er in jeder Körperhaltung schlafen kann. Die durchgehenden Schnellzüge führen lange Wagen mit Drehgestellen und Eingängen an den Endplattformen. Während diese Wagen sich durch ruhigen Gang auszeichnen, kann man dies den zweiachsigen Wagen mit kurzem Radstande weniger nachrühmen, die in den gewöhnlichen Zügen überwiegen. Die Schnellzüge der Hauptlinien haben meist Schlaf- und Speisewagen, deren Einrichtung und Ausstattung einwandfrei ist; elektrisch angetriebene Fächer sorgen in der heißen Jahreszeit für Lüftung und Kühlung. Die reichlich angeordneten, mit Sonnenblenden versehenen Fenster machen die Hitze und Schwüle der Sommermonate erträglich, wobei freilich infolge der sehr weichen, stark rufenden japanischen Kohle die Rauch- und Rufsbelästigung oft recht unangenehm fühlbar wird. Die Schnellzüge sind meist elektrisch beleuchtet, während die Öllampen in den gewöhnlichen Zügen oft eine nur dürftige Beleuchtung der Wagen darbieten.

Bei den Güterwagen macht sich das allmähliche Ansteigen des Ladegewichts stark bemerkbar; der Durchschnitt beträgt zur Zeit etwa 11,45 t. Bei der Kohlenbeförderung sind Trichterwagen und Wagen von 18 t Ladegewicht in Anwendung. Als Kupplung wird überwiegend eine selbsttätige Mittelkupplung nach nordamerikanischer Form verwendet. Als durchgehende Bremse dient in den Personenzügen die Hardysche Luftsaugbremse; für die Güterzüge soll die Einführung der Kunze-Knorr-Bremse in Aussicht genommen sein.

Die Lokomotiven arbeiten vielfach mit Heißdampf. Ölfeuerung ist auf vielen Strecken in Gebrauch, um die in den Tunneln der Steilrampen sonst unvermeidliche Rauch- und Rufsbelästigung zu verhüten, die durch die weiche Kohle sehr gesteigert wird. Zu demselben Zwecke wird auf Strecken mit starken Steigungen auch Ölfeuerung mit Kohle gemischt angewendet. Dieser gemischte Brennstoff wurde auch auf Zügen eingeführt, die durch Stadt- und Vorortbezirke fahren, um Schadenfeuer zu verhüten und die Rauchbelästigung zu verringern.

Trotz der Schmalspur reist der Europäer auf der Eisenbahn recht bequem und die landschaftliche Schönheit der Umgebung, z. B. an der Inlandsee oder an den Gebirgsübergängen und in den malerischen Flusstälern, wie z. B. im Kisotale der Nakasendobahn, macht das Reisen höchst reizvoll.

Die Fahrgeschwindigkeit der Züge ist im allgemeinen bescheiden und erreicht etwa die unserer Nebenbahnen; sie wird beeinträchtigt durch die Schmalspur, durch das Überwiegen der starken Steigungen und Krümmungen und durch die Eingleisigkeit der Strecken. Ausnahmen bilden einige Schnellzüge der Tokaido-, Nippon- und Sanyobahn, bei denen Reisegeschwindigkeiten von 50 km/Std. erzielt werden. Auf Beschleunigung der Züge ist man im fernen Osten im allgemeinen weniger bedacht, als in dem überhastigen Europa, weil man dort den Wert der Zeit noch nicht so hoch schätzt, als bei uns. Die Pünktlichkeit des Zugdienstes leidet durch die zahlreichen gemischten Züge, bei denen die Bedienung des Güterverkehrs Anlaß zu Verspätungen gibt, und durch die überwiegende Eingleisigkeit der Strecken (86,5%), auf denen sich jede einmal eingetretene Verspätung auf die kruzenden und nachfolgenden Züge überträgt. Dieser Unpünktlichkeit steht der Japaner aber im allgemeinen sehr duldsam gegenüber, da ihm die Hast des Europäers fremd ist.

Das Signalwesen beruht auf dem englischen Signalsystem, dessen Formen auf den Staatsbahnen eingeführt sind; nach englischem Vorbild wird auch links gefahren. Weichen- und Signalstellwerke sind auf größeren Stationen in Anwendung und werden allmählich immer mehr eingeführt. Befremdlicher Weise sind die Eisenbahnen nach englischen Meilen (und

Chains) eingeteilt, das heimische nationale Maß des Ri, Ken und Shaku ist hierbei unterdrückt; sogar die Tarife im Personen- und Güterverkehr werden nach dem schwerfälligen englischen Maß berechnet.

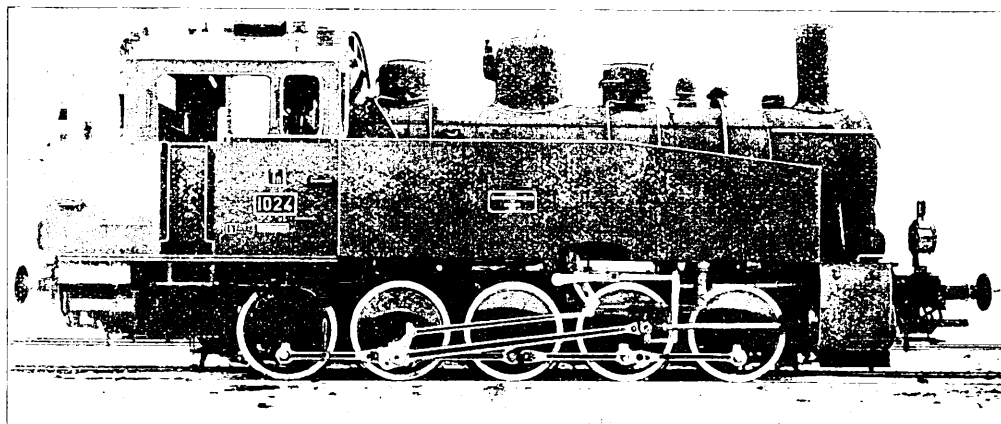
Das Wirtschaftsbild der Staatsbahnen hat sich seit der Verstaatlichung von 1906 ungemein günstig entwickelt. Der Weltkrieg brachte Japan außerordentliche Vorteile und verhalf vor allem seiner Industrie zu großer Selbständigkeit. Aber die schweren Erschütterungen des europäischen Wirtschaftslebens blieben nicht ohne Wirkung bis nach dem fernen Osten, wie die nachstehende Übersicht der Betriebsergebnisse für die Rechnungsjahre 1914/15 bis 1920/21 erkennen läßt. Zum ersten Male zeigt sich für 1920/21 ein Rückgang gegen das Vorjahr im Reinüberschuss von 64,4 auf 54,4 Millionen Yen und in der Kapitalverzinsung von 7,7 auf 7,0%. Infolge der

	1914/15	1918/19	1919/20	1920/21
in Millionen Yen				
Roheinnahme	112,2	243,5	303,9	350,7
Betriebsausgabe	57,2	144,1	202,8	242,2
Betriebszahl 0/0	50,97	59,17	65,4	69,1
Betriebsüberschuss	55,0	99,4	107,1	108,5
in 0/0 des Anl.-Kapitals	5,5	7,8	7,7	7,0
Reinüberschuss	—	47,4	64,4	54,4

E-h 2 Nebenbahn Tenderlokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahn.

Als Ersatz für ältere, zu schwache und unwirtschaftlich arbeitende Nafsdampflokomotiven im Nebenbahnbetrieb hat die frühere Württembergische Staatsbahn in den Jahren 1921 und 1922 noch 30 E-Tenderlokomotiven nach eigenem Entwurf in Dienst gestellt, die von der Maschinenfabrik Esslingen gebaut wurden. Dem genannten Verwendungszweck entsprechend sollten die Lokomotiven mit vollen Vorräten einen größten Achsdruck

Abb. 1. E-h 2 Nebenbahn-Tenderlokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahnen.



von nicht mehr als 12,5 t erhalten (tatsächlich ist derselbe etwas größer ausgefallen); auch sollten sie einerseits befähigt sein, Krümmungen bis herab zu 100 m Halbmesser zwanglos zu durchfahren und andererseits bei einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/Std. in der Geraden und in Krümmungen noch vollkommen ruhigen und sicheren Gang haben.

Es ist deshalb die Gölsdorfsche Achsenanordnung gewählt worden, die in Württemberg seit 1905 an einer großen Anzahl von E und 1 F-Lokomotiven mit gutem Erfolg verwendet wird; die erste, dritte und fünfte Achse haben beiderseits in den Lagern 22 mm, die Kuppelstangen auf den entsprechenden

außerordentlichen Steigerung der Arbeitslöhne und fast aller Rohstoffpreise zeigen die Betriebsausgaben eine Zunahme von 202,8 auf 242,2 Millionen, d. h. um 19,4%, während die Roheinnahmen von 309,9 auf 350,7 Millionen, also nur um 13,15% gestiegen sind. Daher das Ansteigen der Betriebszahl von 65,4 auf 69,1%. Es ist also auch hier dafür gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen. Das furchtbare Erdbeben vom 1. September 1923, dessen Wirkungen den Staatsbahnen nach japanischen Mitteilungen einen Schaden von rund 95 Millionen Yen verursacht haben sollen, wird zunächst eine weitere Trübung des Wirtschaftsbildes herbeiführen.

Infolge des Wettbewerbs der Küstenschifffahrt ist das Erträgnis des Güterverkehrs gegenüber dem Personenverkehr noch immer recht gering; für die Rechnungsjahre 1919/20 und 1920/21 belief sich die Einnahme aus dem Güterverkehr auf 131,8 und 132,0 Millionen Yen gegenüber einer Einnahme aus der Personenbeförderung von 141,5 und 180,2 Millionen. Der Personenverkehr ist ungemein lebhaft, er umfaßt in den genannten Jahren 357,8 und 405,8 Millionen Reisende, während nur 59,9 und 56,6 Millionen Gütertonnen befördert wurden. Die Durchschnittsfahrt für die Person betrug 22,2 und 20,7 engl. Meilen, dagegen für die Gütertonne 105,0 und 104,7 engl. Meilen.

Der Betriebsabschluß der Staatsbahn bleibt trotz des eingetretenen Rückschlages von einem Fehlbetrage noch weit entfernt, und das Staatsbahnsystem wird in Japan als große wirtschaftliche Wohltat empfunden.

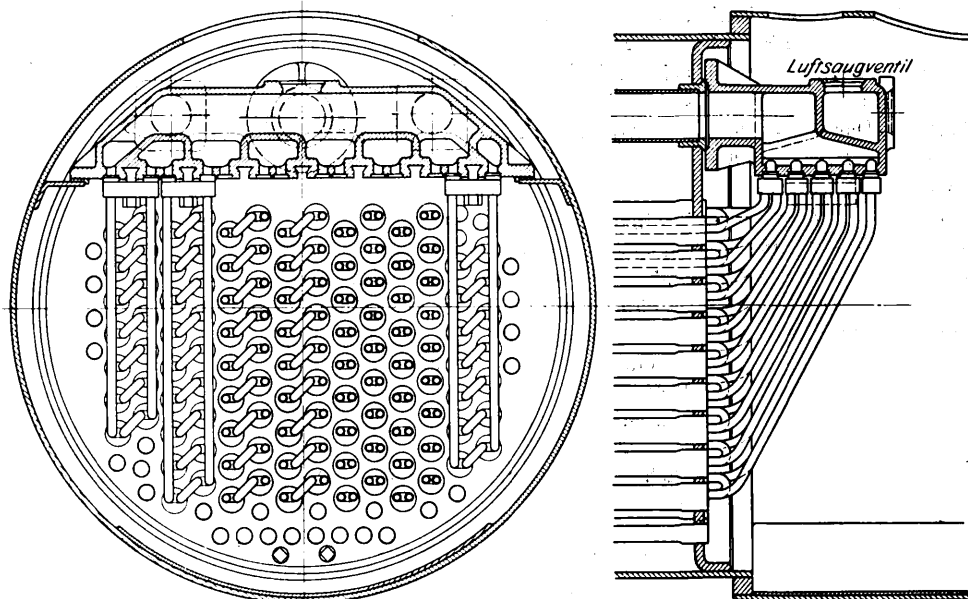
Zapfen 25 mm Seitenverschiebung. Die Rahmenwangen bestehen aus 20 mm starken Blechen, die durch senkrechte und wagrechte Blechversteifungen gut verbunden sind. Die Tragfedern liegen sämtlich unter den Achsen; diejenigen der beiden vorderen und der beiden hinteren Achsen sind je durch Ausgleichhebel verbunden, die mittlere Achse ist für sich abgefedert. Die Zughaken haben seitliches Spiel; ihr Angriffspunkt ist möglichst nahe an die Endachsen gelegt; als Stoßvorrichtung dienen Doppelfeder-Hülsenpuffer der alten und bewährten württembergischen Bauart.

Die Zylinder mußten leicht geneigt gelegt werden und treiben die vierte Achse an. Sie haben Kolbenschieber von 260 mm Durchmesser mit schmalen, federnden Ringen. An Stelle von Umlaufhähnen sind selbsttätige Umlaufventile*) vorgesehen. Im Betrieb hat es sich gezeigt, daß diese beim Öffnen des Reglers sehr langsam und teilweise ruckweis schließten. Im gewöhnlichen Dienst der Lokomotive vor dem Zug ist dies ohne Belang, macht aber die Bedienung für genaues Vorfahren vor den Zug, an den Wasserkrane oder auf die Drehscheibe unsicher. Durch Erweiterung der Bohrung zwischen Zylinder und Ventil von ursprünglich 10 auf 20 mm konnte indessen dieser Mifsstand behoben werden. Zur Entwässerung sind an jedem Zylinder zwei Hähne mit Handzug vorgesehen. Das Schmieren der Zylinder und Schieber sowie der Zylinder- und Schieberstangen besorgt eine Bosch-Schmierpumpe vom Führerhaus aus. Die Kolbenstange hat trotz ihrer großen Länge von fast 2 m nicht die sonst bei dieser Achsanordnung meist übliche zusätzliche Führung erhalten. Die Kuppelstangen haben, wie bei allen

*) Siehe ZVDJ. 1923, Nr. 34.

württembergischen Lokomotiven seit 1905 üblich, ausgebüchste Köpfe ohne Nachstellkeile; nur die Lager am Treibzapfen und am Kreuzkopf sind nachstellbar. Treib- und Kuppelzapfen sind aus Flusseisen mit gehärteter Oberfläche. Die Schwinde ist fliegend gelagert; die Umsteuerwelle liegt unmittelbar hinter ihr und greift mit dem Aufwerfhebel an ihr vorbei in die Schleife der Schieberschubstange. Diese Bauart ist schon während des Kriegs an der D-Tenderlokomotive Klasse T 6 zur Ausführung gekommen und bildet gewissermaßen den Übergang von der ursprünglichen Bauart der Kuhnschen Schleife zu der Anordnung von Borsig an den neueren Reichsbahnlokomotiven. Zum Umsteuern dient ein Handrad mit Schraube.

Abb. 2. Dampfsammelkasten Schmidtscher Bauart der E-h 2 Nebenbahn-Tenderlokomotive der früheren Württembergischen Staatsbahnen.



Der Kessel ist möglichst in Anlehnung an die seit 1910 in annähernd 100 Stück gebaute 1 C 1-Tenderlokomotive Klasse T 5 entworfen worden, wie überhaupt mit Rücksicht auf die Unterhaltung, soweit irgend zugänglich, Teile dieser Lokomotive verwendet worden sind. Der Langkessel besteht aus zwei zylindrischen Schüssen von 1422 und 1450 mm innerem Durchmesser mit 14 mm Blechstärke. Er enthält außer 29 Heizrohren noch 130 eiserne, mit Kupferstützen versehene Rauchrohre, die sämtlich mit Überhitzerschlangen von 20/25 mm Durchmesser besetzt sind. Die Längsnaht hat doppelte Laschen-Nietung, die Rundnähte haben zweireihige Überlappungs-Nietung. Die kupferne Feuerbüchse ist einreihig genietet, ebenso der Bodenring. Die Feuerbüchsenwand ist mittels Bügelankern aus Flusseisenguss abgesteift; die Stehbolzen sind aus Kupfer. Der Kessel ist ausgerüstet mit Flachregler, Feuergewölbe, Kipprost und zwei besonders zu bedienenden Bodenklappen im Aschkasten, einer Dampfbrause unter dem Rost, einer nach innen schlagenden Feuertür sowie mit zwei Hochhub-Sicherheitsventilen Bauart Ackermann, die hinten am Dom sitzen. Diese Hochhubventile sollen im Stand sein, rasch große Dampfmen gen abzuführen und dazu vor dem üblichen Coaleventil den Vorzug leichterer Einstellbarkeit voraushaben. Zur Regelung des Wasserstandes dienen zwei nichtsaugende Strahlpumpen von Friedmann und zwei Wasserstände Bauart Röver und Neubert. Auf den Einbau eines Vorwärmers wurde der Einfachheit halber verzichtet. Die Rauchkammer ist durch einen zwischengelegten Flusseisenring auf den Durchmesser der Kesselverkleidung gebracht. Der Sammelkasten ist neuester Schmidtscher Bauart; er liegt wie beim Großrohrüberhitzer über den Überhitzerschlangen, die auch ebenso wie bei jenem

in ihm befestigt sind (Abb. 2). Auf der Heißdampfkammer sitzt ein großes selbsttätiges Luftsaugventil.

Die beiden seitlich angeordneten Wasserkästen haben je einen 1200 mm langen Einlauf, die Klappdeckel lassen sich vom Führerhaus aus bedienen. Der Kohlenbehälter liegt hinter dem Führerhaus und hat im mittleren Teil einen erhöhten Aufbau. Das Führerhaus hat seitliche Schutzfenster für beide Fahrtrichtungen; auf seiner Rückseite ist ein zweiter Pfeifenzug für Rückwärtsfahrt vorgesehen. Die Tritte zum Führerhaus sind zur Aufnahme von Mannschaften bei gelegentlichen Verschiebefahrten reichlich bemessen; demselben Zweck dienen Tritte und Handgriffe am vorderen Ende der Lokomotive.

Die Lokomotiven sind mit einer auf sämtliche Räder von vorn wirkenden Wurfhebelbremse sowie mit einer

Westinghouse-Luftdruckbremse nebst Zusatzbremse ausgerüstet; bei einer Anzahl von ihnen sind versuchsweise Luftpumpen Bauart Fahdt zur Verwendung gekommen, die im Gegensatz zu den seitherigen Bauarten von Westinghouse und Knorr zwischen den beiden Luftzylindern nachstellbare Stopfbüchsen besitzen und sich deshalb im Dampfverbrauch günstiger stellen sollen. Aus zwei auf dem Kessel sitzenden Sandkästen, einem für jede Fahrtrichtung, wird Sand vor jeweils zwei von den drei mittleren Achsen geworfen. Zur Betätigung dient Prefs-luft nach Knorr. Von der übrigen Ausrüstung ist noch zu erwähnen eine Radreifennäsvorrichtung für beide Fahrtrichtungen, Geschwindigkeitsmesser teils von Haushalter, teils von Junghans sowie ein Luftläutwerk Bauart Busse. Auf Gasbeleuchtung

wurde in Anbetracht der Verwendung auf Nebenstrecken verzichtet. Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	13 at
Zylinderdurchmesser d	500 mm
Kolbenhub h	560 »
Kesselmitte über Schienenoberkante	2450 »
Feuerbüchse: Länge	1950 »
» » : Weite	1016 »
Heizrohre: Anzahl	29 Stck.
» » : Durchmesser	40/45 mm
Rauchrohre: Anzahl	118 Stck.
» » : Durchmesser	64/70 mm
Rohrlänge	3500 »
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	10,38 qm
» » » Rohre	95,75 »
Heizfläche des Überhitzers	57,20 »
» — im Ganzen — H	163,33 »
Rostfläche R	1,97 »
Durchmesser der Treibräder D	1150 mm
Fester Achsstand	2580 »
Ganzer Achsstand	5160 »
Dienstgewicht (Reibungsgewicht) G (G ₁)	64,3 t
Leergewicht	48,3 t
Vorrat an Wasser	8,0 cbm
» » Brennstoff	3,0 t
Zugkraft $Z = 0,6 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	9500 kg
H : R	83
H : G	2,53
Z : H	58,1
Z : G	148

Im Betrieb haben sich die Lokomotiven bisher gut bewährt. Beispielsweise mußten sie auf der Schwarzwaldstrecke Rottweil-Villingen, die längere Steigungen mit 10 ‰ aufweist, im Jahr 1923 den schweren Umleitungsverkehr übernehmen, als die badische Rheinstalstrecke infolge des Franzoseneinbruchs bei Offenburg gesperrt war. Die im Betrieb für die Lokomotiven zugelassenen Belastungen betragen etwa 75 ‰ der von Garbe für die preussische E-Tenderlokomotiven Klasse T 16 angegebenen Werte, entsprechend dem Verhältnis der Reibungsgewichte der beiden Lokomotiven ($T_n : G_1 = 64,3 t$; $T 16 : G_1 = 80,8 t$). Mit besonderem Interesse sah man auch dem Kleinrohrüberhitzer entgegen. Um ein Bild von dessen Wirkung zu erhalten,

wurden im Mai 1923 im Beisein eines Vertreters der Schmidtschen Heißdampfgesellschaft besondere Versuchsfahrten auf der obengenannten Strecke Rottweil—Villingen und auf der Strecke Rottweil—Spaichingen ausgeführt. Dabei wurden Temperaturen bis 400 °C im Dampfsammelkasten erreicht. Der Temperaturabfall zwischen diesem und dem Zylinder war gering; der Druckabfall zwischen Kessel und Zylinder betrug durchschnittlich nur 1 at. Der Überhitzer entspricht somit hinsichtlich der Höhe der Überhitzungstemperatur den Angaben, die von der Schmidtschen Heißdampfgesellschaft für Kleinrohrüberhitzer gemacht werden.

Dannecker.

Der Gebrauch von Nomogrammen zur Flächen- und Massenberechnung.

Joseph Nemcsek, Ingenieur der königl. ung. Staatsbahnen, Balassagyarmat.

Hierzu Tafel 32.

Die rasche Flächenbestimmung von Damm- und Einschnitts- querschnitten war schon früh ein eifrig angestrebtes Ziel für die Massenberechnung bei Eisenbahnavorarbeiten. Das bisherige rechnerisch-zeichnerische Verfahren machte von den Hilfsmitteln der Trigonometrie und der analytischen Geometrie Gebrauch und ist bekanntlich von Goering abschließend ausgebaut worden. Die befriedigendste Lösung bietet jedoch die Nomographie oder auch die geometrische Anamorphose. Wie Nomogramme und Radianten für den erwähnten Zweck rasch hergestellt werden können, soll nachstehend erörtert werden.

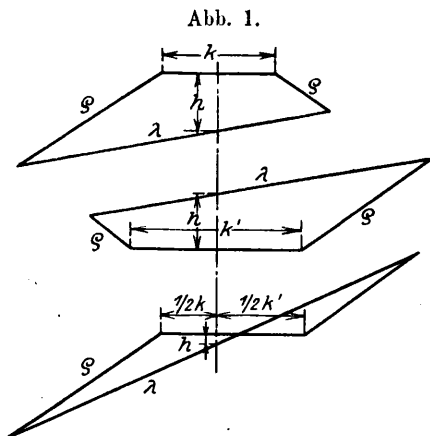


Abb. 1.

Es seien, wie auf Textabb. 1 ersichtlich, folgende Bezeichnungen gewählt:

- k = Kronenbreite;
- h = Achsenhöhe zum Trapezoid vereinfachten Querschnitts (Höhe aus dem Längenschnitt zu entnehmen);
- h₀ = die gleichbleibende Achsenhöhe des Ergänzungsdreiecks;
- ρ = die Kotangente des Böschungswinkels;
- λ = Tangente des Geländewinkels;
- F = Trapezoidfläche des Querschnitts (ρ, ρ, k, λ);
- F' = Dreiecksfläche zwischen den Böschungslinien und der Geländelinie (ρ, ρ, λ).

Dann ist:

$$F = F + \rho h_0^2, \text{ wobei}$$

$$H = h + h_0 = h + \frac{k}{2\rho}.$$

Zwischen den angeführten Größen bestehen folgende Elementarbeziehungen:

$$F = \frac{\rho H^2}{1 - \lambda^2 \rho^2} - \rho h_0^2 = F - f_0 \dots \dots \dots 1)$$

bei Trapezoidquerschnitten und

$$F = \frac{1}{2} \left[\frac{\rho H^2}{1 - \lambda \rho} + \frac{h^2}{\lambda} - \rho h_0^2 \right] \dots \dots \dots 2)$$

bei Dreiecksquerschnitten, die wir aber im folgenden nicht weiter behandeln.

Unsere Aufgabe besteht darin, die Funktion

$$F = \frac{\rho H^2}{1 - \lambda^2 \rho^2} \dots \dots \dots 3)$$

in einem, der beabsichtigten Anwendung entsprechenden Bereiche zeichnerisch darzustellen, wobei wir H, λ und F als veränderlich und ρ als fest gegebenen Parameter ansehen. Das Böschungsverhältnis bleibt ja auch gewöhnlich für längere Strecken dasselbe. Nach zwei Arten können leicht und rasch bildliche Tafeln angefertigt werden, die auf einen Blick zu gegebenen Werten von H und λ das entsprechende F angeben. Numeriert man die entsprechenden Punkt- oder Geradenscharen nach den Beziehungen $H = h + h_0$ und $F = F - \rho h_0^2$ um, so kann man auch die zu h und λ gehörigen Werte von F unmittelbar ablesen.

1. Cartesianisches Schaubild mit geometrischer Anamorphose (Radiant).

Ist eine Funktion von drei Veränderlichen in der Form

$$f_1(a_1) f_3(a_3) + f_2(a_2) \varphi_3(a_3) + \psi_3(a_3) = 0$$

darstellbar, wobei wenigstens eine der Funktionen $f_3(a_3)$, $\varphi_3(a_3)$, $\psi_3(a_3)$ die Veränderliche a_3 auch tatsächlich enthält, so gibt es nach dem Beweise von Lalanne drei Scharen kotierter Geraden derart, daß die Koten dreier, durch denselben Punkt gehenden Geraden eine die Funktion $f(a_1, a_2, a_3) = 0$ befriedigende Wertegruppe bilden. (Annales des Ponts et Chaussées 1896, Tom. I.)

Schreibt man die Gleichung 3) in der Form $(1 - \lambda^2 \rho^2) F - \rho H^2 = 0$ an, so hat man damit schon die verlangte Funktion. Es ist in diesem Falle $f_3(F) = F$, $\varphi_3(F) = 1$, $\psi_3(F) = 0$; $f_1(\lambda) = 1 - \lambda^2 \rho^2$ und $f_2(H) = -\rho H^2$, wobei $\lambda = a_1$, $H = a_2$, $F = a_3$ ist.

Wenn man die beliebig gewählten Moduln a_1 und a_2 einführt, so kann man auch setzen:

$$a_1 (1 - \lambda^2 \rho^2) \cdot \frac{a_2^2}{a_1} F - a_2 \rho H^2 = 0$$

und nun sind die drei erwähnten Scharen von Geraden die folgenden:

- a) parallel zur y-Achse mit dem veränderlichen Parameter λ (nach welchem auch die Geraden kotiert werden):
 $x = a_1 \cdot (1 - \lambda^2 \rho^2)$;
- b) parallel zur x-Achse die mit H kotierte Schar:
 $y = -a_2 \rho H^2$;
- c) ein Strahlenbüschel, das durch den Anfangspunkt des Koordinatennetzes geht (das Netz kann auch schiefwinklig gewählt werden): $y = -\frac{a_2}{a_1} x F$. Von diesem Strahlenbüschel hat auch das Schaubild den Namen »Radiant«.

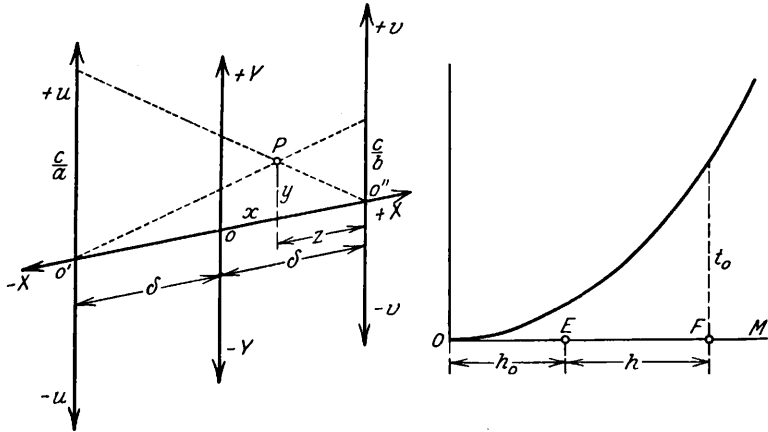
Die drei Geradenscharen sind einfach in beliebiger Dichte und im gewünschten Bereiche leicht anzulegen.

2. Nomographisches Verfahren.

Die Funktion $F = \frac{QH^2}{1 - \lambda^2 Q^2}$ mit drei Veränderlichen soll durch drei kodierte Punktreihen so dargestellt werden, daß drei zusammengehörige Werte davon auf einer Geraden liegen. Die Punktreihen werden nach λ , H und F kodiert. Es ist ersichtlich, daß wir das Gegenstück zur vorhin gelösten Aufgabe vor uns haben.

Abb. 2.

Abb. 3.



Wenn u und v sogenannte Parallel-Linienkoordinaten sind (Textabb. 2), so ist die Gleichung eines Punktes: $au + bv - c = 0$. Wird noch ein Parallel-Koordinatennetz beigezogen, wie in Textabb. 2 gezeichnet, so ergeben sich folgende Transformationsbeziehungen:

$$x = \delta \frac{b - a}{a + b}, \quad y = -c \frac{1}{a + b}$$

Tragen wir auf zwei parallelen Geraden die Punktreihen $u = a_1(1 - \lambda^2 Q^2)$ von O' an und $v = -a_2 Q H^2$ von O'' an auf, so ergibt sich die kollineare Punktreihe F durch die Gleichung

$$F \frac{u}{a_1} + \frac{v}{a_2} = 0 \dots \dots \dots 4)$$

Da das Glied c fehlt, müssen sämtliche Punkte der Punktreihe F auf der Geraden $O'O''$ liegen.

Da $u = a_1(1 - \lambda^2 Q^2)$ und $v = -a_2 Q H^2$, ist Gl. 4) mit 3) identisch und die Aufgabe lösbar.

Die Punktreihe F ergibt sich bequemer in dem cartesianischen Koordinatennetz:

$$x = -\delta \frac{a_1 - a_2 F}{a_1 + a_2 F} \text{ oder noch handlicher } z = \frac{2 \delta a_1}{a_1 + a_2(F + f_0)}$$

Die Punktreihen lassen sich auf rein zeichnerischem Wege (durch Hyperbelkonstruktion) oder mit Hilfe der projektiven Geometrie oder auch rein rechnerisch herstellen. In dem folgenden Beispiel ist der letztgenannte Weg eingeschlagen.

Beispiel 1. Es sei ein Radiant zu verfertigen für Dammprofile einer Hauptbahn mit dem Böschungswinkel $Q = 1.5$ und der Kronenbreite $k = 6.0$ m.

Die Zahlenwerte werden mit dem Rechenschieber ermittelt. Zur Erzeugung des Radianten der Taf. 32, Abb 1*) wählen wir $a_1 = 100$ mm, $a_2 = 2$ mm, $\delta = 100$ mm.

Die nach λ numerierte Geradenschar ist parallel zur y-Achse und die Entfernung der einzelnen Geraden von dieser Achse ist gegeben durch die Gleichung $x = a_1(1 - Q^2 \lambda^2)$ oder $x \text{ cm} = 10(1 - 2.25 \lambda^2) = 10 - 22.5 \lambda^2$.

Es entstehen die zusammengehörigen Werte für $\lambda = 0.05, 0.10, 0.15, 0.2, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60$ wird $x = 9.94, 9.78, 9.49, 9.10, 8.59, 7.97, 7.24, 6.40, 5.45, 4.38, 3.20, 1.90$.

*) In Abb. 1 und 3 auf Taf 16 ist ein Druckfehler zu berichtigen, indem der Buchstabe F durch das Zeichen λ ersetzt ist.

Die nach h numerierte Geradenschar ist parallel zur x-Achse und die Abstände sind gegeben durch die Gleichung $y = -a_2 Q H^2$ oder $y_{\text{cm}} = 0,002 \cdot 1,5 (h + 2)^2$, da $h_0 = H - h = \frac{k}{2Q} = 2,0$ m ist. Die Gleichung $y_{\text{cm}} = 0,3 (h_m + 2)^2$ ergibt die Wertpaare:

$y_m = 0,5$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
$h_{\text{cm}} = 1,88$	2,70	3,68	4,80	6,08	7,50	9,03	10,80	12,68	14,70	16,90	19,20

Die dritte nach F numerierte Schar geht durch den Anfangspunkt des Netzes. Die Neigung jeder Geraden ergibt sich aus der Gleichung $y : x = -\frac{a_2}{a_1} F = -\frac{0,002}{0,1} (F + 6) = -[0,12 + 0,02 F]$. Die Abschnitte des Büschels an der Geraden $x = 10$ cm erhalten wir durch $-y_{\text{cm}} = 1,2 + 0,2 F \text{ m}^2$, also wiederum durch eine einfache, arithmetisch lösbare Gleichung.

Beispiel 2. Es sei ein Nomogramm zu zeichnen für die Inhalte von Dammquerschnitten. Es seien wiederum $k = 6,00$ m, $Q = 1,5$, $a_1 = 100$ mm, $a_2 = 2$ mm und $\delta = 100$ mm.

An einer beliebig geneigten Linie (am besten unter 45°) tragen wir die Strecke $2\delta = 20$ cm auf und ziehen von dem Anfangs- und Endpunkt dieser Strecke zwei parallele entgegengesetzt gerichtete Halbstrahlen u und v (siehe Taf. 32, Abb. 3).

Die nach λ numerierte Punktreihe u ist gegeben durch ihre Abstände vom Halbstrahlenanfangspunkt $u = a_1(1 - Q^2 \lambda^2)$ oder $u_{\text{cm}} = 10 - 22,5 \lambda^2$.

Die nach h numerierte Punktreihe v ist auch durch eine schon im ersten Beispiel bekannte Abstandsgleichung $v_{\text{cm}} = 0,3 (h_m + 2)^2$ erschlossen.

Die nach dem Flächeninhalt numerierte Punktreihe ist gegeben durch die weiter oben gegebene Formel $z = \frac{2\delta a_1}{a_1 + a_2(F + f_0)}$, woraus in unserem Beispiel $z_{\text{cm}} = \frac{1000}{F + 56}$ wird.

3. Ein rein zeichnerisches Verfahren.

Für den Fall, daß bei einer Bahnstrecke mehrere Böschungen und Kronenbreiten vorkommen, also mehrere Schaubilder anzulegen sind, empfiehlt es sich vielleicht das folgende, von den bisher bekannten verschiedene, rein zeichnerische Verfahren anzuwenden.

Wenn t das lineare Maß der Fläche F ist, also $at = F$, so erhalten wir aus der Gleichung 3) $H^2 = \frac{a}{Q}(1 - \lambda^2 Q^2)t$,

die Gleichung einer Parabelschar mit den Koordinaten H und t und dem Parameter λ . Die Parabel zu einem vorgewählten $\lambda = \lambda_0$ ist: $H^2 = \frac{a}{Q}(1 - \lambda_0^2 Q^2)t_0 = \frac{ar t_0}{Q}$. Zu gegebenem H des Längenschnittes (bei gegebenen Werten von k und Q) können wir das t_0 bestimmen: zeichnerisch z. B. durch die Flächenparabel:

$H^2 = \frac{a}{Q} t_0 r$. Zwischen diesem und dem gesuchten t besteht die Beziehung $\frac{t}{t_0} = \frac{1 - \lambda_0^2 Q^2}{1 - \lambda^2 Q^2} = \frac{r}{1 - \lambda^2 Q^2}$.

Da die Parameter zweier Parabeln der Form $H^2 = 2pt$ sich umgekehrt verhalten wie die Abszissen bei gleichgroßen Ordinaten, so ist auch $\frac{t_0}{t} = \frac{p}{p_0} = \frac{1 - \lambda^2 Q^2}{1 - \lambda_0^2 Q^2}$ und da $p_0 = \frac{ar}{2Q}$ ist, so wird $\lambda^2 = -\frac{2p}{aQ} + \frac{1}{Q^2}$.

Diese parabolische Beziehung ermöglicht es, zu einem vorliegenden λ jenen Parameter zu finden, welcher wieder mittels der Beziehung $\frac{t_0}{p} = \frac{t}{p_0}$ einfach die Maßlänge t der Fläche F ergibt.

Das Verfahren gestaltet sich also in der Handhabung wie folgt:

a) Aus dem Längenschnitt wird die Höhe h in den Zirkel genommen, von E aus auf die Axe OM aufgetragen und über Punkt F wird t_0 abgegriffen (Textabb. 3).

b) Zu dem gegebenen λ wird auf dem Millimeterpapier Punkt k (Abb. 5) aufgesucht (durch Hilfsparabel $\lambda^2 = -\frac{2p}{\alpha Q} + \frac{1}{Q^2}$ der Abb. 4) und darüber t_0 aufgetragen (K N).

c) Durch Anlegen eines Lineals in der Richtung ON (Abb. 5) kann auf der Achse τ gleich die Maßlänge τ der Fläche des Trapezoids abgegriffen werden. Es ist somit $F = \alpha \tau$.

In Abb. 2 der Tafel 32 ist Textabb. 3, 4 und 5 so aufgetragen, daß die Auswertung möglichst wenig Handgriffe erfordert. Bei diesem Beispiel ist $k = 4,90$ m; $Q = \frac{1}{4}$; $\alpha = 10$; $\lambda_0 = 0,4$.

Abb. 4.

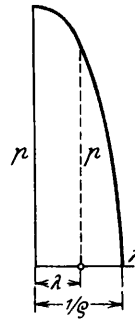
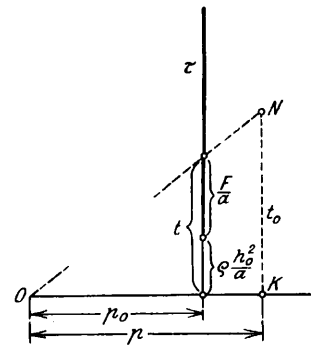


Abb. 5.



Doch sind auch bei diesem zeichnerischen Verfahren für jede Kronenbreite und jeden Böschungswinkel je zwei Parabeln zu zeichnen.

Die Brennstaubfeuerung*) für Lokomotiven.

Während die meisten technischen Neuerungen dadurch gekennzeichnet sind, daß ihre Einführung ganz allgemein einen Fortschritt darstellt, der ältere und weniger befriedigende Ausführungen verdrängt, gilt die wirtschaftliche Überlegenheit der Brennstaubfeuerung nur für Sonderfälle, die sich aus ihrer Eigenart ergeben und im wesentlichen durch ihre hohe Temperatur, die Verwendbarkeit sehr verschiedener Brennstoffe und die Mechanisierung des Betriebs gegeben sind. Für den Lokomotivbetrieb waren diese Fälle bis zu Beginn des Kriegs kaum gegeben. Einer wesentlichen Temperaturerhöhung steht entgegen die Bauart des Lokomotivkessels; die Notwendigkeit der Verwendung verschiedener Brennstoffe entfiel, weil gute Kohlen um billigen Preis fast überall in genügender Menge zur Verfügung standen, und auch von einer Mechanisierung des Betriebs konnte man noch leicht absehen, solange einerseits die Personalausgaben verhältnismäßig gering waren und andererseits die Lokomotiven noch nicht so groß und damit die zu verheizenden Brennstoffmengen noch nicht so bedeutend waren, daß menschliche Kraft nicht mehr zur Beschickung des Rostes ausgereicht hätte. Inzwischen haben sich die Verhältnisse jedoch ziemlich verschoben. Die Bauart des Kessels ist zwar dieselbe geblieben, die Kohलगewinnung dagegen stark zurückgegangen und damit sind die Kohlenpreise gestiegen. Auch läßt die Beschaffenheit der Kohle vielfach zu wünschen übrig. Die Kohलगewinnung betrug beispielsweise:

	1913	1919
in Deutschland . . .	191,5	100 Millionen t
in England	287,4	220 >
in Amerika	512,8	412 >

Wenn die Gewinnung seit 1919 auch wieder zugenommen haben mag, so ist doch, wenigstens in Deutschland, wie aus der Tagespresse zu ersehen ist, der Vorkriegsstand noch nicht wieder erreicht worden und die Preisgestaltung ist überall wesentlich ungünstiger als früher. So sehen sich jetzt viele Eisenbahnverwaltungen, die vor dem Krieg noch keine Veranlassung hatten, von der Kohlenfeuerung abzugehen, im Interesse sowohl der Wirtschaftlichkeit ihres eigenen Betriebs als auch des betreffenden Landes gezwungen, Versuche mit der Verfeuerung billigerer und gerade zur Verfügung stehender minderwertiger Brennstoffe im Lokomotivbetrieb zu machen. Solche Versuche haben vor allem die Entwicklung der Brennstaubfeuerung stark gefördert. Die Größe der Lokomotiven

*) Die auch anderwärts schon verwendete Bezeichnung „Brennstaubfeuerung“ scheint für die neue Feuerungsart am geeignetsten. Die Bezeichnungen „Kohlenstaubfeuerung“ und „Staubkohlenfeuerung“ sind nicht klar genug, weil sie nur ein Teilgebiet umreißen, während doch der Hauptvorteil der neuen Feuerung darin liegt, daß sie für alle möglichen Brennstoffe brauchbar ist.

endlich hat sich in den 10 Jahren seit 1914 beinahe auf das anderthalbfache entwickelt. Ihre Rostflächen gelangen in Europa jetzt an die Grenze dessen, was Menschenkraft noch zu bedienen vermag, in Amerika haben sie diese Grenze in den letzten Jahren fast allgemein schon überschritten. Im Jahr 1914 waren in Europa noch Kessel mit rund 200 qm Heizfläche und 3 bis 4 qm Rostfläche, in Amerika solche mit 300 bis 400 qm Heizfläche und rund 5 qm Rostfläche die Regel, jetzt gelangt die deutsche Reichsbahn auf 300 bis 350 qm Heizfläche und rund 4,5 qm Rostfläche und in Amerika sind 600 qm Heizfläche und 7 bis 8 qm Rostfläche bei den immer mehr hervortretenden 2 D 1 und 1 E 1 Lokomotiven keine Seltenheit mehr. Kessel solcher Größe müssen mit mechanischen Rostbeschickern ausgerüstet werden. Allerdings ist dazu noch keine Brennstaubfeuerung notwendig; man hat in Amerika verschiedene sehr brauchbare Bauarten solcher Rostbeschicker in Verwendung, welche die Kohle in Stückform dem Rost zuführen. Wenn aber, wie dort, schon einmal eine mechanische Antriebskraft angewendet werden muß, dann ist natürlich der Übergang zur Brennstaubfeuerung, der sich mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Brennstoff empfehlen mag und ebenfalls eine solche Antriebskraft zur Beschickung verlangt, eher wirtschaftlich, als wenn eine vorher durch Menschenkraft beschickte Lokomotive mit der Brennstaubfeuerung ausgerüstet werden sollte.

Das Wesen der Brennstaubfeuerung besteht kurz gefaßt darin, daß feste Brennstoffe beliebiger Art, Kohle verschiedener Körnung und verschiedenster Beschaffenheit, selbst Braunkohle und Torf, in ein für alle Sorten gleichförmiges Erzeugnis überführt wird, das sich, abgesehen von der verschiedenartigen chemischen Zusammensetzung, nur durch die Größe der einzelnen Staubkörner unterscheidet. Diese Größe wird für jeden Brennstoff so gewählt, daß die Verbrennung günstig und für alle Brennstoffe möglichst etwa mit der gleichen Wärmeentwicklung in der Zeiteinheit verläuft. Damit ist eine weite Unabhängigkeit von der Art des Brennstoffs gegeben, wie sie keine andere Feuerungsart aufweist. Diese Unabhängigkeit ist es, die, wie schon eingangs erwähnt, am meisten die Versuche mit der Brennstaubfeuerung bei Lokomotiven gefördert hat, da im Gegensatz zu ortsfesten Kesselanlagen bei diesen von einer bestimmten Größe ab konstruktive Gründe die Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe auf Rosten verbieten. In Kauf nehmen muß man dafür allerdings die erforderlichen Aufbereitungseinrichtungen, d. h. die Mahl- und Trocknungsanlage. Die hierfür aufgewendeten Ausgaben betragen für mittlere Verhältnisse 15 bis 20 % der Brennstoffkosten und sind natürlich bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit gegenüber den erzielten Vorteilen in Rechnung zu stellen.

Der zur Verfeuerung gelangende Staub muß zwei besondere Eigenschaften besitzen: er muß fein und trocken sein. Als erwünschter Grad für die Feinheit gilt in Amerika, wo man bisher die größte Erfahrung auf dem neuen Gebiet gesammelt hat, die Regel, daß auf einem Sieb mit 80 Maschen auf 1 cm, oder 6400 Öffnungen auf 1 qcm 15%, auf einem solchen mit 40 Maschen auf 1 cm, oder 1600 Öffnungen auf 1 qcm 5% Rückstände verbleiben sollen. Einerseits herrscht also das Bestreben, ein möglichst feines Korn zu erzielen, während andererseits technische und wirtschaftliche Rücksichten beim Mahlvorgang verlangen, sich mit einem gröberen Korn zu begnügen. Der Feuchtigkeitsgehalt des Staubes soll möglichst unter 1% bleiben. Fast alle Brennstoffe eignen sich zur Vermahlung. Der Wirkungsgrad der Staubfeuerung steigt jedoch vor allem mit dem Prozentgehalt an flüchtigen Bestandteilen. Koks muß deshalb mit gasreicher Kohle vermengt werden, weil in ihm solche nicht enthalten sind. Er greift außerdem die Mühlen stark an. Braunkohle und Torf haben großen Feuchtigkeitsgehalt; ihr Trocknen ist sehr teuer. In Schweden versucht man eine Mischung von Torf und Steinkohle zu verfeuern, in England sind schon während des Kriegs Versuche mit der Verwendung einer Mischung von Kohlenstaub und Öl gemacht worden, die aber ihrer Art nach schon eher zur Ölfeuerung zu rechnen sind.

Verschiedene Veröffentlichungen haben sich schon mit der Brennstaubfeuerung im allgemeinen befaßt. Es sei hier besonders verwiesen auf die „Kohlenstaubfeuerungen“ von H. Bleibtreu (Berlin, Springer, 1922) und auf den Aufsatz von de Grahl, der in Glasers Annalen 1923, Heft 11 dieselbe Frage behandelt. Deshalb mögen hier diejenigen Punkte, welche die Brennstaubfeuerung bei ihrer Verwendung im Lokomotivbetrieb wie bei ortsfesten Anlagen gemein hat, also vor allem die Aufbereitungsanlagen für den Brennstoff, nur kurz gestreift werden. Solche Aufbereitungsanlagen setzen sich zusammen aus einer Reihe von Maschinen, von denen die verschiedensten Ausführungen im Gebrauch sind. Bei allen ist jedoch der allgemeine Verlauf des Aufbereitungsvorgangs der gleiche. Die Kohlen werden zuerst in einem Kohlenbrecher in gleichmäßige Stücke gebrochen. Die Leistung solcher Kohlenbrecher beträgt z. Zt. je nach der Größe 8 bis 25 t/Sdt., ihr Stromverbrauch 0,5 bis 1,5 kWh/t. Die gebrochenen Stücke laufen dann auf einer Fördervorrichtung unter einem Elektromagneten durch, der alle eisernen Bestandteile, wie Nägel, Schrauben, etwa abgebrochene Zähne und Bolzen des Kohlenbrechers usw. abscheidet, die sonst die Mühle beschädigen könnten. Die Kohle gelangt darauf in den Trockner, den sie mit höchstens 120°C Temperatur und 1% Feuchtigkeitsgehalt verlassen soll. Diese Trockner, die meist von Hand mit Kohlen beheizt werden, müssen so eingerichtet sein, daß die heißen Verbrennungsgase nicht gleich zu Beginn ihres Wegs mit schon getrockneten Kohlenstücken in Berührung kommen, sondern erst nach einiger Abkühlung. Sie bestehen meist aus einer sich drehenden Trommel, der die feuchten Kohlen auf der einen Seite zugeführt werden. Die Kohlen rutschen dann in der schräg liegenden Trommel von selber weiter oder aber sie werden durch eine Saugvorrichtung weitergezogen. Die üblichen Trommeln haben 0,9 bis 2,0 m Durchmesser und 6 bis 13 m Länge, machen ungefähr 5 Umdr./Min. und können 2 bis 25 t Kohlen/Sdt. mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 10% trocknen. Ihr Verbrauch an Feuerungstoffen beträgt ungefähr 2% der zu trocknenden Brennstoffmenge.

Der schwierigste Teil der Aufbereitung ist der nun folgende Mahlvorgang. Die Mühlen bestehen aus einer festen Mahlbahn und einem beweglichen Mahlkörper, der entweder der Mahlbahn gleicht, oder als Kegel, Kugel oder Walze ausgebildet ist. Einige Bauarten haben Pendel- oder Fliehkraftwalzen. Diese zeigen unruhigen Gang, wenn die Geschwindig-

keit das festgelegte Maß überschreitet. Die Schmierung der Lager und deren Dichthalten gegen Staub ist schwierig, die Unterhaltung daher meist teuer. Am bekanntesten ist die Fuller-Mühle, die in den oben genannten Veröffentlichungen näher beschrieben wird. Sie soll den anderen Bauarten vorzuziehen sein, ihr Verschleiß nur 25% der bei jenen auftretenden Abnutzung betragen.

Bei ortsfesten Anlagen bilden meist die Aufbereitungsanlage und die eigentliche Feuerung eine Gesamtgruppe, im Lokomotivbetrieb dagegen hat man sie bei allen bisherigen Ausführungen getrennt, weil es nicht zweckmäßig wäre, durch Einbau der Mahlvorrichtung in den Tender diesen mit weiterem Gewicht zu belasten. Deshalb sind hier im Gegensatz zu den ortsfesten Anlagen, wo man vielfach die vorhandenen Brennstoffbunker nur als Pufferbehälter betrachten kann, einmal verhältnismäßig größere Lagerbunker auf den Bekohlungsstationen und dann noch kleinere Bunker für den unmittelbaren Bedarf auf dem Tender selbst nötig. In erstere wird der Staub mittels Förderbändern, Schnecken, Saug- oder Druckluftwirkung von der Mühle aus gebracht. Der Vorrat soll etwa 24 Stunden reichen. Ein Hantieren mit brennenden Lampen usw. in der Nähe des Behälters oder gar in diesem selbst muß vermieden werden, wenn auch in einem dichten Behälter die Kohle sich nicht leicht entzünden kann, da hierfür starke Luftzufuhr nötig ist. Die Gefahr einer Selbstentzündung kann überhaupt als gering eingeschätzt werden: Bei den Versuchen sind schon 30 bis 40 t Brennstaub 3 bis 4 Wochen lang aufgehoben worden, ohne daß Selbstentzündung eingetreten wäre. Die Lagerbunker werden zweckmäßigerweise hochgelegt. Die Übernahme des Brennstoffs auf die Lokomotive bzw. den Tender ist dann am einfachsten. Der Staub fällt durch ein Rohr in den Behälter der Lokomotive. Der ganze Vorgang erfordert nur ein paar Minuten und vollzieht sich, da das Abfallrohr dicht sein muß, im Gegensatz zur Übernahme von Stückkohle völlig staubfrei.

Die Schwierigkeiten in der vorliegenden Frage beginnen eigentlich erst mit der Durchbildung des Fahrzeugs, also mit den Einrichtungen auf dem Tender und vor allem auf der Lokomotive selbst. An die Stelle des offenen Kohlenraums tritt, wie schon erwähnt, auf dem Tender ein geschlossener Behälter. Sollen minderwertige Brennstoffe zur Verwendung gelangen, so erhöht sich das auf dem Tender mitgeführte Brennstoffgewicht gegenüber guter Kohle um 25 bis 40%. Da jedoch das Gewicht des Brennstoffvorrats im Verhältnis zum Dienstgewicht des Tenders gering ist, darf man diesem Umstand keine allzugroße Bedeutung zumessen. Bei einem 30 cbm-Tender, der 9 t Kohle faßt, käme man damit auf eine Mehrlast von rund 3 t. Dazu muß noch die Gewichtsvergrößerung durch die weiter unten beschriebene Zuführungsanlage mit schätzungsweise 1 t hinzugerechnet werden, so daß man ein gesamtes Mehrgewicht von rund 4 t oder 6,25% eines Dienstgewichtes von 64 t in Anschlag bringen kann. Will man eine solche Mehrbelastung nicht in Kauf nehmen — sie läßt sich aber bei der Erhöhung der zulässigen Achsdrücke z. Zt. leicht unterbringen — so muß man eben mit kleineren Brennstoffvorräten auszukommen suchen. Sofern hierdurch nicht eine größere Anzahl von Aufbereitungsstationen nötig wird, scheint gegen eine solche Lösung nichts einzuwenden zu sein, da ja, wie gesagt, die Übernahme des Brennstoffs auf die Lokomotiven sich einfach gestaltet.

Von den verschiedenen Fahrzeugausrüstungen, die im übrigen wieder alle sich mehr oder weniger ähnlich sind, soll diejenige der Fuller Gesellschaft als die erfolgreichste im folgenden genauer beschrieben werden. Textabb. 1 zeigt einen Längenschnitt durch eine solche Einrichtung an einer amerikanischen Lokomotive, Textabb. 2 und 3 geben eine Rückansicht der Lokomotive bzw. eine Vorderansicht des Tenders

einer italienischen Lokomotive. Diese Fuller-Anordnung zeigt für alle Lokomotiven Regelausführung. Eine Dampfmaschine B treibt je nach der Größe der Lokomotive zwei bis drei Paar Förderschnecken, die den Staub über den ersten Teil des Wegs befördern, ein Turboventilator A liefert die zum Weiter-

Abb. 1. Längenschnitt durch eine amerikanische Lokomotive für Brennstaubfeuerung.

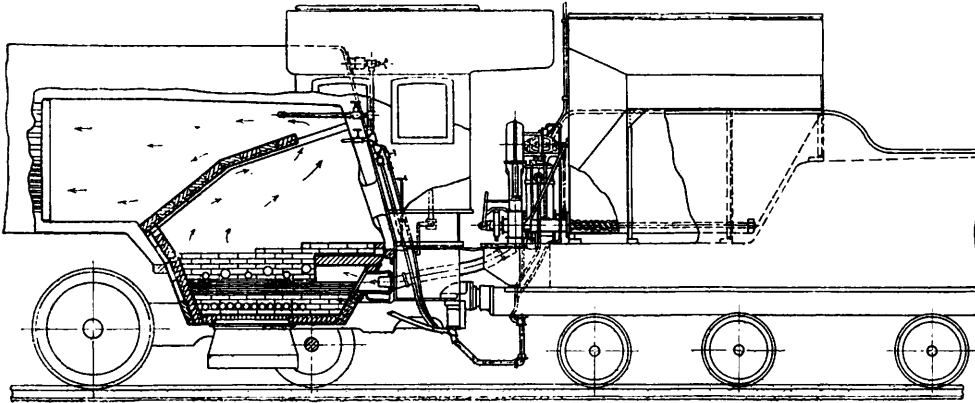
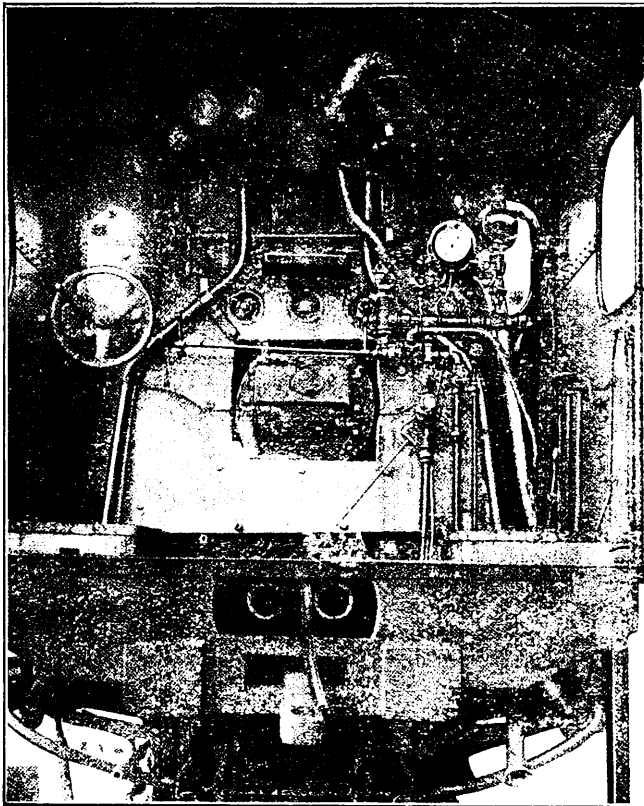


Abb. 2. Rückansicht einer italienischen Lokomotive für Brennstaubfeuerung.

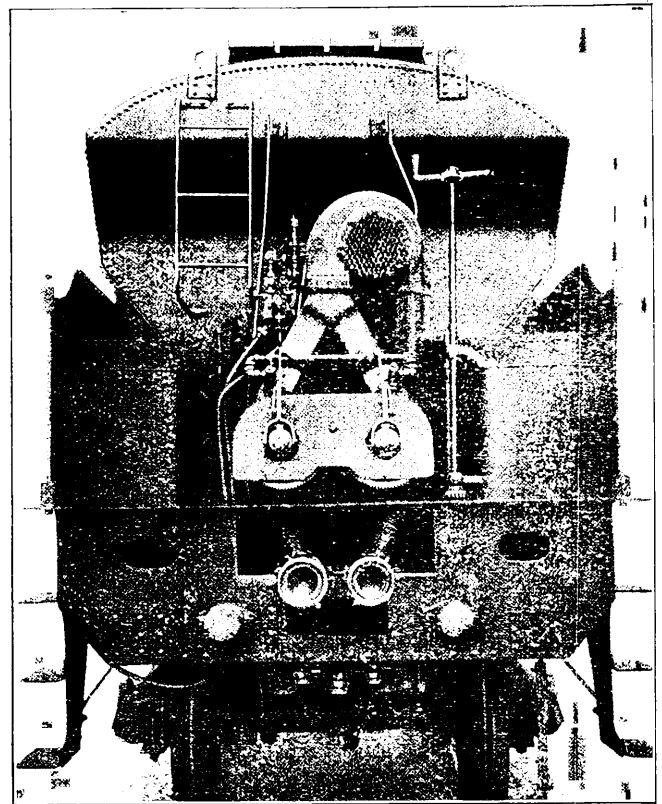


blasen des Staubes erforderliche Luft. Die Dampfmaschine hat zwei Zylinder und liefert die nötige Brennstoffmenge bei 325 Umdr./Min., kann aber bis 650 Umdr./Min. gesteigert werden für den Fall, daß ein Teil der Schnecken infolge Beschädigung nicht mehr fördern sollte. Ihre Bedienung ist einfach. Die Brennstoffzufuhr kann vom Heizerstand aus um 364% durch Änderung der Schneckendrehzahl jederzeit leicht verändert werden; durch einen etwas umständlicheren Wechsel der Übersetzung ist sogar noch eine Veränderung um 768% möglich. Die Förderschnecken liegen in einem guf eisernen Gehäuse H, das zugleich den Boden des Brennstaubbehälters bildet und durch Einschalten von genormten Zwischenstücken

für alle Behälterlängen verwendet werden kann. Sie wirken paarweis und werden durch Klauenkupplungen mitgenommen, die durch die Handgriffe G bedient werden. Der von ihnen nach vorn gebrachte Brennstaub gelangt in eine Mischkammer und wird von dort durch die Luft des Ventilators nach dem Brenner weitergeleitet. Die Verbindung zwischen Lokomotive und Tender bildet für jedes Schneckenpaar ein Schlauch von rund 130 mm Durchmesser.

Der Brenner (Textabb. 4 und 5) hat an seinem hinteren Ende zwei bis drei Anschlüsse für die Zuleitungen, die in eine Kammer auslaufen, an welcher oben und unten Luftklappen angebracht sind, um soviel als möglich von der nötigen Luftmenge schon vor Beginn der Verbrennung zuzuführen. Durch den Brenner werden die Stauteilchen in die Feuerung hineingebblasen; die Weiterbeförderung be-

Abb. 3. Vorderansicht des Tenders einer italienischen Lokomotive für Brennstaubfeuerung.



sorgt der Kesselzug. Im Feuerraum, der ähnlich wie bei Ölföuerung in seinem unteren Teil mit feuerfesten Steinen und einem Zündgewölbe ausgerüstet ist, werden die Stauteilchen der Reihe nach entgast, vergast und verbrannt. Alle diese Vorgänge erfordern eine bestimmte Zeit, und da zugleich die Bewegungsgeschwindigkeit nicht unerheblich ist, so gehört zu der Verbrennung eine gewisse größere Wegstrecke. Der Feuerraum muß also eine derartige Wegstrecke bieten und zwar noch unter solchen Temperaturen, daß nicht durch Wärmeabgabe an die Heizflächen die Temperatur der Feuergase unter die Entzündungstemperatur abgekühlt wird, bevor die Verbrennung beendet ist. Scharfe Vorsprünge und Richtungswechsel sind zu

vermeiden; auch muß die Ausmauerung gegen die Stichflamme geschützt sein, da sie bei zu hoher Eigentemperatur übermäßig mit der flüssigen Asche reagieren würde. Die abgeschiedene Asche und Schlacke soll, ohne noch brauchbare Bestandteile zu enthalten, möglichst in der Feuerung ausfallen. Alle diese Gesichtspunkte zusammen lassen sich bei der Lokomotive jedoch schwer berücksichtigen. Nach Bleibtreu soll der Verbrennungsraum rund 30 bis 60 cbm für eine stündlich verbrauchte Kohlenmenge von 1000 kg betragen. Da eine mittlere Lokomotive in Europa rund 1500 kg Kohle in der Stunde verbraucht, müßte ihr Verbrennungsraum bei Brennstaubfeuerung 45 bis 90 cbm betragen. Ein solcher Raum ist auf einer Lokomotive nie unterzubringen; unsere europäischen Lokomotiven können z. Z. bestenfalls 8 bis 10 cbm erhalten. In Amerika mag man mit

Abb. 4 und 5. Brenner für Brennstaubfeuerung.

Abb. 4.

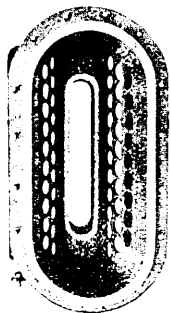
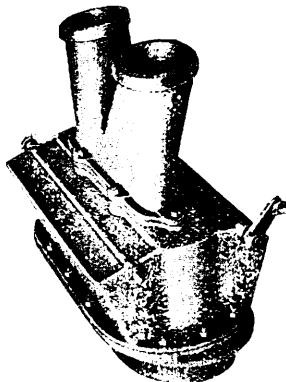


Abb. 5.



Verbrennungskammern bis zu 20 cbm kommen, hat dann aber auch die doppelte Kohlenmenge zu verbrennen. Die Ausführungen der Fuller-Gesellschaft begnügen sich denn auch mit den angegebenen Räumen. Die Einschränkung des Verbrennungsraumes ermöglicht sich dort durch zweckentsprechende Zufuhr der Verbrennungsluft. Es sind für diese außer der durch den Brenner zugeführten Menge noch größere Öffnungen quadratischen oder runden Querschnitts vorgesehen, die so verteilt sind, daß die hereinströmende Luft die Wand der Verbrennungskammer schützt. Die Lokomotiven weisen z. B. Hohlräume zwischen der Stehkesselvorderwand und der inneren Chamottewand auf, durch welche Luft in den Feuerraum unterhalb des Feuerschirms gelangt, der dadurch in einfachster Weise vor Zerstörung geschützt wird (Textabb. 1). Die Schlacke sammelt sich am Boden an und muß von Zeit zu Zeit durch eine Klappe abgelassen werden.

Fragen wir nun nach der wirtschaftlichen Seite der Brennstaubfeuerung! Ihre Vorteile werden angegeben wie folgt:

1. Richtige Regelung des Verhältnisses von Brennstoff und Luft.
2. Möglichkeit das Feuer jeden Augenblick auszublauen.
3. Vollständige Verbrennung ohne Rauchentwicklung.
4. Vermeidung der Schlackenbildung.
5. Möglichkeit der Verbrennung minderwertiger Brennstoffe.
6. Vermeidung des Hinzutretens schädlicher Luft bei Beschickung des Rostes.

Punkt 1, 3 und 6 werden sich in erster Linie in einer Verbesserung des Kesselwirkungsgrads auswirken. Wesentlich ist für den Lokomotivbetrieb Punkt 2, der beim Stillstand der Lokomotive sowie bei Talfahrten ohne Brennstoffverbrauch auszukommen gestattet. Es dürfen aber solche Feuerungs-Unterbrechungen nicht länger als 20 bis 30 Minuten dauern, da sonst die Zündung in Frage gestellt wird. Auch wird der Kessel durch eine allzustarke Abkühlung des Feuerraums leiden, so daß schon aus diesem Grund die Unterbrechung nur solange dauern darf, als die Aufspeicherung von Wärme

in dem Mauerwerk sich noch günstig auswirken kann. Die vollständige Verbrennung nach Punkt 3 zeigt sich vor allem darin, daß die Menge der Rauchkammerlöse wesentlich geringer wird. Der Vorteil der Rauchlosigkeit dagegen ist nicht unbedingt vorhanden: beim Anheizen oder nach längeren Betriebspausen tritt, wenigstens bei gasreicher Steinkohle, starkes Qualmen auf. Mit Braunkohle fährt man fast rauchlos. Die mitunter als Vorteil angegebene Personalsparnis beim Bekohlen dürfte kaum vorhanden sein. Auch bei der Übernahme von Stückkohle schränken die neueren Bekohlungsanlagen, die auf den meisten größeren Lokomotivstationen anzutreffen sind, die Menschenkraft ziemlich ein und unter Berücksichtigung der Aufbereitung dürften die Bekohlungsanlagen für Staubfeuerung wahrscheinlich mehr Personal erfordern als jene. Dagegen wird sich der Bekohlungs Vorgang etwas rascher und vor allem, wie schon oben erwähnt, sauberer abspielen als seither.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich noch für den Lokomotivbetrieb: Da der Brennstoff eingeblasen wird und die Verbrennung sich durch entsprechende Bemessung von Brennstoff- und Luftmenge ohne weiteres regeln läßt, hat die Blasrohrwirkung nicht mehr dieselbe Bedeutung, wie bei der gewöhnlichen Feuerung. Man kann, ohne die nötige Luftzufuhr in der Feuerbüchse zu beeinträchtigen, den Blasrohrquerschnitt bis auf das Doppelte vergrößern, wie Versuche an einer schwedischen Lokomotive mit Torfstaubfeuerung ergeben haben. Damit verringert sich dann auch der Gegendruck im Zylinder und wächst andererseits die Leistung der Lokomotive.

Infolge des selbsttätigen Arbeitens der Feuerung ermüdet das Personal weniger, und da zugleich das Feuerreinigen wegfällt und Asche und Schlacke auf einfache Weise während der Fahrt entfernt werden können, lassen sich mit der Brennstaubfeuerung wie bei der Ölfeuerung längere Strecken ohne Lokomotivwechsel durchfahren als mit der Rostfeuerung. Dies dürfte für die Lokomotivwirtschaft vielleicht der wichtigste Punkt sein. Ist doch schon öfter darauf hingewiesen worden, wie die Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotive durch ungenügende Ausnützung am meisten herabgedrückt wird. In Amerika sucht man neuerdings diesem Umstand mehr und mehr Rechnung zu tragen, indem Strecken bis über 1000 km Länge mit derselben Lokomotive — jedoch mit zwei- bis dreimaligem Personalwechsel — durchfahren werden. In Deutschland dagegen ist gegenüber der Vorkriegszeit in dieser Richtung eher ein Rückschritt zu verzeichnen.

Man darf aber bei der Bewertung der Brennstaubfeuerung deren Nachteile nicht aus dem Auge verlieren. Als solcher ist zu nennen in erster Linie ihre Beschränkung auf den Gewinnbezirk des betreffenden Brennstoffs. Nur dort, wo Brennstoffabfälle und minderwertige, sperrige Brennstoffe billig zu haben sind, wird z. Zt. der bei der Verbrennung erzielte Gewinn die ziemlich großen Aufbereitungskosten unbedingt überwiegen. Dieser Nachteil wirkt sich besonders aus, weil er die Freizügigkeit der Lokomotiven im Betrieb stark beeinträchtigt. Die Beförderung des Staubes dagegen macht Schwierigkeiten wegen seiner hygroskopischen Eigenschaften. Als weiterer Nachteil ist zu vermerken die Vermehrung der Einrichtungen auf der Lokomotive, die an und für sich schon eine vermehrte Wartung und Unterhaltung verlangen. Solange es sich dabei, wie bisher, noch immer um Versuchseinrichtungen handelt, ist diese Vermehrung der Unterhaltung außerdem noch unverhältnismäßig groß. Bei den amerikanischen Versuchen hat besonders die Ausmauerung des Feuerraums in dieser Richtung viel Zeit und Geld verschlungen. Vielfach mußte bei den Versuchslokomotiven nach jeder Fahrt ein großer Teil der Steine erneuert werden, so daß man gezwungen war, zur Einhaltung der Dienstpläne Bereitschaftslokomotiven herbeizuziehen. Endlich sind, wie schon erwähnt, die Aufbereitungsanlagen mit in Rechnung zu stellen.

Über Versuche an Lokomotiven mit Brennstaubfeuerung ist verhältnismäßig wenig in die Öffentlichkeit gedrungen. Bleibtreu macht Angaben über solche mit verschiedenen Kohlenstaubsorten in Amerika bei der Delaware- und Hudson-, der Chicago- und North-Western- und der Atchison-, Topeka- und Santa Fé-Bahn, sowie über Versuche mit Torfstaubfeuerung bei der Schwedischen Staatsbahn. Sofern sich überhaupt ein Brennstoff zur Verfeuerung in Staubform eignete, sollen sich überall gegenüber der Rostfeuerung höhere Verdampfungszahlen und eine Verbesserung des Kesselwirkungsgrads um rund 10⁰/₀ ergeben haben. Die Brennstoffersparnis wurde nach Abzug der für die Aufbereitung nötigen Kohlenmenge bei Steinkohle auf etwa 15⁰/₀ geschätzt. Die Holländischen Staatsbahnen haben seit 1922 zwei Stück 2 C-Schnellzuglokomotiven mit der Fuller-Feuerung ausgerüstet und versuchen damit ihre minderwertige Limburger Steinkohle für die Lokomotivfeuerung zu verwerten. Die Italienische Staatsbahn hat an zwei 1 D-Lokomotiven dieselbe Feuerung eingebaut, um festzustellen, ob nicht die einheimischen Braunkohlen auf diese Weise verwertet werden könnten. Beide Versuche scheinen aber noch nicht abgeschlossen zu sein. In England hat die London and North Eastern-Bahn eine Versuchslokomotive in Dienst gestellt. Weitere Versuche veranstaltet in Australien die Staatsbahn von Neu-Süd-Wales mit einer 2 C 2-Vorort-Tenderlokomotive. Auch darüber ist nichts näheres bekannt geworden. Über Versuche auf der Chilenischen Staatsbahn berichtet de Grahl in der oben genannten Veröffentlichung. Die Brasilianische Zentralbahn hat seit einiger Zeit eine größere Anzahl Lokomotiven mit Staubfeuerung ausgerüstet, um die einheimische

Kohle verwerten zu können. Im September 1917 hatte die erste Probefahrt stattgefunden, an welcher der Präsident der Republik selber teilnahm — ein Zeichen, welches hohe Bedeutung man der Sache dort beimisst. »Der Präsident«, heisst es in dem Bericht, »war erstaunt über die große Heizkraft des Kohlenstaubs, sowie über die Leichtigkeit und Regelmäßigkeit, mit welcher auf der Lokomotive ohne jede Rauchbelästigung der nötige Dampfdruck gehalten werden konnte.« Daraufhin hat dann die brasilianische Regierung die Bahn verpflichtet, innerhalb fünf Jahren 250 von ihren Lokomotiven für Brennstaubfeuerung umzubauen und Brasilien hat damit eine seiner wichtigsten Fragen gelöst. Es dürfte dies die erste Anwendung der Brennstaubfeuerung in größerem Umfang sein; auch darüber ist näheres noch nicht bekannt geworden.

Aus den Ergebnissen, die bisher mit der Brennstaubfeuerung erzielt worden sind, läßt sich ein abschließendes Urteil über deren Brauchbarkeit im Lokomotivbetrieb noch nicht fällen. Fest steht nur ihre erhebliche thermische Überlegenheit; aber aus den vorliegenden Berichten, die fast alle von viel Ausbesserungsarbeit sprechen, kann man auch entnehmen, daß die Durchbildung der neuen Feuerungsart doch noch nicht soweit fortgeschritten ist, daß schon jetzt eine Einführung in größerem Maßstab in Frage kommen könnte. Jedoch dürfte es zweckmäßig sein, auch in Deutschland wie anderswo, durch Versuche im kleinen und großen sie soweit zu vervollkommen, bis ihre Verwendung wenigstens dort möglich sein wird, wo man auf minderwertige Brennstoffe angewiesen ist, vor allem also in unseren Braunkohlen- und Torfgebieten.

Dannecker.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Maschinen zur Massenförderung.

(Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1924, Heft 27.)

Der Verein Deutscher Ingenieure hat ein eigenes Heft seiner Zeitschrift den Baumaschinen gewidmet. Hierin sind alle beim Bau vorkommenden und dem ausführenden Ingenieur bekannten Fördermaschinen (Eimerkettenbagger, Löffel- und Greifbagger usw.) beschrieben. Es möchte hier nur auf einige Einzelheiten aus den Abhandlungen hingewiesen werden, welche Neuerungen darstellen.

Jeder Bauunternehmer legt Wert darauf, mit einer einzigen Maschine möglichst alle vorkommenden Baggerarbeiten vornehmen zu können. Die Anbringung von auswechselbaren Leiterfeldern bei den Eimerkettenrockenbaggern ermöglichen die Verwendbarkeit der Maschine für alle Baggertiefen und Querschnitte dadurch, daß durch Herausnehmen eines entsprechenden Leiterstückes fast jede gewünschte Leiterlänge hergestellt werden kann. Weiter zu erwähnen sind die Bandförderer mit Stufen (Patent Rodakowski) zur Anschüttung von Dämmen. Jede Stufe stellt einen Bandförderer im Kleinen dar. Diese Stufen mit Ausnahme der ersten können durch Wendegetriebe vor- und rückwärts laufen, so daß der Abwurf des Materials am Ende jeder Stufe möglich ist. Das Material kann also ohne Verkarrung in jeder Entfernung von der Baggerstelle aufgeschüttet werden. Die Umstellung der Bewegung jeder Stufe kann während des Betriebes vorgenommen werden. Eine weitere Neuerung sind die Löffelbagger auf Raupenketten, die den im Krieg verwendeten Tanks nachgebildet sind. Die Raupenketten schmiegen sich dem Boden gelenkartig an. Dabei ist die Gewichtsverteilung auf den Boden eine gleichmäßige, dadurch daß der Druck außer durch die vier Achsen auch durch zehn kleine Tragrollen auf den Boden übertragen wird. Die Lenkbarkeit des Baggers ist dadurch möglich, daß die Geschwindigkeit der beiden Raupenketten unabhängig voneinander eingestellt werden kann, so daß bei verschieden schnellem Lauf der Ketten jede gewünschte Kurve gefahren werden kann. Durch vier verschiedene Kupplungen kann die Lenkung ausgeführt werden. Die Kupplungen werden beim Baggen ausgeschaltet, so daß der Bagger ohne Bremse unverrückbar feststeht. Wegen des größeren Fahrwiderstandes gegenüber dem auf Schienen laufenden Bagger ist er mit einer stärkeren Maschine ausgestattet. Die Raupenketten bestehen aus Plattengliedern, die durch Stahlbolzen gelenkartig verbunden sind. Die Senkbarkeit des Auslegers ermöglicht auch den

Bagger zur Herstellung von Gruben und kleinen Kanälen wie einen Tiefbagger zu verwenden. Wegen des höheren Gewichts sind die Beschaffungskosten größer als bei einem Bagger auf Schienen. Da dieser Bagger aus mehreren Teilen besteht als andere gleichartige Maschinen ist er empfindlicher und verursacht größere Instandsetzungskosten. Wa.

Der Bericht des geotechnischen Ausschusses der schwedischen Staatsbahnen 1914—22 *).

Den Anstoß zur Bildung des Ausschusses gab ein großer Erdbeben auf der Staatsbahnstrecke Jönsered-Lerum am 14. Juni 1913. Der Ausschuss wurde am 29. Dezember 1913 eingesetzt und erhielt die Aufgabe, einerseits die von der Staatsbahndirektion näher angegebenen Staatsbahnlinien geologisch zu untersuchen, inwieweit Zerstörungen des Bahnkörpers durch Erdbeben oder ähnliche Ereignisse zu befürchten seien und andererseits für Gefährdungen Sicherungsvorschläge zu machen. Im Mai 1922 hat der Ausschuss einen eingehenden Bericht erstattet. Der Ausschuss stand einem Grenzgebiet zwischen Quartärgeologie und Bautechnik gegenüber, das allzuwenig planmäßig behandelt war.

Zunächst hat der Ausschuss Fragebögen über die im Lande bisher eingetretenen Erdverschiebungen an Bahn- und Baubehörden, an Werke und Geschäfte, private Ingenieure und Geologen hinausgegeben. Er suchte also die Lösung für die Beurteilung der Standsicherheit empirisch im Vergleich mit ähnlichen Fällen geotechnisch gleichartiger Beschaffenheit. Die bisherigen Untersuchungsverfahren nach dieser Richtung wurden verbessert und besonders das Vorgehen bei der Probeentnahme vervollkommen, so daß man jetzt in der Regel bei bescheidenem Aufwande den geologischen Bau aufdecken und eine gute Anschauung von den betreffenden Verhältnissen geben kann. Es sind zusammen über 300 Plätze und 2400 Querschnitte untersucht worden. Gegen 70 Stellen wurden verstärkt. Besondere Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf Bahnbewachung und Zuggeschwindigkeit wurden für über 100 Stellen mit 56 km Gesamtlänge empfohlen. Freilich scheint es dabei nicht ganz ohne Widerspruch der für den Betrieb verantwortlichen Stellen abgegangen zu sein.

*) Über die Organisation des Geologendienstes wurde bereits kurz berichtet. Organ 1923, Seite 188.

Die Bodenbewegung wird sodann allgemein als Bodenzusammenpressung oder als Bodenverschiebung erklärt und an einer Reihe von Beispielen erläutert.

Bei der Beurteilung der Tragfähigkeit eines Grundes können im allgemeinen zwei Wege eingeschlagen werden. Der eine geht auf eine Versuchsbelastung — unmittelbar oder mit Probepfählen — hinaus. Die Probepfählung setzt aber große Ausmaße voraus, wenn sie volle Klärung bringen soll, ist also in den meisten Fällen recht teuer und erweist sich auch aus sonstigen Gründen vielfach als ungeeignet.

Das andere Verfahren richtet sich in erster Linie auf die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse und Beschaffenheit der Erdarten und sucht auf dieser Grundlage die Tragfähigkeit des Bodens einzuschätzen. Hierfür dient in erster Linie die Probebohrung. Auf die Verbesserung der bisher üblichen Verfahren hat der Ausschuss viel Arbeit verwendet. Er gibt Regeln für die geotechnische Einteilung der Erdschichten und die Einrichtung der Untersuchungen, für die verschiedenen Arten der Bohrung wie Sandbohrung, Bohrung durch die Oberschichten und Probeentnahme mit Kannen-, Schaufel-, Zylinder- und Wasserspülungsbohrer. Er zieht bezeichnende Vergleiche zwischen den alten und seinen eigenen neuen Untersuchungsverfahren unter Anführung belehrender, namentlich irreführender Ergebnisse und deren Ursachen.

Der Bericht geht dann über auf die Beobachtungsverfahren für Erdbewegungen. Man hat bei vielen Erdverschiebungen die Beobachtung gemacht, daß der Katastrophe kleinere Bewegungen der Erdschichten (Rissebildungen) vorausgingen. In manchen Fällen konnte man die Bewegungen schon Tage voraus erkennen. Der Ausschuss hält es nicht für ausgeschlossen, daß an manchen Stellen die Bewegungen schon lange voraus gemerkt worden wären, wenn man durch genaue und hinreichend oft durchgeführte Messungen zur rechten Zeit gewarnt worden wäre. Der Ausschuss hat denn auch an einer großen Anzahl von Stellen solche periodische Messungen ausführen lassen und ein Verfahren für Standfestigkeitsberechnungen angegeben.

Zum Schlusse gibt der Bericht eine große Anzahl von Beschreibungen untersuchter Plätze. Es finden sich darunter Beschreibungen verschiedener, in der Baugeschichte Schwedens berühmt gewordene Erdbeben wie den bei Vita Sikudden 1918 an der Bahnstrecke Nyköping—Norrköping, am Södertäljekanale 1916, des Ausweichens der Auffüllung bei Anlage der Westküstenbahn längs dem Sagsjö in den Jahren 1887—88. Weiter verdienen Berichte über Bodendurchbrüche bei Dammanlagen, über einige Fälle von Dammbelastungen auf Torfmooren und über Rissebildungen und Setzungen in Dammfüllungen Aufmerksamkeit.

In einem Schlußworte hebt der Ausschuss hervor, daß es in vielen Fällen nicht möglich ist, die Gleichgewichtsverhältnisse auf schwachem Untergrund genau zu bestimmen. Es sei daher nicht berechtigt, in jedem einzelnen Falle Verstärkungsanordnungen in solchem Umfange zu treffen, daß jeder Zweifel an der Standsicherheit behoben wäre. In dem großen Zeitraum von etwa 70 Jahren, auf den der Eisenbahnbetrieb in Schweden zurückgeht, bei einem bedeutenden, während dieser Jahre herangewachsenen Eisenbahnnetz, bei großen, dem Lande eigenen Untergrundschwierigkeiten haben eigentlich, soweit bekannt, nur zwei Erdverschiebungen (die Getärtschung 1918 auf den Staatsbahnen und die Rutschung am Härnasee 1919 an einer Privatbahn) zu einem Zugunglück geführt. Das ist ein vom Standpunkte der Betriebssicherheit recht befriedigendes Ergebnis. Geotechnische Ursachen trugen sonach trotz allem verhältnismäßig wenig zu Zuggefährdungen bei. Die Forderung absoluter Sicherstellung der Staatsbahn gegen geotechnische Gefahren ist also wirtschaftlich nicht vertretbar. Die bedeutendsten — um nicht zu sagen die einzigen bedeutenderen — Erdverschiebungen fielen bei den Staatsbahnen in die zehn Jahre 1910—19. Diese Rutschungen kosteten den Staat insgesamt rund 2 Millionen Kr. oder 200 000 Kr. im Jahr. Zu 5% verzinnt stellt das die Jahresrente eines Kapitals von 4 Millionen Kr. dar. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß ein verhältnismäßig so geringes Kapital nicht entfernt die Kosten decken würde, die mit einer absoluten Sicherstellung des ganzen Staatsbahnnetzes verknüpft wären. Man hat überschlägig berechnet, daß die Kosten einer solchen Sicherstellung des ganzen Staatsbahnnetzes eher über 100 Millionen Kr. hinausgehen als unter diesen bleiben würden.

Für solche Plätze, für die eine vollständige Sicherung sich allzu kostspielig stellen würde und wo man sich sonach nicht mit Sicherheit vor einer Bodenverschiebung schützen kann, ist nach Anschauung des Ausschusses der richtige Weg die Einführung besonderer Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf Zuggeschwindigkeit und Überwachung, ferner ein zuverlässiger Warnungsdienst mit einer einfachen Erdrutsch-Warnvorrichtung. In vielen Fällen könnte damit ein teurer Umbau oder eine Bahnverstärkung umgangen werden.

Im letzten Grunde muß doch sowohl der Kosten wie der Betriebssicherheit wegen immer eine genaue Feststellung der wirklich vorliegenden Standsicherheitsverhältnisse angestrebt werden. Eine Vertiefung und Erweiterung der geotechnischen Erkenntnisse ist daher von größtem Gewicht. Daß nicht nur die Eisenbahnen auf dieses Ziel hinarbeiten, sondern auch andere Zweige der Staatsverwaltung, ist dringendes Bedürfnis. Die Arbeiten des aufgelösten geotechnischen Ausschusses werden durch eine innerhalb der kgl. Eisenbahndirektion eingerichtete geotechnische Abteilung fortgesetzt.

Dr. Saller.

Lokomotiven und Wagen.

Die Entwicklung des Lokomotivparks der ehemals württembergischen Staatsbahnen.

In einem vor kurzem erschienenen Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche, „Wirtschaft und Verkehr in Württemberg“ (Berlin, Hackebeil 1924), gibt Oberregierungsbaurat Dauner einen interessanten Überblick über die Entwicklung des württembergischen Lokomotivparks seit der Eröffnung der ersten Bahn im Jahr 1845. Der erste Bauabschnitt von 1845 bis 1865 zeigt in Anlehnung an die ersten aus Amerika bezogenen Bauarten fast ausschließlich Lokomotiven mit vorderem Drehgestell, meist mit der Achsanordnung 2B. Nur zur Überwindung des Albübergangs bei Geislingen, der sogenannten „Geislinger Steige“, wurden im Jahr 1848 einige C-Lokomotive beschafft, die äußerst leistungsfähig waren.

Mit dem Jahr 1866 beginnt ein zweiter Abschnitt, der im wesentlichen durch das Streben nach konstruktiver Einfachheit bei den Neubauten und den damals zahlreichen Umbauten gekennzeichnet ist. In diesem Abschnitt beherrscht die 1B-Zwillingslokomotive den Personen- und Schnellzugverkehr, die C-Zwillingslokomotive den Güterzugverkehr. Daneben wurden von Kraufs noch einige B-Tenderlokomotiven versuchsweise beschafft.

Ein dritter Abschnitt beginnt im Jahr 1887 mit der Einführung der Verbundwirkung. Für leichtere Züge wurden zunächst die 1B und C-Lokomotiven in Verbundanordnung weitergebaut, für schwerere dagegen nach den Entwürfen von Klose, die damals auch

im Organ beschriebenen 1B1 und E-n 3 v Lokomotiven beschafft. Für den Güter- und Personenverkehr auf krümmungsreichen Strecken schuf Klose ferner eine C-Lokomotive mit langem Achsstand und Lenkachsen, für Zahnstrecken eine 1C-Lokomotive, dazu noch verschiedene Schmalspurlokomotiven.

Gegen Ende der neunziger Jahre beginnt der vierte Abschnitt mit der Einführung von leistungsfähigen 2B und 2C-Lokomotiven für die immer schwerer werdenden Schnellzüge. Ihnen folgte im Jahr 1909 als letzte württembergische Schnellzuglokomotive noch eine 2C1-h 4 v Lokomotive, die bis 1921 nachgebaut wurde. Für Güterzüge schuf man 1905 ein E-n 2 v Lokomotive mit Gölsdorfscher Achsanordnung, die seit 1909 wie auch die obengenannte 2B-Lokomotive als Heißdampflokomotive weitergebaut wurde. Durch den Krieg verzögert kam 1918 noch eine 1F-h 4 v Lokomotive in Betrieb, die als schwerste Güterzuglokomotive Europas mit Schleppender noch jetzt nachgebaut wird. In diesen Abschnitt fällt neben einigen Ausführungen nach preussischer Bauart noch eine Reihe von Tenderlokomotiven, so eine 1C1-h 2 Lokomotive im Jahr 1910, eine D-h 2 Lokomotive im Jahr 1916, eine E-h 2 Lokomotive im Jahr 1921 und endlich noch eine E+1Z-h 4 v Lokomotive im Jahr 1922.

Sämtliche Lokomotiven sind in der Quelle in demselben Maßstab in Typenbildern dargestellt. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die dauernde, starke Vergrößerung der Hauptmessungen und Leistungen bei den wichtigsten neueren Lokomotiven:

Baujahr	Bezeichnung	Klasse	Lokomotive							Lokomotive samt Tender			Leistung auf der Steigung 1:100			
			Treibrad-durchm.	Zylinder-durchm.	Kolben-hub	Dampf-druck	Heiz-fläche	Rost-fläche	Dienst-gewicht	Dienst-gewicht	Gesamt-achsstand	Gesamt-länge	Belastung	Geschw.	Zugkraft	Pferde-stärken
			mm	mm	mm	at	qm	qm	t	t	m	m	t	km/Std.	kg	PS
Personen- und Schnellzuglokomotiven																
1889	1 B-n 2 v	Ac	1650	420/600	560	14	105,25	1,6	40,4	69	9,9	14,078	135	50	2950	540
1892	1 B1-n 3 v	F	1650	420	560	12	148,1	2,0	54,2	83	11,9	16,109	160	50	3450	645
1898	2 B-n 2 v	AD	1800	450/670	560	14	129,1	2,0	51,0	78	12,33	15,402	170	50	3550	660
1898	2 C-n 4 v	D	1650	380/600	560	14	162	2,3	64,4	102	13,975	16,935	250	50	5000	930
1907	2 B-h 2	ADh	1800	490	560	12	134,9	2,0	51,4	89	12,627	15,866	170	60	3900	865
1909	2 C1-h 4 v	C	1800	420/620	612	15	261	3,95	85,2	133	17,41	20,415	400	60	8000	1775
Güterzuglokomotiven																
1889	C-n 2 v	Fc	1230	480/685	612	14	117,9	1,4	39,6	67,5	9,688	14,102	340	18	5150	345
1893	C-n 2 v	F1	1380	480/685	612	14	116,75	1,4	41,4	69,3	10,505	14,814	340	18	5150	345
1892	E-n 3 v	G	1230	480	612	12	197,6	2,2	68,5	97,1	12,455	17,079	680	18	9850	655
1905	E-n 2 v	H	1250	565/860	612	15	233	2,83	73	109,6	12,44	17,035	750	18	10900	730
1909	E-h 2	Hh	1250	620	612	12	205,7	2,58	73,8	110,4	12,44	17,035	800	18	11600	775
1918	1 F-h 4 v	K	1350	510/760	650	15	313,5	4,2	106,5	154	17,18	20,2	1330	18	18700	1250
Tenderlokomotiven																
1891	C-n 2	T3	1045	380	540	12	63,9	1,0	29,7	—	3,0	8,505	165	32	2550	305
1906	D-n 2	T4	1380	530	612	14	143,4	2,09	64,5	—	4,65	11,0	300 auf 1:44	18	9400	630
1909	1 C1-h 2	T5	1450	500	612	12	143,6	1,95	69,5	—	8,7	12,2	350	32	5550	660
1916	D-h 2	T6	1150	500	560	13	115,4	1,5	60	—	5,0	10,6	600	18	8250	550
1921	E-h 2	Tn	1150	500	560	13	163,3	1,97	62,5	—	5,16	11,03	700	18	9500	630

1 E-h 2 Güterzuglokomotive der Tschechoslowakischen Staatsbahn. („Die Lokomotive“ 1924, Heft 5.)

Zur Beförderung von Güterzügen von 800 t Gewicht über Steigungen von 10‰ mit einer Geschwindigkeit von 25 km/Std. hat die Tschechoslowakische Staatsbahn 52 Stück 1 E-Lokomotiven beschafft. Der Entwurf wurde von den Skodawerken in Prag ausgearbeitet. Diese haben es damit zum erstenmal unternommen, eine Lokomotive selber zu entwerfen, nachdem sie sich seither damit begnügt hatten, Nachlieferungen oder Umbauten bestehender Lokomotivtypen auszuführen. Die Lokomotive hat den Erwartungen völlig entsprochen: bei der ersten Versuchsfahrt wurde ein Zug von 804 t Wagengewicht auf der 13 km langen Strecke Nepomuk—Olšany mit 11‰ Steigung mit Geschwindigkeiten von 30 bis 40 km/Std. gefahren. Die größte Zylinderfüllung betrug 40 bis 45%.

Die Lokomotive ist für einen größten Achsdruck von 14,5 t gebaut, dürfte diesen jedoch nur mit Speisewasservorwärmer erreichen, der indessen nur bei einigen Lokomotiven vorgesehen ist. Der Langkessel trägt zwei durch ein Rohr verbundene Dome, in welche der Dampf durch Wasserabscheider eintritt. Im vorderen Dom befindet sich ein Ventilregler. Bei fünf Lokomotiven ist der neueste Ventilregler von Schmidt und Wagner eingebaut, der so zufriedenstellend arbeitet, daß er für alle künftigen Neubauten von Lokomotiven vorgeschrieben wurde. Am rückwärtigen Dom sind zwei Pop-Sicherheitsventile von 4" angebracht. Auf der Unterseite eines jeden der beiden Kesselschüsse befindet sich ein Schlamm-sammler mit Friedmannschem Abschlammschieber. Der Überhitzer hat die Schmidtsche Bauart mit Elementen von 32/38 mm Rohrdurchmesser. Das Blasrohr hat zum Zweck der Schalldämpfung einen bauchartig erweiterten Untersatz. Der Schornstein trägt für die Verfeuerung von Braunkohle einen Kobelrauchfang. Der Aschkasten ist im Rahmen befestigt und gegen den Stehkessel gut abgedichtet. Er kann vom Führerhaus aus durch zwei Bodenklappen entleert werden.

Die Zylinder haben Kolbenschieber von 280 mm Durchmesser für innere Einströmung. Jede Schieberseite ist durch fünf schmale Ringe abgedichtet. Die Dampfkanäle führen ohne Krümmung vom Schieber zum Zylinder. Der Stahlgufkolben ist hohl und hat ebene

Stirnflächen; er ist durch drei Dichtungsringe abgedichtet. Die hohlen Schieberstangen haben Labyrinthdichtung. Der Druckausgleich wird von Hand betätigt. Die Luftsaugventile sitzen an den Einströmrohren oberhalb des Trittlechs, so daß sie möglichst staubfreie Luft ansaugen.

Der Rahmen besteht aus zwei 34 mm starken Platten, an welche vor den Dampfzylindern zwei weitere, nach vorn gegen-einander laufende 30 mm starke Platten angenietet sind, um das nötige Seitenspiel für die Adamsachse zu erhalten. Die Adamsachse hat beiderseits 65 mm Ausschlag. Erste und vierte Kuppelachse sind fest, die zweite und fünfte haben Seitenspiel (22 bzw. 25 mm), die dritte ist Treibachse und hat um 10 mm schwächer gedrehte Spurkränze. Die Achslagerschalen liegen nicht, wie sonst üblich, mit fünf ebenen Flächen im Achslagergehäuse an, sondern sie haben eine zylindrische, zum Achsmittel exzentrische Auflagerfläche. Diese ist so ausgebildet, daß sowohl das Lagergehäuse innen, als auch die Lagerschale außen gedreht und geschliffen werden kann, daß also keinerlei Handarbeit mehr zum Einpassen nötig ist. Die Verdrehung der Lagerschale im Gehäuse wird einerseits durch die erwähnte exzentrische Anordnung, andererseits durch eine Dreh-sicherung in Form eines kräftigen Pafsstückes zwischen Gehäuse und Schale sowie dadurch verhindert, daß der Achslagerunterkasten an die Achslagerschale anstößt. Die Tragfedern liegen über den Achsen, nur bei den beiden hinteren Achsen sind sie unterhalb angeordnet.

Durch eine selbsttätige Saugebremse, die auf die zweite, dritte und vierte Kuppelachse wirkt, werden 42,6% des Reibungsgewichtes der Lokomotive abgebremst. Dabei ist Sorge getragen, daß diese Saugebremse jederzeit ohne weitere Änderungen durch eine Druckluftbremse ersetzt werden kann, wobei die Bremsverhältnisse dieselben bleiben.

Zur Speisung des Kessels dienen zwei nichtsaugende Strahl-pumpen von Friedmann. Bei fünf Lokomotiven wird das Speisewasser über einen Schlammabscheider geführt; drei Lokomotiven haben, wie schon eingangs erwähnt, an Stelle der einen Strahlpumpe eine Speiseeinrichtung mit Speisewasservorwärmern erhalten und zwäreinen Oberflächenvorwärmer von Knorr, einen Einspritz-(Niederschlag)-

Vorwärmer von Worthington und einen Abdampfinjektor von Metcalf. Mit letzterem kann gegen einen Druck von $10\frac{1}{2}$ at gespeist werden; für die im Lokomotivbetrieb üblichen Kesseldrücke ist nach der Quelle Frischdampfzusatz in einer Menge von 2 bis 3 kg für 100 kg Speisewasser erforderlich; das Speisewasser erreicht hierbei 90 bis 105° C. Bei den gewöhnlichen Strahlpumpen beträgt der Dampfverbrauch 10 kg, die erreichte Temperatur 50 bis 60° . Der Abdampf wird hier wie bei dem Einspritzvorwärmer entölt. In England sind solche Abdampfinjektoren in ausgedehnter Verwendung; aber auch andere Bahnen machen davon Gebrauch.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

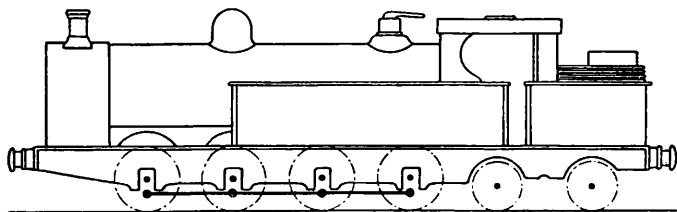
Kesselüberdruck p	14 at
Zylinderdurchmesser d	620 mm
Kolbenhub h	632 "
Kesseldurchmesser, außen (vorn)	1826 mm
Kesselmittle über Schienenoberkante	2750 "
Feuerbüchse, Länge	2730 "
" " Weite	1540 "
Heizrohre, Anzahl	175 Stck.
" " Durchmesser	46/51 mm
Rauchrohre, Anzahl	30 Stck.
" " Durchmesser	126/133 mm
Rohrlänge	5000 "
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	15,0 qm
Heizfläche der Rohre	185,68 "
" " des Überhitzers	63,0 "
" " — im Ganzen — H	263,68 "
Rostfläche R	4,2 "
Durchmesser der Treibräder D	1300 mm
" " Laufräder	1034 "
Fester Achsstand	4200 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8180 "
Reibungsgewicht G_1 (ohne Vorwärmer)	70,4 t
Dienstgewicht der Lokomotive G (ohne Vorwärmer)	82,75 "
Leergewicht (" ")	73,9 "
Zugkraft $Z = 0,6 \cdot p \cdot (d^2) \cdot h : D =$	15700 kg
H : R	62,8
H : G	3,19 qm/t
Z : H	59,5 kg/qm
Z : G	190 kg/t

R. D.

Neuere englische Lokomotiven.

(Bulletin de l'association intern. du congrès des chemins de fer. April 1924.)

Im 2. Heft 1924 des Organs wurde eine 2 C - h 4 Schnellzuglokomotive der englischen Großen Westbahn beschrieben, die 1923 in Swindon in größerer Stückzahl gebaut worden ist. Die Lokomotiven gehören der „Castle“ Klasse an (siehe Abb.) und stellen eine Weiterentwicklung der auf dieser Bahn vor ungefähr 12 Jahren eingeführten 2 C Bauart dar. Die neuen 2 C Lokomotiven der Westbahn übertreffen bei 14345 kg Zugkraft die 2 C 1 Pacificlokomotiven der englischen Großen Nordbahn und der Nordostbahn.



Eine andere bemerkenswerte englische Lokomotive stammt aus dem Jahre 1919. Es ist dies eine 1 C - h 3 Lokomotive für gemischten Dienst, die für die Südost- und Chathambahn entworfen und bis zum Jahre 1923 in großer Stückzahl gebaut wurde. Anfänglich bekamen diese Lokomotiven zwei Zylinder (Zwilling). Bei der im vorigen Jahr für eine andere Bahngesellschaft (englische Südbahn) fertiggestellten Lokomotive dieser Klasse ging man jedoch zu drei Zylindern (Drilling) über, die auf die mittlere der drei gekuppelten Achsen arbeiten. Die beiden Außenzylinder liegen horizontal, der innere Zylinder ist unter 1:8 geneigt. Die äußeren Kolbenschieber werden durch Heusingersteuerung, der innere Schieber wird durch einen Doppelhebel von der Außensteuerung mit bewegt. Zu be-

merken ist, daß der Mittelzylinder mit dem linken Außenzylinder aus einem Stück, während der rechte Zylinder für sich hergestellt ist. Die Dreizylindermaschine sollte dieselbe Zugkraft wie die Zwillinglokomotiven aufweisen, daher setzte man bei ihr den Dampfdruck von etwa 14,5 auf 13,4 at herab. Nachfolgend einige Hauptabmessungen der Dreizylinderlokomotive:

Zylinderdurchmesser	457 mm
Kolbenhub	711 "
Triebraddurchmesser	1676 "
Heizfläche der Rohre	129,19 qm
" " Buchse	12,54 "
" " des Überhitzers	26,48 "
Rostfläche	2,32 "
Dampfspannung	13,36 at
Dienstgewicht	62,7 t

Eine D 2 Tenderlokomotive der London-Midland und Schottischen Eisenbahn, gebaut 1921 in Crewe, ist aus der D 1 Verschiebetenderlokomotive entwickelt, die im Jahre 1911 gebaut wurde, und hat Innenzylinder mit Joyststeuerung. Sie hat im Gegensatz zu ihrer Vorläuferin große Wasser- und Kohlenkästen und ist für Ölfuehrung eingerichtet. Der Zylinderdurchmesser beträgt 521 mm, der Kolbenhub 610 mm, der Triebraddurchmesser 1359 mm, der Laufraddurchmesser 990 mm. Die Heizfläche beträgt 190 qm, die Rostfläche nur 2,19 qm. Die Lokomotive hat 13 at Kesselspannung und 88 t Dienstgewicht bei 9,2 cbm Wasservorrat und 3,5 t Kohlenvorrat. Sie befördert Personenzüge auf Steilrampen.

Die London-Midland und Schottische Bahn verfügt über eine Anzahl 2 C - h 3 Schnellzuglokomotiven, die auf den starken Steigungen zwischen Callendar und Oban verkehren. Sie wurden neuerdings wieder mit Zwillingstriebwerk beschafft. Die Abmessungen der Zwillinglokomotiven sind:

Zylinderdurchmesser	496 mm
Kolbenhub	660 "
Triebraddurchmesser	1676 "
Heizfläche der Rohre	153,58 qm
" " Feuerbüchse	10,78 "
" " des Überhitzers	—
Rostfläche	2,03 qm
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	62,6 t

Die Abbildung zeigt eine geschichtlich bemerkenswerte 2 D Lokomotive der vorerwähnten Bahngesellschaft vom Jahre 1897. Diese Lokomotive war in der Eisenbahnwelt die erste Vierzylinderlokomotive mit einstufiger Dampfdehnung. Die Innenzylinder hatten 368 mm Durchmesser und 660 mm Hub, die Außenzylinder dagegen 317 mm und 610 mm Hub. Die Lokomotive wurde später in den Werkstätten von Kilmarnock umgebaut und mit größerem Kessel und Robinson-Überhitzer versehen. Auch wurden die vier Zylinder auf den gleichen Durchmesser von 356 mm geändert, der Unterschied im Hub hingegen wurde beibehalten. Für jede Maschinenseite wurde ein Kolbenschieber eingebaut. Die Maschine hat nach wie vor Stephensonsteuerung. Die Abmessungen der Maschine nach dem Umbau sind:

Zylinderdurchmesser	4 × 356 mm
Kolbenhub	2 × 610/660 "
Triebraddurchmesser	2070 "
Heizfläche der Rohre	134,15 qm
" " Feuerbüchse	13,75 "
" " des Überhitzers	19,60 "
Rostfläche	2,56 "
Dampfspannung	13 at
Dienstgewicht	61,4 t
187 Heizrohre, 22 Rauchrohre. St.	

Ausbesserungsstand der Lokomotiven und Wagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

(Railway Age. 1924, 1. Halbj. Nr. 15.)

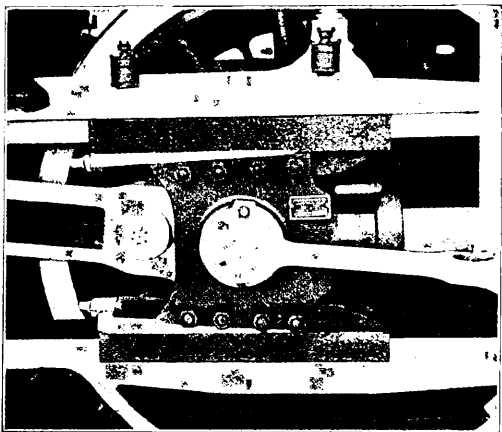
Im September 1922 erreichte in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Ausbesserungsstand an Lokomotiven, die für mehr als 24 Stunden dienstunfähig waren, einen Höchststand von 23,5 v. H., während der Stand an ausbesserungsbedürftigen Wagen 14,8 v. H. betrug. Die Ursache war ein ausgedehnter Streik der Werkstättenarbeiter, der am 1. Juli 1922 begonnen hatte und sich im allgemeinen bis Mitte September 1922, vereinzelt sogar bis Anfang 1923 hinzog. Eine mäßige Besserung ergab sich bis zum 1. Januar 1923 durch

Abminderung des Ausbesserungsstandes auf 21,1 v. H. bei den Lokomotiven und 9,5 v. H. bei den Wagen. Im Jahre 1923 wurde jedoch unter Aufwendung beträchtlicher Geldmittel für die Werkstätten eine wesentliche Senkung des Ausbesserungsstandes erreicht. Dieser fiel daher am 1. Januar 1924 bei den Lokomotiven auf 14,6 v. H. und bei den Wagen auf 6,9 v. H. Hierdurch waren zu Beginn des Jahres 1924 5000 Lokomotiven und 70000 Wagen mehr verfügbar als zu Beginn des Jahres 1923. Pfl.

Nachstellbarer Kreuzkopf.

(Railway Age 1924, 1. Halbjahr, Nr. 28.)

Mit einem nachstellbaren Kreuzkopf Bauart Rogatchoff wurden auf amerikanischen Bahnen gute Erfahrungen gemacht. Wie die Abbildung zeigt, kann durch nachstellbare Keile der durch Abnutzung entstehende Spielraum zwischen Kreuzkopfssole und Gleitbacken nach Bedarf auf ein geringeres Maß vermindert werden. Bei einer Personenzuglokomotive der Baltimore- und Ohio-Bahn war auf der



linken Lokomotivseite ein solcher Kreuzkopf 35 Monate lang ohne jede Unterbrechung in Verwendung; die Lokomotive legte in dieser Zeit mehr als 204 000 km zurück. Durch Vergleichsversuche wurde festgestellt, daß die gute, spielraumfreie Führung des Kreuzkopfes auch auf die Haltbarkeit der Stopfbüchsenpackungen und Zylinderdichtungsringe sowie der Triebstangenlagerschalen und Kreuzkopfführungen einen sehr günstigen Einfluß ausübt. Gegenwärtig sind mehr als 400 amerikanische Lokomotiven mit dem nachstellbaren Kreuzkopf ausgerüstet. Pfl.

Amerikanische Normen für Leistungsversuche an Lokomotiven.

(Zeitschrift des Ver. deutsch. Ing. 1924, Nr. 8.)

In der Quelle berichtet Regierungsbaurat Prof. Nordmann vom Eisenbahn-Zentralamt über einen von der American Society of Mechanical Engineers herausgegebenen Entwurf von Regeln für Leistungsversuche an Lokomotiven und vergleicht diesen mit der in Deutschland üblichen Art der Lokomotivprüfung. Zum Zweck der Feststellung des Dampf- und Brennstoffverbrauchs der Lokomotiven für die Leistungseinheit sind nach dem Entwurf zwei Wege vorhanden: entweder der Versuch auf dem Prüfstand oder die Versuchsfahrt. Ersterer schneidet in dem Entwurf besser ab, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß man in den Vereinigten Staaten über vier ortsfeste Prüfstände verfügt. Die amerikanischen Streckenversuche unterscheiden sich von den deutschen dadurch, daß sie Betriebsbedingungen wiederholen sollen, während bei uns die Versuchsfahrten wegen des Fehlens einer ortsfesten Prüfanlage eher entsprechend den amerikanischen Standversuchen im Beharrungszustand durchgeführt werden und vielfach auch dazu dienen, die Leistungsgrenzen der Lokomotiven festzulegen.

Für die Prüfstandversuche werden zuerst eine größere Anzahl von Angaben und Messungen über die Lokomotivabmessungen, sowie über die näheren Bedingungen, unter welchen der Versuch stattfinden soll, verlangt. Die Abmessungen an der Lokomotive sollen möglichst nicht nur aus Zeichnungen, sondern auch unmittelbar durch Messung festgelegt werden. Es wird sodann der Vollzug des Versuches selbst mit einer Menge von größerem und kleinerem Meßgerät beschrieben. Weiter enthält der Entwurf Anweisungen

für die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Versuchsprotokolls. Dieses ist außerordentlich ausführlich und bei Aufzählung der Abmessungen teilweise von pedantischer Gründlichkeit.

Der Streckenversuch soll, wenn es auf genaue Werte ankommt, erst in zweiter Linie kommen. Die vorzunehmenden Messungen sind im allgemeinen dieselben wie beim Prüfstandversuch. Abweichend von diesem wird allerdings ohne ersichtlichen Grund auf verschiedene Messungen, die sich auch hier leicht ermöglichen lassen dürften, wie Barometerstand und Luftverdünnung in der Feuerbüchse, verzichtet. Neu kommen hinzu Angaben über Art und Gewicht des Zuges, sowie über Strecke, Zeit und Wetter. Hierauf werden die nötigen Einrichtungen nach Anordnung (teils auf Lokomotive, teils auf Meßwagen) und Verwendung beschrieben. Die Auswertung der Ergebnisse und die Aufstellung des Protokolls beschließen wiederum die Vorschrift.

Beim Vergleich mit den Lokomotivprüfungen bei der Deutschen Reichsbahn fällt auf, daß der Hauptwert bei uns auf die Ermittlung des Dampfverbrauchs gelegt wird und die Kohlen im Gegensatz zur amerikanischen Übung demgegenüber etwas zurücktreten. Eine Berechtigung dieses Standpunkts ist darin zu erblicken, daß der Dampf ein physikalisch homogener Körper ist, während der Heizwert der Kohle schwankt. Die Ermittlung der Zughakenleistung ist bei den amerikanischen Versuchen nicht einheitlich. Beim Fahrtversuch erscheint wie bei uns die reine Zughakenleistung mit Abzug des durch den Widerstand der Lauf- und Tenderachsen und der Luft verbrauchten Teils; beim Standversuch ist letzterer Anteil noch in der Zughakenleistung enthalten. Obwohl diese Abweichung erkannt ist, fehlt dennoch jede Begründung dafür. Auch die Dampf-wirkung der Maschine wird bei uns sorgfältiger untersucht, so daß man eher ein Bild über die Spannungs- und Temperaturverluste gewinnt.

Der Gedanke, für die Lokomotivprüfungen Regeln aufzustellen, muß zweifellos als sehr glücklich bezeichnet werden. Eine einfache Übernahme des vorliegenden amerikanischen Entwurfs scheint aber nicht empfehlenswert, weil er im einzelnen mitunter die nötige Klarheit vermissen läßt. Vor allem fehlt dem Amerikaner, wie man auch sonst oft bemerken kann, die Gabe, einen mit großer Sorgfalt durchgeführten Versuch nachher auch entsprechend auszuwerten.

R. D.

Amerikanische Zwei-Motoren-Triebwagen.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 20.)

In den letzten Jahren wurden in Amerika Triebwagen mit Verbrennungsmotoren von 2,75 m nutzbarer Breite und 16,75 m nutzbarer Länge gebaut, welche beladen über 27 t wiegen und eine Motorleistung von etwa 120 PS erfordern. Diese Wagen arbeiten zufriedenstellend, besitzen jedoch den Nachteil, daß sie Treibmaschinen von höherer Leistung erfordern, als sie für Straßenkraftwagen gewöhnlich in Betracht kommen. Es ist deshalb eine Massenerzeugung der Motoren zu einem niedrigen Preis und mit Austauschbarkeit der Teile nicht möglich. Auch das Wechselgetriebe macht Schwierigkeiten.

Diese Nachteile sucht eine Bauart der Mack Trucks, Incorporated, Chicago durch den Einbau von zwei Kraftanlagen in jeden Triebwagen zu vermeiden. Die beiden Motoren laufen mit gleicher Drehzahl; jeder Motor treibt nur eine Achse des zugehörigen Drehgestells an. Wesentlich ist dabei, daß die Motoren so zuverlässig sind, daß sie im Betriebe keinerlei Aufsicht oder Aufmerksamkeit erfordern. Die Bauart bietet noch den Vorteil, daß beim Schadhafwerden eines Motors die Heimfahrt mit dem anderen noch möglich ist. Zum Antrieb dienen gewöhnliche Automobilmotoren von je 60 PS, die alljährlich zu Tausenden gebaut werden und für welche Ersatzteile überall im Lande erhältlich sind. Auch eine große Zahl anderer Straßenkraftwagenteile, wie Wellen, Kühler, Getriebe, Kupplungen usw. sind ohne Änderung verwendet.

Jedes Drehgestell ist mit einem Vierzylinder-Motor von 60 PS Höchstleistung bei 127 mm Zylinderdurchmesser und 153 mm Hub ausgerüstet, dessen in der Wagenlängsachse liegende Welle über eine Kupplung und ein Wechselgetriebe und Kegelräder die Triebachse antreibt. Das Wechselgetriebe wird druckluft-elektrisch betätigt; die Kolben der Luftzylinder stehen mit den Gabeln der Wechselgetriebe und mit dem Kupplungshebel so in Verbindung, daß das Wechseln bei beiden Drehgestellen vollkommen gleichzeitig in drei Zeitabschnitten erfolgt. Im ersten Abschnitt werden die Getrieberäder außer Eingriff gebracht und gleichzeitig die Kupplung gelöst, im zweiten Zeit-

abschnitt werden die Getrieberäder in die neue Stellung geschoben und im dritten erfolgt das Wiedereinschalten der Kupplung. Jede einzelne dieser Bewegungen muß bei beiden Drehgestellen ausgeführt sein, bevor die folgende eingeleitet werden kann. Die Maschinen der beiden Drehgestelle sind durch die Reibung der Treibräder auf dem Gleis mechanisch verbunden; sie laufen also mit gleicher Drehzahl. Für den Fall, daß die Räder zum Gleiten kommen sollten, ist ein Regler vorgesehen, der das Durchgehen des Motors verhindert. Die gleichmäßige Kraftverteilung auf die beiden Maschinen bei gleicher

Geschwindigkeit durch gleichmäßige Beeinflussung der Luft- und Brennstoffzufuhr, Kompression usw. bietet keine Schwierigkeiten.

Von der Steuerwelle jeder Maschine wird eine Kontaktvorrichtung angetrieben, die bei jeder Umdrehung, oder bei jeder zweiten Umdrehung einen Lampenstromkreis schließt und öffnet. Die Überwachungs Lampe leuchtet daher in kurzen Zeitabschnitten auf und zeigt dadurch dem Führer die ungefähre Motorgeschwindigkeit an; Schleifen der Räder und Aussetzen der Zündung wird hierdurch ebenfalls gemeldet. Pf.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Elektrische Zugförderung auf der Virginia-Bahn.

(Railway Age 1924, Heft 27.)

Die Virginia-Bahn gilt in amerikanischen Fachkreisen als führend auf dem Gebiet der Förderung großer Massengüter. Die in Westvirginien gewonnenen Kohlenmengen wurden bisher durch Dampflokomotiven auf der Strecke Deepwater—Princetown—Roanoke über das Alleghany-Gebirge an die atlantische Küste nach Norfolk gebracht (zur Weiterverfrachtung auf dem Seeweg). Bis auf den Abschnitt Mullens—Clarks Gap ist die im ganzen 710 km lange Linie eingeleisig. Die Bahn ist mit der Entwicklung schwerster Dampflokomotiven so ziemlich an die Grenze des möglichen gelangt. Bisher wurden auf der Steilrampe Elmore—Clarks Gap (21‰) durch eine Zuglokomotive von 370 t Gesamtgewicht (Gattung 1 D + D1) und zwei Schublokomotiven von je 450 t (Gattung 1 E + E1) Güterzüge von 5500 t mit etwa 12 km/Std. geschleppt. Von Princetown ab werden Züge von 8500 t gefahren.

Um die Leistungsfähigkeit weiter zu steigern hat sich die Gesellschaft entschlossen den Abschnitt Elmore—Roanoke (215 km) zu elektrisieren. Man erwartet, daß zwei elektrische Lokomotiven 6000 t schwere Züge auf der Rampe Elmore—Clarks Gap mit doppelter Geschwindigkeit (22,5 km/Std.) befördern und von da ab eine Lokomotive 9000 t mit 22,5 bis 45 km/Std. nach Roanoke bringt.

Jede der neuen elektrischen Lokomotiven besteht aus drei Einheiten der Achsanordnung 1 B B 1 mit einem Gesamtgewicht von 3 × 200 t. Ähnliche Einheiten sind von der Westinghouse-Co. bereits für die Norfolk-Western Bahn gebaut worden. Der Lokomotive wird durch Oberleitung Einphasenwechselstrom von 11 kV und 25 Perioden/sek. zugeführt und auf der Maschine nach dem Spaltphasensystem in Dreiphasenstrom gewandelt. Je ein Triebmotor arbeitet über eine Blindwelle mit Kuppelstangen auf zwei in einem Gestell vereinigte Achsen. Der Leistungsbedarf des 6000 t-Zuges wird je nach der Steigung bis zu 14000 kW, der des 9000 t-Zuges bis zu 11000 kW berechnet.

Die Energie wird in einem mit 4 Turbogeneratoren von je 3 × 15000 kW ausgestatteten Kraftwerk in der Nähe von Princetown

erzeugt, als Einphasenstrom von 88 kV weitergeleitet und in 7 Transformatorstationen auf die Fahrleitungsspannung von 11 kV abgespannt. Sch.

3000 Volt Gleichstrombetrieb bei den südafrikanischen Staatsbahnen.

Einem kurzen Hinweis von Gysel in Heft 10 der „Schweizerischen Bauzeitung“ vom 8. März 1924 ist zu entnehmen, daß die südafrikanischen Staatsbahnen auf der 275 km langen Strecke Glencoe nach Pietermaritzburg den elektrischen Betrieb mit 3000 Volt Gleichstrom errichten. Von den 78 bestellten Lokomotiven wird der mechanische Teil von 60 Stück in der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hergestellt, während jener der übrigen 18 Stück nach den Zeichnungen genannter Firma von englischen Lokomotivbauanstalten ausgeführt wird. Die elektrische Ausrüstung liefert die Metropolitan-Vickers Electrical Company Ltd. Manchester-Sheffield.

Die Leistung ist derart festgelegt, daß drei gekuppelte Lokomotiven imstande sein müssen, eine Last von 1620 t auf 10‰ Steigung mit 35 km/Std. zu befördern und einen solchen Zug in 3 Minuten auf diese Geschwindigkeit zu beschleunigen. Für die Bemessung der Motoren ist ferner noch die Bedingung maßgebend, daß die drei Lokomotiven imstande sein müssen, auf einem Gefälle von 20‰ eine Nutzlast von 1475 t, elektrisch gebremst, mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zu befördern.

Der Aufbau der mit Vielfachsteuerung ausgerüsteten Lokomotiven ruht auf zwei Triebgestellen, in welche die Antriebsmotoren in Form der Straßensbahntriebe eingebaut sind.

Die Stundenleistung der vier in Reihe geschalteten Motoren jeder Lokomotive beträgt 300 PS bei 35 km Std., die Höchstgeschwindigkeit 72 km/Std.: Zahnradübersetzung 1:4,24, Raddurchmesser 1220 mm (Kapspur 1067 mm). Der mechanische Teil wiegt 39 t, der elektrische 28 t. Für drei gekuppelte Lokomotiven ergibt sich für 12 Triebachsen eine Stundenleistung von 3600 PS. Die Zughakenlast ist auf 54000 kg bemessen. Naderer.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Ihre sehr geehrte Zeitschrift enthält in Heft 2 d. J. auf Seite 34 u. f. einen Aufsatz von Herrn Dr. A. Kuntz emüller in Triberg über „Elektrische Zugförderung in Baden“. Dieser Aufsatz enthält einige Unrichtigkeiten bezüglich der Wiesetalbahn, die im Leserkreise den Eindruck erwecken müssen, daß die elektrischen Einrichtungen nicht von uns, sondern hauptsächlich von anderen Firmen ausgeführt worden sind.

Da gerade das Umgekehrte der Fall ist, legen wir Wert auf Richtigstellung und bitten um Veröffentlichung nachstehender Berichtigungen:

Auf Seite 35, Spalte 2 des Aufsatzes behauptet Herr Dr. Kuntz emüller: „Auf der Strecke Basel—Zell wurde die Oberleitung von der A. E. G. und auf der Strecke Schopfheim—Säckingen von den Siemens-Schuckertwerken gebaut.“ Das ist falsch. Die A. E. G. hat die Strecken Schopfheim—Zell und Schopfheim—Säckingen mit Fahrleitungen versehen, während die Siemens-Schuckertwerke die Fahrleitungen des Bahnhofs Basel und der Strecken Basel—Schopfheim, sowie die Speiseleitung Basel—Schopfheim ausgeführt haben. Auch das Umformerwerk Basel—Wiesetalbahn ist von den Siemens-Schuckertwerken erstellt.

Auf derselben Seite Spalte 2, Absatz 2 sagt Herr K.: „An Lokomotiven waren anfangs 2, später bis 12 Stück, erbaut, teils von der A. E. G., teils von B. B. C. in Mannheim, vorhanden.“ Auch das ist falsch. Den Hauptteil der Lokomotiven, nämlich 10 Stück, lieferten die Siemens-Schuckertwerke, während B. B. C. 2 Stück

geliefert hat, und von der A. E. G. überhaupt keine Lokomotiven speziell für die Wiesetalbahn geliefert worden sind.

Die Behauptung des Herrn K.: „Der elektrische Betrieb hat in dem ersten Jahre nicht glatt funktioniert“, kann in der von Herrn Dr. K. genannten Form unrichtige Beurteilung der Sachlage zur Folge haben. Die Wiesetalbahn kann nur als Versuchsstrecke der badischen Staatsbahn betrachtet werden, auf der viele Einrichtungen im Betrieb praktisch erprobt werden sollten. So hat z. B. an Stelle der ersten Probelokomotive mit 2 hochliegenden Motoren und 2 Blindwellen die Generaldirektion der Badischen Staatsbahnen später eine 1 C 1 Lokomotive mit 2 hochliegenden Motoren und einer Blindwelle entworfen. Diese Lokomotiven waren mit die ersten Vertreter des reinen, direkten Stangantriebes und zeigten erstmalig die im Dampflokotivbau noch unbekanntem Schüttelerscheinungen.

Für deren Erkenntnis und die Beseitigung ihrer Folgen hat der Versuchsbetrieb auf der Wiesetalbahn wertvolle Studienmöglichkeiten geboten. Als wichtigste Erkenntnis sei die Forderung nach peinlicher Genauigkeit in der Herstellung des mechanischen Teiles der Lokomotiven bezüglich Einhaltung aller Lagerabstände hervorgehoben. Die mechanischen Teile der Wiesetallokomotiven wurden jedoch seiner Zeit noch mit der im Dampflokotivbau gewohnten, weit geringeren Genauigkeit hergestellt. Nach Beseitigung der so festgestellten Störungsursachen haben die 10 Lokomotiven der Siemens-Schuckertwerke durchaus befriedigt und der elektrische Betrieb der Wiesetalbahn verläuft seither ohne Störungen.

Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H.

Bücherbesprechungen.

Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaues. Von J. Jahn. Berlin 1924. Springer, 356 Seiten mit 322 Abbildungen. Preis 18 M.

Das Buch gibt in den einleitenden Abschnitten die aus der Erfahrung abgeleiteten Regeln für die Gesamtanordnung der Dampflokomotiven von Reibungsbahnen in der bisher allgemein üblichen Form, d. h. für die Lokomotiven mit Kolbenmaschinen, stellt die üblichen Bezeichnungsweisen kurz zusammen, legt zweckmäßige Abkürzungen fest, von welchen die Zusammenfassung der wichtigsten, eine Lokomotive kennzeichnenden Hauptabmessungen in 7, bei Tenderlokomotiven in 9 Ziffern besonders zweckmäßig erscheint. Die folgenden Abschnitte schildern die Anpassung der einzelnen Bauformen an den betrieblichen Verwendungszweck und weisen auf die Aufwärtsentwicklung einzelner Bauarten hin: Aus der Güterzuglokomotive entwickelt sich unter Vergrößerung des Treibraddurchmessers die Personenzuglokomotive, in besonderen Fällen sogar die Schnellzuglokomotive. Nach dieser Einführung beginnt die Einzelbetrachtung der Entwicklung der verschiedenen Lokomotivbauformen, geordnet nach der Zahl der gekuppelten Achsen. Diese Art der Einteilung des in seiner Fülle erdrückenden Stoffes ist zweifellos die zweckmäßigste, da so der Werdegang jeder Achsanordnung in einem in sich abgeschlossenen Bild entwickelt werden kann. Jahn geht hierbei grundsätzlich jeweils auf die ältesten Ausführungen zurück, schildert an Hand der ältesten Quellen die Entstehung und Vervollkommnung der einzelnen Bauarten, wobei der bedeutende Einfluß des englischen und amerikanischen Lokomotivbaus mit Recht von Fall zu Fall gewürdigt wird. Bei allen Bauformen wird ihr Werdegang bei den wichtigsten Bahnverwaltungen Europas kurz geschildert; die Lokomotiven mit besonderem Tender und die Tenderlokomotiven werden nebeneinander behandelt.

Jahns Schreibweise ist kritisch, die beim Entwurf maßgebenden Gedanken des Konstrukteurs werden festzustellen versucht, der Einfluß besonders wichtiger Betriebserfahrungen wird hervorgehoben, über folgeschwere Eisenbahnunglücke, hervorgerufen durch Verwendung von Lokomotiven mit allzu großem senkrechten Überhang in einem bei der Erbauung der Lokomotiven nicht beabsichtigten Geschwindigkeitsgebiet wird berichtet, so daß der Leser zahlreiche, sonst kaum zugängliche Anregungen aus früheren Jahrzehnten empfängt. Angenehm berührt, daß in manchen Fällen der Name des Konstrukteurs neben der Lokomotivbauanstalt genannt wird, daß von den Anschauungen und Schicksalen der Schöpfer der besprochenen Lokomotiven erzählt wird und mancher Satz allgemein menschlicher Bedeutung eingeflochten ist. Bei der Besprechung jeder Lokomotivbauform ist besonderer Wert auf die Herausschälung fahrzeugtechnischer Gesichtspunkte gelegt, bei den älteren Bauarten ist die Durchbildung des Rahmens und die Art der Auffangung der Kolben-, Zug- und Massenkräfte eingehend besprochen. Die Führung der Lokomotiven und ihre Krümmungsbeweglichkeit wird durch die eingeschobenen Abschnitte über die Entwicklung der Drehgestelle und der Radialachsen besonders geschildert. Die eingehende Besprechung der ersten Ausführungsformen des zweiachsigen amerikanischen Drehgestells mit mittlerem Zapfen ist erfreulicherweise ganz besonders gründlich durchgeführt. Tadellose Zeichnungen der Lokomotiven, einheitlich nach zuverlässigen Quellen hergestellt, begleiten den Text, Einzelzeichnungen des Kessels, des Rahmens, der Zylinderbefestigung, der Federung und von Krümmungsbeweglichkeitsmitteln sind wiedergegeben, wenn sie von besonderer Bedeutung sind.

Den Schluß des Werks bildet ein Abschnitt über den Kohlen- und Dampfverbrauch, Versuche früherer Zeiten werden kritisch verwertet und eine Zusammenstellung gegeben, aus welcher die Abnahme des Brennstoff- und Dampfverbrauchs (ersterer durchweg auf den früher gebräuchlichen Koks bezogen) ersichtlich ist; eine kurze Betrachtung über die Unterhaltungskosten, die etwa um 1870 ihren Mindestwert erreichen, da um diese Zeit die Lokomotiven am einfachsten waren, ist abschließend angefügt.

Die von Vielen betonte Fruchtbarkeit entwicklungsgeschichtlicher Betrachtungen, welche für den jungen Ingenieur, der sich in ein neues Sondergebiet einzuarbeiten hat, von grundsätzlicher Bedeutung sind, ist durch das Jahnsche Werk von neuem erwiesen.

Die Meisterung eines derart umfangreichen Stoffes konnte nur einem Sonderfachmann in jahrelanger Arbeit glücken, der eine jahrzehntelange vorbereitende Sammlung und Sichtung des Stoffes, Durcharbeitung der weitverstreuten englischen, amerikanischen, deutschen und französischen Literatur und Gedankenaustausch mit gleichgesinnten Ingenieuren vorausgehen mußte. In der Tat hat Jahn mehr als dreißig Jahre mit großer Hingebung und vorzüglichem Verständnis an seiner Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive gearbeitet, welche das umfassendste und vollendetste Werk auf diesem Gebiete in deutscher Sprache verkörpert. Das sonst sehr verbreitete, in vielen Auflagen erschienene englische Buch von Stretton „The locomotive engine and its development“ ist vollständig in den Schatten gestellt, die französische Literatur, welche eine Reihe von sehr gründlich bearbeiteten Einzelabhandlungen aufzuweisen hat, besitzt eine in sich geschlossene Darstellung der Entwicklung der Dampflokomotive bis heute überhaupt nicht.

Für eine zweite Auflage sei angeregt, daß Jahn die Entwicklung der Gelenklokomotiven in einem besonderen Abschnitt zusammenfassen und eingehender darstellen möge, weiter, daß dem Buch einige Photos, am besten Betriebsaufnahmen aus alter und neuer Zeit beigegeben werden, welche in vielen Fällen ein lebendigeres Bild ergeben als die Strichzeichnungen. Die 1 B 1 Tenderlokomotive mit Helmholtz-Drehgestell und Klose-Lenkachse, 1906 von der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn beschafft, welche eine bis etwa 75 km/Std. in beiden Fahrrichtungen gut brauchbare Achsanordnung verkörpert und dem ausführlich behandelten 1 B 1-Typ mit vorderer und hinterer Radialachse fahrzeugtechnisch überlegen ist, die 1 F-Güterzuglokomotive der ehemaligen Württembergischen Staatsbahn mit Zweiachsenantrieb und teils frei, teils elastisch verschiebbarer Endkuppelachse, endlich die D + D Mallet-Schiebelokomotive der ehemaligen Bayerischen Staatsbahn werden sich an passender Stelle leicht einfügen lassen.

Alles in allem stellt die Jahnsche Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive das wertvollste zusammenfassende Werk auf diesem Gebiet dar, sie ist eine Fundgrube für den Fachmann, eine Quelle der Anregungen für den Liebhaber und unentbehrliches Einführungsmittel für den jungen Ingenieur, welcher sich in das erwähnte Sondergebiet, in den Dampflokomotivbau einarbeiten und die Anschauungen und Erfahrungen der führenden Männer auf diesem Gebiet kennen lernen muß, um später selbst nutzbringend und weiterentwickelnd tätig sein zu können.

Georg Lotter.

Der Schriftleitung ist der kleine Katalog der Eisenbahn-Liefergemeinschaft, G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2 zugegangen.

Er enthält in 90 gut ausgeführten Abbildungen eine Übersicht der in den letzten Jahren von den im Eislieg-Konzern vereinigten Waggonfabriken gelieferten Fahrzeuge. Man gewinnt aus diesem, geschmackvoll in dreifarbigem Druck ausgeführten Katalog, ein anschauliches Bild von der Entwicklung und Leistungsfähigkeit der Gesellschafterwerke der Eislieg, der die Dessauer Waggonfabrik, Aktiengesellschaft Dessau, Düsseldorfer Eisenbahnbedarf, vorm. Carl Weyer & Co., Düsseldorf, Gottfried Lindner Akt.-Ges., Ammendorf b. Halle a. d. S., H. Fuchs, Waggonfabrik A.-G., Heidelberg, Siegener Eisenbahnbedarf-Aktiengesellschaft, Siegen, Waggonfabrik A.-G., Uerdingen/Rhein, Waggon- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Görlitz, Wegmann & Co., Cassel angehören und die damit den bedeutendsten Wagenbaukonzern Europas darstellt. Die Arbeiterzahl in den Gesellschafterwerken der Eislieg beträgt 17000, die Leistungsfähigkeit mehr als 30000 Eisenbahnfahrzeuge im Jahr, darunter viele Tausend Personenwagen, Salonwagen, Schlaf- und Speisewagen, Post- und Gepäckwagen, sowie Straßenbahnfahrzeuge.