

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LII. Band.

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

3. Heft. 1915. 1. Februar.

### Die elektrischen Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Neuyork, Boston, Philadelphia, Pittsburg, Chikago, St. Louis und Providence.

Ingenieur F. Musil in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel 6 und Abb. 1 bis 5 auf Tafel 7.

(Fortsetzung von Seite 28.)

#### A. 6) Der Bau der Untergrundbahn in der IV. Avenue in Brooklyn.

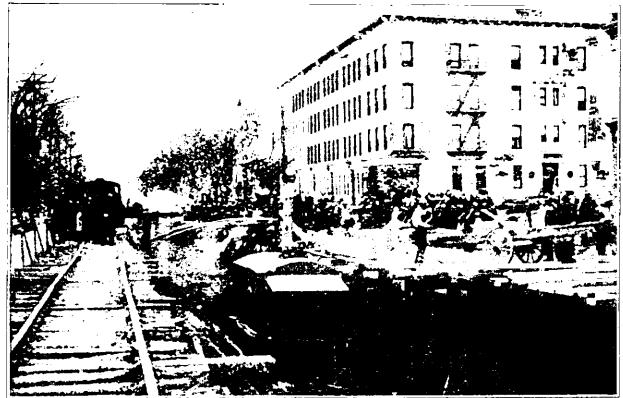
##### 6. a) Linienführung.

Die Linie schließt an die Hochbahngleise der Manhattanbrücke an und erreicht die Flatbush-Avenue durch die für den Bau der Untergrundbahn geschaffene Verlängerung der Straße. An der Fultonstraße berührt sie den «Subway» und verläuft dann durch die IV. Avenue in der Richtung nach Coney-Island; sie ist bis zur 43. Straße vollendet, an der südlichen Fortsetzung wird gearbeitet. Die im Allgemeinen viergleisige Bahn hat zwischen der Willoughby- und Fulton-Straße sechs Gleise, wovon zwei in schienenfreier Kreuzung durch die Willoughbystraße zu dem geplanten Tunnel unter dem Ostflusse in Richtung zur Montaguestraße abzweigen. In der Fultonstraße (Abb. 1 und 2, Taf. 6) gabeln sich die Gleise, vier führen unter dem «Subway» durch die Flatbush- zur IV. Avenue, die anderen vier werden durch die Fultonstraße weiter geleitet. Aus der IV. Avenue schwenken an der 36. Straße vier Gleise nach Coney-Island ab.

##### 6. b) Die Erdarbeiten.

In der verlängerten Flatbush-Avenue und auf längere Strecken in der IV. Avenue konnte der Bau der Unterpflasterbahn in offenem Einschnitte ausgeführt werden. In der IV. Avenue wird die Baugrube teilweise für zwei hölzerne Fahrbahnen von je 3,8 m Breite abgedeckt (Textabb. 19). In der Fultonstraße und dem Nachbargebiete mußte unter geschlossener Holzabdeckung gearbeitet werden. Wo die Baugrube wenigstens zeitweilig offen bleiben durfte, wurden Grabmaschinen verwendet. Der Boden besteht aus Moränenschutt, reinem oder lehmigem Sande, in den Unterschichten wasserführend und mit Einlagerungen von Schwimmsand. Das tief liegende Urgestein wurde nicht angefahren. Anfangs wurden zum Aushube elektrisch betriebene hölzerne Drehkräne verwendet, an deren Auslegermaste der Förderkübel hängt, der von Hand aus gefüllt und über Schützbühnen gekippt wurde. Auch Drehkräne mit einem von einem Zugseile bewegten Baggerkübel, der sich

Abb. 19. Bau der Untergrundbahn in der IV. Avenue in Brooklyn. Aushub mit der Dampfschaufel und Herstellung einer hölzernen Straßenfahrbahn.



beim Anziehen füllt, und Seilbahnen waren in Verwendung. Gegenwärtig erfolgt der Aushub hauptsächlich nur mit leistungsfähigen Dampfschaufeln (Textabb. 20). Dieser Arbeit muß die

Abb. 20. Bau der Untergrundbahn in der IV. Avenue in Brooklyn. Erdaushub mit der Dampfschaufel.



Verlegung aller Rohrleitungen im Strafsenkörper vorangehen. Eine Schaufelfüllung von 2 cbm reicht für ein zweispänniges Fuhrwerk, doch werden nach Möglichkeit entlang dem Einschnitte Schmalspurbahnen mit Lokomotivbetrieb verwendet. Die von einer 20 t schweren Dampflokomotive gezogenen Züge bestehen aus sechs Seitenkippern von je 3 cbm Inhalt; zwei Schaufeln genügen zur reichlichen Füllung eines Wagens. Die Dampfschaufel wiegt 70 t und leistet in zwei Schichten von je 8 Stunden täglich in zwei Monaten 75000 cbm. Die Folge der Einschnitte geht aus Abb. 11, Taf. 1 hervor. Diese vorteilhafte Ausführungsweise läßt den Einschnitt fast frei von Holzsteifen. Hölzerne, oder bei Wasserandrang eiserne Spundwände werden meist nur im untern Teile des Einschnittes und kräftige Absteifungen nur in der Nähe der Hochbauten angewendet. Der Aushub konnte größtenteils zum Anschütten von Uferstraßen verwendet werden, teils wurde er mit Schiffen abgefahren.

#### 6. c) Tiefergründungen und Unterfahrung von Bauwerken.

Die Grundmauern zahlreicher Hochbauten mußten bis 12 m unter Strafe vertieft werden; besonders in der Fultonstraße, wo der schon sechsgleisige Tunnel in einen zweigeschossigen Querschnitt mit acht Gleisen (Abb. 1 und 2, Taf. 6) übergeht und bis 6 m in das Grundwasser reicht, ergaben sich durch die Abfangung aller Hochbahnstützen schwierige Aufgaben. Textabb. 21 zeigt eine Tunnelbaugrube in der Fultonstraße nahe der Hudsonstraße mit den bereits tiefer gegründeten

Hochbahnstützen und der der Vollendung entgegengehenden Tunneldecke vom Juni 1913. Die Gasrohrleitungen sind über die Baugrube hinweggeführt. In dieser Strecke waren 39 Hochbahnstützen abzufangen. Zur zeitweiligen Unterfangung wurden schwere vollwandige Kastenträger von 1,20 m Höhe (Textabb. 22) benutzt, auf denen die flusseisernen Stützen entlastenden hölzernen Gerüstpfiler ruhen. Die langen Kastenträger konnten nach Bedarf an verschiedenen Punkten unterstützt wer-

Abb. 21. Bau der IV. Avenue-Untergrundbahn in Brooklyn. Baustelle Ecke Fultonstraße—Hudson-Avenue.



den und ermöglichten so freieres Arbeiten, als es bei der gesonderten Abfangung jeder einzelnen Stütze möglich gewesen wäre, doch hindern die Träger den Querverkehr und sind sehr teuer. Wo der Tunnel nur wenig in die Bauflucht der Strafe einschneidet, werden Gebäudeteile wohl auch dauernd freischwebend gehalten, «cantilever method», wie in den Fällen des Crescent- und Majestic-Theaters (Textabb. 23). Der den Tunnel überragende Gebäudeteil wird dann auf Kragträger gestellt, die Stützpfiler werden ohne Zusammenhang mit dem Tunnel bis unter dessen

Abb. 22. Bau der Untergrundbahn in der IV. Avenue in Brooklyn. Abfangen von Hochbahnstützen in der Fultonstraße.

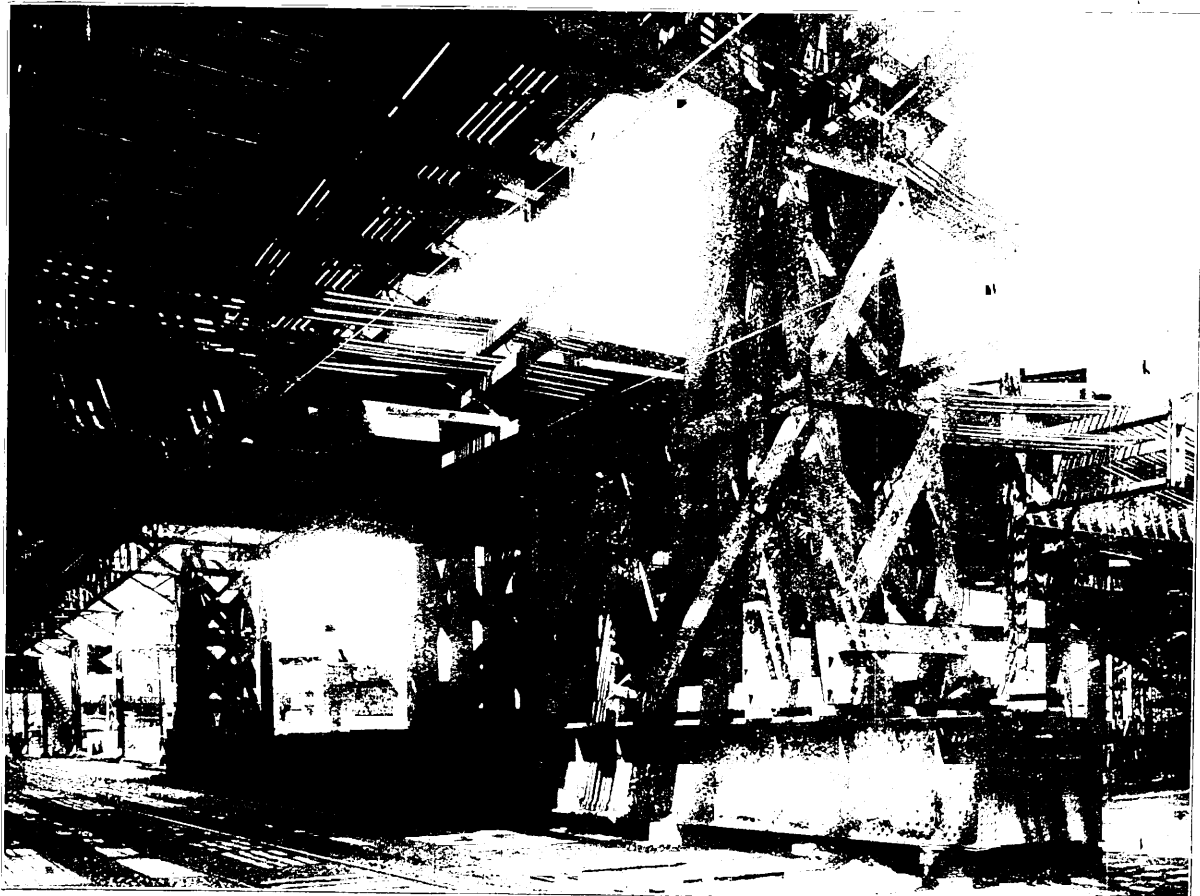


Abb. 23. Bau der Untergrundbahn der IV. Avenue in Brooklyn. Tiefergründung des Crescent-Theaters.

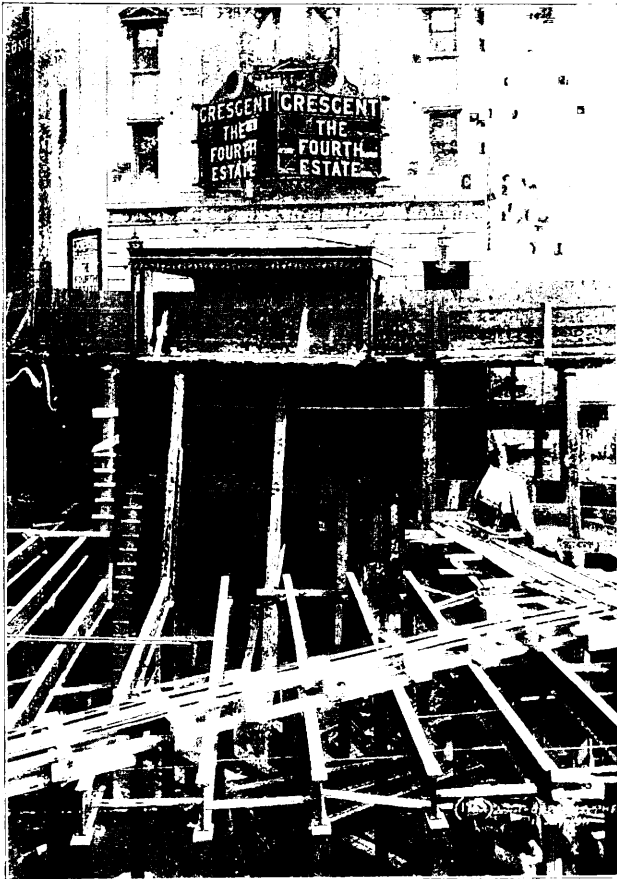


Abb. 24. Bau der Untergrundbahn in der IV. Avenue in Brooklyn. Tiefergründung des Majestic-Theaters an der Fultonstrasse.



Sohle geführt (Textabb. 24). Mufs jedoch in Einzelbesitz befindlicher Baugrund in Anspruch genommen werden, so wird die aus Walzträgern gebildete Tunneldecke für die Aufnahme von 8 bis 20 Stockwerken ausgebildet. Da der kräftige, 6 bis 8 Gleise aufnehmende Tunnel mit Sohle, Decke und den Wänden zwischen den Gleisen eine grosse Masse bildet, wird keine störende Übertragung von Betriebsgeräuschen befürchtet. Am Ashlandplatze war die Musikakademie, ein hochwertiges

Bauwerk, tiefer zu gründen, da der Tunnel nur in 2,4 m Abstand mehr als 15 m tief vorbeiführt. Der Hauptsache nach handelte es sich um die Vertiefung der Stützenfüsse des als Eisenfachwerk mit Steinverkleidung ausgebildeten Gebäudes. Lasten von 180 bis 320 t waren verlässlich abzufangen, um die neuen Grundpfeiler in Schächten ausführen zu können.

Verantwortungsvoll gestaltete sich die Unterfahrung der Haltestelle Atlantic-Avenue des «Subway» in der Flatbush-Avenue mit vier Gleisen der neuen Untergrundbahn (Abb. 3 bis 6, Taf. 6). Über dem «Subway»-Dache verlaufen zwei Strafsenbahngleise und die zweigleisige Hochbahn. Die Stützen dieses Tunnels waren mit 100 bis 150 t belastet, seine Sohle bestand aus einer unbewehrten Betonplatte von nur 35 cm Stärke. Daher durften immer nur ganz kleine Flächen ohne Unterstützung bleiben. Beiderseits des «Subway» wurde je ein Geviertschacht von 4,6 m Seite auf 16 m Tiefe abgesenkt, von diesen aus wurde entlang dem «Subway» je ein Arbeitstollen von 3,4 m Nutzbreite mit Rollbahnen auf 72 m Länge vorgetrieben. Der neue Tunnel wurde in vier einzelne, gewölbte Betontunnel aufgelöst, deren Widerlager in vom Arbeitstollen aus vorgetriebenen Widerlagerstollen gebaut wurden (Abb. 3, Taf. 6). Die Widerlagerstollen waren 3,5 m breit und 4,5 m hoch, so dafs die Widerlager fast bis zum Kämpfer betoniert werden konnten. Über den Widerlagermauern wurden dann abermals schmale Stollen unter unmittelbarer Absteyfung der Sohle des «Subway» auf das Widerlager vorgetrieben. Querschläge (Abb. 5 und 6, Taf. 6), die von einer Mauer zur andern reichten, gestatten dann den Einbau des Gewölbes und der Hintermauerung, worauf erst der Erdkern entfernt und die Sohle eingebracht wurde. In den Beton wurden Rohre eingebettet, um verbleibende Hohlräume mit Zementmörtel ausfüllen zu können. Die Arbeit hatte vollen Erfolg. Der Boden bestand aus wasserfreiem Sande und Kiese mit Lehmbeimengung.

#### 6. d) Tunnelquerschnitt.

Die lichte Tunnelhöhe über Schienenunterkante ist 4,85 m, die lichte Breite für jedes Gleis 4,27 m. Dieser ungewöhnlich grosse Querschnitt wurde seinerzeit für alle neuen Linien gewählt, in der Erwartung, auch elektrisch gezogene Vollbahnzüge durch die Tunnel führen zu können. Durch die beabsichtigte Einbeziehung des «Subway» in den Verkehr der neuen Linien ist aber der vergrößerte Tunnelquerschnitt zwecklos geworden, man führt die übrigen Linien mit 4,02 m Höhe und 4,2 m Breite aus. Zur Lüftung der Tunnel durch die Züge werden zwischen allen Gleisen volle Trennwände eingebaut.

Die Tunneldecke, die Wände und nach Bedarf auch die Sohle werden durch eingelegte Walzträger verstärkt, doch sind auch einige Strecken rein in Eisenbeton ausgeführt worden: hier schwankt die Stärke der Deckenplatten zwischen 60 und 70 cm. Die Bewehrung besteht aus 32 mm starken, geriffelten Eiseneinlagen in 150 mm Teilung. Die Zwischenwände haben 30 cm Stärke mit zwei Reihen lotrechter Einlagen von 25 mm Durchmesser in 300 mm Teilung und Verteilungseisen. Die Widerlagermauern sind 50 bis 55 cm stark und haben 32 mm starke lotrechte Eiseneinlagen in 150 mm Teilung. Je nach dem Grundwasserstande ist die Betonsohle 30 bis 60 cm dick

und mit Eiseneinlagen von 25 oder 32 mm Durchmesser in Teilungen von 250 bis 150 mm bewehrt.

#### 6. e) Betonbereitung.

Der Beton wird aus Portlandzement, Sand und Kies oder Steinschlag mit der Mischung 1:2,5:4,5 bereitet, ganz naß verarbeitet, und meist von hoch aufgestellten Mischmaschinen oder Türmen aus durch Schüttrinnen aus Blech gegossen, eigentliches Stampfen findet nicht statt. Die Ergebnisse sind bezüglich der Dichtigkeit mit Rundsotter von 0,6 bis 3 cm Größe am günstigsten und besser, als bei Verwendung von Steinschlag. Mehrere nach Bedarf verschiebbare Mischmaschinen, in denen durch Drehung innige Mischung erzielt wird, sind einer großen, gemeinsamen Anlage vorzuziehen, weil auf den langen Wegen Entmischung des Beton durch Absetzen der Steine eintritt. Unbefriedigend sind die mit «Schwere-Mischern» gemachten Erfahrungen; durch Herabfallenlassen des Mischgutes von hohen Gerüsten wird trotz mehrmaligen Umwendens keine innige Mischung erzielt. Zur Schalung der Decke und Wände wurden wiederholt erfolgreich eiserne Schableche und auch fahrbare Schalgerüste (Textabb. 7) verwendet, die die Ausführung 12 m langer Tunnelstreifen auf einmal erlauben; der so hergestellte Beton erhält schönes, glattes Aussehen. Im Winter wurde auch bei Frost ununterbrochen gearbeitet. Um das Binden des Beton nicht zu verzögern, setzt man ihm auf 65° C in Dampfkesseln erwärmtes Wasser zu, so daß der Beton an der Verarbeitungsstelle 13° C warm ist. Im Tunnelinnern wurden eiserne Körbe mit brennendem Koks aufgestellt, die Tunnelrücken wurden mit Matten abgedeckt.

#### 6. f) Die Tunneldichtung.

Bei früheren Ausführungen war der Tunnel allseitig mit Dichtstoffen umhüllt worden. Da man die übergroße Wärme im Betriebe teilweise auf die schlechte Wärmedurchlässigkeit solcher Dichteinlagen zurückführt, wird gegenwärtig nur noch in den Haltestellen und im Grundwasser sorgfältige Abdichtung gegen Wasser vorgenommen. Zwischen den Haltestellen wird der Beton der Tunneldecke nur mit einer 15 cm starken Kies-schicht überdeckt, die das Wasser rasch abfließen läßt. Die Seitenwände sind mit hohlen Ziegeln bekleidet, so daß der Abfluß auch hier unbehindert ist. Die Hohlziegelbekleidung stellt sich aber teuer und leidet nicht selten bei der Hinterfüllung. Zum Abdichten der Haltestellenwände werden auf die Hohlziegel zwei bis sechs Schichten eines in Asphalt getauchten Jutegewebes geklebt. Wählt man wenige solche Gewebeschichten, so wird bei starkem Andrang von Grundwasser noch eine Schicht von in Asphalt gelegten Ziegeln vorge-mauert. Auf die Decke werden zwei Schichten von Jutegeweben aufgeklebt und mit einer Flachsicht von in Asphalt gelegten Ziegeln geschützt, oder man verwendet zwei etwa 13 mm starke Lagen von Gufasphalt mit einer Schutzabdeckung von 10 cm Beton. Die Sohlendichtung erfolgt wie die der Wände, sie wird auf eine 15 cm starke Betonunterlage aufgebracht.

#### 6. g) Wasserdichter Beton.

Auf den Strecken mit reinem Eisenbeton stellte man dem Unternehmer gegen volle Verantwortung anheim, statt der vor-

beschriebenen Dichtungsart wasserdichten Beton auszuführen. In diesen Fällen wurde der Beton fetter, im Verhältnisse 1:2:4 gemischt und bei starkem Wasserdrucke auch bis 10% gelöschten Kalkes zugesetzt. Die Betonflötze wurden möglichst groß, etwa 18 × 24 m auf einmal gegossen und außer der aus statischen Gründen erforderlichen Bewehrung noch mit einer engmaschigen Einlage dünner Eisenstäbe gegen Rissebildung versehen. Die sorgfältig ausgeführte Arbeit hatte gute Ergebnisse, doch zeigten sich trotz der übergreifenden Eiseneinlagen und aller Vorsicht an den Stosfugen Undichtheiten. H. L. Oestreich, der leitende Ingenieur des Ausschusses für öffentliche Betriebe für die in Rede stehende Ausführung, warnt daher, diese Art des Tunneldichtens in die Vorschriften über die Tunnelausführung aufzunehmen, weil sie bei nur wenig geringerer Sorgfalt der Unternehmer zu Mißerfolgen führen müßte.

#### 6. h) Tunnellüftung.

Neben der bereits erwähnten Anordnung von Trennwänden zwischen den Gleisen sind reichlich Lüftöffnungen in Inseln der Straßendecke angeordnet (Textabb. 25). Diese sind durch

Abb. 25. Blick auf die Untergrundbahn mit Inseln zur Lüftung in der IV. Avenue in Brooklyn.



Randsteine geschützt, mit Flacheisenrosten abgedeckt und nehmen zwischen zwei benachbarten Querstraßen einen Streifen von 30 m Länge und 1,8 m Breite ein.

#### A. 7) Neue Bauweisen für Hochbahnen.

Die Schnellbahnlinien werden im Allgemeinen nur in den Geschäftstraßen als Unterpflasterbahnen ausgeführt, weil die Straßenoberfläche in den älteren Verkehrsadern für den stark anwachsenden Oberflächenverkehr so wertvoll geworden ist, daß sie durch keinerlei Einbauten mehr geschmälert werden darf. Durch die Einführung der Selbstfahrer im Güter- und Personen-Verkehre steigert sich die Inanspruchnahme der Straßensflächen ständig. Auch der Omnibus, der bisher nur in der V. Avenue in bescheidenem Umfange verkehrte, scheint an Ausbreitung zu gewinnen. In den äußeren, neuen Stadtteilen sind in den Bebauungsplänen reichlich breite Straßenzüge vorgesehen und daher Hochbahnen am Platze, die ja für die Reisenden weit angenehmer und in der Herstellung mitunter wesentlich billiger sind. Die Verminderung des Betriebsgeräusches und ein gefälliges Aussehen sind die hauptsächlichsten Forderungen, denen man bei den neuen Bauweisen gerecht zu werden sucht. Die Fahrbahnen werden geschlossen, schall-

dämpfend in Beton (Abb. 1 bis 5, Taf. 7) mit durchgehendem Schotterbette, die Tragwerke als Vollwandträger oder in Eisenbeton (Abb. 7, Taf. 6) ausgebildet. So wird ein ruhigeres, massigeres Aussehen erzielt als bei den alten Fachwerksbauten (Textabb. 15). Die neuen Hochbahnen werden für einen Fernschnelldienst auf einem oder zwei Gleisen eingerichtet. Die von der Queensborough-Brücke ausgehenden Hochbahnlinien nach Astoria und Corona, denen das Stammstück in Woodside nahe der Brücke gemeinsam ist, und die von den Zügen der «Interborough-» und der «New-York-Municipal»-Gesellschaft gemeinsam benutzt werden sollen, sind bereits in Ausführung begriffen.

Die Hinzufügung dritter Gleise für den Fernschnelldienst auf den meist zweigleisigen Hochbahnen in Manhattan und Brooklyn hat begonnen. Die Kosten dieser Herstellungen werden von den betriebführenden Gesellschaften getragen. Den Hochbahnen in der II., III. und IX. Avenue in Manhattan werden etwa 24 km Gleise hinzugefügt. 50 000 t Eisengerüst für 34 Millionen  $\mathcal{M}$  sind dazu erforderlich. Wegen der schwierigen und gefährlichen Ausführung dieser Arbeiten hat man von einer öffentlichen Ausschreibung abgesehen, und die Arbeit an einige leistungsfähige Unternehmer gegen Selbstkostennachweis und 15 % Gewinnaufschlag vergeben.

#### A. 8) Kanalbauten.

Der Bau der Bahn in der IV. Avenue gab Anlaß zu wesentlichen Eingriffen in das Kanalnetz. Ein kreisförmig gemauerter Notauslaß von 4,6 m Durchmesser mußte auf größere Länge entfernt werden. Zu seinem zeitweiligen Ersatze ist der Tunnelraum des östlichen der vier Gleise zu einem Gerinne umgestaltet worden. Bemerkenswert ist die Erweiterung eines bestehenden hufeisenförmigen Kanals von 2 m Höhe und 2,6 m Breite in einen rechteckigen Querschnitt von 4,20 m Breite und 1,80 m Höhe. Außerhalb der bestehenden Widerlager wurden zunächst die neuen Seitenwände in Beton gebaut, dann die alte Decke und die Seitenwände abgebrochen, die Sohle bis zu den neuen Widerlagern verbreitert, und eine eisenbewehrte Betonplatte als Decke aufgesetzt, ohne daß die Wasserführung unterbrochen worden wäre. Auf dieser Linie kommen sechs Düker wie für die Linie in der Lexington-Avenue vor.

#### A. 9) Oberbau.

Alle in Groß-Neuyork zur Ausführung kommenden Schnellbahnstrecken von rund 520 km Gleislänge werden mit gleichartigem Oberbaue ausgerüstet. Das Amt für öffentliche Betriebe kauft Schwellen, Schienen und sonstige Teile des Oberbaues zwecks Ausschaltung von Zwischengewinnen selbst und vergibt die Legung in öffentlicher Ausschreibung. Die Schiene wiegt 49,5 kg/m. In Bogen mit kleinerem Halbmesser als 210 m und in den Gleiskreuzungen wird Manganstahl verwendet. Dort werden auch Leitschienen verlegt, die mit den Fahrschienen alle 90 cm unter Zwischenlage eines Füllstückes verbolzt und, wie die Fahrschiene, mit geschmiedeten Stützwinkeln gestützt sind. Die Schienen ruhen auf gewalzten ebenen Unterlegplatten und sind in der freien Strecke mit Schienennägeln, in den Haltestellen mit Schwellenschrauben befestigt. Auf der freien Strecke liegen Querschwellen von  $15 \times 20 \times 240$  cm und Trappfels als

Bettung, in den Haltestellen ist die Steinschlagbettung der Reinlichkeit wegen durch eine abwaschbare Betonlage ersetzt (Textabb. 26 und 27). Die kurzen Stücke der Gelbfichteschwellen

Abb. 26 und 27. Anordnung des Oberbaues in der Haltestelle und auf der freien Strecke der Schnellbahnen in Neuyork.

Abb. 26. Oberbau in der Haltestelle. Maßstab 1:44.

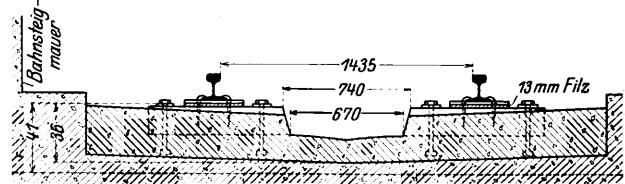
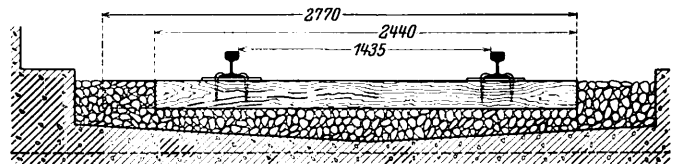


Abb. 27. Oberbau der freien Strecke. Maßstab 1:44.



sind mit Bolzen im Beton verankert. Eine unter die Unterlegplatte gelegte 12 mm starke Kuhhaarfilzplatte erhöht die Zusammendrückbarkeit der Gleisunterlage. Die Stöße sind schwebend angeordnet, die Laschen am Schienenfusse gestützt.

#### A. 10) Die neuen Fahrzeuge für das Netz der «Newyork Municipal Railway Corporation».

Nach dem Frühern\*) haben die Verkehrsanforderungen des «Subway» alle Erwartungen übertroffen. Die Tagesleistung ist von 350 000 im Jahre 1905 auf über eine Million Fahrgäste angewachsen. Die Verlängerung der Bahnsteige für Züge von 10 Wagen und 158,79 m Länge, die Vermehrung der Fernschnellzüge bis auf 40 in den Stunden stärksten Bedarfes in jeder Richtung, endlich die Einführung von mehr als 100 Stehplätzen bei 44 Sitzplätzen in jedem Wagen haben nicht genügt, die Überfüllung in den Drangstunden zu vermeiden. Die so erreichte Höchstleistung von über 40 000 Sitz- und Steh-Plätzen in der Stunde ist unzulänglich, obwohl die Ortzüge noch etwa 25 000 Sitz- und Steh-Plätze bieten.

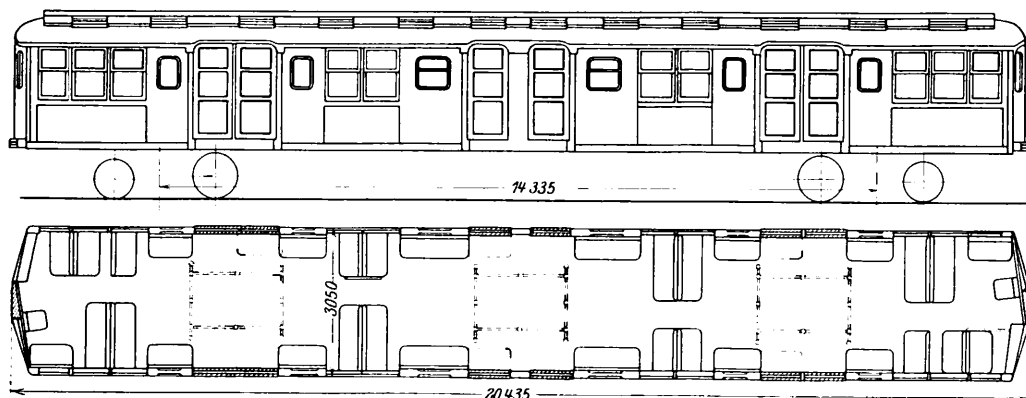
Deshalb will die «Newyork Municipal»-Gesellschaft nun aus dem verbreiterten Tunnelquerschnitte der neuen Untergrundbahnen Nutzen ziehen. Sie kann das leichter, als die «Interborough»-Gesellschaft, deren neue Tunnelstrecken im Zusammenhange mit denen des engern «Subway» betrieben werden sollen.

Die Verbreiterung des Tunnels von 3,81 auf 4,20 m einschließlich der halben Stärke der Mittelstützen oder Trennungswand erlaubt 3,05 Breite bei 20,4 m Länge der Wagen für 270 Fahrgäste. Bei mehreren Klappsitzen schwankt die Zahl der Sitzplätze zwischen 78 und 90 oder 28,8 und 33,4 %; die kleinere Zahl gilt zur Erzielung vieler Stehplätze in den Drangstunden, 66,6 bis 71,2 % der Fahrgäste müssen stehen, was im städtischen Verkehre als zulässig angesehen wird, da dieser Zustand nur im Wohnverkehre morgens und abends auftritt. In Europa findet man ein solches Überwiegen der Steh-

\*) Organ 1913, S. 1 bis 290 und C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

plätze auch bei Schnellbahnwagen nicht, da hier die Verkehrspitzen weit hinter denen amerikanischer Weltstädte zurückbleiben; für die Stadtbahn in Berlin berechnet man in der amtlichen Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes für 1916 die Höchstleistung mit nur 18300 Sitzplätzen. Durch die Einführung des vergrößerten Schnellbahnwagens erzielt die städtische Gesellschaft in Neuyork eine Steigerung der Leistung gegen den «Subway» um 21%. Auch wenn die erhöhte Zahl von 70000 Fahrgästen in der Stunde nicht ganz ausgenutzt würde, böte der neue Wagen doch Vorteile (Textabb. 28).

Abb. 28. Untergrundbahnwagen der „Neuyork Municipal“-Gesellschaft. Maßstab 1:150.



Der Wagen besteht aus Stahl und Eisen, die Längswände sind Tragwände. Leer wiegt er 38,2 t, voll besetzt 55,2 t. Die Lasten sind auf die beiden Drehgestelle so verteilt, daß der Raddruck 6,8 t nicht überschreitet, ein Betrag, der auch im bisherigen Betriebe vorkam. Jedes Drehgestell trägt eine Triebmaschine von 140 PS.

Da alle Wagen als Triebwagen ausgebildet sind, genügen die Triebmaschinen zur Erzielung von 0,6 m/Sek<sup>2</sup> Anfahrbeschleunigung, 40 km/St Reisegeschwindigkeit im Fernschnell- und von 24 km/St im Ort-Verkehre, wobei Steigungen von 3% und bei den Brücken über den Ostfluß von 5% zu nehmen sind; die größte Fahrgeschwindigkeit beträgt 80 km/St. Die Kosten des ausgerüsteten Triebwagens betragen rund 63 000 M. Seine Einführung ergibt eine wesentliche Ersparnis an Anschaffungskosten gegenüber den Fahrzeugen der «Interborough»-Gesellschaft, die bei 15,88 m Länge und 2,61 m Breite wegen des Betriebes mit Anhängewagen mit zwei Triebmaschinen von je 200 PS ausgestattet sind. Ein aus 7 Triebwagen und 3 Anhängewagen bestehender Zug der «Interborough»-Gesellschaft kostet 522 000 M gegenüber 441 000 M des leistungsfähigern Zuges von 7 Wagen der neuen Bauart.

Besondere Aufmerksamkeit erforderte die Türanordnung

für rasches Füllen und Entleeren bei größtem Andrang; dafür sind zwei Türen einfacher Breite in der Mitte und je eine doppelte Breite im ersten Drittel jeder Längsseite verfügbar, die Türen nehmen 24% der Länge ein. Bei schwacher Besetzung wird ein Teil der Türen verschlossen gehalten (Textabb. 28).

Der Schaffner steht bei den «Subway»-Zügen zwischen je zwei Wagen und regelt von dort das Öffnen und Schließen der drei seitlichen Schiebetüren. Wegen der großen Länge der neuen Wagen bewirkt er die Steuerung der mit Preßluft bewegten Schiebetüren nun aus der Mitte. An Begleitern wird gespart. Die mit lotrechten Anhaltstangen versehenen Stehflächen sind nahe den Türen angeordnet, was einem langen Gange vorzuziehen ist. Man erwartet bei dieser Bauart so kurze Aufenthalte, daß man 90 Sek Zugfolge durchführen zu können hofft. Da alle Wagen Triebwagen sind, kann die Zuglänge leicht den Schwankungen des Verkehrs angepaßt werden.

Gleich zielbewusstes Hinarbeiten auf Erreichung einer sehr weitgehenden Leistung ist in Europa nicht überall zu finden.

Einzelne Linien der Stadtbahn in Paris sind bereits nach kurzer Betriebszeit überlastet. Die Bahnsteiglänge von 75 m erlaubt nur Züge von höchstens 72 m Länge, bei nur 2,40 m Wagenbreite. Bei der Hoch- und Untergrund-Bahn in Berlin hat sich die Wagenbreite von nur 2,26 m als unzulänglich erwiesen. Die Ausstattung der Hochbahn in Hamburg mit 2,60 m Wagenbreite und 60 m Länge der Bahnsteige gibt die Höchstleistung von etwa 16 000 Sitz- und Steh-Plätzen in der Stunde, die für die aufstrebende Stadt nicht sehr lange ausreichen wird.

Der Verfasser hat die angenehme Pflicht, an dieser Stelle das weitgehende Entgegenkommen der ausgezeichneten amerikanischen Fachgenossen bei seinen Besichtigungen rühmend hervorzuheben, besonders den Herren R. Ridgway, Stellvertreter und A. Craven, Oberingenieur der «Public Service Commission», Herrn Rechtsanwalt E. M. Basset, früherm, und Herrn M. R. Maltbie, jetzigem Mitgliede dieser Behörde, den Abteilungsingenieuren Herren I. O. Shipman, C. V. V. Powers, F. C. Noble, L. D. Fouquet, den Ingenieuren H. L. Oestreich, J. P. Locke und J. C. Meem, sowie zahlreichen bauleitenden Ingenieuren des Ausschusses für öffentliche Betriebe und der Bauunternehmungen für die erteilten Auskünfte bestens zu danken.

(Fortsetzung folgt.)

## Die augenblickliche Drehachse bei der Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge in Bogen.

Boedecker, Geheimer Baurat in Berlin-Wilmersdorf.

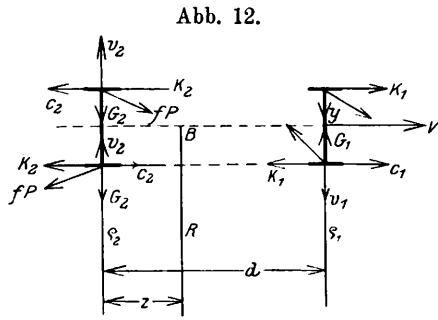
(Schluß von Seite 21.)

Bei der Untersuchung des Einflusses der Hohlkehle der Radreifen auf den Abstand der Drehachse von der Hinterachse wurde für die Bestimmung des Spurranzdruckes  $\gamma$  bisher angenommen, die Hinterachse weise nach dem Bogenmittelpunkte. Diese Annahme muß bei der jetzt folgenden Untersuchung

verlassen werden, weil der Abstand der Drehachse in Bogen des dritten Gebietes erheblicher ist; in der schwächsten Krümmung wächst er bis zur Hälfte des Achsstandes.

In Textabb. 12 sind die in Bogen des dritten Gebietes zwischen Rad und Schiene wirkenden Kräfte ihrer Richtung

nach angegeben. Am führenden Vorderrade setzt sich die Seitenkraft  $K_1$  mit der in der Richtung der Vorderachse wirkenden Kraft  $Y$  zusammen zu  $\sqrt{Y^2 + K_1^2}$ , an den übrigen Rädern wirken die Reibungswiderstände  $f \cdot P$ . Die in die Richtung der Achsen und die der Wagenachse fallenden Gleitgeschwindigkeiten werden wieder mit  $v_1$  und  $v_2$ , beziehungsweise  $c_1$  und  $c_2$ , die entsprechenden Reibungswiderstände mit  $G_1$  und  $G_2$ , beziehungsweise  $K_1$  und  $K_2$  bezeichnet.



Man hat  
Gl 24) . . .  $Y = G_1 - \frac{s}{d} (K_1 + K_2)$ ,

$$G_1 = f \cdot P \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{c_1}{v_1}\right)^2}}, \quad K_1 = f \cdot P \cdot \frac{c_1}{v_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{c_1}{v_1}\right)^2}},$$

$$K_2 = f \cdot P \cdot \frac{c_2}{v_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{c_2}{v_2}\right)^2}}$$

und

$$\frac{c_1}{v_1} = \frac{s}{d-z} \left( \frac{R}{\varrho_1} - 1 \right), \quad \frac{c_2}{v_2} = \frac{s}{z} \left( \frac{R}{\varrho_2} - 1 \right),$$

also aus Gl. 24)

$$f \cdot P \cdot \frac{Y}{\sqrt{(d-z)^2 + \frac{s^2}{4} \left( \frac{R}{\varrho_1} - 1 \right)^2}} = \frac{s^2 \left( \frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)}{2d} \cdot \frac{1}{\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left( \frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)^2}}$$

worin  $\varrho_1 = \frac{n_1 r s}{\sigma}$ ,  $\frac{R}{\varrho_1} - 1 = \frac{R\sigma - n_1 r s}{n_1 r s}$ ,

$$\varrho_2 = \frac{n r s}{\sigma - 2b}, \quad b = \frac{d^2 - 2dz}{2R}, \quad \frac{R}{\varrho_2} - 1 = \frac{R\sigma - d^2 + 2dz - n r s}{n r s}$$

Demnach ist

$$Gl. 25) \quad \frac{Y}{f \cdot P} = \frac{d-z - \frac{s R \sigma - n_1 r s}{d \cdot 2 n_1 r}}{\sqrt{(d-z)^2 + \left( \frac{R\sigma - n_1 r s}{2 n_1 r} \right)^2}} - \frac{s R \sigma - d^2 + 2 dz - n r s}{d \cdot 2 n r} \cdot \frac{1}{\sqrt{z^2 + \left( \frac{R\sigma - d^2 + 2 dz - n r s}{2 n r} \right)^2}}$$

Für  $\cos \beta^*$  hat man hier

$$Gl. 26) \quad \cos \beta = \frac{d-z}{\sqrt{(d-z)^2 + \left( \frac{R\sigma - n_1 r s}{2 n_1 r} \right)^2}}$$

und aus Gl. 4), die der Lage der Rollkegel im dritten Gebiete entspricht, ergibt sich durch Einsetzen obiger Ausdrücke

\*) Vergleiche Gl. 18).

$$Gl. 27) \quad z = \frac{s R \sigma - d^2 - n r s}{2 d \cdot 2 n r - s} + \frac{s R \sigma - n_1 r s n}{2 d \cdot 2 n r - s \cdot n_1} \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \left( \frac{R\sigma - d^2 + 2 dz - n r s}{2 n r} \right)^2}{(d-z)^2 + \left( \frac{R\sigma - n_1 r s}{2 n_1 r} \right)^2}}$$

Aus Gl. 25), 26) und 27) kann man unter Benutzung der in Zusammenstellung II enthaltenen Angaben für  $z$  nach dem Näherungsverfahren in folgender Weise die richtigeren Längen von  $z$  bestimmen.

Ist  $z$  beispielsweise für  $d = 6,0$  m,  $R\sigma = 62,5$  und  $\sigma = 10$  mm zu berechnen, so wird der in Zusammenstellung II für  $R\sigma = 62,5$  enthaltene Wert  $0,12$  m benutzt.

Angenommen wird:  $y = 0,5$  mm, also  $n_1 = \frac{n}{1 + \frac{20}{10} \cdot 0,5} =$

$= \frac{n}{2}$ ;  $n_1 r s = \frac{15}{2} = 7,5$  und  $n_1 r = \frac{10}{2} = 5$  ergeben nach

$$Gl. 26) \quad \cos \beta = \frac{5,88}{\sqrt{(5,88)^2 + \left( \frac{62,5 - 7,5}{10} \right)^2}} = 0,7304$$

und nach Gl. 25)

$$\frac{Y}{f \cdot P} = \frac{5,88 - \frac{1}{4} \cdot \frac{62,5 - 7,5}{10}}{\sqrt{(5,88)^2 + \left( \frac{62,5 - 7,5}{10} \right)^2}} - \frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{62,5 - 36 + 1,44 - 15}{20}}{\sqrt{(0,12)^2 + \left( \frac{62,5 - 36 + 1,44 - 15}{20} \right)^2}} =$$

$$= 0,5627 - 5,2459 = 0,3168.$$

Dies in Gl. 18) gesetzt liefert

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,3168 + 0,7304}{4 - \frac{0,7304 \cdot 0,3168}{0,4}} = 0,2910.$$

Der gesuchte Punkt hat also die Länge  $y = 0,5$  und die Höhe  $\operatorname{tg} \alpha = 0,2910$ . Zur Ermittlung des zweiten Punktes wird  $d = 6,0$  m,  $R\sigma = 62,5$ ,  $z = 0,12$  m und  $y = 1,0$  mm gewählt.

Man hat  $n_1 = n : 3$  und

$$\cos \beta = \frac{5,88}{\sqrt{(5,88)^2 + \left( \frac{62,5 - 5}{\left( \frac{20}{3} \right)} \right)^2}} = 0,5835$$

$$\frac{Y}{f \cdot P} = \frac{5,88 - \frac{1}{4} \cdot \frac{62,5 - 5}{20/3}}{\sqrt{(5,88)^2 + \left( \frac{62,5 - 5}{\left( \frac{20}{3} \right)} \right)^2}} - \frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{62,5 - 36 + 1,44 - 15}{20}}{\sqrt{(0,12)^2 + \left( \frac{62,5 - 36 + 1,44 - 15}{20} \right)^2}} =$$

$$= 0,3568 - 0,2459 = 0,1100$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,1109 + 0,5835}{4 - \frac{0,5835 + 0,1109}{4}} = 0,1393.$$

Die beiden Punkte entsprechen also

$$y = 0,5 \text{ und } \operatorname{tg} \alpha = 0,2910 \\ y = 1,0 \text{ ,, } \operatorname{tg} \alpha = 0,1393.$$

Die Verbindungslinie schneidet die Linie der Gleichung

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{2|y-y^2}}{1-y} \text{ in der Länge } y = 0,525, \text{ also ist}$$

$$n_1 = \frac{n}{1 + 2 \cdot 0,525} = \frac{n}{2,05}$$

in Gl. 27) zu setzen.

Wird noch  $z = 0,15 \text{ m}$  angenommen, dann liefert Gl. 27)

$$z = \frac{1}{8} \frac{62,5 - 36 - 15}{18,5} + \frac{1}{8} \frac{R\sigma - \frac{15}{2,05}}{18,5} \cdot 2,05.$$

$$\sqrt{\frac{(0,15)^2 + \frac{62,5 - 36 + 1,8 - 15}{20}}{(5,85)^2 + \left(\frac{62,5 - \frac{15}{2,05}}{\frac{20}{2,05}}\right)^2}}$$

$$z = 0,07771 + 0,06824 = 0,15 \text{ m.}$$

$$\text{Weiter ist } \cos \alpha = \frac{14 - 0,525}{14} \text{ und } \alpha = 15^\circ 44'.$$

Ebenso erhält man für  $d = 6,0 \text{ m}$ ,  $R\sigma = 75 \text{ m}$  und  $\sigma = 10 \text{ m}$ ,  $z = 0,3 \text{ m}$  und  $\alpha = 13^\circ 56'$  und alle übrigen in Zusammenstellung IV angegebenen Abstände  $z$  und Winkel  $\alpha$  aus dem dritten Gebiete.

Nach Gl. 4) entfernt sich die Drehachse im dritten Gebiete mit wachsendem  $R$  immer mehr von der Hinterachse, bis sie bei der in Gl. 8) ausgedrückten GröÙe von  $R\sigma$  in der Mitte zwischen Vorder- und Hinter-Achse ihre Grenzlage erreicht, während nach Gl. 25) der Spurkranzdruck  $Y$  mit wachsendem  $R$  abnimmt und allmähig verschwindet.

Wenn kein Spurkranzdruck mehr vorhanden ist, und alle Räder auf den Mantelflächen ihrer Reifen rollen, so ist

$$2 G_1 d = K_1 s + K_2 s \text{ und } 2 G_1 = 2 G_2, \text{ also f. P. } \frac{v_1}{\sqrt{v_1^2 + c_1^2}} \\ = f \text{ P. } \frac{v_2}{\sqrt{v_2^2 + c_2^2}} \text{ oder } \frac{c_1}{v_1} = \frac{c_2}{v_2}.$$

Im Gleichgewichte ist diese Bedingung nur dann zu erfüllen, wenn die Richtungen aller an den Radumfängen wirkenden Widerstände  $f \cdot P$  die Wagenachse in der Mitte zwischen den beiden Achsen treffen, so daß

$$\frac{c_1}{v_1} = \frac{c_2}{v_2} = \frac{d}{s} \\ = \frac{s}{d} \left( \frac{R}{\varrho_1} - 1 \right) \text{ oder } \frac{d}{s} = \frac{s}{d} \left( \frac{R\sigma}{n r s} - 1 \right), \text{ woraus wieder}$$

$$\text{folgt: } R\sigma = \frac{n r}{s} (d^2 + s^2).^*)$$

Übersteigt  $R\sigma$  diese GröÙe, so hört die ruhige Kreisbewegung auf.

Wenn die Länge des Rollkegels auf der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Gebiete von  $\varrho_1 > R$  in  $\varrho_1 < R$  über-

\*) Boedecker, Rad und Schiene, S. 95.

geht, so ändert die Vorderachse ihre Richtung gegen die Wagenachse innerhalb des ihr durch die Beweglichkeit in und mit den Achsbüchsen zur Verfügung stehenden Spielraumes. Sie schneidet sich dann auf der hohlen Seite des Gleises mit der Hinterachse, und dadurch vermindern sich Spurkranzdruck und Neigungswinkel  $\alpha$  bei diesem Übergange stärker, als die Rechnung ergibt.

Die in Zusammenstellung IV angegebenen Abstände  $z_a$ ,  $z_b$ ,  $z_c$  und  $z_d$  betreffen neue Radreifen mit dem kleinsten Spielraume der Spurkränze. Durch die fortschreitende Abnutzung ändern die Laufflächen der Radreifen ihre Form und vergrößert sich der Spielraum der Spurkränze, mit zunehmender Abnutzung ändert sich deshalb die Lage der augenblicklichen Drehachse, denn diese hängt von der Gestalt dieser Laufflächen und von der GröÙe des freien Spielraumes ab. Wenn nun der freie Spielraum der Spurkränze den zulässigen Höchstwert erreicht hat, und die Reifen durch die Abnutzung Walzengestalt angenommen haben, was bei der folgenden Untersuchung vorausgesetzt wird, dann ergibt Gl. 6) Werte von  $z$  für abgenutzte Reifen die unmittelbar mit denen in Zusammenstellung II verglichen werden können, wenn darin  $\varrho_1 = \varrho_2 = \infty$  gesetzt wird. Man erhält:

$$\text{Gl. 28) } z = \frac{s^2}{4d} + \frac{s^2}{4d} \sqrt{\frac{z^2 + \frac{s^2}{4}}{(d+z)^2 + \frac{s^2}{4}}}$$

und daraus

#### Zusammenstellung V.

Walzenförmige Reifen. $s = 1,5 \text{ m}$				
$d =$	1,5 m	3,0 m	4,5 m	6,0 m
$z =$	+ 0,53 m	+ 0,23 m	+ 0,15 m	+ 0,11 m

Hiernach ist die Lage der Drehachse bei walzenförmigen Reifen von der Krümmung der Gleise und dem Spielraume der Spurkränze unabhängig.

Gl. 28) bezieht sich auf den Lauf mit frei spielender Hinterachse in Gleisen des zweiten Gebietes und gibt für alle Bogen positive Werte von  $z$ ; Wagen mit walzenförmigen Reifen drehen sich also in allen Bogen um eine hinter der Hinterachse liegende Achse.

Durch das Aufsteigen des führenden Rades auf die seitliche Rundung des Schienenkopfes entsteht bei walzenförmigen Reifen in der Vorderachse ein Rollkegel, dessen Einfluß auf die Lage der Drehachse dadurch zum Ausdruck zu bringen ist, daß in Gl. 6)  $\varrho_2 = \infty$  gesetzt wird. Man hat also

$$\text{Gl. 29) } \dots z = \frac{s^2}{4d} + \frac{s^2}{4d} \cdot \left( 1 - \frac{R}{\varrho_1} \right) \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \frac{s^2}{4}}{(d+z)^2 + \frac{s^2}{4} \left( 1 - \frac{R}{\varrho_1} \right)^2}}$$

Auch aus dieser Gleichung folgen für  $z$  nur Werte  $\geq 0$ ,



denn damit  $z = 0$  wird muß  $0 = 1 + \left(1 - \frac{R}{\rho_1}\right) \cdot \sqrt{\frac{\frac{s^2}{4}}{d^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{\rho_1}\right)^2}}$   
 $= \left(1 - \frac{R}{\rho_1}\right) \cdot \frac{s^2}{4}$ , oder  $d = 0$  sein.

Zusammenstellung VI.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Walzenförmige ausgelaufene Reifen $s = 1,5$ m, $l = 10$ mm, $f = 0,25$ , größter Spielraum									
		d = 1,5 m		d = 3,0 m		d = 4,5 m		d = 6,0 m			
R	$\sigma$	z	$\alpha$	z	$\alpha$	z	$\alpha$	z	$\alpha$		
m	mm	m		m		m		m			
125	55	+ 0,46	43°22'	+ 0,21	34°25'	—	—	—	—		
586	37	+ 0,29	36°23'	+ 0,17	33°54'	+ 0,12	32°20'	—	—		
1850	25	—	—	—	—	—	—	+ 0,07	29°53'		
3000	25	+ 0,10	23°04'	+ 0,08	25°50'	+ 0,06	27°07'	—	—		
25500	25	—	—	—	—	—	—	+ 0,015	16°16'		

Aus Gl. 15) folgt für walzenförmige Reifen oder  $n = \infty$   
 $n_1 = \frac{\sigma}{y}$ , also ist  $\rho_1 = \frac{n_1 r s}{\sigma} = \frac{r s}{y}$ ,  $1 - \frac{R}{\rho_1} = 1 - \frac{R y}{r s}$  und

$$z = \frac{s^2}{4d} + \frac{s}{2d} \cdot \frac{r s - R y}{2 r} \sqrt{\frac{z^2 + \frac{s^2}{4}}{(d+z)^2 + \left(\frac{r s - R y}{2 r}\right)^2}}$$

Wird darin wieder  $r s = 0,75$  und  $2 r = 1$  gesetzt, so folgt

Gl. 30) . . .  $z = \frac{s^2}{4d} + \frac{s}{2d} (0,75 - R y)$ .

$$\sqrt{\frac{z^2 + \frac{s^2}{4}}{(d+z)^2 + (0,75 - R y)^2}}$$

Die in diese Gleichung für  $y$  einzusetzenden Längen sind zu ermitteln, wie zu Zusammenstellung IV gezeigt ist. Dabei ist  $l = 10$  mm für ausgenutzte Reifen anzunehmen, übrigens Gl. 20) zur Berechnung von  $\tan \alpha$  zu benutzen, in die einzusetzen ist:  $a = R y - 0,75$ ,  $b^2 = d^2 + a^2$ .

Die so berechneten Abstände der Drehachse von der Hinterachse nebst den zugehörigen Winkeln  $\alpha$  enthält Zusammenstellung VI. Die Bogenhalbmesser in Spalte 1 sind der Zusammenstellung IV entnommen, Spalte 2 gibt den hier in Betracht zu ziehenden Höchstwert des Spielraumes  $\sigma$  an. Dadurch ist ein unmittelbarer Vergleich ermöglicht, der zeigt, daß die Drehachse bei Wagen mit walzenförmigen Reifen ihre Lage bedeutend weniger wechselt, als bei solchen mit Kegelreifen, und daß der Winkel  $\alpha$  in den flachen Bogen, die für Wagen mit kegelförmigen Reifen das dritte Gebiet bilden, bei Walzenreifen größer ist, als bei Kegelreifen.

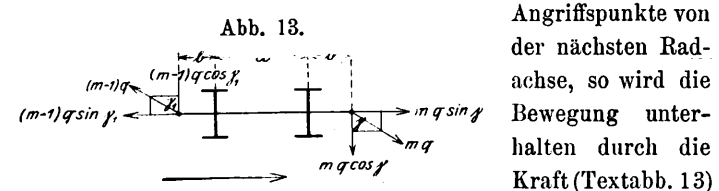
Weiter zeigt Zusammenstellung VI, daß, wie oben nachgewiesen ist, die Drehachse bei Walzenreifen auch in dem ganz flachen Bogen hinter der Hinterachse liegt, während sie

bei Kegelreifen in solchen Bogen bis zur Mitte zwischen Vorder- und Hinterachse vorrücken kann. Deshalb tritt die ganze, durch die Bewegung im Bogen bedingte Verschiebung beider Räderpaare in der Richtung ihrer Achsen in sehr flachen Bogen bei Walzenreifen nahezu allein an der Vorderachse auf, bei Kegelreifen verteilt sie sich nahezu gleichmäßig auf beide Achsen. Kegelreifen verleihen dem Fahrzeuge daher eine größere Beweglichkeit, die sich beim Laufe in gerader Strecke beispielsweise darin äußert, daß Wagen mit Kegelreifen die zufällig abgelenkt sind, schneller in die Mittellage zurückkehren, als solche mit Walzenreifen.

Durch diese Untersuchung ist nachgewiesen, daß die Lage der augenblicklichen Drehachse in hohem Maße von der Form der Radreifen abhängt. Die Lage der Drehachse beeinflusst die Ruhe des Laufes der Fahrzeuge stark, deshalb muß bei Untersuchungen, die die Ermittlung der Wirkungen beweglicher Achsen oder Drehgestelle auf den Gang der Fahrzeuge bezwecken, die wahre Gestalt der Radreifen in Betracht gezogen werden.

Bisher ist angenommen, der Wagen würde von einer stets in seiner Längsmittellinie wirkenden Kraft bewegt, die Züge der Kuppelungen sind aber fast immer schräg gerichtet. Daraus ergibt sich ein die Lage der augenblicklichen Drehachse beeinflussendes Drehmoment.

Ist  $q$  der in der Kuppelung gemessene Bewegungswiderstand des  $m$ . Wagens vom Zugende in einem Zuge von  $m + 1$  Wagen gleichen Baues und gleicher Belastung, der Winkel zwischen der Mittellinie der Kuppelung und der Bufferbohle am Vorderende des Wagens  $\gamma$  und am Hinterende  $\gamma_1$ ,  $l = 2 b + d$  der Abstand der Angriffspunkte der Kuppelketten von einander bei diesem Wagen und  $b$  der Abstand dieser



Angriffspunkte von der nächsten Radachse, so wird die Bewegung unterhalten durch die Kraft (Textabb. 13)

$$k = m q \sin \gamma - (m - 1) q \sin \gamma_1$$

und das von der Spannung der Kuppelungen auf den Wagen ausgeübte Drehmoment, bezogen auf den Stützpunkt des führenden Vorderrades hat die Größe

Gl. 31)  $M = m q \cos \gamma \cdot b + (m - 1) q \cos \gamma_1 (b + d)$ .

Wird dies Drehmoment bei der Aufstellung der Gleichgewichtsbedingung nach Textabb. 3 berücksichtigt, so hat man

$$K_1 s + K_2 s - 2 G_2 d + M = 0$$

und hieraus nach Einsetzen der dort für  $K_1$ ,  $K_2$  und  $G_2$  angegebenen Ausdrücke

$$z = \frac{s^2}{4d} \left(\frac{R}{\rho_2} - 1\right) + \frac{s^2}{4d} \left(\frac{R}{\rho_1} - 1\right) \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\rho_2} - 1\right)^2}{(d+z)^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\rho_1} - 1\right)^2}} + \frac{M}{2 d f \cdot P} \sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\rho_2} - 1\right)^2}$$

oder nach Gl. 6)

$$\text{Gl. 32)} \quad z = \frac{s^2}{4d} \left(1 - \frac{R}{Q_2}\right) + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{Q_1}\right) \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{Q_2}\right)^2}{(d+z)^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{Q_1}\right)^2} - \frac{M}{2df \cdot P} \cdot \sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{Q_2}\right)^2}.$$

Das Moment  $M$  beeinflusst also die nach den Gl. 9) bis 14) berechneten Zahlenwerte von  $z$ , entsprechend dem Ausdrucke

$$\frac{M}{2df \cdot P} \cdot \sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{Q_2}\right)^2}$$

oder

$$\text{Gl. 33)} \quad \frac{\mathfrak{M}}{2df \cdot P} \cdot \sqrt{z^2 + \left(\frac{nrs + d^2 + 2dz - R\sigma}{2nr}\right)^2}.$$

Die zur Berechnung von  $\mathfrak{M}$  nötigen Winkel  $\gamma$  und  $\gamma_1$  können wie folgt ermittelt werden.

Ist  $c$  (Textabb. 14) am Vorderende und  $b$  am Hinterende der Angriffspunkt der Kuppelung bei zwei einander folgenden

Wagen,  $bBb_1$  die Achse des ersten,  $cB_1c_1$  die Achse des zweiten Wagens,  $d$  der Abstand von  $c$  bis zur augenblicklichen Drehachse in  $B_1$ ,  $l-d$  der Abstand von  $b$  bis zur Drehachse in  $B$  und  $cb=g$  die Länge der Kuppelung, so hat man  $(bM)^2 = (cM)^2 + (cb)^2 - 2(cM) \cdot (cb) \cdot \cos(\alpha + \gamma)$ , und daraus genau genug  $\cos(\alpha + \gamma) = \frac{d^2 + g^2 - (l-d)^2}{2gR}$ .

Ferner ist  $\text{tg } \alpha = \frac{d}{R}$ ,  $\text{tg } \beta = \frac{l-d}{R}$ ,  $\sin \chi = \frac{g \cdot \sin(\alpha + \gamma)}{R}$ ,  $\gamma_1 = \varepsilon + \gamma = \alpha + \gamma + \chi + \beta$ .

Bei einem Zuge von 41 Güterwagen in einem Bogen von 586 m Halbmesser ergibt sich hiernach, wenn  $d = 4,5$  m,  $l = 8,9$  m,  $b = 2,2$  m,  $g = 0,85$  m und, unter Vernachlässigung von  $z = 0,14$  m (Zusammenstellung IV),  $d = 2,2 + 4,5 = 6,7$  m ist:

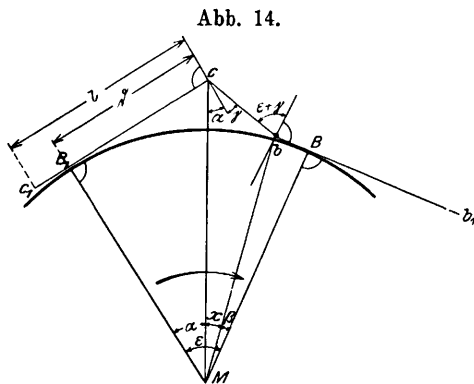
$$\gamma = 87^\circ 1' 17'', \quad \gamma_1 = 87^\circ 58' 38''$$

und wenn das ganze Gewicht jedes Wagens 26 t. der Raddruck also  $P = 6500$  kg ist, bei 4,37 kg/t Zugwiderstand

$$q = 4,37 \cdot 26 = \text{rund } 110 \text{ kg.}$$

Vor dem 40. Wagen vom Zugende ist also die Spannung der Kuppelung  $mq = 40 \cdot 110 = 4400$  kg, hinter ihm  $39 \cdot 110 = 4290$  kg. Das auf diesen Wagen wirkende Drehmoment ist nach Gl. 31)

$\mathfrak{M} = 2,2 \cdot 4400 \cdot \cos 87^\circ 1' 17'' + (2,2 + 4,5) 4290 \cdot \cos 87^\circ 58' 38'' = 505 + 1181 = \text{rund } 1686 \text{ mkg.}$   
Nach Gl. 32), 33) und 10) ergibt sich für die Lage der augenblicklichen Drehachse hinter der Hinterachse dieses Wagens



$$z = \frac{35,25 - R\sigma}{111} + \frac{15 - R\sigma}{111} \sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{35,25 + 9z - R\sigma}{20}\right)^2}{(4,5 + z)^2 + \left(\frac{15 - R\sigma}{20}\right)^2}} - \frac{1686}{2 \cdot 4,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 6500} \sqrt{z^2 + \left(\frac{35,25 + 9z - R\sigma}{20}\right)^2},$$

und wenn der  $R = 586$  m entsprechende Wert von  $R\sigma = 12,9$  eingesetzt ist

$$z = 0,2014 + 0,01892 \sqrt{\frac{z^2 + \frac{22,35 + 9z}{20}}{(4,5 + z)^2 + 0,011}} - 0,1153 \sqrt{z^2 + \left(\frac{22,35 + 9z}{20}\right)^2}.$$

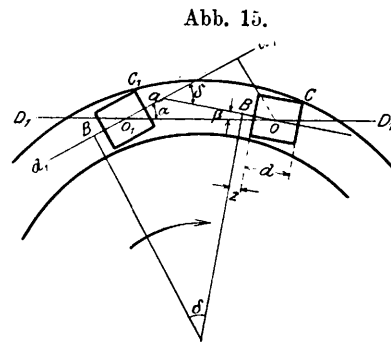
Aus dieser Gleichung folgt  $z = 0,08$  m.

In Zusammenstellung IV ist für  $R\sigma = 12,9$ ,  $R = 586$  und  $d = 4,5$  m unter  $z_c 0,14$  m angegeben. Durch die Spannung der Kuppelungen wird die augenblickliche Drehachse also um 6 cm nach der Hinterachse verschoben. Das diese Wirkung hervorbringende Moment  $\mathfrak{M}$  nimmt nach dem Ende des Zuges hin von Wagen zu Wagen, bis auf  $\mathfrak{M} = q \cdot b \cdot \cos \gamma = 12,6$  kgm am letzten Wagen, ab; entsprechend geringer wird auch die Verschiebung der Drehachse.

#### Wagen mit Drehstellen.

Die Wagen mit Drehstellen befinden sich hinsichtlich der augenblicklichen Drehachse in ganz anderer Lage als die zweiachsigen. Sie werden durch die Drehzapfen der Drehgestelle geführt, und die Drehzapfen haben eine nur wenig schwankende Stellung zum Gleise. Wird ein solcher Wagen durch eine in seiner Längsmittellinie wirkende Kraft bewegt, so haben beide Drehgestelle dieselbe Stellung zum Gleise, also

liegt die augenblickliche Drehachse in der Mitte des Wagens. Die Achsen der beiden Drehgestelle (Textabb. 15) schneiden die Achse des Wagens zwar unter verschiedenen Winkeln, und daher haben die von den Drehzapfen übertragenen, den Bewegungswiderstand der



Gestelle überwindenden Kräfte eine ungleiche Wirkung auf die Stellung der Drehgestelle; dies darf aber wegen der Kleinheit des Unterschiedes der Überschneidungswinkel unberücksichtigt bleiben. Deshalb ist angenommen, dass die Mitten beider Drehzapfen,  $o$  und  $o_1$  (Textabb. 15), auf demselben Kreisbogen des Halbmessers  $R$  liegen.

Die in schräger Richtung gegen die Wagenachse angreifenden Züge der Kuppelungen wirken auf Verschieben der augenblicklichen Drehachse aus der Wagenmitte.

In Textabb. 16 sind die Drehzapfen der Gestelle mit  $o$ , die Angriffspunkte der Kuppelungen mit  $b$ , deren Abstände vom nächsten Drehzapfen mit  $b$  bezeichnet;  $g$  ist die Länge

der Kuppelungen,  $\varepsilon$  der zum Gleisbogen von der Länge eines Wagens nebst Kuppelung gehörende Winkel am Mittelpunkt,  $D$  der Abstand der Drehzapfen eines Wagens; in  $B$ , der Mitte von  $D$ , liegt die augenblickliche Drehachse.

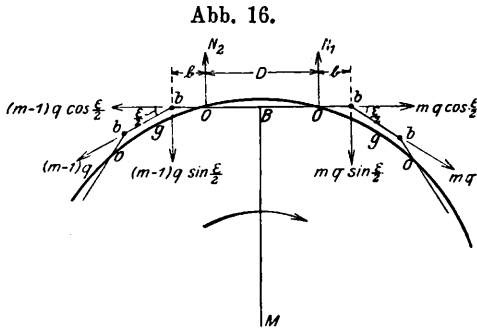


Abb. 16.

Die Spannungen in den Kuppelungen,  $m_1 q$  und  $(m-1) q$ , erzeugen die rechtwinkelig zur Wagenachse gerichteten Druckkräfte  $N_1$  und  $N_2$ .

Nun ist

$$m_1 q \sin \frac{\varepsilon}{2} + (m-1) q \sin \frac{\varepsilon}{2} = N_1 + N_2,$$

$$b m_1 q \sin \frac{\varepsilon}{2} + D \cdot N_2 - (b + D) (m-1) q \sin \frac{\varepsilon}{2} = 0,$$

also

$$N_1 = \left(m + \frac{b}{D}\right) q \sin \frac{\varepsilon}{2},$$

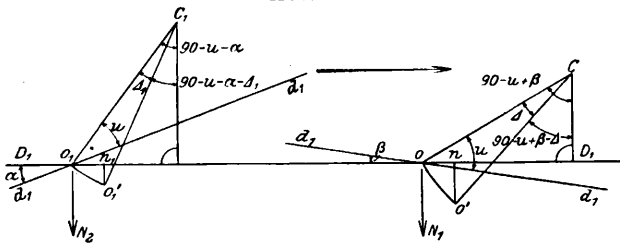
$$N_2 = \left(m - \frac{b + D}{D}\right) q \sin \frac{\varepsilon}{2}.$$

Ferner ist

$$\frac{\varepsilon}{2} = \frac{g + 2(b + D)}{2R}.$$

Ist in Textabb. 17 u der unveränderliche Winkel zwischen  $Co$ ,  $C_1 o_1$  und den Achsen  $d_1 d_1$  der Drehgestelle,  $\beta$  der Winkel

Abb. 17.



der Achse des vordern,  $\alpha$  des hintern Drehgestelles mit der Achse  $D_1 D_1$  des Wagens, dann ist das Moment des Druckes  $N_1$ , bezogen auf den Stützpunkt  $C$  des äußern Vorderrades des Vordergestelles

$$M_1 = N_1 \cdot Co \cdot \cos(\mu - \beta)$$

und das des Druckes  $N_2$  mit Bezug auf  $C_1$

$$M_2 = N_2 \cdot C_1 o_1 \cos(\mu + \alpha).$$

Für die in Betracht kommenden Winkel hat man  $\tan \mu = s : d$ ,  $\sin \alpha = (D + 2 \cdot z + d) : 2R$ ,  $\sin \delta = D : R$  und  $\beta = \delta - \alpha$ .

Wenn nun das Moment  $M_1$  die augenblickliche Drehachse des Vordergestelles um die Länge  $z$  gegen die ursprüngliche Lage verschiebt, so dreht sich die geometrische Achse dieses Gestelles um den Winkel  $\Delta = \frac{z}{R}$ . Die Achse dieser Drehung geht durch den Stützpunkt  $C$ , die Mitte  $o$  des Drehzapfens (Textabb. 17) bewegt sich von  $o$  nach  $o_1$ . Der dabei beschriebene Bogen hat die Länge  $oo_1 = Co \cdot \Delta = Co \cdot z : R$ .

Durch diese Drehung entfernt sich  $o$  von der ursprünglichen Lage der geometrischen Achse des Wagens  $D_1 D_1$  um  $o'n$  und es ist

$$o'n = Co \{ \cos(90 - (\mu - \beta + \Delta)) - \cos(90 - (\mu - \beta)) \}.$$

Ebenso entfernt sich  $o_1$  von der Linie  $D_1 D_1$ , wenn die augenblickliche Drehachse des hintern Gestelles um  $z_1$  verschoben wird, um  $o_1'n_1$  und es ist

$$o_1'n_1 = C_1 o_1 \{ \cos(90 - (\mu + \alpha + \Delta_1)) - \cos(90 - (\mu + \alpha)) \}.$$

Daraus erhält man:

$$o'n = \frac{z}{2R} \sqrt{s^2 + d^2} \cdot \cos\left(\mu - \beta + \frac{\Delta}{2}\right),$$

$$o_1'n_1 = \frac{z_1}{2R} \cdot \sqrt{s^2 + d^2} \cdot \cos\left(\mu + \alpha + \frac{\Delta_1}{2}\right).$$

Bei dieser Bewegung der Drehzapfen ändert die geometrische Achse des Wagens ihre Richtung um den Winkel  $(o'n - o_1'n) \cdot R : D$  aus der Mitte, also ist:

$$\text{Gl. 34) } z = \frac{\sqrt{s^2 + d^2}}{2D} \left\{ z_1 \cdot \cos\left(\mu - \beta + \frac{\Delta}{2}\right) - z_1 \cdot \cos\left(\mu + \alpha + \frac{\Delta_1}{2}\right) \right\}.$$

Als Beispiel für die Verhältnisse vierachsiger Wagen diene ein Güterzug aus 23 Wagen, bei denen  $D = 10$  m,  $d = 2$  m,  $b = 3,2$  m,  $g = 0,85$  m und  $P = 6500$  kg sei, der Bogenhalbmesser sei 350 m.

Die Drehgestelle bewegen sich im zweiten Gebiete, die augenblickliche Drehachse liegt hinter der Hinterachse und ihr Abstand folgt nach Gl. 10) aus

$$z = 0,1865 + 0,1054 \sqrt{\frac{z^2 + \frac{9,2 + 4z}{20}}{(2+z)^2 + 0,0676}}.$$

Diesem Ausdrucke liegen zu Grunde  $R\sigma = 9,8$ ,  $nr = 10$  und  $nrs = 15$ . Die Ausrechnung liefert  $z = 0,216$  m.

Bei 3,75 kg/t Widerstand ist  $q = 3,75 \cdot 8 \cdot 6,5 = 195$  kg, demnach am 22. Wagen von hinten  $m_1 q = 22 \cdot 195 = 4290$  kg und  $(m-1) q = 21 \cdot 195 = 4095$  kg.

Weiter ist an diesem Wagen  $N_1 = \left(22 + \frac{3,2}{10}\right) 195$ .

$$\frac{17,25}{700} = 107 \text{ kg und } N_2 = \left(22 - \frac{13,2}{10}\right) 195 \cdot \frac{17,25}{700} = 99 \text{ kg,}$$

$\mu = 36^\circ 52' 11''$ ,  $\alpha = 1^\circ 0' 16''$  und  $\beta = 0^\circ 37' 58''$ . Für  $z$  ist bei der Ermittlung dieser Winkel der unter Berücksichtigung des Aufsteigens des führenden Rades auf die seitliche Rundung des Schienenkopfes sich ergebende Wert  $z = 0,1333$  m in Rechnung gestellt.

Die auf Verdrehen der geometrischen Achsen der Drehgestelle wirkenden Momente haben die Größe  $M_1 = 108$  kg/m und  $M_2 = 98$  kg/m.

Werden die Gl. 10), 32) und 33) zur Berechnung des durch  $M_1$  am vordern Gestelle veränderten Abstandes  $z$  benutzt, so ergibt sich, daß dieser nur 0,01 m kleiner ist, als wenn das Moment  $M_1$  nicht vorhanden wäre. Also ist  $z = 0,01$  m. Am hintern Drehgestelle vermindert sich diese Verschiebung dem kleinern Momente  $M_2$  entsprechend auf etwa 0,009 m. Somit liegt der Zahlenwert der Klammergröße in Gl. 34) Null sehr nahe, also auch  $z$ . Hieraus folgt also, daß die Spannung

der Kuppelungen zwar auf Verschieben der augenblicklichen Drehachse nach vorn wirkt, daß dies aber nicht beachtenswert ist. Dieses an einem Zuge im Bogen von 350 m Halbmesser gefundene Ergebnis gilt für alle Bogen.

Bei den über 2 m liegenden Achsständen  $d$  der Drehgestelle sind die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  wenig von den hier angegebenen verschieden, während  $\mu$  kleiner ist, und die Hebelarme der Kräfte  $N_1$  und  $N_2$ ,  $C_0 \cos(\mu - \beta)$  und  $C_1 o_1 \cos(\mu + \alpha)$ , größer sind; also wachsen die Momente  $M_1$  und  $M_2$  mit zunehmendem  $d$ , aber dabei wachsen auch die Widerstände der Gestelle gegen Verdrehen ihrer Achsen, und es tritt keine bemerkenswerte Veränderung des Verhaltens der Gestelle ein. Diese Untersuchung zeigt, daß die Spannung der Kuppelungen auf die Lage der augenblicklichen Drehachse der Bogenfahrt bei Drehgestellwagen keinen nennenswerten Einfluß übt, und daß diese Drehachse als in der Mitte zwischen den Drehzapfen der Gestelle liegend angenommen werden darf.

Bei den Drehgestellwagen liegt also die augenblickliche Drehachse viel fester, als bei zweiachsigen, wo sie durch äußere

Kräfte leicht verschoben wird. Jede Unregelmäßigkeit in der Spurweite und in der Krümmung der Schienen veranlaßt Verschiebungen der Rollkreise, ändert also die Rollkegel, und damit die zwischen Rad und Schiene wirkenden Kräfte. Jeder Änderung dieser Kräfte entspricht nun eine Änderung der Lage der augenblicklichen Drehachse, daher erzeugt jede Änderung der Rollkreise das Bestreben der zwischen Rad und Schiene wirkenden Kräfte, das Fahrzeug auf eine andere Drehachse einzustellen. Zur endgültigen Einstellung des Fahrzeuges kommt es aber in der Regel nicht, weil sich die Änderungen der Kräfte zu schnell folgen. Die bezeichneten, nie ganz zu vermeidenden Unregelmäßigkeiten haben daher zur Folge, daß die an den Rädern wirkenden Gleitwiderstände die Achse des Fahrzeuges aus der regelmäßigen Lage gegen das Gleis hin und her zerren, und manchmal Rütteln und Stoßen der zweiachsigen Wagen erzeugen. Bei den Drehgestellwagen werden solche Bewegungen der Achse der Drehgestelle auf den Wagen selbst in sehr geringer Stärke übertragen, deshalb laufen diese Wagen viel ruhiger, als die zweiachsigen.

### Versorgung der Kohlenlager auf Bahnhöfen.

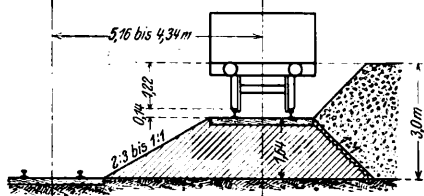
Dr.-Ing. Haasler in Hamburg.

Herr Direktionsrat Bisle hat eine auf dem Bahnhofe Kempten im Allgäu errichtete mechanische Einrichtung zur Versorgung des mit der Bekohlungsanlage verbundenen Kohlenlagers mitgeteilt\*). Die Kohlen werden aus den Wagen von Hand in einen Trichter geworfen, aus dem sie dann selbsttätig zunächst durch ein Becherwerk gehoben, dann in einer Förderrinne von Marcus weiterbefördert und an jeder beliebigen Stelle des Lagers abgestürzt werden.

Die Anlage ist maschinentechnisch sehr beachtenswert und mag für den Bahnhof Kempten auch die einzig richtige Lösung gewesen sein. Es ist jedoch die Frage, ob man nicht unter ähnlichen Verhältnissen lediglich durch Höherlegen des Zufuhrgleises eine Anlage schaffen kann, die an Sparsamkeit und Zweckmäßigkeit dasselbe oder mehr leistet. Textabb. 1 zeigt den Querschnitt einer solchen Anlage. Das

Kohlenzufuhrgleis liegt so hoch, daß der Boden der Wagen mit der Stapelhöhe von 3,0 m abschließt. Eine ähnliche Anlage besteht auf dem alten Bahnhofe Köln-Gereon, auch in Verbindung mit einer Sturzbühne. Das Entleeren der Wagen und die Förderung der Kohlen ins Lager geschieht mit Schubkarren. Der Vorteil gegenüber den Anlagen, bei denen das Kohlenzufuhrgleis in Höhe des mit Schubkarren zu beschickenden Lagers liegt, besteht in der Vermeidung von Steigung beim Verkarren. Der Einfluß dieses Vorteiles auf die Kosten soll hier, und zwar mit Bezug auf die Verhältnisse in Kempten nach Bisle untersucht werden. Vor Errichtung der mechanischen Anlage kostete das Verladen 31,4 Pf/t. Da das Kohlenzufuhrgleis zu ebener

Abb. 1. Anlage mit erhöhtem Zufuhrgleise. Maßstab 1:200.



Erde liegt, hatten die Arbeiter bei 3,0 m Stapelhöhe 1,64 m über dem Boden des Wagens zu überwinden. Für den von Steigung freien Fall, daß das Zufuhrgleis 1,64 m über dem Lagerboden liegt, werden die von Göring für Erdförderung angegebenen Werte benutzt. Für Schubkarren auf wagerechter Bahn gilt die Gleichung

$$K_{\text{Pft}} = 6 + \frac{221}{100} l$$

worin  $l$  die Entfernung zwischen den Schwerpunkten des Ab- und Auftrages bedeutet. Daß nur ein Lohnsatz von 2,0  $\mathcal{M}$  angesetzt ist, spielt keine Rolle, da es sich nur um einen Vergleich handelt.

Bei Überwindung einer Steigung ist die Förderweite für je 1 m Höhe um 20 m zu vergrößern, 1,64 m Steigung entsprechen also 33 m Zuschlag zur Weite.

Die Kosten für das Verkarren ohne Steigung seien  $K_1$ , die mit Steigung  $K_2$ , dann ist

$$K_1 \text{ Pft} = 6 + \frac{221}{100} l, \quad K_2 \text{ Pft} = 6 + \frac{22(1+33)}{100} l = K_1 \text{ Pft} + 7,3.$$

Die Förderweite in Kempten beträgt bei 20 m Lagerbreite rund 14 m, also ist

$$K_1 \text{ Pft} = 6 + \frac{22 \cdot 14}{100} = 9, \quad K_2 \text{ Pft} = 16,3.$$

Die Kosten  $x \text{ Pft}$  für das Verkarren ohne Steigung folgen aus  $x : 31,4 = K_1 : K_2$  mit  $x = 31,4 \cdot 9 : 16,3 = 17 \text{ Pft}$ .

Daß der Vergleich mit der Erdförderung gestattet ist, beweist das Ergebnis, denn der Lohnsatz in Köln-Gereon entspricht diesem Werte.

Für das Ausschaufeln der Kohlen aus den Wagen in den Trichter der Verladebrücke, oder bei anderen Anlagen in das Lager, werden in Kempten 11 Pf/t bezahlt.

Um die gefundenen, mit dem Lohnsatze veränderlichen Preise zu verallgemeinern, sollen sie auf den üblichen Tages-

\*) Organ 1913, S. 180.

verdienst zurück-, und die Leistung eines Arbeiters als Festwert eingeführt werden.

In Kempten verdient ein Arbeiter an Leistungslohn täglich etwa 400 Pf, also leistet er in einer Tagesschicht:

- a) beim Verladen aus den zu ebener Erde stehenden Wagen in das Lager mit Schubkarren  $400 : 31,4 = 12,5$  t,
- b) beim Verladen aus den 1,64 m über dem Lagerboden stehenden Wagen in das Lager mit Schubkarren  $400 : 17 = 23,5$  t,
- c) beim Ausschaufeln aus den Wagen in das seitliche Lager  $400 : 11 = 36,4$  t.

Ist nun der tägliche Leistungslohn in einem bestimmten Orte eines Arbeiters  $p$  Pf, so sind die Einheitskosten für das Entladen bei 20 m Lagerbreite allgemein im Falle:

- a) . . . .  $k_a = p : 12,5$  Pf/t,
- b) . . . .  $k_b = p : 23,5$  » ,
- c) . . . .  $k_c = p : 36,4$  » .

In den Fällen a) und b) kommen die Kosten für die Schubkarren, in den Fällen b) und c) die Anlage- und Erhaltungskosten hinzu.

Ein eiserner Schubkarren kostet etwa 20  $\mathcal{M}$  und erträgt etwa die Förderung von 1000 t Kohlen, die Kosten sind 2 Pf/t

Die Anlagekosten für die Erhöhung des Zufuhrgleises hängen von der Länge und Bauart des Gleises ab. Bei Neubau kann eine geschickte Massenverteilung die kostenlose Anschüttung eines Dammes ergeben; liegt der Teil des Bahnhofes im Abtrage, so werden sogar Kosten für Erdarbeiten erspart. Bei vorhandenen Bahnhöfen kann die Erhöhung durch Anschüttung, oder bei Mangel an Breite durch ein Holzgerüst erfolgen. Die Breite eines Dammes fällt nicht wesentlich ins Gewicht, da man nach Textabb. 1 die eine Böschung als Begrenzung des Kohlenlagers ausnutzen kann\*). Die Anlagekosten für Gleiserhöhung müssen im Voranschlage besonders festgelegt werden.

Die Anlagekosten eines Erddammes seien in  $\mathcal{M} \cdot A_D$ , die eines Holzgerüsts  $A_H$ , für Verzinsung werden 4%, für Abschreibung beim Erddamme 1%, beim Holzgerüste 3,5% eingesetzt, so daß sich bei  $T^t$  jährlicher Verlademenge  $K^{Pf,t} = 5 A_D : T$  für einen Erddamm und  $K^{Pf,t} = 7,5 A_H : T$  für ein Holzgerüst ergeben.

Die Erhaltungskosten sind im Falle b) so gering, daß sie vernachlässigt werden können, im Falle c) jedoch nicht.

Die Einheitskosten betragen demnach im Ganzen:

- a) für das Verladen aus zu ebener Erde stehenden Wagen ins Lager mit Schubkarren  $k_a^{Pf,t} = p : 12,5 + 2$ ,
- b) für das Verladen aus den 1,64 m über dem Lagerboden stehenden Wagen ins Lager mit Schubkarren  $k_b^{Pf,t} = p : 23,5 + 2 + 5 A_D : T$  für einen Erddamm,  $k_b^{Pf,t} = p : 23,5 + 7,5 A_H : T$  für ein Holzgerüst,
- c) für das Ausschaufeln der Wagen von Hand und Beförderung der Kohlen ins Lager mit der Förderrinne von Marcus\*\*)  $k_c^{Pf,t} = p : 36,4 + 9,6$  einschließlich Erhaltung.

$p$  ist in Pf.,  $A$  in  $\mathcal{M}$  und  $T$  in t eingeführt.

\*) Vergleiche Kirchhoff, Organ 1914, S. 24.

\*\*) Organ 1913, S. 183.

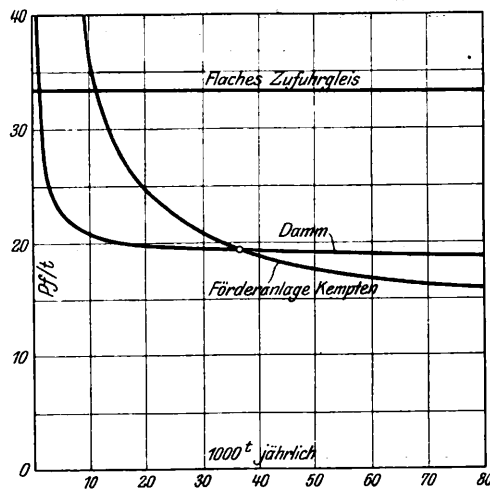
Beispiel Kempten. Vor Errichtung der Verladebrücke, also im Falle a) betragen die Kosten für das Entladen  $31,4 + 2 = 33,4$  Pf/t, durch die Verladebrücke sind sie auf 20,6 Pf/t gebracht. Hätte man bei Möglichkeit der Rampe unter Verlegung der Wage einen 1,64 m hohen Damm geschüttet, so hätte man etwa 3000 cbm Boden für  $A_D = 3000 \mathcal{M}$  gebraucht und der Preis wäre bei  $T = 31000$  t  $k_b^{Pf,t} = 400 : 23,5 + 2 + 5 \cdot 3000 : 31000 = 19,5$ .

Eine Anlage mit erhöhtem Zufuhrgleise hätte also einen billigeren Preis ergeben, als die mechanische Einrichtung. Um auf den Preis von 20,6 Pf/t zu kommen, könnten in Kempten die Erdarbeiten zur Schüttung des Dammes einschliesslich Verlegen der im Wege stehenden Anlagen rund 10000  $\mathcal{M}$  betragen. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß auch für Prefskohlen, deren Lager sich an das der Stückkohlen anschließt, durch Erhöhung des Kohlengleises ein geringerer Lohnsatz erzielt würde, während die Verladebrücke überhaupt keine Prefskohlen fördert.

Selbst wenn sich eine Anlage mit erhöhtem Zufuhrgleise etwas teurer stellen sollte, als eine mechanische Einrichtung, so kann erstere wegen der gröfsern Betriebsicherheit doch in Frage kommen.

Die aus den aufgestellten Formeln folgenden Preise sind in Textabb. 2 als Höhen für verschiedene Fördermengen als

Abb. 2. Vergleich der Entladekosten.



Längen dargestellt, und zwar nach den Werten:  $k_a^{Pf,t} = 33,4$ ,  $k_b^{Pf,t} = 17 + 2 + 5 \cdot 3000 : T$  und  $k_c^{Pf,t} = 11 + 1,8 + 10 \cdot 24000 : T$ ).

Das Bild zeigt, daß unter den gemachten Annahmen die Förderanlage in Kempten bei stärkerem Kohlenverbrauche als 36000 t jährlich wirtschaftlich die beste ist. Der Unterschied gegen die Anlage mit erhöhtem Zufuhrgleise wächst jedoch langsam und verringert sich noch durch die günstigere Entladung von Prefskohle, so daß der Damm wegen der bessern Betriebsicherheit noch bei gröfseren Mengen, als 36000 t berücksichtigt werden muß. Die Anlage mit flach liegendem Zufuhrgleise wird von der mit erhöhtem Gleise schon bei geringer Leistung weit übertroffen.

Nach diesen Ergebnissen ist schon bei Neu- oder Um-

\*) Organ 1913, S. 183.

Bauten von Bahnhöfen darauf hinzuwirken, daß ohne Vermehrung der Kosten im Ganzen durch geeignete Massenverteilung die Hochlegung des Zufuhrgleises erzielt wird.

#### Zusammenfassung.

Es wird untersucht, ob dadurch, daß man das Kohlenzufuhrgleis um 1,64 m höher legt, als das Lager, eine Anlage geschaffen werden kann, die einer mechanischen Fördervor-

richtung, wie in Kempton, wirtschaftlich überlegen ist. Die Untersuchung bejaht die Frage, wenn die Anlagekosten einschliesslich der etwa erforderlichen Umbaukosten nicht zu groß werden, und weist auf die unbedingte Überlegenheit der erstern Anlage an Betriebsicherheit hin.

Außerdem ergibt die Untersuchung allgemein wichtige Kostengleichungen für das Verladen von Kohlen aus den Wagen in das Lager.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

**Erste Durchfahrt eines grossen Schiffes durch den Panama-Kanal.**  
(Engineering News 1914, II. Band 72, Nr. 8, 20. August, S. 416.  
Mit Abbildung.)

Am 15. August 1914 wurde der Panama-Kanal für den Welthandel eröffnet. Am 3. August 1914 fuhr der Dampfer «Cristobal» der Panama-Bahn vom Atlantischen nach dem Stillen Ozeane in 11,5 und zurück in 8,5 Stunden. Der «Cristobal» ist ein stählerner Doppelschrauben-Dampfer von 8700 t mit 5600 t reiner Ladung. Er ist 149,2 m lang, 17,68 m breit und zieht 7,62 m Wasser.

Am 15. August 1914 machte eine Gruppe von Beamten die Fahrt vom Atlantischen nach dem Stillen Ozeane auf dem

«Ancon» der Panama-Bahn, einem Bruderschiffe des «Cristobal». Die Fahrt durch die Gatun-Schleusen dauerte 70 Minuten, die ganze Fahrt 9 Stunden.

Der Kanal ist jetzt für alle nicht mehr, als 9,14 m Wasser ziehenden Schiffe geöffnet. Er kann daher auch von Kriegsschiffen der jetzt in Krieg befindlichen Völker durchfahren werden, aber kein Kriegsschiff einer Krieg führenden Macht darf länger, als 24 Stunden innerhalb der Grenzen des Kanales bleiben.

Die noch zu verrichtende Haupt-Arbeit ist die Vertiefung und Erbreiterung des Kanales durch den Culebra-Einschnitt.

B—s.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

**Knickproben mit Kohlenstahl-Nachbildungen von Gliedern der Quebeck-Brücke.**

(Engineering Record 1914, II, Band 70, Nr. 4, 25. Juli, S. 110.  
Mit Abbildungen.)

Im Februar und März 1913 wurden Knickproben mit vier in ungefähr ein Viertel der wahren Grösse aus Kohlenstahl hergestellten Untergurt-Druckgliedern des Rückarmes der neuen Quebeck-Brücke\*) ausgeführt, die dieselbe Lage im Fachwerke haben, wie die, deren Versagen den Einsturz der alten Brücke während des Baues herbeigeführt hat. Die Glieder waren ungefähr 76 cm breit, 48 cm hoch, 5,7 m lang und wogen 3452 bis 3470 kg. Sie hatten das Verhältnis von

\*) Organ 1912, S. 192.

$L : i = 38$  bei 456 qcm ganzem und ungefähr 445 qcm Nutzquerschnitt. Beide Enden der vier Stege hatten auf 336 qcm verstärkte Halbloch-Lager für die die Glieder stützenden, 165 mm dicken Bolzen. Proben aus Platten und Winkeleisen hatten 2797 bis 3002, die fertigen Glieder 1186 bis 1578 kg/qcm Elastizitätsgrenze; letztere war bei allen mit Ausnahme des Wertes von 1578 kg/qcm viel niedriger, als die auf grössere Länge in der Mitte der Glieder bestimmte. Ein Glied brach bei 2767 kg/qcm, die drei anderen hielten mehrere Wiederholungen des höchsten Pressendruckes von 1270 t entsprechend 2780 kg/qcm im vollen Querschnitte aus. Nachher wurden sie durch Bohren von Löchern in den Stegen nahe der Mitte des Gliedes geschwächt und brachen bei 3027 bis 3578 kg/qcm der verbleibenden Querschnitte.

B—s.

### O b e r b a u.

**Versuche mit Futter für Schwellenschrauben von Thiollier und Lahkovsky.**  
(Engineering News 1914, II, Band 72, Nr. 3, 16. Juli, S. 128. Mit Abbildungen.)

Auf den Pennsylvania-Linien ist ein umfangreicher Versuch mit der schraubenförmigen Ausfütterung der Löcher für Schwellenschrauben von Thiollier (Textabb. 1) ausgeführt\*). Abb. 1. Dieses federnde Schraubenfutter wurde auf einen Schwellenschraube von Triebdorn gesetzt und so in das vorgebohrte und Thiollier mit besonderm Werkzeuge mit Gewinde versehene Loch gedreht. Die aus Frankreich bezogenen Schwellenschrauben waren 140 mm unter dem Kopfe lang, hatten 13 mm Kerndurchmesser, 21 mm Durchmesser im Schaft und 13 mm Steigung. Die Unterlegplatten hatten keinen Ansatz, waren 152 × 229 mm groß und 12 mm dick. Die Schwellen



\*) Ogan 1914, S. 267; 1913, S. 75; 1906, S. 177; 1903, S. 256.

bestanden aus Fichten- und Eichen-Holz und waren mit 44 l/cbm Teeröl getränkt. 18 000 Schwellenschrauben und Futter von Thiollier wurden von Juni bis November 1907 eingesetzt. Die Untersuchung des Gleises im Februar 1913 ergab, daß die Spur sofort nachgeregelt werden mußte; der Versuch wurde daher beendet.

Die Ergebnisse zeigten, daß die Schwellenschrauben nicht lang genug waren und die Art ihrer Anbringung nicht genug seitlichen Widerstand gegen Spurerweiterung bot. Die Unterlegplatten waren fast ganz von Rost zerstört, viele Schwellenschrauben und Futter zerfressen, so daß ihre Haltkraft vernichtet war. Dieser Zustand war vermutlich durch von Kühlwagen tropfende Sole verschlimmert worden. Bei Anwendung von Unterlegplatten waren wegen deren Zerfressung mehr lose Schwellenschrauben vorhanden. Der Zustand der Schwellenschrauben und Unterlegplatten der Zwischenschwellen war sehr

schlecht, viele Unterlegplatten waren fast ganz weggerostet. Die Schwellenschrauben waren in einigen Fällen fast zerstört, ihr Gewinde war weggefressen, so daß sie ohne Drehung aus den Schwellen gehoben werden konnten. Viele Schwellenschrauben waren unter dem Kopfe abgenutzt und gebogen. Alle Unterlegplatten waren ungefähr 0,5 cm in die Schwelle eingeschnitten, wie die Schienen auf den Schwellen ohne Unterlegplatten. Einige Schwellen waren unter den Unterlegplatten zerdrückt. Schwellenschrauben und Unterlegplatten der Stofsschwellen waren in gutem Zustande, aber einige Schwellenschrauben konnten wegen Zerstörung der Schwelle um das Futter 2 bis 3 cm gehoben werden.

Da Futter und Schrauben von Thiollier nicht mit Erfolg ersetzt werden können, wurden aus zwei Stahlgufs-Schalen be-

stehende Bekleidungen von Lahkovsky\*) in neue Löcher der Stofsschwellen eingesetzt, um sie mit den anderen Futterern zu vergleichen. Zur Zeit der Untersuchung zeigten die Stofsschwellen-Schrauben, die 1910 mit Futterern von Lahkovsky, Klemmplatten und größeren Unterlegplatten angebracht waren, befriedigende Ergebnisse. Sie waren nicht gebogen und in gutem Zustande, nur waren einige Futter lose. Bei vielen Stößen schienen Schiene, Schwelle und Unterlegplatten fest an einander gehalten zu sein, der ganze Stofs bewegte sich unter Belastung auf und nieder. Alle Stöße waren in guter Richtung und Höhenlage. Diese Schienenbefestigung scheint sich besser zu bewähren, als die kleineren Schwellenschrauben der Zwischenschwellen.

B—s.

\*) Siehe die angegebenen Quellen.

## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

### Amerikanische Werkstatteinrichtungen.

(Electric Railway Journal, Oktober 1914, Nr. 14, S. 607.  
Mit Abbildungen.)

Zur Ersparnis an Platz und zur Beschleunigung der Ausbesserungen hat die Strafsenbahn-Gesellschaft in Pittsburgh in ihren räumlich beschränkten Werkstätten für 1000 zu erhaltende Wagen einfache aber bemerkenswerte Einrichtungen geschaffen.

Zum Auswechseln einzelner Drehgestelle dient eine einfache Hebevorrichtung in Verbindung mit einer kleinen Schiebebühne. Über dem Ausbesserungsgleise erhebt sich ein auf vier Säulen ruhendes Tragegerüst mit zwei Laufwinden, deren Hubwerk elektrisch betrieben wird, während zum Fahren Kettenantrieb vorgesehen ist. Die Hubketten endigen in eisernen Tragpratzen, die unter die beiden Rahmenlängsträger des vom Drehgestelle abzuhebenden Wagens fassen. Die Schalter der Hubwinden sind durch eine Welle so verbunden, daß gleichmäßiges Anheben des Wagenkastens gesichert ist. Die flache Schiebebühne, deren Querträger versenkt sind, kann dann das Drehgestell seitwärts aus- und sofort ein Ersatzgestell einfahren, worauf der Wagenkasten niedergelassen und das Fahrzeug über die Bühne weiter geschoben wird.

Zum Abnehmen und Anbringen der Prefspumpen für die Luftbremse unter den Wagengestellen dient ein in der Werkstätte selbst gebautes Hebezeug. An der Seitenwand der Arbeits-

grube ist ein alter brauchbarer Bremszylinder mit senkrecht nach oben gehender Kolbenstange angeordnet, die einen Hebetisch trägt. Die Tischplatte ist an den zum Gleise rechtwinkeligen Längskanten mit nach aussen gekehrten Winkeleisen besäumt. Sie dienen zur Führung der Hinterräder eines niedrigen dreirädrigen Karrens, der zur Weiterbeförderung der abgenommenen Pumpen benutzt wird. Der ausgebesserte Pumpensatz wird auf den bündig im Boden liegenden Hebetisch gefahren, durch einen Zweiweghahn wird dann Prefsluft unter den Hubkolben gelassen, worauf das Ganze angehoben wird. Die Befestigung der Pumpe im Wagenrahmen ist dann ohne weitere Abstützung möglich.

Da eine größere Hoffläche zum Aufstellen der Achsen fehlt, ist für diesen Zweck in der Werkstatthalle ein vierstöckiges Eisengerüst erbaut. Jede der vier Lagerbühnen ist mit Doppelgleis versehen, so daß sich zwei Reihen von Achsen ineinanderschieben lassen. An der Vorderseite des Gerüsts treten die Bühnen gegen die tiefer liegende so weit zurück, daß der Kran die Achsen aufnehmen kann.

Zum Befördern der Anker der Triebmaschinen nach einer entfernten Werkstätte wird ein umgebauter Wagen benutzt, durch dessen Seitentüren sie mittels besonderer, am Wagen befestigter Auslegerkräne von je 0,9 t Tragfähigkeit eingeladen werden können. Das Windwerk ist aus alten Bremszylindern zusammengebaut, und wird mit Prefsluft betrieben. A. Z.

## Maschinen und Wagen.

### Kuppelung für elektrische Leitungen in Triebwagenzügen.

(Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, September 1913, Nr. 26, S. 548.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 11 und 12 auf Tafel 6.

Die Wagen der elektrisch betriebenen westlichen Vorortbahnen von Paris haben selbsttätige Kuppelung nach Boirault\*), die gleichzeitig die Brems- und Dampf-Leitungen kuppelt. Neuartig ist eine selbsttätige Kuppelung für die durchgehenden elektrischen Leitungen. Abb. 11 und 12, Taf. 6 zeigen die beiden Kuppelköpfe. Die Nasen A des einen werden mittels der

trichterförmigen Öffnung des andern Kopfes in dessen Ausparungen B geführt, wodurch in Verbindung mit der Hauptkuppelung Stecker und Dose in gegenseitig richtige Stellung gebracht werden. Durch den Anschlag M werden die Kolben C und D bei der Weiterbewegung zurückgedrückt. Hierdurch treten die bisher im Kolben C versteckten Steckstifte E heraus und stellen nun nach aussen mit den entsprechenden Bohrungen F des Dosenkopfes, nach rückwärts bei G mit den Anschlußstellen der Leitungen Stromschluß her. Im andern Kopfe wird gleichzeitig die Spindel J mit dem Kolben K freigegeben und dadurch die Verbindung der Schleiffedern L und der Leitungen mit den äußeren Stromschlußstellen hergestellt. Durch diese An-

\*) Organ 1912, S. 102; 1911, S. 356.

ordnung bleiben die Steckstifte bei offener Kuppelung vor Beschädigungen geschützt. Die aufsen frei liegenden Verbindungsteile sind spannungslos. A. Z.

#### Elektrische B-Verschiebelokomotive.

(Engineering Record, Mai 1914, Nr. 19, S. 290. Mit Abbildung.)

In den Cleveland-Erzlagern sind neue elektrische B-Lokomotiven zum Verschieben der großen Selbstentladewagen eingeführt. Sie laufen auf Gleisen von 1067 mm Spur neben den Verschiebegleisen. Statt der Kuppelungen sind auf beiden Seiten der Lokomotive kräftige Arme mit Stofsplatten vorhanden, die mit Preßluft vorgeschoben werden, und wie ein Stofspuffer an der Kopfschwelle des zu verschiebenden Wagens angreifen. Die Lokomotiven stammen von den Baldwin-Westinghouse-Werken, wiegen 22,5 t und haben Barrenrahmen, der gute Zugänglichkeit der unteren Teile ermöglicht. Die Triebmaschinen haben Wechsellpole. Der Strom wird von zwei Zuführungsschienen abgenommen, die zwischen den Fahr-schienen liegen und deren zufällige Berührung durch einen Brettbelag verhütet wird. A. Z.

#### Verbesserter Bremsluftschlauch mit Stahlbewehrung.

(Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes, Mai 1914, Nr. 5, S. 505. Mit Abbildungen.)

Amerikanische Bahnen verwenden neuerdings für die Kuppelungen der Bremsluftleitungen Gummischläuche, die mit einem biegsamen Schlauchmantel aus Stahl bewehrt sind. Der Mantel besteht aus einem schraubenförmig gewickelten Formblechstreifen. Er schützt den Gummischlauch gegen äußere Beschädigungen und entlastet ihn von dem innern Drucke der Brems-Preßluft, so daß dem Gummi nur die Aufgabe zukommt, als dichtende Hülle zu dienen. An den Schlauchenden sind Schellen mit der Bewehrung verschweißt, die über den Hals der Schlauchtülle oder des Kuppelungskopfes fassen. A. Z.

#### Lagerkühler.

(Railway Age Gazette, Februar 1914, Nr. 9, S. 434. Mit Abbildungen.)

Zum Kühlen heißgelaufener Lager an den Achsen von Eisenbahnwagen verwenden amerikanische Bahnen eine neuartige Einrichtung. Ein wagerechter, walzenförmiger Blechbehälter mit dem Kühlwasser kann mit zwei leichten Lagerböcken, auf denen er durch Schellen befestigt ist, leicht und schnell auf den Achslagerkasten gesetzt und dann festgeklemmt werden. Von einem Anschlußstutzen geht unten am Behälter ein Gummischlauch aus, der in einem feinen Spritzröhrchen endet. Im Röhrchen befindet sich ein Ventil, das sich unter dem Einflusse eines wärmeempfindlichen Metallstäbchens öffnet, sobald die Erwärmung des Lagers zu groß wird, und das Kühlwasser in feinen Strahlen austreten läßt. Nach genügender Abkühlung schließt das Ventil wieder, so daß kein Kühlwasser unnütz verloren geht. A. Z.

#### 1 C 2. H. T. T.-Tender-Lokomotive der Buenos Aires-Midlandbahn.

(Railway Gazette 1914, Juli, Seite 19. Mit Lichtbild.)

Mehrere Lokomotiven dieser Bauart wurden für 1000 mm

Spur von der «Hunslet Engine Company» in Leeds geliefert. Der aus 15 Gliedern bestehende Überhitzer zeigt die Bauart Robinson.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d . . . . .	432 mm
Kolbenhub h . . . . .	610 »
Kesselüberdruck p . . . . .	10,6 at
Heizrohre, Anzahl . . . . .	97
» , Durchmesser . . . . .	45 mm
Rauchrohre, Anzahl . . . . .	15
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	11,24 qm
» » Heizrohre . . . . .	43,94 »
» » Rauchrohre . . . . .	20,34 »
» des Überhitzers . . . . .	19,15 »
» im Ganzen H . . . . .	94,67 »
Rostfläche R . . . . .	1,49 »
Triebraddurchmesser D . . . . .	1372 mm
Durchmesser der Laufräder hinten . . . . .	800 »
Leergewicht . . . . .	44,76 t
Betriebsgewicht G . . . . .	57,97 »
Wasservorrat . . . . .	7,26 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	2,03 t
Fester Achsstand . . . . .	3353 mm
Ganzer » . . . . .	9144 »
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \frac{(d^{cm})^2 h}{D} =$ . . . . .	6596 kg
Verhältnis H : R = . . . . .	63,5
» H : G = . . . . .	1,63 qm/t
» Z : H = . . . . .	69,7 kg/qm
» Z : G = . . . . .	113,8 kg/t.

—k.

#### 1 C 2. H. T. T.-Tender-Lokomotive der ostindischen Eisenbahn.

(Railway Gazette 1914, Juli, Seite 97. Mit Lichtbild und Grundform.)

Die für 1676 mm Spur gebaute Lokomotive wurde von «Nasmyth, Wilson und Co., Bridgewater Foundry» in Patricroft, Manchester, geliefert. Die Zylinder liegen innen, ihre Kolben treiben die mittlere Triebachse an. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, die Feuerbüchse ist die von Belpaire. Die Lokomotive dient zur Beförderung schwerer, häufig haltender Züge; sie ist mit selbsttätiger Saugebremse und Dampfsandstreuer ausgerüstet und hat folgende Hauptverhältnisse:

Zylinderdurchmesser d . . . . .	470 mm
Kolbenhub h . . . . .	660 »
Kesselüberdruck p . . . . .	12,7 at
Kesseldurchmesser, innen vorn . . . . .	1499 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante . . . . .	2731 »
Heizrohre, Anzahl . . . . .	210
» , Durchmesser aufsen . . . . .	51 mm
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	13,94 qm
» » Heizrohre . . . . .	116,13 »
» im Ganzen H . . . . .	130,07 »
Rostfläche R . . . . .	2,51 »
Triebraddurchmesser D . . . . .	1562 mm



Durchmesser der Laufräder . . . . .	1092 mm
Triebachslast $G_1$ . . . . .	47,02 t
Leergewicht der Lokomotive . . . . .	63,93 »
Betriebsgewicht der Lokomotive $G$ . . . . .	81,23 »
Wasservorrat . . . . .	9,08 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	3,05 t
Fester Achsstand . . . . .	3962 mm
Ganzer » . . . . .	10493 »
Länge . . . . .	13297 »

Zugkraft $Z = 0,6 \cdot p \frac{(d^{cm})^2 h}{D} =$ . . . . .	7112 kg
Verhältnis $H : R =$ . . . . .	51,8
» $H : G_1 =$ . . . . .	2,77 qm/t
» $H : G =$ . . . . .	1,60 »
» $Z : H =$ . . . . .	54,7 kg/qm
» $Z : G_1 =$ . . . . .	151,3 kg/t
» $Z : G =$ . . . . .	87,6 »

—k.

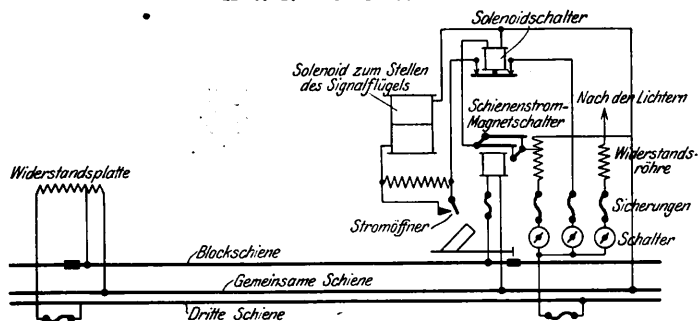
## Signale.

### Solenoid-Signale auf der Manhattan-Hochbahn in Neuyork.

(Electric Railway Journal 1914, II, Band XLIV, Nr. 8, 22. August, S. 356. Mit Abbildungen.)

Auf der Manhattan-Hochbahn in Neuyork sind in scharfen Bogen Signale aufgestellt, deren Flügel durch ein Solenoid (Textabb. 1) gestellt wird, das bei der Grundstellung auf

Abb. 1. Schaltübersicht.



«Fahrt» durch über einen Widerstand fließenden Strom aus der dritten Schiene erregt wird. Durch stromdichte Trennung eines Abschnittes einer Fahrschiene wird ein Schienen-Strom-

kreis hergestellt, der ebenfalls mit Strom verminderter Spannung aus der dritten Schiene gespeist, und durch einen Gleichstrom-Magnetschalter an dem dem Speisepunkte entgegengesetzten Ende der Blockstrecke vervollständigt wird. Dieser Schienenstrom-Magnetschalter hält, wenn erregt, einen Solenoidschalter geschlossen, der den Stromkreis des Haupt-Solenoides regelt.

Wenn ein Zug in der Blockstrecke den Schienenstrom-Magnetschalter kurzschließt, wird der Solenoidschalter stromlos und öffnet den Stromkreis des Haupt-Solenoides, so dass das Gegengewicht des Signalfügels sinken und den Flügel in die «Halt»-Stellung heben kann. In dieser Stellung des Flügels ist ein unmittelbar mit ihm verbundener Stromöffner geschlossen, und wenn der Zug die Blockstrecke verlässt, so dass Magnet- und Solenoid-Schalter geschlossen werden, erhält das Haupt-Solenoid voll gespannten Strom aus der dritten Schiene, und stellt den Flügel auf «Fahrt». Hierbei öffnet sich der Stromöffner und schickt den Strom durch den mit ihm in Nebenschaltung liegenden Widerstand, so dass das Haupt-Solenoid nur schwach gespannten Strom erhält, der den Flügel auf «Fahrt» halten, obgleich nicht bewegen kann. B—s.

## Betrieb in technischer Beziehung.

### Die Betriebsergebnisse auf der alten Giovi-Linie nach Einführung der elektrischen Förderung.

(Rivista tecnica. Januar 1914, Nr. 1. S. 1. Mit Abbildungen.)

Der sehr ausführliche Bericht ergänzt die nach Ablauf des ersten Betriebsjahres gemachten Angaben\*). Von der Giovi-Linie, der von Genua über den Apennin in die Po-Ebene führenden, wichtigen Bahnverbindung, ist die Teilstrecke Pontedecimo-Busalla seit dem Jahre 1911 für elektrischen Betrieb mit Drehstrom eingerichtet, der in den folgenden Jahren auch

auf den anschließenden Teilstrecken eingeführt wurde. Der Bericht umfasst nun die dreijährigen Erfahrungen auf der ersten Teilstrecke und vergleicht die Betriebsergebnisse mit denen der Dampf- und elektrischen Lokomotiven vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkte aus. Er kommt zu dem Schlusse, dass die Ergebnisse der elektrischen Förderung zwar durchaus zufriedenstellend sind, dagegen die Einführung auf längeren Strecken, die weniger starke Neigungen und schwächern Verkehr haben, nicht anzuraten sei, da hierdurch der Verbrauch an Heizstoffen und damit die wirtschaftliche Güte nicht unerheblich beeinflusst würden. A. Z.

\*) Organ 1913, S. 404.

## Besondere Eisenbahn-Arten.

### Magnetische Bahn von Bachelet.

(Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1914, Nr. 73, 19. September, S. 1067.)

Anfang Mai 1914 ist in London eine vom Franzosen Bachelet erfundene magnetische Bahn vorgeführt worden, bei der die Wagen durch elektromagnetische Abstossung von den Schienen abgehoben und durch elektromagnetische Anziehung vorwärts bewegt werden. Unter dem Gleise befinden sich von Wechselstrom mit 210 V und 50 Schwingungen in

der Sekunde durchflossene Drahtspulen. Der Wagen ruht auf einer Grundplatte aus Aluminium. Unter Vermittelung eines von der Spule umgebenen Eisenkernes, in dem schnell wechselnde Magnetfelder erzeugt werden, werden in dem Aluminiumkörper ebenso schnell wechselnde Wirbelströme erregt, so dass in beiden Körpern gleichnamige magnetische Kräfte erzeugt werden, die Körper sich also abstossen. Die Größe dieser Kräfte ist gegen das Wagengewicht so abgestimmt, dass der Wagen grade von den Schienen abgehoben wird. Zur Fortbewegung ist der für

den Wagen frei zu haltende lichte Raum mit Magnetwindungen umgeben, durch deren Erregung der stählerne Wagen vorwärts bewegt wird. Der Wagen hat Schleifschuhe, durch die der Strom den Drahtwindungen unter den Schienen stets an der Stelle zugeführt wird, über der sich der Wagen befindet,

während er die die Bahn einhüllenden Magnetspulen stets eine kurze Strecke vor dem Wagen durchfließt, so daß die Magnetwirkung ziehend auf den Wagen wirkt. Die Stromzuführung kann von einem festen Punkte aus geregelt werden, so daß die Züge keine Führer brauchen. B—s.

### Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Württembergische Staatseisenbahnen.

Verliehen: Dem Direktor von Leo, Vorstand der Betriebs-

abteilung der Generaldirektion, zur Zeit Chef des Verwaltungsrates der belgischen Eisenbahnen in Brüssel, der Titel eines Präsidenten. —k.

### Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

#### Schienenstofsverbindung mit Stofsfanglasche und Stofsbrücke.

D. R. P. 263206. Th. Freiherr Korb von Weidenheim, A. O. Kunert in Wien und N. von Frankenberg-Lüttwitz in Liegnitz.

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 8 auf Tafel 7.

Zur Erzielung stofslosen Überleitens der Räder bei jeder Abnutzung ihrer Lauffläche ist der Laschenkopf mit einer besondern Auflauffläche und einer Einrichtung versehen, die die richtige Stellung der Auflauffläche zur Schienenlauffläche in der Längs- und Quer-Richtung so sichert, daß stofsloses Befahren unter allen Umständen für lange Dauer gewährleistet wird.

Die Laschen b und c (Abb. 6 und 7. Taf. 7) legen sich zum Teil gegen die Köpfe der Schienen a und mit ihren unteren Teilen fest gegen den Steg und den Fuß m. Die Lauffläche der Stofsfanglasche c (Abb. 8, Taf. 7) ist an der Innenseite bei l in der ganzen Länge eben, nimmt nach den Enden an Breite ab und liegt in der Höhe der Lauffläche der abgedrehten Radreifen. An der Außenseite hat die Laschenlauffläche eine Querabschrägung, die von der Mitte nach beiden Enden an Breite zunimmt. Diese Schräge kann durch Aneinanderreihung von Flächenteilen k, i, k verschiedener Neigung gebildet werden, und diese Teile können unter Beibehaltung des Böschungswinkels verschiedene Neigung in der Längsrichtung haben; zweckmäßig wird jedoch die Neigung in der

Querrichtung an den Enden der Stofsfanglasche stärker nach  $\alpha$  in ihrer Mitte am geringsten nach  $\beta$  gewählt. Dadurch wird ein allmähiges Auf- und Abfließen des Rades h erzielt, ohne daß ein Ausschneiden der Schienenkopfen und ein Eingreifen der Stofsfanglasche in diese Ausschnitte erforderlich ist. Man erhält auf diese Weise eine für alle Formen des Radreifens geeignete Auflauffläche; denn gemäß der in Abb. 6. Taf. 7 gestrichelten Umrisslinie des ausgelaufenen Radkranzes werden die Räder stets allmählich gehoben und gesenkt.

Damit die Stofsfanglasche auch unter den Längs- und Quer-Kräften des Gleises die richtige Lage zu den Schienenenden beibehält, ruhen die letzteren mit ihren Füßen m auf einer Stofsbrücke d, die beiderseits mit Erhöhungen e mit Längsnuten p an der Innenseite versehen ist; diese sind durch Schrägflächen  $p^1$  an beiden Stirnflächen abgeschlossen. Entsprechend sind die Enden der Laschenfüße bei  $f^1$  gestaltet, so daß das Wandern des Laschenende bei  $p^1$  verkeilt. Bei starken Seitendrücken werden sich auch durch die winkelhebelartige Wirkung des Unterteiles der Laschen deren Füße f fest in die Nuten p einkeilen und so der Schiene größere Festigkeit in der Seitenrichtung verleihen. Die durch Schrauben g verbundenen Laschen b und c werden hier nicht wie bisher in der Längsrichtung ein- und ausgeschoben, sondern durch Ein- und Auswärtsdrehen in der Querrichtung angebracht oder abgenommen, weil die Nut p an beiden Stirnenden durch die Flächen  $p^1$  abgeschlossen ist. G.

### Bücherbesprechungen.

**Graphisches Rechnen und die graphische Darstellung.** Ein Hilfs- und Lehrbuch für den Unterricht an höheren Schulen und gewerblichen Lehranstalten sowie zum Selbstunterricht von O. Müller, Direktor der König Friedrich August-Gewerbeschule. Glauchau, O. Streit. Preis 2,0  $\mathcal{M}$ .

Alle Bestrebungen zur Verbesserung des Unterrichtes in Rechnen und Mathematik gehen darauf aus, den Sinn für die Zusammengehörigkeit dieser beiden, bislang unsachgemäß getrennten Gebiete zu wecken, die Mittel des einen für das andere fruchtbar zu machen und vor allen Dingen die Erkenntnis der Verwandtschaft der Zahlen- und Raum-Größen durch Anwendung der zeichnerischen Darstellung zu verbreiten. Das Buch behandelt die Grundlagen dieser neuern Anschauungsweise sachgemäß und durchsichtig, auch in verschiedenen Anwendungen, namentlich auf Statistik. Es wird auch älteren Lesern, die aus ihrer Ausbildung die entsprechenden Kenntnisse noch nicht mitbringen, ein leicht verständliches Hilfsmittel sein.

**Das Maschinenwesen der preussisch-hessischen Staatseisenbahnen\*).**

Im Auftrage Sr. Exzellenz des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten in Berlin nach amtlichen Quellen bearbeitet von C. Guillery, Königl. Baurat. II. Heft. Neuere Kraftwerke. Berlin, J. Springer, 1914. Preis 8,0  $\mathcal{M}$ .

\*) Organ 1914, S. 444.

Das Werk behandelt eingehend in Wort und Zeichnung die neueren Kraftwerke der preussisch-hessischen Staatsbahnen nach der Verwendung von Dampf, Wasser, Leuchtgas, Kraftgas, Diesel-, Benzol- und Benoid-Maschinen als Arbeitsquellen, die Umformeranlagen und Kessel für minderwertige Heizstoffe. Das vortrefflich ausgestattete Werk entspricht der neuesten Entwicklung des Eisenbahnbetriebes und füllt eine besonders fühlbare Lücke in den Veröffentlichungen dieses Gebietes in glücklicher Weise.

**Die Lokomotivführer-Prüfung.** Ein Fragebuch aus dem Handbuche: Die «Schule des Lokomotivführers». Mit einem Vorworte über die «Ausbildung der Lokomotivbeamten» von J. Brosius, Königl. Eisenbahndirektor z. D., Hannover, und R. Koch, Oberinspektor der Württembergischen Staatsbahnen. 13. vermehrte Auflage, bearbeitet von M. Brosius, Regierungs- und Baurat in Paderborn. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1914. Preis 1,3  $\mathcal{M}$ . Preisgekrönt vom Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Das 1000 Fragen enthaltende Buch macht den Inhalt der einzelnen Teile des Werkes, auf dem es aufgebaut ist, für den Anwärter des Lokomotivdienstes erst recht fruchtbar, indem es zu folgerichtigem und planmäßigem Eindringen in die Beherrschung des vielseitigen und schwierigen Stoffes anleitet.