

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. L. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten.

10. Heft. 1913. 15. Mai.

Die elektrischen Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika.*)

Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Neuyork, Boston, Philadelphia und Chicago.

F. Musil, Ingenieur in Wien.

(Fortsetzung von Seite 153.)

B. V) Kennzeichnung der Eigenart des Verkehrs von Boston.

Die Verkehrsanlagen von Boston können in mancher Beziehung als vorbildlich gelten. Nicht wenig mag dazu die gemeinsame Arbeit einer einzigen, das ganze Verkehrsnetz von Groß-Boston betreibenden Gesellschaft mit den städtischen und staatlichen Behörden beigetragen haben. Dadurch, daß der Betrieb der ausgedehnten Strafsenbahnen und der diese ergänzenden Schnellbahnanlagen von einer Verkehrsunternehmung geführt wird, ist Gewähr für gegenseitige Förderung der beiden Arten von Verkehrsmitteln gegeben. In keiner andern Stadt sind denn auch so mustergültige Vorkehrungen für den Verkehrsaustausch zwischen Schnellbahn und Strafsenbahn vorhanden. Für den Verkehr zwischen den Strafsenbahnen und zwischen diesen und den Schnellbahnen werden unter Wahrung des Einheitsfahrpreises von 21 Pf gegen hundert Umsteigepunkte geboten.

Bemerkenswert ist aber auch die geschickte Ausnutzung der einzelnen Verkehrsmittel. Strafsenbahnen und Schnellbahnen eignen sich nicht gleich gut für dieselben Aufgaben. Das Vorgehen der «Boston Elevated Railway Co.», die an die Endpunkte der verhältnismäßig kurzen Schnellbahnen ganze Bündel von Strafsenbahnlinien heranführt und auf diese Weise die Endpunkte der Schnellbahnen nicht zu verkehrsarmen Stellen, sondern zu wichtigen Verkehrsknoten macht, ist nachahmenswert. Auch die Beschränkung der Schnellbahnen auf die dichtbebauten Stadtteile ist für das Netz von Boston richtig.

Teuere Schnellbahnen sind eben nur für ganz starke Verkehrsadern angebracht; indem an ihre Endpunkte zahlreiche Strafsenbahnen von großer Ausdehnung heranführen, setzen die Schnellbahnen sofort mit starkem Verkehre ein. Ihr Hauptvorzug besteht dann darin, daß sie die großen Verkehrsmengen schnell und sicher in das Geschäftsviertel befördern, wozu keine Strafsenbahn auf der Oberfläche oder im Tunnel geeignet wäre. Die teuersten Verkehrsanlagen, die Schnellbahnen, werden so auf das unbedingt nötige Maß beschränkt.

Der Tremont-Strafsentunnel, die älteste Untergrundbahn

in Boston, darf nicht zur Stützung gegenteiliger Auffassung herangezogen werden. Die in ihm gemachten Erfahrungen schliefsen seine Nachahmung in Boston aus.

Die «Boston Elevated Railway Co.» geht auch auf dem Gebiete des Hochbahnbaues führend voran, indem sie die für Hochbahnen zweckmäßige Bauweise in Eisenbeton zuerst zur Verbesserung und Verschönerung der Hochbahnen angewendet hat (Textabb. 21 und 25).

In Neuyork ist die Stadtverwaltung bemüht, durch den Bau von Wettbewerbsnetzen die vorherrschende Stellung einer Verkehrsgesellschaft zu vermeiden, in Boston ist ohne solchen Wettbewerb Hervorragendes geleistet. Den Ortbehörden des Staates Massachusetts steht der Widerruf der den Strafsenbahnunternehmungen eingeräumten Freiheiten zu; dieses Recht und die kurzfristigen Pachtverträge zwischen der Stadt Boston und der Schnellverkehrsgesellschaft für den Betrieb der mit städtischen Mitteln erbauten Tunnel, mögen für die den öffentlichen Wünschen geneigte Haltung der Betriebsgesellschaft mitbestimmend sein. Eine hohe Auffassung ihrer Verantwortlichkeit spricht aber auch aus der werktätigen Mitwirkung der Stadt Boston auf dem Gebiete des Untergrundbahnbaues. Die Stadt stützt die gemeinnützigen Verkehrsanlagen, erleichtert dadurch ihr Zustandekommen, und sichert sich einen wertvollen Einfluß auf den Betrieb.

B. VI) Bauausführungen.

VI. a) Die Untergrundbahn in der Tremont-Strafse.

Der Tunnel liegt knapp unter der Strafsenoberfläche aus den schon für Neuyork erörterten Gründen. Bei der Enge der Tremont-Strafse bot die Unterpflasterbahn noch den Vorteil der geringsten Gefährdung der hohen dicht am Tunnel stehenden Häuser.

Verschiedene Querschnitte sind verwendet: die gewölbte Decke, die beide Gleise mit einem Stichbogen überspannt, dann ein Tonnengewölbe für jedes Gleis, mit einer Pfeilerreihe zwischen den Gleisen und die flache Decke mit eisernen Trägern und Betonfachen. Für die Ausführung gewölbter

*) Sonderabdrucke dieses Aufsatzes können vom Juni 1913 ab von C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden zum Preise von 3,60 M bezogen werden.

Tunneldecken sprach der Umstand, daß es in der engen Verkehrsstraße unmöglich war, tags große, zum Einbringen der Deckenträger genügende Baugruben offen zu halten. Die Baustoffe für die Gewölbe konnte man durch einzelne Schächte geringen Querschnittes in die durch hölzerne, befahrbare Brücken abgedeckte Baugrube hinuntersinken. Als Nachteil der Gewölbe wurden die verhältnismäßig großen Abmessungen der Widerlager empfunden. Indes konnte man im Bedarfsfalle durch Einlagen von eisernen Wandstützen in den Beton der Widerlager und durch Verankerung dieser Wandstützen mit eisernen Zugstangen, die den Gewölbeschub in der Höhe der Kämpfer aufnehmen, abhelfen. Ein kaum zu beseitigender Nachteil der Gewölbe bei mässi-ger Tiefenlage in einer Straße ist ihre geringe Standsicherheit bei einseitigen Belastungen durch die anschließenden Gebäude; man muß mit der Möglichkeit einer einseitigen Abgrabung des Erdreiches bis Keller-sole bei Neubauten von Häusern rechnen. Vorteilhaft ist der gewölbte Tunnelquerschnitt daher hauptsächlich da, wo der Tunnel verhältnismäßig tief liegt, unter dem allseitigen Einflusse des Erddruckes steht und man annehmen kann, daß keine erheblich einseitigen Beanspruchungen auftreten werden.

Wo man voraussah, daß in absehbarer Zeit niedrige alte Häuser durch hohe Bauwerke ersetzt werden würden, zog man es vor, drucksteife Querschnittsformen aus eisernen Wand- und Mittel-Stützen und Deckenträgern zu erbauen, deren Steifigkeit durch eine eingebrachte Betonsohle und eine Betonausfüllung der Decke und der Wände erheblich vermehrt werden konnte: dieses Ziel ist auch durch reinen Eisenbetonbau zu erreichen. Beiden Ausführungsformen kommt gegenüber den gemauerten Gewölben der Vorteil geringer Stärkenabmessungen und sehr großer Tragfähigkeit zu. Die tragenden Walzeiseneinlagen erlauben die Belastung schon vor Erhärtung des Beton, wenn dieser als eine dichte Umhüllung zur Vermeidung der Rostbildung gedacht ist.

Die Ausführung wurde in Anbetracht des starken Straßenverkehrs, der tags keine Beeinträchtigung zuließ, fast ganz unter hölzernen Straßenabdeckungen bewirkt, die notwendigen Öffnungen wurden nur nachts offen gehalten. Um jede Bewegung der Häuser auszuschließen, erfolgte sehr häufig der Bau der Tunnelmauern und der sie verspannenden Sohlen und Decken in Längs- und Quer-Schlitz mit tunlich langer Wahrung der Stützung durch die Erdkerne. Durch die Ausführung der Widerlager in Schlitz und Stollen wurde die sonst unvermeidliche Tiefergründung mancher benachbarter Bauwerke vermieden. Zum Einbauen des Deckengewölbes bediente man sich streckenweise auch eines eisernen Schildes.

Zwischen die eisernen Träger wurde auf schwachen Stütkappen aus Klinkerziegeln Beton eingebracht. Er ist mit einer Zementfeinschicht und Asphaltabdeckung gedichtet und mit einer Betonschutzschicht gedeckt.

Zur Wanddichtung dient eine auf den Beton gebrachte Zementfeinschicht mit Asphaltüberzug. Bei stärkerem Wasserandrang wurde an diesem Asphaltüberzug eine Schicht von flachen, gerippten Tonziegeln verlegt, gegen die nach außen hin eine in Asphalt verlegte, gewöhnliche Ziegelwand vorgesetzt ist. Dem von außen möglicherweise in die gerippten Flachziegel eingedrunnenen Wasser wurde durch

kurze, am Fuße dieser Ziegel eingelegte Drainziegel der Abfluß in die unter den Gleisen befindliche Rinne offen gehalten.

Rettungsnischen in den Tunnelwänden sind in etwa 6 m Teilung vorgesehen. An den meisten Stellen ist zwischen den Fahrzeugen und der Tunnelwand ein freier Raum von 60 cm gewahrt.

Für die Lüftung ist durch besondere Kammern mit Paaren von Kraft-Windrädern gesorgt. Die schlechte Luft wird durch vergitterte Öffnungen auf freien Plätzen oder in den Fußwegen ausgestoßen.

Das Gleis besteht aus 42 kg/m schweren Breitfußschiene mit Unterlegplatten auf getränkten Eichenschwellen in einem Schotterbette. Die Fahrschienen werden zur Stromrückleitung benutzt. Der Betriebsstrom wird dem Fahrdrähte durch Speisekabel in mit Beton ausgefüllten, eisernen oder tönernen Röhren zugeführt.

Die Beleuchtung ist reichlich, da ohne Signale gefahren wird. In den Haltestellen stehen auch Bogenlampen. Der Lichtstrom kann aus mehreren unabhängigen Quellen entnommen werden.

Die Haltestellen bieten gegenüber den für Neuyork geschilderten Einrichtungen wenig Bemerkenswertes. Die Bahnsteige sind niedrig und werden durch besondere Zugangstreppe erreicht. Der Ausgang geht ohne Überwachung durch hohe Drehkreuze, die nur in der Ausgangsrichtung beweglich, den Eintritt hindern. Die Mündungen der Treppen liegen meist in kleinen, auf Plätzen untergebrachten Häuschen.

Die in Ausführung begriffene, eine Art Verlängerung, des Tunnels unter der Tremont-Straße bildende Tunneltrambahn in der Boylston-Straße durchzieht teilweise schlechten Boden mit übel riechendem Moorwasser. Da der Tunnel aus bewehrtem Beton erbaut wird, schien es nötig, ihn durch Umhüllung mit in heißem Asphalt getränkten Geweben gegen die zerstörenden Einwirkungen der Moorwässer zu schützen. Diese Hülle bildet zugleich den dichten Abschluß gegen das Grundwasser. Die Gründung erfolgt auf dauernd im Grundwasser stehenden Holzpfählen. Die Asphaltumhüllung wurde gegen eine wenige Zentimeter starke Unterschicht aus Beton aufgebracht, die in diesem Falle besser durch eine Flachschiicht hart gebrannter Klinker ersetzt worden wäre, wie bei der Gründung der Haltestelle Stadtpark der Untergrundbahn in Schöneberg*).

Sehr beachtenswert ist die in solcher Ausbildung wohl zum ersten Male angewendete Vorkehrung gegen das Reifen des Betontunnels. Da Unterpflasterbahn-Tunnel durch die Treppenöffnungen der Haltestellen und durch Lüftungschächte mit der Außenluft in vielfacher Verbindung stehen, sind sie auch starken Wärmeschwankungen ausgesetzt. Ein aus einem Stücke bestehender Betontunnel kann sich bei Abkühlung nicht frei zusammenziehen, daher entstehen Risse. So besteht der Tunnel der Untergrundbahn in Berlin aus vielen Trümmern, doch wird dem Eindringen des Grundwassers durch die zähe Dichteinlage aus dreifacher Asphaltplatte gewehrt. Bei dem Tunnel unter der Boylston-Straße in Boston sind in 12 m Teilung Ausgleichfugen angeordnet. Die Dichtung wird durch

*) Die elektrische Untergrundbahn der Stadt Schöneberg. Von F. Gerlach, Geheimem Baurate, Berlin 1911, W. Ernst u. Sohn.

einen beiderseits 13 cm in den Beton eingreifenden Streifen aus Blei von rund 3 mm Dicke erzielt.

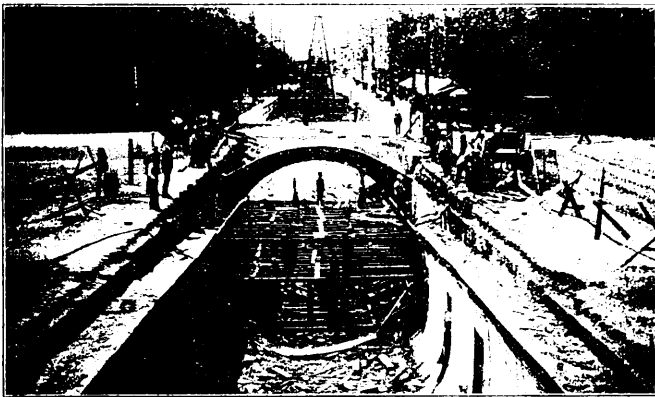
VI. b) Der Ost-Boston Tunnel.

Der zweigleisige Tunnel hat in der Strecke unter dem Hafen gewölbten Querschnitt mit Sohle und stellenweiser Verstärkung durch Eiseneinlagen (Abb. 7 bis 11, Taf. 14). Die lichte Höhe beträgt 6,25 m, die Breite 7,10 m, die Sohlenstärke für gewöhnlich 60 cm, die der Widerlager und des Deckengewölbes 85 cm. Der Vortrieb begann von einem in der Nähe der Uferkante abgesenkten Schachte von $10,5 \times 11$ m Querschnitt unter einem von sechzehn Wasserpressen vortriebenen eisernen Schilde, als dessen Auflager die in Seitenstollen ausgeführten Widerlager dienten (Abb. 7 bis 13, Taf. 14). Der Schild ruhte auf eisernen Rollen von 20 cm Durchmesser, die in aufgebördelten Führungsplatten liefen. Da man den Druck der Kolben nicht auf den frischen Beton übertragen durfte, so wurden in diesen Gulsen Eisenstäbe von 82 mm Durchmesser und 78 cm Länge eingelegt, gegen die sich die Stempel stützten. Die Gewölbeschulung wurde in 76 cm Teilung von Lehrbogen aus L-Eisen gestützt. Zur Dichtung wurde zwischen Gewölberücken und Erdreich, das meist aus Ton und Sand bestand, Zementmörtel eingepreßt. Als die Anwendung von Preßluft nötig schien, versah man den Schild mit drei Luftschleusen (Abb. 11, Taf. 14). Der Überdruck betrug meist 1,5 bis 1,75 at.

Die Tunnelstrecke unter den Strafen in Boston zeigt die mannigfaltigen Querschnittsformen, die auch bei den Tunneln unter der Tremont- und der Washington-Strafe vorkommen (Textabb. 27 und 29; Abb. 5, Taf. 14).

Die Tunnelrampe auf der Ost-Boston-Seite (Textabb. 29)

Abb. 29. Bau des Ost-Boston-Tunnel. Baugrube in der Nähe der Rampe in Ost-Boston.



hat 50 ‰ Steigung, unter dem Hafen ist der Tunnel mit schwachem Gefälle nach einem Pumpensumpfe auf der Landseite ausgeführt.

Die Haltestellen sind 12,30 m breit und haben niedrige, 74,5 m lange Außenbahnsteige. Die Betonwände sind mit flachen gerippten Ziegeln und diesen vorgelegten Verblendsteinen bekleidet. Ihre Decke besteht je nach der Tiefenlage des Tunnels aus Gewölben oder Trägern mit Betonfachen. In den Widerlagern wurden auch eiserne Wandstützen verwendet, deren oberer Teil abgebogen ist, um bei Platzmangel noch Leitungen hinter der Wand unterbringen zu können.

Die Lüftung. Beiderseits des Hafens sind Luftschächte

mit Kammern angeordnet, in denen sich Kraftgebläse befinden (Abb. 6, Taf. 14). Die verbrauchte Luft wird durch einen nahe dem Gewölbescheitel eingebauten Lüftungskanal aus der Tunnelmitte abgesaugt und durch die Schächte nach außen gedrückt. Die frische Luft strömt durch die Haltestellen, die Schächte und durch die Tunnelrampe ein.

VI. c) Der Tunnel in der Washington-Strafe.

Dem Tunnelbaue stellten sich in der engen, ungünstig gekrümmten, sehr belebten und von hohen Geschäftsgebäuden gesäumten Strafe die größten Schwierigkeiten in den Weg. Nur nachts und an Sonntagen konnte ein größerer Teil der Strafenoberfläche für den Bau in Anspruch genommen werden, während sonst unter einem in Strafenoberfläche liegenden, tragfähigen Holzbelage gearbeitet wurde. Im Allgemeinen wurden die Tunnelmauern in Schlitzen hergestellt, weil große Baugruben wegen der Nähe der Häuser unzulässig erschienen. Der Tunnel selbst zeigt alle Querschnittsformen und ist stets mit besonderer Bedachtnahme auf große Steifigkeit bei einseitigen Belastungen durch die Nachbarhäuser ausgeführt. Zahlreiche Gebäude mußten tiefer gegründet werden; man führte ihre neue Gründung entweder bis zur Tunnelsohle hinab, oder doch so tief, daß ein Druckverteilungswinkel von 60° zwischen der Fußkante der Häuser und der Tunnelsohle verblieb. Teilweise kommen indes die Lasten auf die Tunnelwände zu liegen. Beim Hause Ames (Abb. 5, Taf. 14) wurde ein Teil der Gebäudelast auf einzelne Eisenbetonpfeiler gestellt, die im Schachtbaue als Hohlpfeiler abgesenkt wurden und an einander gereiht, eine Tunnelwand bilden. Die Pfeiler wurden später mit Beton ausgefüllt und nahmen auch die Last der Tunneldecke auf. Wo der Tunnel unter Gebäuden hindurch geführt werden mußte, hat man die Gebäudemauern mit durchgesteckten I-Trägern abgefangen. Diese Träger sind mit Bolzen an anderen, entlang der Gebäudemauer liegenden aufgehängt, die die Lasten auf außerhalb der Tunnelbaugrube befindliche Stützpunkte übertragen. Die ersteren Träger wurden am kurzen Ende durch die Mauerlast, am längeren, auskragenden Ende durch künstlich aufgebraachten Ballast beschwert, «cantilever method».

Bei der großen Nähe der Häuser mußte besonders darauf Bedacht genommen werden, die Übertragung der Betriebsgeräusche auf die Gebäude zu verhüten. In dieser Richtung vorgenommene Versuche ließen klar erkennen, daß die wirksamste Vorkehrung in guter Federung der Wagen und in reichlicher Bemessung des Schotterbettes besteht.

Die Haltestellen haben hohe Außenbahnsteige von 107 m Länge, die wegen Raummangel meist verschränkt in verschiedener Höhenlage angeordnet werden mußten. Bei größerer Tiefe sind bewegliche Treppen in Verwendung. Die Zugänge konnten nur in den Häusern untergebracht werden. Für jede Haltestelle stehen wenigstens zwei Ein- und zwei Ausgänge zur Verfügung.

Der Tunnel hat vorzügliche Lüftung. Zur Abfuhr der verbrauchten Luft sind 80 bis 120 m lange Kanäle in die Decke, die Wände oder auch unter den Gleisen eingebaut. Die frische Luft strömt durch die Eingänge der Haltestellen zu, die schlechte wird von in Kammern eingebauten Kraft-

geblasen durch die Kanäle abgesaugt. Die Kanäle haben mindestens 3,7 qm Querschnitt. Bei 0,33 m/Sek Luftgeschwindigkeit im Tunnel findet dreimalige Erneuerung in der Stunde statt.

Die größte Steigung im Tunnel beträgt 50 ‰, das größte Gefälle 55 ‰, der kleinste Bogenhalbmesser 150 m.

Der Oberbau. Das Gleis besteht aus 42 kg/m schweren Breitfußschiene mit Unterlegplatten und Schwellenschrauben auf getränkten, 2,45 m langen Holzquerschwellen von 20×15 cm Querschnitt in 58 cm Teilung. In allen scharfen Bogen werden Manganstahl- und 49,5 kg/m schwere Leit-Schiene verwendet*).

Als Stromschiene dient eine der Fahrschiene gleiche Breitfußschiene. Aus Gründen der Betriebsicherheit wird die Stromschiene für jede Fahrriichtung unabhängig von der andern gespeist. Für die Stromzufuhr ist die dritte Schiene in Abschnitte geteilt, die nach Bedarf verbunden werden können. Überdies läuft über jedem Gleise ein Draht, für die Stromzufuhr bei Störungen. Verwendet wird Gleichstrom von 600 Volt.

Die Beleuchtung der Tunnel und Haltestellen kann unter allen Umständen aufrecht erhalten werden. Während die Kabel für den Betriebsstrom in Tonrohrleitungen geführt werden, sind die für die Beleuchtung in besonderen eisernen Röhren verlegt.

Die elektrisch gesteuerten Preßluft-Signale der »Union Switch and Signal Co.« wirken selbsttätig. Die Blockstrecken sind 200 bis 500 m lang.

VI. d) Die Schnellbahn nach Cambridge.

Die mit Ausnahme der Brücke über den Charles-Fluss (Abb. 14, Taf. 14) als Untergrundbahn ausgeführte Linie weist zwei bemerkenswerte Haltestellen zum Umsteigen an den Straßenbahnen auf. In der Haltestelle am Harvard-Platze in Cambridge (Abb. 4, Taf. 14) liegen die beiden Schnellbahngleise in zwei Geschossen über einander, ebenso die in den Untergrund hinabgeführten Gleise der Straßenbahn. Diese Anordnung gestattet den Übergang von den aus der Stadt kommenden Schnellbahnwagen in die Straßenbahnwagen ohne Benutzung der Straße und ohne Treppen zu steigen, andererseits geben die aus den Vororten kommenden Straßenbahnwagen im Frühverkehre ihre Fahrgäste in einfachster Weise an die bereit stehenden Schnellbahnzüge im Untergeschosse ab; die beiden Verkehrsströme fließen somit ohne gegenseitige Behinderung.

In der Haltestelle an der Parkstraße in Boston (Abb. 3, Taf. 14, Abb. 15 und 16, Taf. 15) wurde die Endhaltestelle der Cambridge-Schnellbahn unter der bestehenden Haltestelle der Unterstraßenbahn in der Tremont-Straße erbaut. Trotz großer Schwierigkeiten wurde der Bau ohne Betriebsstörung durchgeführt. Hier wird sich zweifellos ein sehr starker Umsteigeverkehr entwickeln. Die tief liegende Haltestelle ist auch durch besondere Eingänge von der Straße und durch bewegliche Treppen erreichbar.

Erwähnenswert ist die große Ausladung der hoch liegenden Bahnsteige der Schnellbahn, die bezweckt, Hinabstürzenden Schutz vor den herannahenden Zügen zu bieten.

Die mit einer Zementfeinschicht mit Granitsandbeimengung abgedeckten Bahnsteige haben Gefälle nach der Außen-

wand, an deren Füsse auch ein Entwässerungskanal entlang geführt ist. Die Wände sind in 1,80 m Höhe mit Fliesen belegt, die auf der Rückseite lotrechte Furchen und Rippen zwecks Austrocknung der Mauerfeuchtigkeit haben.

Die Stromzuführung erfolgt regelmässig durch eine dritte Schiene, im Notfalle und bei Erhaltungsarbeiten auf der Bahn durch einen über jedem Gleise geführten Draht. Die Betriebspannung des Gleichstromes beträgt 600 Volt.

Der Oberbau besteht aus 38,5 kg/m schweren Breitfußschiene auf getränkten Querschwellen in einem Schotterbette. Die Entwässerung erfolgt durch eine in der Betonsohle ausgesparte und mit Eisenbetonplatten abgedeckte Rinne, die das Sickerwasser zu Pumpensämpfen führt.

Die Wagen sind aus Stahl und Eisen gebaut und von ungewöhnlicher großer Länge und Höhe. Sie haben Längssitze und drei seitliche Schiebetüren, die mit Preßluft bewegt werden. Die Regelung der Bewegung erfolgt elektromagnetisch durch die auf den Endbühnen stehenden Zugbegleiter. Nach erfolgtem Schliessen aller Türen ertönt als Zeichen der Abfahrt im Führerabteile ein Summen.

Die Wagen sind mit selbsttätigen Kuppelungen, die auch die Verbindung der Luftschläuche besorgen, und mit Preßluftbremsen ausgerüstet, die durch Luftdruck und elektromagnetisch gesteuert werden können, wozu Batteriestrom vorhanden ist. Die beiden Westinghouse-Triebmaschinen von je 200 PS wirken an einem Drehgestelle.

Die Ausführung des zweigleisigen Tunnels, für den eine Umgrenzung des lichten Raumes von 7,60 m Breite und 4,48 m Höhe über Schienenoberkante maßgehend war, erfolgte teils in offenem Einschnitte, teils im Tunnelbau unter Verwendung von Deckenschilden. Bei Vorhandensein von Grundwasser wurden die eisenbewehrte Betonsohle und die Seitenwände mit vier über einander geklebten Schichten von geteerter Filzpappe gedichtet. Wo unter dem Schutze eines eisernen Schildes gearbeitet wurde, wurden zuerst in zwei Seitenstollen die Widerlager eingebaut, die dem Schilde als Auflager dienen mußten. Die Zimmerung der Stollen bestand hierbei nur an der Decke und auf der Innenseite aus Holz, auf der Außenseite wurden eisenbewehrte Betonplatten von 20×6,5 cm verwendet, die an Ort und Stelle belassen wurden und gegen die die Einlage zum Dichten gelegt werden konnte. Der in Cambridge angewendete Schild wog 70 t. Er ruhte beiderseits auf je acht eisernen Rollen und wurde mit vierzehn Wasserpressen von 125 t vorgedrückt; die Spannung des Wassers betrug 104 at, der Kolbenhub 76 cm. Zur Aufnahme des Gegendruckes wurden in den noch frischen Beton jedes Gewölberinges gusseiserne Stützen von der Länge des Ringes und 85 mm Durchmesser eingelegt, die den Druck auf die ganze Gewölbelänge verteilten.

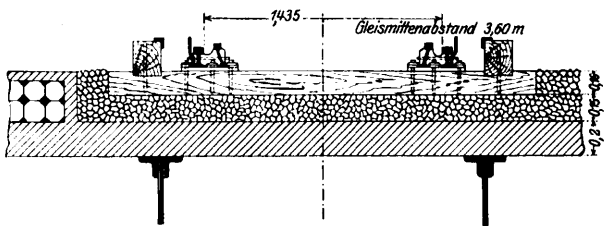
Der Boden bestand meist aus festgelagertem Sande und Kiese mit Lehmbeimengung. Ein ähnlicher Schild von 65 t Gewicht mit vierzehn Pressen zu 80 t wurde im Beacon-Hill-Tunnel verwendet. Dieser Vortrieb entsprach also dem des Ost-Boston-Tunnel (Abb. 7 bis 13, Taf. 14). Zur Tunnellüftung sind eine Anzahl von Kammern vorgesehen, die zugleich die Nottreppen enthalten. Rettungsnischen sind alle 6 m versetzt angeordnet.

*) Organ 1910, S. 144.

VI. e) Die Hochbahnen.

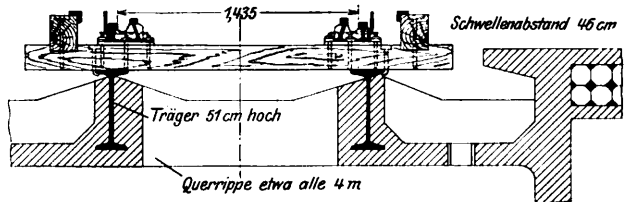
Die älteren in Eisenbau ausgeführten Hochbahnen bieten nichts Bemerkenswertes und können als bekannt vorausgesetzt werden. Neuerdings bevorzugt man für die Fahrbantragwerke vollwandige Träger. Bei der Hochbahn vom Nordbahnhofe nach Cambridge sind die Fußwege aus Eisenbetonplatten mit einem in Beton eingehüllten Randträger gebildet, wodurch dem Bauwerke ein besseres Aussehen gegeben wird. Die Fahrbanntafel wird durch eine 20 cm starke Eisenbetonplatte gebildet (Textabb. 30) und der Oberbau in der bei den Untergrund-

Abb. 30. Hochbahnstrecke nach Ost-Cambridge. Querschnitt durch die Fahrban der eisernen Hochbahnstrecke. Maßstab 1 : 30.



bahnstrecken üblichen Weise auf der unter den Querschwellen 15 cm starken Steinschlagbettung durchgeführt. Die Hochbahnbrücke über den Charles-Fluss (Textabb. 25) ist in Eisenbeton gewölbt. Es sind acht Bogenstellungen von je 9,5 m lichter Weite und ein Mittelfeld, dieses als eiserne Klappbrücke, ausgeführt, wobei der Raum unterhalb der Hochbahnbrücke für einen künftigen Längsverkehr freigehalten ist. Um die Belastung der Gründung einzuschränken und Schneewehen auf der Brücke zu vermeiden, ist die Fahrban nicht als geschlossene Gewölbeplatte hergestellt, sondern aus einzelnen Rippen (Textabb. 31) gebildet, auf denen die hölzernen Quer-

Abb. 31. Hochbahnstrecke nach Ost-Cambridge. Querschnitt durch die Fahrban der Hochbahnstrecke in Eisenbeton. Maßstab 1 : 30.



schwellen ruhen. Von der Ausführung dieser Rippen in reiner Eisenbetonbauweise wurde abgesehen, da man Erschwernisse in der Auflagerung und der künftigen Auswechslung der Quer-

schwellen befürchtete. Die angewendeten gebogenen **T**-Träger ermöglichen eine genau ebene Auflage der Schwellen. Zum Schutze gegen Rost wurden die eisernen Tragrippen an drei Flächen mit Beton umhüllt. Da die mit Betonbauten im Seewasser gemachten Erfahrungen zur Vorsicht mahnten, wurden die Betonpfeiler der Hochbahnbrücke soweit sie vom Wasser bespült sind, durch Granitverkleidung geschützt. Der Entgleisungsfahr der Hochbahnzüge wurde durch innerhalb der Fahrschienen angebrachte Leitschienen und durch kräftige, mit einem Winkeleisen bewehrte Langschwellen außerhalb vorgebeugt. Die Hochbahnstrecke ist mit selbsttätigen Streckenblockeinrichtungen ausgerüstet.

Bei der Hochbahn nach Forest-Hills (Textabb. 21) wurde der genietete Eisenbau ganz mit Beton umhüllt. Der Vorteil liegt in dem gefälligeren Aussehen und der Ersparung der Erneuerung des Anstriches.

Geschlossene Fahrbanen ermöglichen die Durchführung des Schotterbettes und tragen dadurch viel zur Geräuschdämpfung bei, wenngleich sie die Kosten der Hochbahnen wesentlich erhöhen.

VI. f) Die Fahrzeuge.

Die Fahrzeuge unterscheiden sich kaum von den für Neuyork geschilderten. Die Schnellbahnwagen haben drei mit Prefsluft bewegte, seitliche Schiebetüren, bei deren Schließen dem Führer das Zeichen zur Abfahrt durch eine elektrische Klingel gegeben wird. Ohne Nutzlast wiegen die hölzernen Wagen 27,3 t, die eisernen 30,0 t und die gleichfalls ganz aus Stahl und Eisen gebauten, ungewöhnlich großen Wagen der Cambridge-Untergrundbahn 46 t. Die Triebmaschinen haben 160 und 170 PS.

Ende 1911 waren 216 Schnellbahnwagen verfügbar. Auf den Strafsen- und Schnell-Bahnen wurden 87 Millionen Wagenkilometer gefahren; bei einem Höchstbedarfe von 56 910 KW waren rund 189,6 Millionen KWSt zu leisten.

Der Einblick in die Verkehrsverhältnisse von Boston wurde dem Verfasser durch das bereitwillige Entgegenkommen der Ingenieure der «Boston Transit Commission» wesentlich erleichtert. Ihnen sowie den Herren G. A. Kimball, Oberingenieur, und L. S. Cowles, Vorstand der Abteilung für Entwürfe bei der «Boston Elevated Railway Co.» ist der Verfasser zu besonderm Danke verpflichtet. (Fortsetzung folgt.)

Das Verdampfungsgesetz des Lokomotivkessels. *)

O. Köchy, Professor in Aachen.

A. Das Verdampfungsgesetz für Klein- und Groß-Lokomotiven.

Für die mittlere Verdampfungszahl ϑ eines Lokomotivkessels, das heißt für die mittlere Dampfmenge in kg, die der Kessel in der Stunde auf 1 qm der Heizfläche H erzeugt, ist in den beiden angeführten Aufsätzen die Gleichung entwickelt

$$\text{Gl. 1) } \dots \vartheta = \frac{a}{b + (H : R)},$$

worin R qm die Rostfläche bezeichnet. In dem zweiten Aufsätze ist für die ganze Verdampfungszahl eines kleinen Lokomotivkessels der französischen Nordbahn mit H = 74 qm und

R = 0,9 qm für die Höchstleistung unter Abrundung der Festwerte gefunden

$$\text{Gl. 2) } \dots \vartheta_1 = \frac{5000}{20 + (H : R)}.$$

Für die bei Hauptbahn-Lokomotiven üblichen Werte H : R = 80 bis 50 ergibt diese Gleichung Verdampfungszahlen von 50 bis 70 kg, also Werte, die auch bei großen Lokomotiven nicht übertroffen werden, so daß man namentlich auch mit Rücksicht auf die in dem zweiten Aufsätze entwickelten wärmetechnischen Verhältnisse die Gl. 2) als gültig für die

*) Organ 1911, S. 8, 27 und 41; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1912, Heft 13.

ganze Verdampfung aller Lokomotiven annehmen kann, vielleicht mit Ausnahme der allerkleinsten, worauf später eingegangen werden soll.

Bezeichnet man mit ϑ_2 den Dampfverlust durch Niederschlag in den Zylindern, so ergibt sich die für die Arbeitserzeugung verbleibende wirksame Verdampfung

$$\text{Gl. 3) } \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 = \vartheta_1 \left(1 - \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \right) = \vartheta_1 (1 - \zeta),$$

worin $\zeta = \vartheta_2 : \vartheta_1$ das Verlustverhältnis bezeichnet.

In dem ersten Aufsätze war für eine Anzahl von Lokomotiven der Direktion Erfurt mit Heizflächen von 92 bis 144 qm und Rostflächen von 1,53 bis 2,3 qm die wirksame Verdampfung für die Höchstleistung des Kessels gefunden zu

$$\text{Gl. 4) } \vartheta = \frac{3500}{20 + (H : R)} = \frac{5000}{20 + (H : R)} (1 - 0,3) = \vartheta_1 (1 - 0,3).$$

Für diese Lokomotiven ist also im Mittel $\zeta = 0,3$, ein Wert der der üblichen Schätzung des Verlustes durch Niederschlag entspricht.

Im Übrigen wird ζ bei Lokomotiven verschiedener Größe verschieden sein. Der Verlust wächst mit dem Verhältnisse der Abkühlungsflächen zum Inhalte der Zylinder, und nimmt mit wachsender Umdrehungszahl der Triebachse ab, wird also bei kleinen Lokomotiven größer sein, als bei großen. Der Versuch, ihn aus diesen Verhältnissen theoretisch zu ermitteln, erscheint zur Zeit ziemlich aussichtslos, da man in Betreff des Wärmeaustausches zwischen Dampf und Zylinderwand auf mehr oder weniger unsichere Annahmen angewiesen ist. Man ist also bei der Feststellung des Wertes ζ und damit der Gleichung für die wirksame Verdampfung der Kleinlokomotiven, um die es sich in erster Linie handelt, auf Leistungsversuche mit

diesen angewiesen, als welche dem Verfasser nur die 1885 auf ministerielle Veranlassung von den preussischen Eisenbahndirektionen mit den Lokomotiven der damaligen Regel-Bauart angestellten bekannt sind, unter denen sich auch die heute nicht mehr gebaute C-Tenderlokomotive für Nebenbahnen befand. (Zusammenstellung III.) Eine Umfrage bei Lokomotivbauanstalten, die sich mit dem Bauen von Kleinlokomotiven befassen, führte zu keinem Ergebnisse, da die Werke in Betreff der Leistungen solcher Maschinen auf die Angaben ihrer Abnehmer, der Betriebsgesellschaften, angewiesen sind, letztere aber, soweit sie auf eine Anfrage eingingen, ebenfalls nichts über Leistungsversuche angeben konnten. Dagegen sind in dem kürzlich erschienenen kleinen Werke von Parnemann*) eine größere Zahl von Angaben über Leistungen von Kleinbahn-Lokomotiven enthalten, welche anscheinend aus Mitteilungen einer Betriebsgesellschaft herrühren, und von denen im Nachstehenden einzelne benutzt werden sollen**). Bei der Unsicherheit der Angaben über den Zugwiderstand auf Schmalspurbahnen sind, um die Zugkraft einigermaßen genau berechnen zu können, nur die Angaben für regelspurige Lokomotiven***) berücksichtigt. Die Berechnung erfolgte nach der Formel, nach der im ersten Aufsätze auch die Zugkräfte der Lokomotiven der Direktion Erfurt berechnet wurden

$$Z_{kg} = \left(2,4 + \frac{(V \text{ km/S})^2}{1000} + \frac{1000}{n} \right) G,$$

worin

- V die Fahrgeschwindigkeit,
- 1 : n das Steigungsverhältnis,
- G das Zuggewicht

bedeutet.

Die Abmessungen und Leistungen der Lokomotiven sind

Zusammenstellung I.

| Lokomotive Nr. | Bauart | Maschine | | | Kessel | | | | Mittleres Dienstgewicht kg | Leistung in t Wagengewicht | | | | | Fahrgeschwindigkeit Vkm/St |
|-------------------|--|-------------------------------|---------------------|--|----------------------------|----------------------------|---|---|----------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|
| | | Zylinderdurchmesser d m | Kolbenhub l m | Trieb- rad- durch- messer D m | Rost- fläche R qm | Heiz- fläche H qm | Kessel- dampf- spannung P _a at | Dampf- gewicht für 1 cbm γ kg | | auf Steigungen | | | | | |
| | | | | | | | | | | 1 20 | 1 30 | 1 40 | 1 50 | 1 60 | |
| 1 | B-Tender- Lokomotive | 0,210 | 0,400 | 0,860 | 0,33 | 15,5 | 13 | 6,470 | 11 300 | 11 | 21 | 30 | 38 | 46 | 9 |
| 2 | | 0,235 | 0,400 | 0,860 | 0,51 | 21,3 | 13 | 6,470 | 11 600 | 16 | 29 | 40 | 51 | 60 | 10 |
| 3 | | 0,285 | 0,440 | 0,880 | 0,75 | 36,9 | 13 | 6,470 | 17 400 | 27 | 48 | 66 | 83 | 100 | 10 |
| 4 | | 0,320 | 0,540 | 1,000 | 0,90 | 50,0 | 13 | 6,470 | 21 400 | 40 | 69 | 94 | 119 | 142 | 12 |
| 5 | | 0,350 | 0,540 | 1,000 | 0,90 | 70,0 | 13 | 6,470 | 27 700 | 45 | 83 | 114 | 144 | 171 | 12 |
| 6 | | 0,420 | 0,610 | 1,250 | 1,27 | 81,8 | 13 | 6,470 | 33 100 | 60 | 104 | 142 | 180 | 210 | 12 |
| 7 | C-Tender- Lokomotive | 0,285 | 0,440 | 0,880 | 0,75 | 36,9 | 13 | 6,470 | 18 500 | 26 | 47 | 65 | 82 | 100 | 10 |
| 8 | | 0,320 | 0,540 | 1,000 | 0,80 | 50,0 | 13 | 6,470 | 23 900 | 38 | 67 | 92 | 117 | 140 | 12 |
| 9 | | 0,350 | 0,540 | 1,000 | 0,90 | 70,0 | 13 | 6,470 | 27 800 | 44 | 81 | 112 | 142 | 170 | 12 |
| 10 | | 0,380 | 0,550 | 1,100 | 1,20 | 83,0 | 13 | 6,470 | 30 200 | 47 | 84 | 116 | 147 | 175 | 15 |
| 11 | C-Tender- Lokomotive für Nebenbahnen, alte preussische Regelbauart | 0,350 | 0,550 | 1,080 | 1,30 | 60,3 | 13 | 6,470 | 29 200 | — | — | — | — | — | — |

unter Nr. 1 bis 10 der Zusammenstellung I angegeben, unter Nr. 11 ist noch die oben erwähnte C-Tenderlokomotive für Nebenbahnen hinzugefügt. Die Tafel von Parnemann enthält noch sechs weitere Lokomotiven, die aber ihrer Größe nach mit $H = 98,5$ bis 135 qm unter die Gruppe der Loko-

*) Die preussische Dampflokomotive. Köln 1911.

**) Bei dem Fehlen jeder Quellenangabe werden die Angaben und die aus ihnen gezogenen Folgerungen mit allem Vorbehalt mitgeteilt.

***) Parnemann, S. 62 und 63.

motiven der Direktion Erfurt gehören, und deren Leistungen in der Tat zu großem Teile gute Übereinstimmung mit der für diese aufgestellten Gleichung ergeben: sie kommen für die vorliegende Untersuchung nicht in Betracht. Die Angaben über die Leistungen der verbleibenden Lokomotiven erstrecken sich in der Quelle noch auf weitere Steigungen bis $n = \infty$. Es zeigt sich aber, daß die für diese ermittelten Zugkräfte mit abnehmender Steigung stark abnehmen, trotz der für alle Steigungen angegebenen gleichen Geschwindigkeit. Diese letztere Angabe ist also unrichtig und es sind deshalb nur die Steigungen von 1 : 20 bis 1 : 60 berücksichtigt, für die sich die Zugkräfte der einzelnen Lokomotiven als ziemlich unveränderlich ergaben.

Aus den Angaben der Zusammenstellung I sind nach dem im ersten Aufsätze angegebenen Verfahren für die einzelnen Lokomotiven die Werte des wirksamen Dampfdruckes $P - p$, des Füllungsgrades ϵ und der wirksamen Verdampfung berechnet: letztere ist als Versuchswert mit ϑ_v bezeichnet. Diese Werte gibt die Zusammenstellung II an, in der die kleine

Zusammenstellung II.

| Lokomotive Nr. | Bauart | H qm | H : R | V kg/St | Z kg | Wirksamer Dampfdruck $P - p$ at | ϵ % | ϑ_v kg/St |
|----------------|-------------------|------|-------|---------|------|---------------------------------|--------------|---------------------|
| 1 | B . . . | 15,5 | 47,0 | 9 | 1130 | 6,90 | 31,5 | 23,8 |
| 2 | | 21,3 | 41,8 | 10 | 1420 | 6,96 | 32,0 | 25,0 |
| 3 | | 36,9 | 49,2 | 10 | 2296 | 7,06 | 33,0 | 23,5 |
| 7 | C . . . | 36,9 | 49,2 | 10 | 2302 | 7,10 | 33,5 | 23,8 |
| 4 | B . . . | 50 | 55,6 | 12 | 3189 | 7,18 | 34,0 | 29,0 |
| 5 | | 70 | 77,8 | 12 | 3874 | 7,81 | 39,5 | 27,2 |
| 6 | | 81,8 | 64,3 | 12 | 4825 | 7,00 | 32,5 | 26,6 |
| 8 | C . . . | 50 | 62,5 | 12 | 3196 | 7,20 | 34,0 | 29,3 |
| 9 | | 70 | 77,8 | 12 | 3829 | 7,72 | 38,5 | 26,5 |
| 10 | | 83 | 69,2 | 15 | 4035 | 7,00 | 32,5 | 27,4 |
| 11 | C für Nebenbahnen | 60,3 | 46,5 | — | — | — | — | 38,8 |

Lokomotive Nr. 7 zur Gruppe der kleinsten Lokomotiven Nr. 1 bis 3 geschlagen ist. Die Angaben über die eingehenderen Versuche bei verschiedenen Geschwindigkeiten mit der C-Lokomotive für Nebenbahnen sind in der Zusammenstellung III enthalten.

Zusammenstellung III.

C-Tenderlokomotive für Nebenbahnen, alte preußische Regelbauart.

| | V km/St | Z kg | Wirksamer Dampfdruck $P - p$ at | ϵ % | ϑ_v kg/St |
|--|---------|------|---------------------------------|--------------|---------------------|
| $d = 0,350$ m | 15 | 3972 | 7,95 | 45,0 | 45,2 |
| $D = 1,080$ m | 20 | 3287 | 6,57 | 29,0 | 38,8 |
| $P_n = 13$ at | 30 | 2343 | 4,69 | 17,5 | 35,2 |
| $P - p = \frac{Z}{498}$ | 40 | 1874 | 3,75 | 13,5 | 36,2 |
| $\vartheta = 6,7 \cdot V \cdot \epsilon$ | | | | | |
| $\vartheta_{15 \text{ bis } 40}$ | — | — | — | — | 38,8 |

halten. Diese Lokomotive zeigt das auffallende, sonst bei Zwillingsmaschinen nicht beobachtete Verhalten, daß die Ver-

dampfung bei zunehmender Geschwindigkeit stark abfällt.

Deshalb ist für den Vergleich mit den anderen Lokomotiven der Mittelwert der Verdampfung in die Zusammenstellung II unter Nr. 11 aufgenommen.

In Textabb. 1 sind die Werte von ϑ_v als Höhen zu denen von H : R als Längen aufgetragen. Es zeigt sich, daß die

Werte, die durch gestrichelte Linienzüge verbunden sind, in zwei getrennte Gruppen zerfallen, von denen die erste die kleinen Lokomotiven 1, 2, 3 und 7 umfaßt, die zweite die Übrigen. Die ϑ_v -Werte der ersten Gruppe liegen erheblich tiefer, als die der zweiten, und letztere wieder tiefer als die der Lokomotiven aus Erfurt, für die nur die ausgeglichenen Werte nach Gl. 4) aufgetragen sind. Ähnliche Linien lassen sich für die beiden ersten Gruppen zeichnen, da beide dem allgemeinen Gesetze

$$\vartheta = \frac{a}{b + (H : R)}$$

folgen müssen. Der Wert von b für die zweite Gruppe, in die auch der französische Versuchskessel seiner Größe nach gehört, muß nach Gl. 2) für dessen Verdampfung zu 20, wie bei den Lokomotiven der Direktion Erfurt genommen werden. Ob diese Zahl für die kleinen Lokomotiven ebenfalls gilt, ist allerdings zweifelhaft, doch soll sie vorläufig auch für diese beibehalten werden. Dann lassen sich mittels Ausgleichens die Werte von a für beide Gruppen ermitteln. Für Gruppe I ergibt sich $a = 1600$, für Gruppe II ist $a = 2600$ gewählt. Bei gleichem Gewichte aller Beobachtungswerte würde der wahrscheinlichste Wert für diese Gruppe tiefer liegen. Mit Rücksicht auf die größere Sicherheit der Angaben über die C-Tenderlokomotive für Nebenbahnen ist die Linie jedoch durch den dieser entsprechende Wert von ϑ_v gelegt. Die für die drei Gruppen gefundenen Werte ergeben sich aus der Zusammenstellung IV.

Zusammenstellung IV.

| | Gruppe I | Gruppe II | Lokomotiven aus Erfurt Gruppe III |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| H_{qm} | 15,5 bis 36,9 | 50 bis 83 | 91,8 bis 143,8 |
| Mittel von H | 28 | 74 | 118 |
| R_{qm} | 0,33 bis 0,75 | 0,8 bis 1,3 | 1,53 bis 2,3 |
| $\vartheta =$ | $\frac{1600}{20 + (H : R)}$ | $\frac{2600}{20 + (H : R)}$ | $\frac{3500}{20 + (H : R)}$ |

In der Zusammenstellung V sind die nach den Gleichungen der Zusammenstellung IV berechneten ϑ -Werte den Be-

Zusammenstellung V.

| Lokomotive | 1 | 2 | 3 | 7 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 11 | Mittlerer Fehler |
|---|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|---|
| ϑ_v | 23,8 | 25,0 | 23,5 | 23,8 | 29,0 | 27,2 | 26,6 | 29,3 | 26,5 | 27,4 | 38,8 | $\varphi_m = \sqrt{\frac{\sum \varphi^2}{11-2}}$ $= 0,077 = 7,7\%$ |
| ϑ | 23,8 | 25,8 | 23,2 | 23,2 | 34,4 | 26,6 | 30,8 | 31,5 | 26,6 | 29,2 | 33,8 | |
| $\varphi = \frac{\vartheta_v}{\vartheta} - 1$ | 0,0 | -0,03 | 0,01 | 0,03 | -0,15 | 0,02 | -0,14 | -0,07 | 0,0 | -0,06 | 0,0 | |

obachtungswerten ϑ_v für die Gruppen I und II gegenüber gestellt. Der mittlere Fehler von 7,7 % erscheint immerhin noch annehmbar. Für die Lokomotive der Direktion Erfurt folgte im ersten Aufsätze 11,6 %.

In Textabb. 2 sind die Werte von a als Höhen zu den Mittelwerten von H als Längen aufgetragen. Da sich die wirksame Verdampfung mit zunehmender Größe der Lokomotive der ganzen Verdampfung nach Gleichung 2), a demnach dem

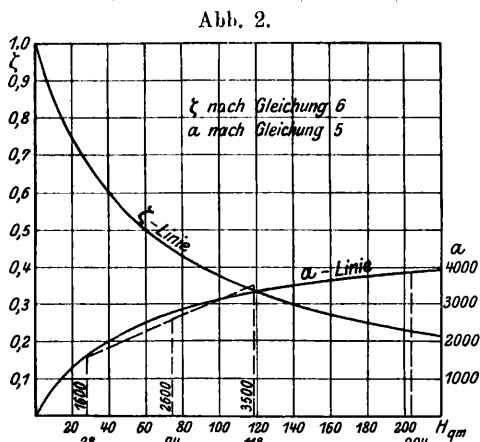


Abb. 2.

Werte 5000 nähert, mit abnehmender Größe aber der 0, so kann man für die Abhängigkeit zwischen a und H eine wahrscheinliche Gleichung hyperbolischer Form aufstellen. Sie lautet

$$Gl. 5) \quad a = 5000 \left(1 - \frac{60}{60 + H} \right)$$

Mit Rücksicht auf den gleichen Nenner der Gleichungen für ϑ in der Zusammenstellung IV folgt nach Gl. 3)

$$a = 5000 (1 - \zeta),$$

und demnach das Verlustverhältnis

$$Gl. 6) \quad \zeta = \frac{60}{60 + H}$$

Die Gleichungen 5) und 6) stellen kein eigentlich wissenschaftliches Gesetz dar, denn ζ hängt unmittelbar von den Verhältnissen der eigentlichen Maschine ab. Bei der Unmöglichkeit, diese Abhängigkeit zur Zeit aufzustellen, sollen beide Gleichungen nur die Abhängigkeit des Verlustes von der Größe der Lokomotive angeben, die eben durch H gekennzeichnet ist.

(Schluß folgt)

Anlage zur Bekohlung der Lokomotiven im Bahnhofe Kempten i. Allg.

Bisle, Direktionsrat in Kempten.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 9 auf Tafel 18.

I. Einleitung.

Gelegentlich des Um- und Ausbaues des Bahnhofes Kempten*) i. Allg. 1903 bis 1906 mußte die Betriebswerkstätte mit ihren Nebenbetrieben verlegt und neu erbaut werden: dabei hat der Verfasser eine Anlage zur Bekohlung der Lokomotiven veranlaßt und eine solche zum Kohlen-Entladen und -Speichern vorgesehen.

Zur Kohlenabgabe auf die Tender wurde zunächst die in Bayern mehrfach angewendete Absturzanlage**) mit tief liegendem Lokomotivfahrgleise angeordnet. Durch eine schmalspurige, teils festliegende, teils verlegbare Rollbahn mit festen und Kletter-Drehscheiben und Weichen für Kohlenkippkarren wird die Beifuhr der Kohlen zum Schüttgerüst erleichtert. Diese Erstlingseinrichtung gestattete hier zusammen mit der Absturzanlage den Stücklohnsatz für Abgabe von 1 t Kohlen von 55 auf 30 Pf und von 1 t Preßkohle von 70 auf 40 Pf abzumindern, auch alle nach Kempten verkehrenden Lokomotiven der Betriebswerkstätte Lindau vollständig für beide Fahrrichtungen in Kempten zu bekohlen und dadurch in Lindau vier Kohlenlader ohne Mehrung in Kempten einzusparen, wozu noch der Fortfall der Selbstkosten von 0,217 M/100 kg für die Fahrt der beladenen und die Rück-

*) Organ 1908, S. 195.

**) Organ 1908, Taf. XVII: Abb. 5.

fahrt der leeren Kohlenwagen zwischen Kempten und Lindau kommt.

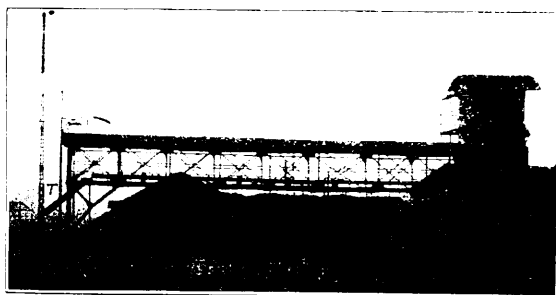
II. Beschreibung der Anlage.

Nun war noch eine Einrichtung zum Entladen der Kohlenwagen und Ablagern der Kohlen auf dem Lagerplatze zu schaffen. Als den besonderen Verhältnissen des Bahnhofes Kempten entsprechendes Fördermittel wurde die «Propeller- rinne» von Ingenieur Marcus in Köln gewählt. Dieses Hilfsmittel war aber noch so umzugestalten, daß der ganze Kohlenlagerplatz damit nach Länge und Breite bestrichen werden konnte. Zu diesem Zwecke wurde die Förderrinne in eine, die ganze Breite des Lagerplatzes überspannende, fahrbare Ladebrücke eingebaut: an letztere wurde ein Becherwerk angefügt, das die Kohlen der Förderrinne zuführt. Becherwerk, Förderrinne und die Fahr- einrichtung des Gerüsts werden elektrisch angetrieben.

So entstand eine neuartige Förderanlage (Abb 1 bis 6, Taf. 18), die seit April 1908 mit gutem Erfolge in Betrieb ist. Die von den Zechen angelieferten Kohlenwagen werden bei Trockenheit zuvor von einer festen Spritzvorrichtung W (Abb. 1, Taf. 18) genetzt, dann in das Entladegleis EE vor den Einwurftrichter T des Becherwerkes der Entladebrücke (Abb. 2 bis 6, Taf. 18) verbracht. Beim Öffnen der Wagentür fällt ein Teil der Kohlen von selbst in den Trichter, der

Rest wird von drei Arbeitern vom Wagenboden in den Trichter geschaufelt. Durch das Becherwerk wird die Kohle gehoben und in ein Abrutschrohr abgeworfen, aus dem sie auf die Förderrinne gelangt. Diese schwingt hin und her, wobei die Kohle in geschlossener Masse in ruhigem, ruckweisem Vor-schube und ohne sich von dem Rinneboden abzuheben, quer zum Kohlenlager bewegt wird. Durch Bodenschieber fallen die Kohlen an gewünschter Stelle auf den Lagerplatz oder gelangen nach Schluß aller Absturzöffnungen am andern Ende der Förderrinne über eine Rutsche *r* (Abb. 2, 3. 6. Taf. 18

Abb. 1. Förderanlage für Kohlen.



und Textabb. 1) in Kippkarren, die sie an die Absturzbühne zur Bekohlung der Lokomotiven bringen.

Im erstern Falle durchmessen sie die ganze Fallhöhe bis zum Erdboden nur bei Beginn des Ablagerns, alle weiteren Anschüttungen erfolgen stets über die Böschung des vorhandenen Haufens, um die Zerkleinerung zu vermindern.

Die Förderrinne bestreicht etwa 260 m Länge und 20 m Breite und gestattet Schüttungen bis zu 3,2 m Höhe.

II. A) Die Verladebrücke.

Auf jeder Längsseite des Lagers ist eine Altschiene mit 21,9 m Spur auf Granitwürfel von 0,55 m Seitenlänge in 1,5 m Teilung mit eingedübelten Hakennägeln ebenerdig befestigt. Auf Herstellung einer sehr gleichmäßigen, glatten Fahrbahn war dabei besonders Rücksicht zu nehmen, um den Fahrwiderstand der Brücke gering zu halten.

Auf diesen beiden Schienen läuft die fahrbare eiserne, 2 m breite Verladebrücke LL^1 (Abb. 2 bis 6, Taf. 18) auf der Vorderseite L mit vier, auf der Hinterseite L^1 mit zwei Stahl-Laufrollen von 400 mm Laufkreisdurchmesser und mit doppelten Spurkränzen als Träger der Förder- und elektrischen Antrieb-Einrichtung. Die Brücke besteht aus zwei Fachwerkträgern mit unterm und oberm Windverbande. Sie stützt sich auf das vordere einfache Bockgerüst bei L mit dem vier-räderigen Laufwagen A^1A^1 , und auf das hintere einfache Bockgerüst L^1 mit dem zweiräderigen Laufwagen B^1B^1 .

Die Vorderseite L trägt die überhöhte Fahrbühne zur Aufnahme des mechanischen und elektrischen Antriebes. Die Brückenfahrbahn, die in ihrer Mitte die Förderrinne trägt, liegt zwischen den unteren Gurtungen der Gitterträger und überspannt mit rund 22 m Lichtweite den Lagerplatz in 3,3 m Höhe über Schienen-Oberkante. Jedes Laufrad gibt 3,5 bis 4 t Raddruck.

Zur sichern Lagerung des Antriebes auf der Fahrbühne bei L , zum Ausgleich der Kraftwirkungen der schwingenden

Massen und zur Dämpfung von Erschütterungen ist unter dem Kurbelantriebe und der elektrischen Triebmaschine ein Betonklotz K von Dreikantform und 2,5 cbm Rauminhalt in der ganzen Brückenbreite zwischen die vordere Stütze und die schrägen Streben eingebaut, der die Grundschauben der Antriebplatte aufnimmt. Zur Steuerung der Triebmaschine führt von aufsen eine eiserne Treppe mit Geländer, die oben durch eine Tür abschließbar ist.

Die Brücke ist mit einem Wellblechschuttdache auf den oberen Gurtungen der Hauptträger überdeckt, der Steuerstand L außerdem auf drei Seiten mit Wellblechwänden verschalt; die Stirnseite enthält ein Glasfenster für die Beobachtung des Verfahrens.

Beiderseits der Rinne ist die Laufbühne der Brücke mit 5 cm starken Holzbohlen belegt, zu denen Holzstufen hinauf-führen: unter diesen steht die Triebmaschine. Der Ausdehnung der Brücke durch die Wärme ist zur Vermeidung von Klemmungen Rechnung getragen.

Zum Verfahren erfordert die Verladebrücke beim Anlaufen 6,5 PS, sonst 5 PS.

II. B) Die Förderrinne.

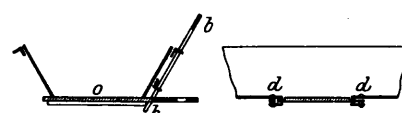
Mitten auf der Brückenfahrbahn liegt auf sieben Tragrollenpaaren s, s die 19 m lange Förderrinne von 400 mm Bodenbreite, 600 mm oberer Weite und 200 mm Höhe, aus 3 mm starkem Eisenbleche. Die Tragrollen, auf denen sich die Rinne wagerecht mit kurzem Hube, vorwärts mit gleichförmiger Beschleunigung, rückwärts mit ebensolcher Verzögerung hin und her bewegt, haben keine feste Achslagerung, sondern wälzen sich und werden durch besonders gebaute doppelte Schneckenfedern (Abb. 7 und 8, Taf. 18) mit gemeinsamem Federbolzen in ihrer Lage festgehalten; über diesen Rollen sind an die schrägen Rinnenseitenwände mit entsprechend gebogenen Flacheisen kurze, wagerechte Trag- und Laufflächen angenietet, mit denen die Rollen die Rinne tragen, während sie sich unten auf C -Eisen der Brückenfahrbahn hin- und herwälzen.

Im Rinneboden sind, des Windverbandes wegen etwas unregelmäßig verteilt, acht rechteckige Entladeschieber o, o von 370×250 mm angebracht; diese werden mit Vorsteckbügeln b, b (Abb. 2, Taf. 18) an den Rinne-wänden in ihrer Stellung festgehalten. Die Schiebernuten an der Unterseite des Rinnebodens mußten nachträglich geändert werden, um die Schieber stets leicht und sicher aus- und einschieben zu können, da die ursprünglich quer zur Rinne angebrachte obere Führung an ihren freien Kanten an den Öffnungen durch gröbere Kohlenstücke so zerstoßen wurden, daß die Schieber nicht mehr eingeschoben werden konnten. Auch legte sich in die von oben abgeschlossene Quernut schwer entfernbare Kohlenstaub, was Festklemmen der Schieber verursachte. Durch Entfernen dieser oberen Nutüberdeckung d, d (Textabb. 3) und

Abb. 2. Neue Schieberführung.



Abb. 3. Alte Schieberführung.



entsprechende Gestaltung der Schieber, die durch die Unterkanten der Rinnenseitenwände genügend geführt und niedergehalten werden, sind die Anstände vollständig beseitigt worden (Textabb. 2).

Die feste Abrutschrinne r am hintern Brückende L^1 wurde der Fahrdrahtständer wegen in der untern Hälfte um Gelenke abklappbar gemacht.

Die Rinne läuft bei 85 Doppelhuben in der Minute am günstigsten, da hierbei die geringsten Erschütterungen in den Brückenteilen auftreten. Der damit erzielte Vorschub des Fördergutes beträgt 12 m/Min. Hierbei ergibt sich bei halber Rinnenfüllung mit 0,045 cbm/m und bei 0,8 t/cbm Gewicht lockerer Ruhrkohlen eine Fördermenge von $12 \cdot 0,045 \cdot 0,8 = 0,432$ t/Min oder rund 25 t/St. Diese Leistung läßt sich durch Steigerung der Umlaufzahl auf 30 t/St erhöhen, jedoch empfiehlt sich dies nicht auf lange Dauer wegen der dabei auftretenden stärkeren Schwingungen in den Brückenteilen: auch können die Arbeiter bei einseitiger Entladung der Eisenbahnwagen nur bei besonderer Anstrengung mehr als 25 t/St der Rinne zuführen. Der Betrieb der Rinne erfordert etwa 2,5 PS bei Höchstbelastung und Absturz der Kohlen am hintern Ende, also bei starker Füllung der ganzen Länge.

II. C) Das Becherwerk.

Der Förderrinne werden die Kohlen mittels eines senkrechten Becherwerkes EE (Abb. 4, Taf. 18) zugeführt, das an die vordere Brückenstütze angebaut und so eingerichtet ist, daß die gewöhnlichen Ruhrkohlen gehoben werden können. Ungewöhnlich große Kohlenstücke werden entweder vorher auf dem Wagen entzwei geschlagen, oder zur Seite geworfen, um zum Aufbau einer Kohlenmauer als Begrenzung des Kohlenhaufens an der hintern Seite verwendet zu werden.

Aus dem dem Becherwerke vorgebauten Fülltrichter T von 2000 mm oberer Länge und 800 mm oberer Breite mit Abrutschwand gelangen die Kohlen in die Becher. Längs der beiden senkrechten Kanten der Eintrittöffnung hat sich die nachträgliche Anbringung seitlicher Führungsbleche als nötig erwiesen, um seitliches Eindringen von Kohlenstücken neben den Bechern in den untern Kastenteil zu verhüten. Der Schnabel des Einwurfrichters ist aufklappbar, um den verschiedenen Breitenmaßen der Eisenbahnwagen Rechnung zu tragen, auf deren Seitenwände sich der Trichterschnabel legt, und um das Umgrenzungsmaß für vorbeifahrende Fahrzeuge freizuhalten.

Das Becherwerk von Marcus ist so gebaut, daß die Schöpferarbeit auf ein Mindestmaß beschränkt wird; die Becher sind dementsprechend geformt. Das Becherwerk läuft langsam. Bei der senkrechten Anordnung ist eine Führung der Kette nicht erforderlich.

Die Becher fassen je 10 l und werden von Stahlbolzenketten auf zwei Kettenrädern geführt. Am obern Rade wird die Becherkette durch eine Gegenrolle rückwärts gelenkt, so daß sich der Kohlenauswurf richtig vollzieht und keine Kohlenstücke in den Becherschacht fallen können. Das untere Kettenrad ist mit einer Spannvorrichtung versehen, die außerhalb des Umhüllungskastens bedient werden kann. Letzterer

trägt unten im Innern einen Schöpftrog und oben die Auswurfhaube, von der ein geschlossenes, schräges Abrutschrohr FF ausgeht, das in gebrochener Linie unmittelbar auf die Förderrinne mündet.

Die Höhe des Becherwerkes beträgt 8,8 m, das bei 25 bis 30 m/Min Hubgeschwindigkeit rund 25 t/St Kohlen fördert bei rund 1 PS Arbeitsbedarf. Der Leistungsaufwand für Becherwerk und Rinne ist also 3,5 PS bei Höchstbelastung.

II. D) Das Triebwerk.

Das Triebwerk ist im vordern Brückengerüste untergebracht. Die elektrische Triebmaschine wirkt mit Riemenscheiben auf die Vorgelegewelle VV (Abb. 3 und 4, Taf. 18) und von dieser nach oben mittels Riemenscheibenvorgeleges V¹V¹ und der Zahnräder ZZ auf das Becherwerk, mittels Riementriebes auf das Kurbelgetriebe der Förderrinne nach unten: für beide Betriebe sind Fest- und Los-Scheiben vorgesehen (Abb. 2 und 7, Taf. 18).

Die hin- und hergehende Bewegung der Rinne wird durch eine an deren Unterseite angreifende Schubstange OO eines um 90° versetzten Kurbelgetriebes nach Aitken (Abb. 7 und 8, Taf. 18) eingeleitet. Sie ahmt den Schaufelwurf nach, indem sie nach Erlangung ihrer größten Geschwindigkeit am Ende des Vorwärtsganges mit dieser stoßfrei rasch umkehrt und rückwärts gehend sich verzögert, wobei das Fördergut vorwärts schießt. Abb. 8, Taf. 18 stellt das Kurbelgetriebe*) dar.

Wenn die Riemenantriebe des Becherwerkes und der Förderrinne ausgerückt sind, kann man durch Einrücken eines Schraubenradgetriebes N am einen Ende der Vorgelegewelle VV mittels einer an der Längsseite der Verladebrücke angeordneten 70 mm starken Welle WW (Abb. 2 bis 5, Taf. 18) auch die Brücke verfahren. Durch doppelseitigen Antrieb der Brückenlaufrollen ist ein Zurückbleiben einer Brückenstütze gegen die andere vermieden. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 15 bis 18 m/Min.

Das Schmieren der bewegten Teile erfolgt mit Rücksicht auf den Kohlenstaub mit Starrschmiere in Staufferbüchsen.

II. E) Die elektrische Ausrüstung der Anlage.

Die auf der Ladebrücke bei M (Abb. 2 und 4, Taf. 18) gelagerte, gekapselte Gleichstrom-Nebenschluß-Triebmaschine ist zum Steuern auf der Brücke mit einem Fahrschalter, einer eigenen Schalttafel in einem Blechkasten, enthaltend Sicherungen und Stromanzeiger, sowie mit Anschlüssen für zwei Glühlampen mit wasserdichten Ausschaltern ausgerüstet. Sie erhält aus der Bahnhof-Schaltstelle II (Abb. 1, Taf. 18) den Strom von $2 \times 225 = 450$ Volt aus dem Wasserkraftwerke der Stadt Kempten. Das Schaltungschema ist in Abb. 9, Taf. 18 dargestellt und von links, der Schaltstelle II, nach rechts mit den beigegefügtten Bezeichnungen und Erklärungen erläutert.

Der 280 m lange, 6,5 m hoch liegende Fahrdraht ist an einem Stahltragdrahte zwischen Ausleger- und End-Masten in

*) Siehe Dingler's Polytechnisches Journal 1908, Hefte 13 bis 16.

rund 42 m Teilung an je zwei Stellen aufgehängt, um möglichst geringen Durchhang des Fahrdrabtes zu erzielen (Textabb. 4).

Vom Rollenstromabnehmer S (Textabb. 5) erfolgt die

Abb. 4. Fahrdrabtleitung.

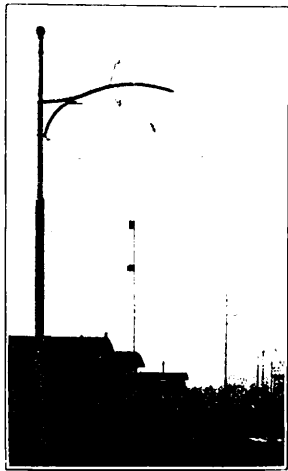


Abb. 5. Stromabnehmer.



Stromzufuhr zur Triebmaschine über den Schaltkasten auf der Fahrbühne, vor dem mittels eines auf der obern Gurtung des einen Trägers der Brücke verlegten, mit Eisenband verstärkten Einleiterkabels mit doppeltem Bleimantel. Vor dem Schaltkasten ist noch eine Lichtleitung für zwei Glühlampen abgezweigt.

Die übrigen Leitungen auf der Fahrbühne sind in Stahlpanzerrohr verlegt. Der Schaltkasten kann nur bei spannungslosem Zustande der Leitung geöffnet werden, der Strom wird bei Rückgang der Spannung selbsttätig unterbrochen. Die Rückleitung des Stromes geht durch die Fahrschienen der Brücke, deren beide Stränge auch unter sich mit Kupferdraht leitend verbunden sind.

II. F) Anlagekosten und Wirtschaft.

Die Kosten für die Herstellung der Entladebrücke mit Förderrinne, Becherwerk, elektrischer Ausrüstung und acht Fahrdrabt-Rohrmasten von Altwert, einschließlich der Baukosten betragen 24000 M. Bei 4% Verzinsung und 5% Abschreibung sind als Jahresausgaben 2160 M anzusetzen.

Jährlich werden mit der Anlage 31000 t Kohlen entladen.

| | |
|---|-----------|
| Verzinsung und Tilgung betragen | 7,0 Pf/t |
| Instandhaltung mit 1% erfordert | 0,8 Pf/t |
| Stücklohn für Abladen mit der Förderrinne | 11,0 Pf/t |
| Stromkosten | 1,8 Pf/t |

Zusammen 20,6 Pf/t

für Entladen mit der Förderrinne auf das Kohlenlager, gegen 31,4 Pf/t bei reinem Handbetriebe, die Ersparnis beträgt also 10,8 Pf/t oder 34%.

Der elektrische Ausbau der Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen in Berlin.

G. Soberski, Königlicher Baurat in Berlin-Wilmersdorf.

(Schluß von Seite 163.)

Über die Berechnung der zahlenmäßigen Angaben in den einzelnen Abschnitten der Betriebsausgaben ist aus den hinzugefügten Erläuterungen Folgendes zu entnehmen:

A. Leistungen.

Die bei beiden Betriebsarten gleich groß angenommene Leistung von 31040000 Zugkilometern ist im Verhältnisse zu den 1916 voraussichtlich zu befördernden 400 Millionen Fahrgästen um etwa 50% größer angesetzt, als sie aus dem Verhältnisse für 1911 folgt; 1911 erforderten rund 328 Millionen Fahrgäste rund 19,5 Millionen Zugkilometer; durch die neue Annahme werden also die bisherigen Übelstände hinsichtlich der Zugüberfüllung sicher beseitigt. Die Unterteilung der Zugkilometer für Züge von 13,8 und 5 Wagen ist nach einem besonders aufgestellten Betriebsplane erfolgt; die Gründe für den gänzlichen Ausfall von Zügen aus 5 Wagen bei Dampftrieb sind früher erörtert; wegen der größern Umständlichkeit der Zugschwächung im Dampftriebe kann auch die Verwendung von Zügen mit 8 Wagen keine so weitgehende sein, wie bei elektrischem Betriebe.

Die Zahlen für die Lokomotiv- und Triebgestell-km, sowie die Lokomotiv- und Triebgestell-Achskm ergeben sich rechnerisch unter Berücksichtigung des über die Verwendung der einzelnen Lokomotiv- und Triebgestell-Arten früher Gesagten; für den Dampftrieb ist entsprechend dem Ergebnisse von 1911 bei den Lokomotivkm und Lokomotiv-Achskm ein Zuschlag von 8% für Leerfahrten beim Wenden und Teilen der Züge, sowie beim Wasser- und Kohlen-Nehmen gemacht; bei

den Wagenachskm im Dampftriebe sind 7 Millionen Leerfahrten zugesetzt, weil die Dampfzüge zur Teilung erst einem Abstellbahnhofe zugeführt werden müssen.

Bei der Ermittlung der tkm ist das Gewicht

| | |
|--|------|
| einer Triebgestellachse zu | 17 t |
| einer Wagenachse zu | 7 t |
| einer Triebgestellachse für die Gleichstrom- | |
| strecke Berlin—Groß Lichterfelde zu | 10 t |
| einer 1 D 1-Lokomotive } mit halben zu | 93 t |
| einer 1 C-Lokomotive } Vorräten zu | 60 t |

angenommen.

B. Ausgaben.

B. a) Löhne und Gehälter.

Bei Feststellung der Löhne und Gehälter ist von den tatsächlichen Ergebnissen des Jahres 1911, für den elektrischen Betrieb von den Ergebnissen der Gleichstromstrecke Berlin—Groß Lichterfelde ausgegangen. Zur Bedienung und Führung der elektrischen Lokomotiven genügt nach den bisherigen Erfahrungen ein Mann, so daß die Beträge für Heizer und Hilfsheizer bei elektrischem Betriebe entfallen. Übrigens werden Einrichtungen getroffen, die den Zug selbsttätig anhalten, wenn der Führer plötzlich dienstunfähig wird; außerdem soll der Zugbegleiter als Führer ausgebildet werden, und seinen Platz während der Fahrt neben diesem erhalten.

Bei Dampftrieb ist wegen der bessern Belegung der Strecken und vorgesehener höhern Fahrgeschwindigkeit die durchschnittliche Jahresleistung der Lokomotiv- und Zug-

Mannschaften von 1911, nämlich 31740 km und 46660 km, um 20 % höher angesetzt.

Für den elektrischen Betrieb ist die Jahresleistung der Lokomotivmannschaften mit 60000 km unverändert aus dem Ergebnisse auf der Strecke Berlin—Groß Lichterfelde 1911 übernommen. Bei Handwerkern, Putzern, Kohlenladern für Dampflokomotiven ist der aus 1911 folgende Einheitsatz von rund 45 M für 1000 Lokomotivkm wegen der weniger einfachen Bauart der neuen Lokomotive erhöht auf

60 M für 1000 Lokomotivkm einer 1 D 1
und 50 » » » » » 1 C-Lokomotive.

B. b) Verbrauch.

1911 wurden nur 14,76 t Kohlen für 1000 Lokomotivkilometer einschließlich Anheizen und Zugheizung verbraucht: die Erhöhung auf 18 t ist auf Grund vorgenommener Versuche, besonders wegen des bei der größeren Zugzahl nötigen schärfern Anfahrens und der höheren Fahrgeschwindigkeit erfolgt.

Der Stromverbrauch für die elektrische Zugförderung ist nach Versuchen auf der Strecke Dessau—Bitterfeld mit einem Stadtbahnzuge und angedeuteten Haltestellen in den auf der Stadtbahn vorkommenden Abständen ermittelt worden: der Stromeinheitspreis von 3,75 Pf/KWSt an den Bahnklemmen der Unterwerke ist einem verbindlichen Angebote der A. E. G. und der Siemens-Schuckert-Werke entnommen. Bei diesem Preise weichen, wie die Aufstellung der Ausgaben zeigt, die Ausgaben für Strom bei elektrischem Betriebe nur wenig von denjenigen für Kohlen und Wasser bei Dampfbetrieb ab. Die von den Vertretern der Lokomotiv-Bauanstalten aufgestellte Gegenrechnung bewertet die Kraftkosten bei elektrischem Betriebe zwar wesentlich anders, um 85 % teurer, als bei Dampfbetrieb, die Eisenbahnverwaltung erachtet jedoch die Vergleichsrechnung für unrichtig, da die Verbrauchzahlen für den Dampfbetrieb dem durchgehenden Fernverkehre entstammen, also nicht den Verhältnissen des Stadt- und Vorort-Verkehres Rechnung tragen, ferner nicht die in Aussicht genommene höhere Fahrgeschwindigkeit und verkürzte Zugfolgezeit berücksichtigen, und endlich auch die Stromkosten an sich um mehr als 20 % zu hoch bemessen.

Der Strombezug von außen ist vorgesehen, um vorerst die Aufwendungen für Kraftwerke, Speiseleitungen und Unterwerke von rund 90 Millionen M zu vermeiden und einer etwaigen Überschreitung der Voranschläge für die Betriebskosten durch unerwartete Zunahme der Stromerzeugungskosten vorzubeugen. Im Hinblick auf die Betriebsicherheit erscheint der Strombezug von außen unbedenklich, da schon jetzt fast die Hälfte aller im Eisenbahnwesen verbrauchten elektrischen Arbeit von fremden Unternehmungen bezogen wird, und sich dabei keine Unzuträglichkeiten ergeben haben. Im Übrigen beabsichtigt die Eisenbahnverwaltung, sich in den abzuschließenden Verträgen ein weitgehendes Aufsichtsrecht über die Betriebs- und Geschäftsführung der mit der Stromlieferung beauftragten Werke, sowie auch einen Anteil an dem über 6 % hinausgehenden Gewinne zu sichern.

Die Unterhaltungskosten für die Dampflokomotiven sind gegen 1911 von rund 95 M für 1000 Lokomotiven unter Zu-

schlag von 25 % wegen der geringeren Einfachheit der vorgesehenen Bauarten auf 120 M für 1000 Lokomotivkm oder 20 M für 1000 Lokomotivachskm erhöht. Für die elektrischen Triebgestelle ist trotz ihrer einfacheren Bauart derselbe Einheitsatz gewählt worden.

Für die Kosten der Wagenerhaltung ist der aus 1911 festgestellte Einheitsatz von 4,20 M für 1000 Wagenachskm unverändert beibehalten.

Für Wasser, Schmier-, Putz- und Beleuchtung-Stoffe gelten folgende Einzelbeträge:

| | Dampf- Betrieb | |
|---|-------------------|----------|
| | M | M |
| Beleuchtung | 669000 | 20000 *) |
| Wasser für Lokomotiven | 513000 | — |
| Schmierstoffe für Lokomotiven oder Trieb- gestelle | 441000 | 247000 |
| Schmierstoffe für Wagen | 207000 | 192000 |
| Zusammen | 1830000 | 459000 |

An Wasser zur Lokomotivspeisung, dessen Preis 10 Pf/cbm beträgt, ist für 1916 auf 1 t Kohlen 8,5 cbm gegen 9,19 cbm für 1911 gerechnet und an Schmier-, Putz- und Dicht-Stoffen bei Dampfbetrieb, da die neuen Lokomotiven sechs Achsen und drei Dampfzylinder haben würden, ein um 40 % höherer Verbrauch für 1000 Lokomotivkm gegen 1911 vorgesehen.

Aus demselben Grunde, sowie wegen der viel größeren Kessel der neuen Lokomotiven ist der Einheitsatz für die Erhaltungskosten der Dampflokomotiven gegen das Ergebnis aus 1911 um 25 % erhöht.

Bei den Abschreibungen ist der Zinsfuß für die Rücklagen zu 4 % gerechnet.

Die Beträge unter II. 2) bis II. 6) der Betriebskosten sind ebenfalls nach den Ergebnissen von 1911 unter Berücksichtigung der steigenden Bewegung der Löhne und Preise, sowie unter entsprechender Erhöhung derjenigen Beträge berechnet, die mit der Zunahme der Betriebsleistungen wachsen. In Abschnitt II. 2). Streckendienst, ist der Betrag für Bahnerhaltung und Gleiserneuerung für elektrischen Betrieb geringer bemessen, als für Dampfbetrieb, da bei ersterem wegen Fortfalles fast aller Leerkm etwa 17 % weniger Tonnenkm zu leisten sind und andauernde Versuche und Beobachtungen gezeigt haben, daß der Oberbau unter elektrischem Betriebe, selbst bei geschobenen Zügen, nicht stärker abgenutzt wird, als unter Dampfbetrieb.

Zur Bildung des Schlufsergebnisses sind noch gegenübergestellt die Beträge für die

| | Dampf- Betrieb | |
|---|-------------------|---------|
| | M | M |
| Verzinsung der aufzuwendenden Anlage- kosten mit 4 % | 3559000 | 4934000 |
| und die Abschreibungen auf die Bau- anlagen mit 1,44 % | 352000 | 720000 |

*) Petroleumbeleuchtung für eine Notschlußlaterne. Die Kosten für Strom und Lampenersatz zur elektrischen Zugbeleuchtung sind in den Stromkosten enthalten.

Dann ergibt sich:

| Fehlbetrag bei | ohne | mit |
|--------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| | Zinsen und Abschreibungen <i>M</i> | <i>M</i> |
| Dampfbetrieb | 9971000 | 13882000 |
| elektrischem Betriebe | 2347000 | 8001000 |
| Also mehr bei Dampfbetrieb | 7624000 | 5881000 |

Trotz höherer Anlagekosten stellt sich danach der elektrische Betrieb im Betriebsergebnisse um 73,5% günstiger, als der Dampfbetrieb, er läßt außerdem noch eine weitere Leistungssteigerung zu, während der Dampfbetrieb 1916 voraussichtlich erschöpft ist.

In allen Fällen ergibt sich aber ein Fehlbetrag wie bisher bei den Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen. 1910 betrug dieser 376 400 *M*, 1911 462 000 *M* ohne Verzinsung der Anlagekosten, das sich 1911 auf rund 244 Millionen *M* belief. Rechnet man davon noch 4%, so wächst der Fehlbetrag für 1911 auf rund 10,25 Millionen *M*.

Dieses Ergebnis ist in den gegenwärtigen Fahrpreisen der Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen, besonders denjenigen für Monatskarten begründet, die einen wesentlichen Teil der Einnahmen bilden. Wie die Eisenbahnverwaltung nachweist, sind die Fahrpreise in Berlin die niedrigsten, die für Stadt- und Vororts-Verkehr einer Großstadt bestehen. Die Monatskarten im Stadt- und Ringbahn-Verkehre kosten in Berlin nur 30 bis 70%, im Vorortverkehre nur 40 bis 80% der Preise in London; die Monatskarten für den 21 km langen Innenring in London kosten je nach der Klasse 33,20 und 20,50 *M*, für den rund 60 km umfassenden Stadt-Ring-Verkehr in Berlin 7,00 und 4,50 *M*, für geringere Entfernungen innerhalb dieses Verkehres bis zur fünften Haltestelle in der dritten Klasse nur 3 *M*, so daß die Einzelfahrt bei 50 monatlichen Fahrten 6 *Pf*, bei 75 monatlichen Fahrten 4,5 *Pf* kostet.

Bei den jetzigen Fahrpreisen hat der Durchschnittserlös für die einzelne Fahrt auf Fahrausweise aller Art 1910 7,5 *Pf*, bei gleichartigen Unternehmungen des In- und Auslandes 11,2 bis 21,5 *Pf*, bei der Hoch- und Untergrund-Bahn in Berlin, die keine Dauerkarten ausgibt, 13,2 *Pf* betragen.

Die Eisenbahnverwaltung beabsichtigt, zur Besserung dieser Mißverhältnisse mit der Einführung des elektrischen Betriebes eine Erhöhung der Fahrpreise zu verbinden, die eine Mehreinnahme von rund 8 Millionen *M* bringen soll; mit diesem Betrage könnten bestritten werden:

| | |
|--|--------------------|
| a) Der für 1916 bei elektrischem Betrieb errechnete Fehlbetrag von | 2 239 000 <i>M</i> |
| b) 4% Zinsen der neuen Anlagekosten von 123 350 000 <i>M</i> | 4 934 000 » |
| c) die Abschreibungen auf die neuen Bauanlagen mit | 720 000 » |
| zusammen | 7 893 000 <i>M</i> |

Die bisher für die Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen aufgewendete Kosten blieben also zinslos.

Beabsichtigt sind folgende Änderungen:

A. Für den Stadt- und Ringbahn-Verkehr.

A. 1) Einfache Fahrkarten.

Statt der bisherigen zwei Zonen mit Preisen von 10 und 20 *Pf* für die III. und 15 und 30 *Pf* für die II. Klasse sollen künftig vier Zonen mit Preisen von 10 bis 25 *Pf* für die III., und von 15 bis 35 *Pf* für die II. Klasse gebildet werden.

A. 2) Monatskarten.

Statt der bisherigen zwei Zonen mit Preisen von 3 *M* und 4,50 *M* für die III. und von 4,50 und 7,0 *M* für die II. Klasse sollen drei Zonen mit 4 bis 7 *M* für die III. und 6 bis 10 *M* für die II. Klasse gebildet werden.

A. 3) Arbeiterwochenkarten.

Statt der bisher für den innern Stadtbahnverkehr zwischen Westend und Schlesischer Bahnhof bestehenden zwei Preise von 60 und 90 *Pf*, und der für den Ringbahnverkehr und den Verkehr zwischen Stadt- und Ring-Bahn bestehenden drei Preise von 60, 90 und 120 *Pf* für die Woche soll der Preis von 40 *Pf* bis zur vierten Haltestelle eingeführt werden, der für je zwei weitere Haltestellen um 20 *Pf* bis zum Höchstbetrage von 120 *Pf* steigt. Außerdem soll für geringere Entfernungen mit bisherigen Wochenpreisen bis zu 10 *Pf*, eine Nahzone für den Verkehr bis zur zweiten Haltestelle für 20 *Pf* wöchentlich eingeführt werden. Die neuen Sätze enthalten also neben Verteuerungen auch Verbilligungen.

B. Für den Vorortverkehr.

B. 1) Einfache Fahrkarten.

Statt der bisher innerhalb den ersten 20 km bestehenden drei Zonen bis 7,5, 15 und 20 km mit Fahrpreisen von 10, 20 und 30 *Pf* für die III. und 15, 30 und 45 *Pf* für die II. Klasse sollen in den ersten 15 km fünf Zonen mit Preisen von 10 bis 30 *Pf* für die III. und von 15 bis 40 *Pf* für die II. Klasse gebildet werden. Über 15 km hinaus sollen die allgemeinen Sätze der Staatsbahnen erhoben werden.

B. 2) Monatskarten.

Die Preiserhöhung bei den Monatskarten soll je nach der Entfernung für die III. Klasse 20 bis 80 *Pf*, für die II. Klasse 40 bis 150 *Pf* betragen; der höchste Zuschlag soll für Entfernungen von 12,6 km ab in Ansatz kommen. Die Ausgabe von Nebenkarten für Familienangehörige zu halben Preisen soll bestehen bleiben.

B. 3) Arbeiter-Wochenkarten.

Im Allgemeinen sollen die Preise für die Arbeiter-Wochenkarten im Vorortverkehre nach den allgemeinen Staatsbahnsätzen gebildet, voraussichtlich jedoch ein Höchstsatz eingeführt werden, der etwas höher ist, als der jetzt in vielen Verbindungen bestehende Höchstsatz von 2 *M*. Auch hier würden also Verbilligungen neben Verteuerungen entstehen.

Da die geplanten Änderungen unter Berücksichtigung des Anteiles festgestellt sein werden, den jeder Einzelsatz bisher an dem ganzen Verkehre gehabt hat, so dürfte in diesem Zusammenhange die nachfolgende Übersicht aus der Verkehrsverteilung 1909 Bedeutung haben.

*) Verkehrsverteilung 1909 auf die verschiedenen Fahrkarten bei

| | Stadt- und Ringbahn | | Vorortbahnen | |
|---|---------------------|------|-------------------|------|
| | Millionen-Fahrten | % | Millionen-Fahrten | % |
| Einzelkarten II. Klasse | 9,3 | 5,8 | 11,2 | 8,2 |
| Einzelkarten III. | 54,7 | 34,4 | 56,7 | 41,7 |
| Arbeiterwochenkarten | 40,3 | 25,3 | 33,1 | 24,2 |
| Monatskarten II. Klasse | 16,1 | 10,1 | 11,4 | 8,3 |
| Monatskarten III. | 35,9 | 22,6 | 22,1 | 16,2 |
| Schüler- und Beamten-Zeitkarten II. Klasse | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| Schüler- und Beamten-Zeitkarten III. Klasse | 2,0 | 1,3 | 1,5 | 1,1 |
| Zusammen | 159,1 | 100 | 136,4 | 100 |

*) Entnommen aus: Schimpff, Wirtschaftliche Betrachtungen über Stadt- und Vorort-Bahnen. Archiv für Eisenbahnwesen 1913.

Für die Monatskarten sind 60 Fahrten im Monate angenommen.

Ob die Änderungen der Fahrpreise den von der Eisenbahnverwaltung angenommenen Erfolg haben werden, ist abzuwarten. Von anderen Seiten ist angeregt, eine Verbesserung der wirtschaftlichen Verhältnisse der Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen in Berlin durch Beschränkung oder gänzliche Beseitigung der II., nach vorstehender Zusammenstellung nur schlecht ausgenutzten Klasse, und durch Einschränkung oder Aufhebung der Raucherabteile, also durch Vereinfachungen des Betriebes statt durch Preiserhöhungen herbeizuführen.

Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Preisaufgaben.

1. Unter welchen Umständen bieten Selbstentladewagen für Seiten- oder Boden-Entleerung bei der Beförderung von Massengütern Vorteile für die Verkehrtreibenden und die Eisenbahnverwaltung gegenüber den offenen Wagen des Deutschen Staatsbahnwagenverbandes?

2. Lassen sich Vorteile für die Verkehrtreibenden und die Eisenbahnverwaltung davon erwarten, daß das Auskippen der Güterwagen in den Häfen durch den Selbstentladebetrieb unter Verwendung von Selbstentladewagen für Seiten- oder Boden-Entleerung ersetzt wird?

3. Wie weit gestatten Verkehr und Handel, daß die Versender Ladungen in ganzen Zügen oder in größeren Wagengruppen gleichzeitig für dasselbe Ziel aufliefern? In welchem Umfange kann dadurch der Eisenbahnbetrieb unter Verminderung der Kosten für das Abfertigen und Verschieben der Wagen und unter Verbesserung der Ausnutzung der Betriebsmittel vereinfacht werden? Was kann die Eisenbahnverwaltung tun, um die Versender zur Ansammlung von Ladungen zu bestimmen?

Nach diesen, im Preisausschreiben näher erläuterten Aufgaben sind Fragen zu behandeln, die für den Verkehr und Betrieb der Eisenbahn hohe Bedeutung haben. Dem entsprechen auch die in Aussicht gestellten Preise. Der für diesen Zweck auf Anregung des Geheimen Regierungsrates Schwabe, Ehrenmitgliedes des Vereines, von der Handelskammer zu Essen in bergbaulichen und gewerblichen Kreisen gesammelte Geldbetrag ist durch eine Bewilligung des preussischen Ministers der öffentlichen Arbeiten verdoppelt worden. Zur Bewerbung werden nur Angehörige des deutschen Reiches zugelassen. Die Abhandlungen über die beiden ersten Aufgaben sind bis zum 15. Dezember 1913, die über die dritte Aufgabe bis zum 15. Januar 1914 einzureichen. Von den eingehenden, als preiswürdig anerkannten Arbeiten werden in der angegebenen Reihenfolge Preise von je 3500, 2500 und 6000 M für die beste, und solche von je 1000, 1000 und 2000 M für die nächstbeste in Aussicht gestellt. Die Preise werden erteilt von der Versammlung des Vereines, ihr bleibt auch eine andere Verteilung der Preise vorbehalten. Das Preisausschreiben selbst ist von der Geschäftsstelle des Vereines für Eisenbahnkunde, Berlin W. 66, Wilhelmstraße 92/93, zu beziehen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Bahnlinsen in Arabien.

(Railway Age Gazette, 14. Juni 1912, S. 1363.)

Nach englischen Meldungen sind die Pläne für eine Eisenbahn von Bagdad nach Mosul fertig. Während des Winters 1911/12 weilte ein Stab von Ingenieuren in Bagdad, der Bau sollte im Sommer 1912 beginnen. Für die Zufuhr von Baustoffen werden vier für diesen Zweck gebaute Schiffe auf dem Tigris dienen.

Die vom roten Meere über Jeddä etwa 80 km ostwärts gegen Mekka führende Eisenbahn ist über die Anfänge noch

nicht hinaus gelangt. Sie ist für die zur See ankommenden Pilger nach Mekka bestimmt.

In dem Berichte ist der Hedschas-Bahn nicht gedacht, die von Damaskus durch wüstes Gelände über Medina nach Mekka führt. Die Benutzung dieser Linie durch die Pilger, für die sie in erster Linie gebaut ist, war in den fünf Jahren seit der Eröffnung unbefriedigend. So kamen zur See über Jeddä 160 000, über die Hedschas-Bahn nur 45 000; zurück fuhren 75 000 Pilger mit der Bahn, 110 000 auf dem Seewege.

G. W. K.

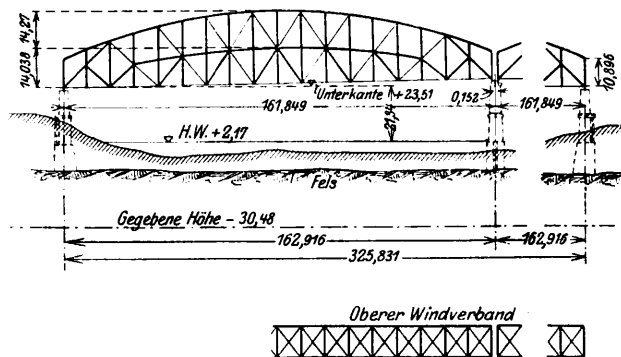
Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Allegheny-Brücke von der Landzunge in Pittsburgh nach Norden. (Engineering News 1912, Band 68, Nr. 16, 17. Oktober, S. 706. Mit Abbildungen.)

Die neue Allegheny-Brücke (Textabb. 1) in Pittsburgh in Pennsylvania hat zwei Öffnungen von je 161,849 m Spannweite. Die in den Knoten mit Bolzen verbundenen Hauptträger sind in der Mitte 28,308 m, an den Enden 10,896 m

hoch und haben 12,192 m Mittenabstand. Wegen der eigentümlichen Netzbildung mit einem, zu geschlossenem Trägernetze ausgebildeten Mittelgurte, und blind zugegebenen Endpfosten und Obergurtenden geben wir eine kurze Beschreibung der Brücke. Die Fahrstraße ist 10,973 m breit, an jeder Seite befindet sich ein 3,658 m breiter Fußweg. Die Brücke hat

Abb. 1. Allegheny-Brücke.



21,34 m lichte Höhe über Hochwasser. Die Fahrbahn besteht aus Buckelplatten, Beton und Blockpflaster. Die Brücke hat außer dem oberen Windverbände einen unteren in der Ebene der untern Flanschen der Fahrbahn-Längsträger, mit denen seine Glieder an den Schnittpunkten vernietet sind. Die Fahrbahn ist von Unterkante des Überbaues bis Bordkante 1,753 m hoch. Die Fahrstraße ist in dem Felde an jedem Ende der Brücke mit steinernen, im Übrigen mit hölzernen Blöcken gepflastert. Die Buckelplatten sind mit den Buckeln nach oben verlegt, mit Ausnahme des Streifens längs jeder Bordkante, wo die Buckel nach unten liegen. In diesem

Streifen ist ein Entwässerungsloch durch den tiefsten Punkt jedes Buckels gebohrt. Um die Höhe der Fahrbahn zu vermindern, sind die Buckelplatten unter der Höhe der obern Flanschen der Quoträger gehalten und erstrecken sich unter die Deckplatten der Querträger.

Die beweglichen Auflager beider Öffnungen befinden sich auf dem Mittelpfeiler. Eine gebogene Platte verbindet die benachbarten obern Ränder der beiden Schuhe und schließt so die Decke der Walzenkammer. Die 305 mm dicken Walzen sind in einem mit Öl gefüllten gußeisernen Kasten eingeschlossen. Die Fuge in der Fahrstraße über dem Mittelpfeiler ist mit einer 25 mm dicken gerillten stählernen Platte überdeckt, die über das Holzblockpflaster der einen Öffnung greift. Die diese Platte tragenden stählernen Träger am Ende der Fahrstraße jeder Öffnung werden durch Kragträger am Stegbleche der Endquerträger getragen. Das 1,22 m hohe Gelände hat über dem Mittelpfeiler einen 1,83 m langen Abschnitt, dessen beide Enden mit dem Geländerpfeiler durch in beiden Richtungen mit Druck wirkende Federn verbunden sind.

Die Kosten des Stahles der beiden Überbauten belaufen sich auf 1,26 Millionen *M*.

Die Brücke wird wahrscheinlich am 1. Januar 1914 dem Verkehre übergeben werden.

B—s.

Maschinen und Wagen.

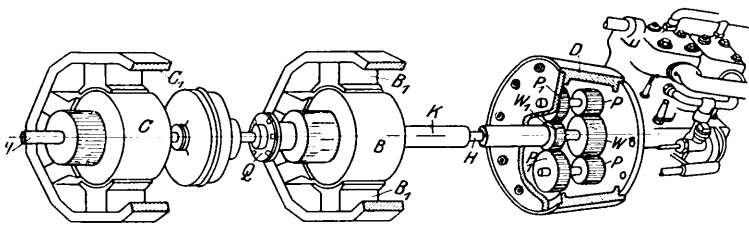
Petroleum-elektrischer Triebwagen.

(Engineer, August 1911, S. 132. Mit Abbildungen.)

Für die südafrikanischen Bahnen liefern die Leyland-Werke Triebwagen mit Antrieb durch eine Petroleum-Triebmaschine, die nach dem Verfahren von Thomas durch Einschaltung elektrischer Übersetzung geregelt wird. Der Wagen ist 11,43 m lang und läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, deren äußere Achsen durch ein eingekapseltes Kegelgetriebe von der in der Längsachse unter dem Fußboden liegenden Hauptwelle angetrieben werden. Die Welle geht durch die Drehzapfen und hat an dieser Stelle ein Kreuzgelenk. Die Petroleum-Triebmaschine ist in einem besondern Raume in Wagenmitte auf dem Gestellrahmen befestigt. Sie hat sechs Zylinder von 178 mm Bohrung und 229 mm Hub und leistet bei 670 Umdrehungen in der Minute 120 PS, die sich auf 200 PS steigern lassen. Der Kurbelkasten ist vollständig geschlossen, die Aufsenlager können leicht abgenommen werden. Die Ventile liegen auf einer Seite und werden von einer Nockenwelle gesteuert, die mit der Kühlwasserpumpe und der Zündung durch ein besonderes auf Kugellagern laufendes Räderwerk geräuschlos angetrieben wird.

Im Gegensatz zu anderen ähnlichen Betriebsarten, bei denen die Arbeit der Verbrennung-Triebmaschine nur mittelbar zum Antriebe des Fahrzeuges dient, wird bei dieser Bauart nur ein Teil der Leistung in elektrische Arbeit zum Antriebe der Achsen umgesetzt. Etwa zwei Drittel der Leistung werden von der Öltriebmaschine durch die Hauptwelle unmittelbar auf die Triebachsen übertragen. Bei geringern Kraftbedarfe werden elektrische Übertragungsverluste vermieden, Zwischenstufen können eingeregelt werden; zum Anlassen der Hauptmaschine und zum Anfahren steht stets elektrischer Strom zur Verfügung. Die Anordnung ist im Schaubilde Textabb. 1 dar-

Abb. 1. Anordnung des Antriebes.



gestellt. Das Schwungrad D der Petroleum-Triebmaschine ist als Gehäuse ausgebildet, in dessen Deckeln die Achsen zweier Paare von Umkreisungszahnrädern P und P₁ gelagert sind. Das Räderpaar P wälzt sich auf dem mit der Hauptwelle II verkeilten Zahnrade W ab, das Räderpaar P₁ mit umgekehrtem Übersetzungsverhältnisse auf einem Zahntriebe W₁, der auf einer die Welle H umschließenden Hohlwelle K sitzt. Auf den Wellen II und K sind die Anker C und B zweier elektrischer Maschinen C₁ und B₁ befestigt, während H bis zu den Triebachsen verlängert ist. Die elektrischen Maschinen haben Reihenwicklung und sind hinter einander geschaltet. Bei einer bestimmten Umlaufzahl des Schwungradgehäuses D wird nun die Drehrichtung der Zahntriebräder W und W₁ entgegengesetzt sein. Während die Geschwindigkeit von D gleichbleibt, hängt die Umlaufgeschwindigkeit der Welle II von der der Welle K, also von der Belastung der Triebmaschine B₁ ab und kann durch Regelung dieser verändert werden. Beim Anfahren sind zunächst nur die Öltriebmaschine und D in Umlauf, W steht still, W₁ dreht sich rückwärts und treibt B als Stromerzeuger an. Der Strom bringt Maschine C₁ als Triebmaschine zum Anlaufen und damit durch die Antriebwelle H auch das Fahrzeug in Gang. Durch die zunehmende Belastung von B₁ nimmt die Umlaufzahl von K und W bis Null ab und W wird nun angetrieben. Welle K wird damit in gleicher Drehrichtung mit-

genommen. Wird nun die Schaltung so umgesteuert, das C_1 als Stromerzeuger Strom an B_1 als Triebmaschine liefert, so kann die Geschwindigkeit der Hauptwelle H weiter erhöht werden. Ist die Höchstgeschwindigkeit erreicht, so wird die Triebmaschine B durch die Kuppelung A abgeschaltet und nun treibt die Ölmaschine allein. Zum Abschalten dient der Steuerschalter, der auch die Erregung der beiden Maschinen in verschiedenen Stufen regelt. Der überschüssige Strom geht in einen kleinen Speicher und dient hieraus zur Beleuchtung, im Notfalle auch zum Antriebe des Wagens auf kurze Strecke. Zur Umsteuerung wird die Öltriebmaschine stillgesetzt, umgesteuert und mit Hilfe des Stromes aus dem Speicher und der elektrischen Maschinen angelassen. Zum Bremsen wird ebenfalls elektrischer Strom benutzt. Zur Ausrüstung gehören noch drei Kühler, die auf dem Wagendache, gegen Sonnenstrahlen geschützt, untergebracht sind, und ein Wasserbehälter mit Handpumpe zur Aushilfe, unter dem Fußboden. Die Quelle beschreibt noch die Bauart des Untergestelles und die innere Ausstattung des Wagens, der 42 Sitze hat und 21 t wiegt. A. Z.

1 D 1. H. T. G.-Lokomotive der Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn.

(Railway Age Gazette 1912, August, Bd. 53, Nr. 8, S. 352.
Mit Lichtbild.)

Von dieser «Mikado»-Lokomotive lieferte die Baldwin-Lokomotivbauanstalt für die genannte Bahn vierzig. Sie ähnelt der gleichartigen Lokomotive der Erie-Bahn, deren Kolbenhub größer, deren Kessel-Überdruck aber kleiner ist.

Der Hauptrahmen ist 152 mm stark und über den Achslagern 178 mm hoch.

Die aufsen liegenden Zylinder sind ausgebüchelt, die Dampfverteilung erfolgt durch auf ihnen liegende Kolbenschieber, die durch Baker-Steuerung bewegt werden, die Umsteuerung nach Ragonnet durch Preßluft. Der Frischdampf wird den Schieberkästen durch aufsen liegende Rohre zugeführt. Die Zylinder sind mit Luftsaug- und Sicherheits-Ventilen versehen.

Den Zylindern und Schieberkästen wird das Schmieröl in Längsmittigkeit zugeführt. Der vierachsige Tender zeigt die Vanderbilt-Bauart.

Die Hauptverhältnisse sind:

| | |
|--|-------------|
| Zylinderdurchmesser d | 711 mm |
| Kolbenhub h | 762 » |
| Kesselüberdruck p | 12,7 at |
| Äußerer Kesseldurchmesser im Vorder- schusse | 2184 mm |
| Höhe der Kesselmitte über Schienen- oberkante | 3048 » |
| Feuerbüchse, Länge | 2743 » |
| » , Weite | 2134 » |
| Heizrohre, Anzahl | 238 und 36 |
| » , Durchmesser, aufsen | 57 » 140 mm |
| » , Länge | 6401 » |
| Heizfläche der Feuerbüchse | 24,15 qm |
| » » Heizrohre | 371,97 » |
| » des Überhitzers | 78,78 » |
| » im Ganzen H | 474,90 » |
| Rostfläche R | 5,85 » |
| Triebtraddurchmesser D | 1600 mm |
| Lauftraddurchmesser vorn 838, hinten . | 1067 » |
| Triebachslast G_1 | 110,32 t |

| | |
|--|------------|
| Betriebsgewicht der Lokomotive G | 144,63 t |
| » des Tenders | 73,10 » |
| Wasservorrat | 34,1 cbm |
| Kohlenvorrat | 14,5 t |
| Fester Achsstand der Lokomotive | 5182 mm |
| Ganzer » » » » mit | 10719 » |
| Tender | 20458 » |
| Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \frac{(d^{cm})^2 \cdot h}{D}$ | = 22933 kg |
| Verhältnis: H : R = | 81,2 |
| » H : G_1 = | 4,30 qm/t |
| » H : G = | 3,28 » |
| » Z : H = | 48,3 kg/qm |
| » Z : G_1 = | 207,9 kg/t |
| » Z : G = | 158,6 » |

—k.

Wagen der elektrischen Bahn von Villefranche nach Bourg-Madame in Frankreich.*)

(Génie civil 1912, Band LXI, Nr. 2, 11. Mai, S. 28. Mit Abbildungen.)

Die 56 km lange elektrische Linie von Villefranche nach Bourg-Madame der französischen Südbahn hat 20 Triebwagen mit je zwei zweiachsigen Drehgestellen, zehn für Fahrgäste und zehn für Güter. Erstere haben zwei Führergelasse, ein Gelass I. Klasse mit acht Plätzen, ein Gelass II. Klasse mit 32 Plätzen und ein Gepäckgelass. Die Güterwagen haben ein Führergelass, der andere Führerstand befindet sich am andern Ende des Wagenkastens in seinem Hauptgelasse.

Jeder Triebwagen hat vier Triebmaschinen von 50 bis 55 PS Grundleistung, die jede Achse durch ein einfaches Zahnradgetriebe mit 1 : 4,3 Übersetzung treiben. Jede Triebmaschine ist für 375 V Spannung bewickelt: die beiden Triebmaschinen desselben Drehgestelles sind dauernd mit der ganzen Spannung von 800 bis 850 V in Reihe geschaltet.

Der Stromabnehmer besteht aus einem stählernen Schuhe, der mit zwei Gleitschienen aufgehängt ist und nur mit seinem Gewichte auf die Stromschiene drückt. An jeder Seite des Wagens befinden sich zwei Stromabnehmer, die an Holzstücken an den äußeren Enden der beiden Drehgestelle befestigt sind.

Die Triebwagen sind mit Widerständen ausgerüstet, auf die man die Triebmaschinen zur elektrischen Bremsung als Stromerzeuger arbeiten lassen kann. Die Triebmaschinen haben Vielfachsteuerung von Sprague, für die alle Wagen mit einem Kabel von neun Drähten versehen sind. Die Fahrshalter-Kurbeln haben drei Stellungen für Vorwärtsfahrt, eine für Rückwärtsfahrt und drei für elektrische Bremsung. In der ersten Stellung für Vorwärtsfahrt und in der für Rückwärtsfahrt werden Widerstände in Reihe in den Stromkreis der Triebmaschinen geschaltet: die beiden anderen Fahrstellungen entsprechen der Speisung der Triebmaschinen-Gruppen unmittelbar mit 850 V und der Nebenschließung der Feldmagnete der Triebmaschinen. Die drei auf einander folgenden Bremsstellungen entsprechen abnehmenden Geschwindigkeiten für ein und dieselbe Belastung.

Jeder Triebwagen hat eine vollständige Ausrüstung für selbsttätige und mit Druckminderungsventil versehene Westinghouse-Preßluftbremse, mit der alle Anhängewagen versehen sind. Das Bremsgestänge hat acht Bremsklötze und

*) Organ 1912, S. 407.

kann durch die Prefsluftbremse oder durch zwei an beiden Enden des Wagens angeordnete Spindelbremsen gesteuert werden. Alle Triebwagen für Fahrgäste haben außerdem eine Ausrüstung für elektromagnetische Bremse mit vier Klötzen.

Die Wagen für Fahrgäste haben die Prefsluft-Verbindung der Südbahn. Die Heizung geschieht durch elektrische Fußwärmer unter den Füßen der Fahrgäste, in den Führerständen im Fußboden. Jeder Licht-Stromkreis enthält sieben in Reihe geschaltete Lampen, die mit 800 bis 850 V über einen eisernen Ausgleich-Widerstand gespeist werden, um trotz der Spannungsschwankungen des Netzes annähernd unveränderliche Spannung für die Lampen zu sichern.

Die Hauptwerte sind:

| | Triebwagen für | |
|--|----------------|-----------|
| | Fahrgäste | Güter |
| Ganze Länge des Rahmens | 13 580 mm | 10 960 mm |
| Kastenlänge | 13 370 » | 10 750 » |
| Mittenabstand der Drehgestelle | 8 500 » | 5 880 » |
| Achsstand eines Drehgestelles | 2 000 » | 2 000 » |
| Leergewicht | 25 900 t | 23 900 t. |

Bei einer ganzen Last von 40 t für den Triebwagen beträgt die Geschwindigkeit in der Geraden 40,4 km/St, auf 25 ‰ Steigung 34 km/St, auf 60 ‰ 20 bis 21 km/St. Die zugelassene größte Geschwindigkeit auf den Gefällen unter 33 ‰ ist 50 km/St.

Außer den Triebwagen enthält der Wagenpark der Linie 14 auf zwei zweiachsigen Drehgestellen laufende Anhängewagen für Fahrgäste und ungefähr 150 zweiachsige Güterwagen verschiedener Bauart. B—s.

Betrieb in technischer Beziehung.

Bezeichnung der Stunden von 0 bis 24 in Frankreich.

(Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes 1912, Band XXVI, Nr. 4, April, S. 603.)

Der Minister der öffentlichen Arbeiten, der Post und des Telegraphen in Frankreich hat angeordnet, daß in den Fahrplänen der Eisenbahnen vom Sommer 1912 an die Stunden von 0 bis 24 gezählt werden, nachdem sich zwei Drittel der Provinzialstände und vier Fünftel der Handelskammern für diese Bezeichnung ausgesprochen haben. Die Militärbehörden sind für die neue Art der Zählung wegen der Vorteile, die sie im Falle einer Mobilmachung bieten würde. Die Zählung von 0 bis 24 geschieht bereits in Belgien und Italien zur Zufriedenheit des Volkes. B—s.

Betriebsergebnisse der Pariser Untergrundbahnen.

(Rapport sur le trafic et les résultats de la métropolitain à Paris pour 1911.)

Der Bericht über den Betrieb und die Ergebnisse der Stadtbahn in Paris zeigt ein stetes Anwachsen des Verkehrs und höhere Einnahmen gegen das Vorjahr. Die Haltestellen Porte Maillot und Porte Vincennes fertigten je rund 8,9 Millionen Fahrgäste ab, zwei andere je über 6 Millionen und fünf über 5 Millionen. Die Roheinnahmen betragen 44 Millionen *M*, die Ausgaben 18,5 Millionen *M*, der Rohgewinn 25,5 Millionen *M*, gegen 20,7 Millionen *M* in 1910. Die Ausgaben sind gegen das Vorjahr wieder etwas geringer geworden, das Verhältnis der Betriebskosten 42,83 im Jahre 1910 gegen 42,01 im Jahre 1911. Nach Abzug des der Stadt zufallenden Anteiles von 14,4 Millionen *M* blieb ein Reingewinn von 11 Millionen *M* gegen 9 Millionen in 1910. Dieser Reingewinn gibt 156 *M*/km gegen 144 *M*/km in 1910. Diese Steigerung ist um so bemerkenswerter, als die Linien eine nicht unerhebliche Verlängerung erfahren haben. Ende 1911 waren 70,6 km im Betriebe, 9 km mehr als 1910. Auch die seit 1907 beobachtete Abnahme der Benutzung der höheren Klasse trat nicht mehr so stark hervor. G. W. K.

Betriebsergebnisse mit Edison-Beach-Speicher-Wagen.

(Electric Railway Journal, 1. Juli 1911.)

Die Hauptvorteile der Verwendung der Nickel-Eisen-Speicher von Edison bei Fahrzeugen liegen in der Beständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Überlastungen.

Die in Washington auf einer 6 km langen Strecke verkehrenden Wagen werden während 3 Minuten mit Strom von fünffacher Spannung geladen und laufen dann 16 Minuten; der Wagen macht täglich 320 km. Das tote Gewicht ist äußerst beschränkt. Die Wagen mit Doppeldrehgestell wiegen 270 kg, die mit einfachem Drehgestelle 160 bis 172 kg für den Sitzplatz; die Speicher belasten den Sitzplatz mit 27 kg. Die Wagen haben innerhalb der Räder in Kugellagern frei drehbare Achsen, der Antrieb erfolgt mittels Kette; auf diese Weise wurde eine wesentliche Erhöhung der Auslaufzeiten erreicht. Ein Probewagen machte in Atlantic City 36 Fahrten von je 25 km Länge und verbrauchte nur 34 WSt/tkm, ein anderer von 16 t Gewicht 31 WSt/tkm. Der Wagen mit vier Triebmaschinen von je 3 KW bei 200 V und mit Doppeldrehgestell verkehrte auf einer 215 km langen Strecke der Atlantic City- und Jersey-Bahn mit einer einzigen Ladung, bei 40 km/St Höchstgeschwindigkeit in der Ebene und 28 km/St auf 6 ‰ Steigung. Der Speicher wiegt 2150 kg, bei Wagen mit einem Drehgestelle 850 kg.

Die Betriebsergebnisse auf einer 2,5 km langen Strecke der Salisbury- und Spencer-Bahn waren: Anlagekosten 80 000 *M*, zurückgelegte Wagenkm 4300, verbrauchte Arbeit 5268 KWSt, Einnahmen 3945 *M*, Betriebskosten 1390 *M*. Sch—a.

Explosion einer Lokomotive der Galveston-, Harrisburg- und San Antonio-Bahn.

(Engineering News 1912, Juni, Seite 1161. Mit Abbildungen.)

Am 18. März 1912 explodierte der für 14 at Überdruck genehmigte Kessel der Lokomotive Nr. 704 der Galveston-, Harrisburg- und San Antonio-Bahn auf dem Hofe der Werkstätte San Antonio kurz vor der in Aussicht genommenen Wiederinbetriebnahme mit sehr schweren Folgen.

Die Lokomotive war zur Vornahme einer größern Ausbesserung am 21. Februar 1912 außer Dienst gestellt. Bei dieser Gelegenheit wurden die Sicherheitsventile nachgeschliffen, auch wurde der Dampfdruckmesser geprüft und schließlich der Kessel einer Wasserdruckprobe von 17,6 at unterworfen. Bevor die unter Dampf stehende Lokomotive in Betrieb genommen wurde, erhielt ein Bediensteter der Eisenbahn-Gesellschaft den Auftrag, die drei Sicherheitsventile einzuregeln. Nach der Aussage von Zeugen öffneten sich die Ventile zweimal

während der der Explosion vorhergehenden 90 Minuten, und zwar erst bei 3,5 at, dann nach weiterer Belastung bei 10,5 at 55 Minuten vor der Explosion. Wahrscheinlich wurden die Ventile dann noch weiter belastet und der unzulässig gesteigerte Druck brachte den Kessel zur Explosion.

Als Ursache der Explosion ist nach dem Ergebnisse der Untersuchung anzunehmen, daß der Dampfdruckmesser den Druck nicht richtig angegeben hat und deshalb die Sicherheitsventile erheblich überlastet wurden. Daß der Dampfdruckmesser gelegentlich der Ausbesserung der Lokomotive geprüft wurde, steht fest, aber nicht, daß das Verbindungsrohr zwischen Kessel und Druckmesser gereinigt worden ist. Auch konnte nicht festgestellt werden, ob das in diese Leitung eingeschaltete Ventil völlig geöffnet gewesen ist, da Dampfdruckmesser und Verbindungsrohr durch die Explosion zerstört wurden.

In dem Berichte des mit der Untersuchung betrauten

Ausschusses wird bemängelt, daß bei der Ausführung von Prüfungen die gesetzlichen Vorschriften nicht sorgfältig beachtet worden seien, und daß man mit der Ausführung wichtiger Arbeiten, darunter das Einregeln der Sicherheitsventile, unerfahrene Bedienstete betraut habe. Würden die die Prüfung der Kessel und Dampfdruckmesser, das Einregeln der Sicherheitsventile und ähnliche Arbeiten betreffenden Vorschriften gewissenhaft beachtet, so sei die Sicherheit des Lokomotivbetriebes eine genügende. Zur Verhütung von Unfällen dieser Art sei es erforderlich, bindend vorzuschreiben, daß beim Einregeln der Sicherheitsventile zwei Dampfdruckmesser verwendet werden, von denen einer so anzubringen ist, daß der die Ventile einstellende Bedienstete ihn immer vor Augen hat. Auch müsse bei jeder Prüfung des Dampfdruckmessers das ihn mit dem Kessel verbindende Rohr gereinigt werden.

—k.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Schornsteinaufsatz.

D. R. P. 250 500. Schäfer und Kohlrausch. Hannover.

Um zu verhindern, daß sich während der Fahrt hinter dem Schornsteine der Lokomotiven eine Luftverdünnung bildet, durch die der annähernd in einer Parabel ausströmende Rauch angesaugt wird und die Fenster des Führerhauses verqualmt, ist der freie Querschnitt nach oben so verjüngt, daß ein Mantel von kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt mit der Längsachse in der Fahrrichtung entsteht. Für den gewöhnlichen Prümann-Schornstein wird der Querschnitt der Mündung etwa gleich dem der Einschnürung gemacht. Der durch diesen Querschnitt gehende Rauch wird mit etwas größerer Geschwindigkeit, als oben im Schornsteine, leicht durch die mittels schlanker Einziehung annähernd auf den Querschnitt der Einschnürung verengte Mündung des Aufsatzes ins Freie geleitet. Durch diesen Aufsatz soll der Qualm möglichst hoch geführt werden, außerdem gestattet seine elliptische Gestalt der Luft, schnell hinter den Schornstein zu gelangen.

Antriebsvorrichtung für Entladeklappen von Selbstentladern.

D. R. P. 250 129. Orenstein und Koppel in Berlin.

Die selbsttätige Bodenentleerung erfolgt, indem ein von der Strecke aus bedienter Anschlaghebel am Wagen die Umstellung einer durch einen Hahn, ein Ventil oder einen Schieber beeinflussten Steuerung bewirkt, wobei eine auf ein Schubkurbelgetriebe wirkende Kraft, etwa die der Bremse, sowohl das Öffnen, als auch das Schließen der Klappen besorgt. Das selbsttätige Schließen der Klappen kann auch durch Umsteuerung der Kraft mit einem durch den Anschlaghebel betätigten Steuergestänge bereits beim Öffnen der Klappen vorbereitet, und am Schlusse der Öffnungsbewegung durch den Klappenantrieb selbst bewirkt werden. Auf letztere Wirkungsweise bezieht sich der Patentschutz, sowie darauf, daß die Geschwindigkeit des Schließens bei Anwendung von Preßluft oder Flüssigkeit durch ein in die Austrittleitung des Preßluftzylinders eingeschaltetes, einstellbares Drosselventil beliebig verändert werden kann. Auch wird das zum Antriebe der Klappen dienende Schubkurbelgetriebe durch eine Verriegelung verriegelt, die mit dem Anschlaghebel so durch ein Gestänge verbunden ist, daß die Entriegelung durch Umstellung des Anschlaghebels vor Beginn der Öffnung erfolgt.

Bücherbesprechungen.

Vorschriften über die Ausbildung und Prüfung für den Staatsdienst im höhern Baufache vom 1. April 1913. Berlin 1913, W. Ernst und Sohn. Preis 0,6 M.

Die vorliegende Neufassung der Bestimmungen über die Ausbildung und Prüfung der höheren Staatsbaubeamten aller Richtungen tritt für alle in Kraft, die nach dem 1. April 1913 zur Staatsprüfung zugelassen werden. Da der Inhalt für viele Angehörige unseres Leserkreises von größter Bedeutung ist, machen wir auf das Neuerscheinen besonders aufmerksam.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 4. November 1904. In Übereinstimmung mit dem im Reichs-Gesetzblatte veröffentlichten Wortlaute einschließlic der ab 1. August 1907 und ab 1. Januar 1913 gültigen Bestimmungen. Vierte neu bearbeitete Auflage. Berlin 1913, W. Ernst und Sohn. Preis 0,8 M.

Die auf den vollen Stand der gegenwärtig geltenden Bestimmungen über den Bau und Betrieb der deutschen Eisenbahnen gebrachte Neuauflage der »B. O.« hat das alte gewohnte Kleid behalten. Diese vierte Auflage bildet vom 1. Januar 1913 an, die wichtigste allgemeine Grundlage für das Verhalten der beim Baue und Betriebe der Eisenbahnen Angestellten, darf daher in den Händen keines von ihnen fehlen.

Ing. Pietro Oppizzi, Ferrovie e Tramvie. Costruzioni, materiali, esercizio, tecnologie dei trasporti. Manuale completo del

costruttore esercente ferroviario. U. Hoepli, Milano 1913, Preis 12,5 lire.

Das sehr vollständige Werk des bekannten Eisenbahn-Fachmannes enthält außer der Darstellung aller Zweige des Eisenbahn-Baues und -Betriebes eine eingehende Erörterung aller naturwissenschaftlichen, mathematischen, bautechnischen und maschinentechnischen Hilfswissenschaften in gedrängter Bearbeitung: wir nennen davon besonders den Erdbau, Grundbau, Brückenbau, Hochbau, Tunnelbau, die Anlage für die Gewinnung von Wasserkraften nebst den Turbinen. Alle Abschnitte sind reich an Zahlen- und Wertangaben nach der vielseitigen Erfahrung des Verfassers und den Veröffentlichungen aus allen bedeutungsvollen Ländern ausgestattet.

Wir machen auf dieses handliche Werk namentlich in Bezug auf die elektrischen- und Gebirgs-Bahnen aufmerksam, die in Italien auf Grund der natürlichen Verhältnisse besonders entwickelt sind und daher eine besonders wertvolle Bearbeitung erfahren haben.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione tipografica editrice torinese. Turin, Mailand, Rom, Neapel.

Heft 237, Vol. V, Teil III, Kap. XIX. Elektrische Klein- und Hauptbahnen von Ingenieur Pietro Verole. Preis 1,6 M.