

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XXXIX. Band.

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

10. Heft. 1902.

Die elektrische Stadtbahn in Berlin.

Von Regierungsbauführer Giese und Regierungsbaumeister Blum in Berlin.

(Fortsetzung von Seite 167.)

B. 2. Die Bauausführung.

2. a) Die Tiefbahn.

Den beachtenswerthesten Theil der Bauausführung der Untergrundbahn, sowohl im westlichen Theile als auch in der Abzweigung nach dem Potsdamer Bahnhofe, bilden die Grundwasserabsenkungen, die in so ausgedehntem Maße innerhalb einer Stadt bisher noch nicht zur Ausführung gekommen sind.

Die von der Unterpflasterbahn durchquerten Theile Berlins liegen in einem diluvialen Flufsthal, dem alten Oderbette, und in den hier lagernden Sand- und Kiesschichten befindet sich das Grundwasser in etwa 3,5 m Tiefe unter dem Gelände. Um nun in der Ausführung des Tunnels von diesem Grundwasserstande unabhängig zu sein und so den vorgesehenen Bau in Stampfbeton zu ermöglichen, wurde eine vollständige Senkung des natürlichen Grundwasserspiegels stellenweise bis zu 5 m unter dem höchsten Grundwasserstande erforderlich, die durch Röhrenbrunnen bewirkt wurde.

Hierzu wurden zunächst 20 cm weite schweißeiserner Mantelrohre bis etwa 9 m unter Grundwasser in den Boden getrieben und in diese 15 cm starke schweißeiserner Rohre eingesetzt, deren unterer Theil aus einem 5 m langen Filter bestand. Nach Beseitigen des Mantelrohres wurde in das Filterrohr ein oben mit Flansch versehenes und unten offenes schweißeisernes Saugrohr von 10 cm Stärke bis 1 m über Filterunterkante eingeführt, welches frei im Filterrohre hing. Die Filter waren unten geschlossen und bestanden aus siebartigen, fein durchlöcherten Kupferröhren von 15 cm Durchmesser und 2 mm Wandstärke, welche mit dünner, engmaschiger Kupfergase umhüllt waren. Die Filter waren so eng, daß sie auch die feinsten Sandkörnchen nicht durchließen.

Diese Brunnen wurden auf der westlichen Strecke zu beiden Seiten der durch Spundwände abgesteiften Baugrube außerhalb dieser gegen einander versetzt in Abständen von 9 m eingesenkt (Textabb. 20), zu 8 bis 22 durch eine innerhalb der Baugrube liegende, 25 oder 30 cm weite gußeiserner

Saugleitung verbunden und an eine Kreiselpumpe angeschlossen. Die Pumpen wurden mit Lokomobilen von 40 und 60 P.S. betrieben. Die Kreisel und Lokomobilen wurden mit fortschreitender Bauausführung mehrfach umgesetzt. Sie arbeiteten mit Ausnahme geringer Zwischenräume Tag und Nacht. Da ein Versagen durch das Ansteigen des Grundwassers Gefahren für die Bauausführung mit sich gebracht hätte, so waren außerdem Bereitschaftspumpen aufgestellt.

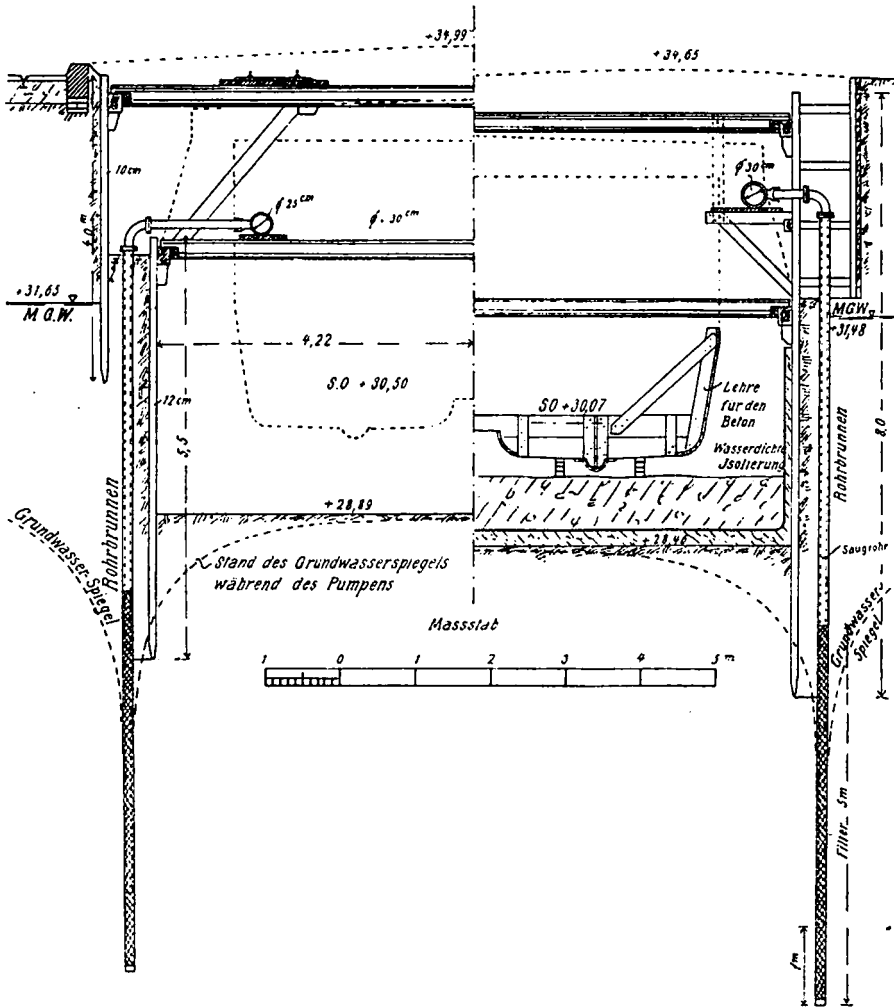
Die Pumpen standen etwa 300 m von einander entfernt, die Maschinen des beschränkten Raumes wegen auf Trägern über der Baugrube, während die Kreisel auf der untern Steifenreihe angebracht und die Saugrohrleitung nach Textabb. 20 innerhalb der Baugrube verlegt und abgestützt war. In der Nähe der Kaiser Wilhelm-Gedächtniskirche und auf der Strecke westlich der Stadtbahnüberführung wurde sie außerhalb der Baugrube angeordnet. Diese erwies sich als besonders zweckmäßig, da hierdurch die Betonarbeiten im Innern der Baugrube unbehindert von der Rohrleitung ausgeführt werden konnten.

Bei der Verlegung der Saugrohrleitung kam ausschließlich Gummidichtung zur Verwendung, wodurch schnelle Beseitigung und Verlegung der Leitung an eine andere Stelle ermöglicht wurde. Die Rohrbrunnen wurden nach beendeter Arbeit herausgezogen und gleichfalls an anderen Stellen wieder verwendet.

Auf der Baustrecke am Potsdamer Bahnhofe wurde die Grundwasserabsenkung im wesentlichen in derselben Weise ausgeführt. Der Wasserandrang war geringer, da 2,5 m unter Bausohle eine wasserundurchlässige Lehmschicht lag, welche das schnelle Nachfließen des Grundwassers verhinderte. Es war daher möglich, mit einer Saugrohrleitung das Wasser zu halten, während eine zweite Pumpenanlage, an die die Brunnen der anderen Längsseite angeschlossen waren, in Bereitschaft stand. Abweichend von der Weststrecke waren die Rohrbrunnen hier innerhalb der Baugrube angeordnet, obwohl dies Schwierigkeiten bei der späteren Beseitigung mit sich brachte. Denn da die Pumpe vor Beseitigung der Rohrbrunnen ihre Thätigkeit

eingestellt haben mußte, lag die Gefahr vor, daß das Grundwasser aus dem Brunnen herausstrat. Die Rohrbrunnen wurden daher mit viereckigen, eisernen, hülsenartigen Hauben umgeben, deren unterer Theil fest in den Beton gestampft wurde.

Abb. 20.



Nach Erhärten des Betons wurden die Rohre innerhalb der Hülsen herausgezogen, der dadurch entstehende Hohlraum mit Sand zugefüllt und die Hülsen mit einem Blindflanschdeckel wasserdicht abgeschlossen, bevor das Grundwasser Zeit hatte herauszufließen.

Die zum Zwecke der Grundwasserabsenkung ausgepumpten Wassermengen waren sehr bedeutende, da eine Lokomobile innerhalb 24 Stunden 6 bis 8000 cbm Wasser förderte und zeitweise bis zu vier Lokomobilen thätig waren. Zur Ableitung dieser Massen hätten die städtischen Kanäle nicht ausgereicht, sodass man gezwungen war, auf der westlichen Baustrecke drei je rund 1000 m lange Abflußleitungen von 50 cm Durchmesser durch den Kurfürstendamm und die Luther-, Keith- und Hardenbergstraße in den Landwehrkanal zu führen. Ebenso wurde eine Abflußleitung für die Wasserhaltungsanlage am Potsdamer Platz unter dem westlichen Fußsteige der Köthenerstraße entlang nach dem Hafenplatze erbaut und in den Landwehrkanal geleitet. Die Abflußleitungen waren anfangs mit Gefälle verlegt und wurden später zwecks besserer Ausnutzung als Druckrohrleitungen ausgeführt.

Das von der Bahn durchschnittene Erdreich bestand in der Hauptsache aus Sand- und Kiesboden und nur auf einer kurzen Strecke zwischen der Eisenacher- und Kalkreuthstraße einerseits und in der Nähe der Fasanenstraße andererseits wurde in etwa 3 m Tiefe eine mit Kiesadern durchsetzte Thon- und Mergelschicht angetroffen. Hier entstanden bei der Grundwassersenkung besondere Schwierigkeiten. Zunächst wurde die Lage der Lehmschicht durch Probebohrungen genau ermittelt und die Filter, die in der Lehmschicht unwirksam waren, so angelegt, daß sie das Wasser unterhalb der Mergelschicht absaugten. Hierdurch waren jedoch die in dem Lehm Boden vorhandenen kleinen Wasseradern, welche aller Orten hervorquollen, noch nicht unschädlich gemacht. Man wurde dieser nur dadurch Herr, daß in der Bausohle ein Abfluß nach einem Pumpensumpfe durch Anlage einer in grober Kiesschicht verlegten Längs- und Quer-Thonrohrleitung geschaffen wurde; aus dem Sumpfe konnte das Wasser durch einen Rohrbrunnen abgepumpt werden.

Die Bauart mittels Senkung des Grundwasserspiegels hat sich bewährt und die anfangs geäußerten Befürchtungen, es könnten durch die Entziehung des Grundwassers Sackungen und Setzungen im Erdreiche entstehen, haben sich als nicht begründet erwiesen. In dem fest eingeschlemmten Sand- und Kiesboden stützen sich die Sandkörnchen gegen einander ab und tragen die über ihnen liegende Erdlast, während das Grundwasser nur in den zwischen diesen vorhandenen Hohlräumen fließt. Nach den gemachten Erfahrungen könnte eine Gefahr nur eintreten, wenn aus dem Erdreich Boden mitgepumpt würde. Bei der geringen Geschwindigkeit des Wassers an den Rohrbrunnen und der Feinheit der Filter war diese Möglichkeit aber gänzlich ausgeschlossen.

Den besten Beweis für die Gefährlosigkeit der Grundwasserabsenkung bietet die Kaiser Wilhelm-Gedächtniskirche, welche, obgleich der Tunnel bis auf 5 m an die Kirche herangelt (Abb. 15 bis 17, Tafel XXIV) und die Tunnelsohle mehr als 2,5 m unter der Gründung der Kirche liegt, auch nicht die geringsten Bewegungen gezeigt hat.

Die Einstellung des Grundwasserspiegels während des Pumpbetriebes ist in Textabb. 20 zur Darstellung gebracht. Der Wasserspiegel nimmt in der Nähe der Brunnen eine trichterförmige Form an und zeigt zunächst eine stärkere Neigung, welche sich in größerer Entfernung mehr und mehr abschwächt und sich endlich etwa in einer Neigung von 1:500 bis 1:1000 je nach der Art des Erdreiches an den natürlichen Grundwasserspiegel anschließt. Bei einer Grundwassersenkung um 3,5 m sind Einwirkungen auf den Grundwasserspiegel bis 1000 m Entfernung beobachtet, doch sind dadurch nirgends Nachteile entstanden.

Bei der geringen Deckungshöhe des Tunnels kam nur eine Bauausführung in reinem Tagebau in Frage, wodurch allerdings dem Verkehre ein Theil der Strafsenfläche entzogen wurde. Die Lage des Tunnels auf der westlichen Strecke unter dem Mittelwege im Zuge der Kleist-, Tauenzien- und Hardenbergstraße gestattete dies ohne wesentliche Behinderung des Verkehrs und erlaubte sogar die gleichzeitige Freilegung der ganzen Baugrube in voller Breite. Nur an den Strafsenübergängen wurden Ueberbrückungen hergestellt.

Auf der Tunnelstrecke am Potsdamer Bahnhof jedoch mußten bei den beschränkten Raumverhältnissen, den erforderlichen Häuser-Absteifungen und Abfangungen, bei der besonders tiefen Gründung des Ausziehgleises in der Königgrätzerstraße verschiedene andere Ausführungsweisen verwendet werden, welche weiter unten besprochen werden sollen.

Der Bauvorgang auf der westlichen Tunnelstrecke gestaltete sich wie folgt: Zunächst wurden zur Absteifung des Erdreiches und der unmittelbar neben der Baugrube führenden Strafsenbahngleise (Textabb. 20) in Abständen von 10 m 10 cm starke und 4 m lange Spundwände mittels Dampfrahmen in das Erdreich geschlagen und durch Holme und Steifen gegen einander abgestützt. Darauf erfolgte die Ausschachtung bis zur Tiefe des natürlichen Grundwasserstandes mittels einer längs und innerhalb der Baugrube laufenden Schmalspurgleise worauf innerhalb der ersten Spundwand auf jeder Seite eine zweite von 12 cm Stärke und 6 m Länge in 4,23 m Abstand von der Bahnachse bis zu 2 m unter Tunnelsohle eingerammt und gegen die gegenüberliegende abgesteift wurde. Diese zweiten Spundwände dienten als Umschließung des Tunnelkörpers.

Nach Einsetzen der Pumparbeit wurde nun die Ausschachtung in derselben Weise fortgesetzt und der Boden auf einer bis 1 : 4 geneigten Ebene mittels Kippkarren auf einem Gleis von 60 cm Spur durch Pferde auf die Straße und weiter durch Strafsenzüge bis 1,5 km weit nach Schöneberg und Wilmersdorf zur Aufhöhung von Strafsen abgefahren. Die ausgeschachteten Erdmassen betragen rund 80000 cbm.

Die Kosten dieser Art der Aussteifung erwiesen sich indes als zu hoch, sodass man nach einiger Zeit davon Abstand nahm und zu einer vereinfachten überging. Man wandte dabei statt der jederseits doppelten Spundwände eine einfache an, deren Pfählen man eine Länge von 7,5 m und eine Stärke von 12 cm gab (Textabb. 20 rechts).

Da sich die oben erwähnte, 3 m unter Strafsenoberfläche liegende, feste Thon- und Mergelschicht zwischen der Eisenacher- und Kalckreuthstraße auch bei Anwendung der schwersten Rammen mit der Spundwand nicht durchdringen liefs, mußte, nachdem bereits die Spundwand etwa 4 m in das Erdreich eingeschlagen war, unterhalb dieser noch eine besondere Absteifung durch wagerechte Ausbohlung und dreifach übereinander gelegte Steifenreihen vorgenommen werden. Diese Aussteifung hatte bei dem mit Wasseradern durchsetzten Mergelboden verschiedene Sackungen des anliegenden Erdreiches und daher eine Umleitung der unmittelbar längs der Baugrube laufenden Strafsenbahngleise zur Folge. Man wählte daher mit bestem Erfolg für die in der Nähe der Fasanenstraße angetroffenen

Mergelschichten eine Absteifung durch I-Träger, welche sich vorher bereits bei den Bauausführungen in der Nähe der Kaiser Wilhelm-Gedächtniskirche bewährt hatte. Dort hatte man befürchtet, die starken Rammenschläge könnten die nur 5 m weit entfernten Mauerfüße der Kirche in Mitleidenschaft ziehen und daher wurde der Boden hier zunächst in offener Baugrube mit natürlicher Böschung bis Grundwasserhöhe abgeschachtet (Abb. 15 bis 17, Tafel XXIV). Sodann wurden I-Träger von 26 cm Höhe in Abständen von 1,50 m eingespült, abgesteift und zwischen diesen mit fortschreitender Ausschachtung wagerechte Bohlen von 5 und 6 cm Stärke heruntergetrieben. Die Wasserspülung wurde in der Weise ausgeführt, daß ein etwa 5 cm starkes und mit Oeffnungen versehenes Rohr neben dem Träger in das Erdreich gesenkt wurde. Das Wasser wurde den Hydranten der städtischen Wasserleitung entnommen. Später hat man indes von der Einspülung der Träger Abstand genommen, da diese durch leichte Handrammen ohne Schwierigkeit in den Boden getrieben werden konnten.

Mit kleiner Abweichung fand diese Absteifung auch im westlichen Theile der Hardenbergstraße Verwendung. Die Träger wurden hier in Abständen von 2 m eingerammt und reichten, unter Vermeidung der natürlichen Böschung, bis Strafsenoberkante. Das Einrammen geschah durch elektrisch betriebene Rammen.

Diese Aussteifung hat sich so bewährt, daß sie für alle späteren Arbeiten maßgebend sein dürfte. Sie verbindet mit dem Vortheile sicherer und dauerhafter Absteifung die Möglichkeit schneller Ausführung, gefährdet die umliegenden Gebäude nicht und bringt nur geringe Belästigungen für den Verkehr mit sich.

Nachdem die Bausohle erreicht war, wurde zunächst eine 20 cm starke Betonschicht hergestellt und abgeglichen. Mittels Einschalung oder unter Zuhilfenahme von Drahtgeflechtem wurde dann die 10 cm starke lothrechte Betonschicht an den Seitenwänden etwa bis zu den unteren Steifen ausgeführt. Auf diese Seiten- und Sohlenflächen wurde nun die Wasserabdichtung aufgebracht, indem mit 10 cm Stofs zunächst eine Papplage ausgebreitet und auf diese mit Hilfe eines Bitumenanstriches eine zweite und dritte Lage aufgeklebt wurde.

Nun konnte der tragende Betonkörper in Lagen von 20 bis 30 cm eingestampft werden. Der Beton aus 1 Theil Zement, 0,5 Theilen Wasserkalk und 7 Theilen Elbkies wurde in einer über Strafsenhöhe stehenden Mischtrommel hergestellt. Er wurde in erdfeuchtem Zustande durch Kippkarren, welche in einem auf den oberen Steifen verlegten Schmalspurgleise liefen, an die Verwendungstelle gebracht. Die stündliche Leistung einer Betontrommel betrug etwa 10 cbm. Nachdem die Sohle etwa 70 cm hoch über der Asphaltdeckung hergestellt war, wurden hölzerne Lehren aufgestellt (Textabb. 20), welche durch Schalbretter mit einander verbunden waren und die Innenform des Tunnels zeigten. Zwischen diesen wurde der Beton lagenweise eingebracht und bis zum »Schwitzen« eingestampft. Nachdem die Seitenwände in dieser Weise bis zur untern Steifenreihe hochgeführt waren und nach 8 bis 10 Tagen ausreichende Festigkeit erlangt hatten, konnten die untern Steifhölzer entfernt werden, worauf die Seitenwände in gleicher Weise bis Träger-

unterkante hochgeführt wurden. Hierbei erwies sich die Saugrohrleitung, wo sie innerhalb des Tunnelquerschnittes verlegt war, als hinderlich, da sie stellenweise Unterbrechungen der Arbeit zur Folge hatte.

Nach Beseitigung der Schalung konnten nun die schweißeisernen Stützen aufgestellt und mit Zementmörtel vom Mischungsverhältnisse 1 : 1 untergossen werden. Auf den Stützen wurden dann die Längsträger und über diesen die Querträger verlegt. Soweit die Eisentheile innerhalb des Beton lagen, erhielten sie keinen Anstrich.

Mittels hakenförmiger Schrauben wurde nun die Kappenschalung an den Flanschen der Querträger aufgehängt und die Kappen mit Beton des Mischungsverhältnisses 1 : 0,5 : 7 eingestampft. Auf die Decke wurde die zweifache Papp- und Bitumenlage aufgebracht und die Wasserdichtung der seitlichen Schrägung durch eine einfache Lage Papp mit Bitumenanstrich hergestellt. Die Wasserdichtung wurde zu ihrem Schutze mit einer 5 cm starken Sandbetonschicht des Mischungsverhältnisses 1 : 8, später 1 : 6 abgedeckt. Nach dem Zuschütten der Baugrube wurden von den doppelten Spundwänden die obere unter dauernder Wasserspülung herausgezogen, während bei der Tunnelabsteifung durch eine einfache Spundwand die bis Erdoberfläche reichenden Spundbohlen zur Vermeidung spätem Faulens in Grundwasserhöhe abgeschnitten wurden.

Bei der Tiefbahnstrecke zwischen dem Potsdamer Bahnhofe und der Köthenerstrafse bedingten die beschränkten örtlichen Verhältnisse eine wesentlich andere Ausführung. Zur Durchführung des Tunnelkörpers wurde theilweiser Abbruch der Hintergebäude der Köthenerstrafse nöthig. Auch wurde die Ausführung dadurch beträchtlich erschwert, daß der Fußgänger- und Droschenverkehr zum Südringbahnhofe von der Seite der Köthenerstrafse her ununterbrochen aufrecht erhalten werden mußte. Die Nähe der Häuser machte die Ausführung von Rammarbeiten unmöglich. Von einer gleichzeitigen Herstellung des Tunnels in seiner ganzen Breite, wie auf der westlichen Baustrecke, mußte daher Abstand genommen, vielmehr eine Bauausführung in einzelnen Schlitzgruben gewählt werden, zumal die Steifhölzer wegen der großen Breite des Tunnels für die Haltestelle bei gleichzeitiger Freilegung der Baugrube in voller Breite und Tiefe sehr lang geworden wären und nicht die für die Nähe der Häuser erforderliche Sicherheit geboten hätten.

Die Bauausführung am Potsdamer Bahnhofe gestaltete sich in der Weise, daß zunächst die Baugrube in voller Breite bis zur Höhe des natürlichen Wasserspiegels abgeschachtet wurde, sodann die Rohrbrunnen in den Boden gesenkt und die Abflußleitung innerhalb der Baugrube verlegt wurde. Unter dem Betriebe der Wasserhaltungsanlage wurden zur Herstellung der Seitenwände Schlitzte von 2 m Breite bis zur Tunnelsohle ausgehoben und mit wagerechten Bohlen und Rundhölzern abgesteift. Zwischen diesen Steifen wurde dann das Wiederlager-Mauerwerk in einzelnen Pfeilern von 1 m Breite aufgeführt. Die Herstellung der Pfeiler erfolgte in der Art, daß zunächst die Schutzschicht von 20 cm aufgebracht, dann mit dreifachen Lagen Asphaltfilz und Bitumen überklebt und die 1 m starken,

nach der Sohle hin mit Abtreppungen versehenen Betonseitenwände eingestampft wurden.

Nach achttägigem Abbinden wurden die Steifen zwischen den Lücken der Pfeiler beseitigt und nach Schließen der Lücken zwischen den Pfeilern die einzelnen Betonstücke zu einer fortlaufenden Wand vervollständigt. Hiernach wurde auch der über dem natürlichen Grundwasserstande gelegene Theil der Seitenwände bis Trägerunterkante aufgesetzt.

Nachdem so die äußeren Seiten der Baugrube durch je eine Stützmauer abgesteift waren, wurde zur weitem Ausschachtung geschritten und der zwischen den Seitenwänden gelegene Erdkern beseitigt. Hiernach ging man zur Herstellung der Sohle über.

Der wesentlichste Theil dieser Ausführung war die sorgfältige Herstellung der zahlreichen Anschlüsse der wasserdichten Schicht, welche entsprechend dem Fortschreiten der Betonarbeiten nur stückweise hergestellt werden konnte. Besondere Sorgfalt erforderte auch der Anschluß des frischen Betons an den alten, da sich hierbei leicht kleine Fugen und Nähte zeigten.

Wegen Raumbeschränkung mußten sämtliche Bauarbeiten am Potsdamer Platze innerhalb der Baugrube vorgenommen werden. Der Erdkern zwischen den Seitenwände diente hierbei in Höhe des natürlichen Grundwasserstandes als Arbeitsfeld. Der Boden wurde in Schmalspurgleisen nach dem Hafenplatze abgefahren und hier in Schiffe verladen. Das gleiche Gleis diente auch zur Anfuhr der Betonstoffe zur Betontrommel und ein anderes Schmalspurgleis zur Beförderung des fertigen Betons an die Verwendungsstelle.

Noch schwieriger, als bei diesen Tunneltheilen, gestaltete sich die Ausführung des für ein Ausziegleis bestimmten eingleisigen Tunnelstückes unter der Königgrätzerstrafse, das später eine Fortsetzung nach dem Innern der Stadt erhalten soll (Abb. 18, Tafel XXIV). Hier nämlich wurde seitens der Stadtgemeinde wegen einer in größerer Tiefe im Zuge der Königgrätzerstrafse geplanten Tiefbahn eine tiefere Gründung verlangt, damit bei späterer Herstellung des städtischen Tunnels jede Gefährdung des vorhandenen Tunnels ausgeschlossen werde. Die Sohle des 22 m langen Tunnelstückes mußte daher bis 11,5 m unter Straßenoberfläche herabgeführt werden.

Die Ausführung erfolgte mittels Luftdruck-Gründung. Das Tunnelstück ist auf zwei getrennt versenkte Kästen von 22 und 7 m Länge gestellt. Der ausgeschachtete Boden wurde theils durch Schleusen, hauptsächlich aber durch ein etwa 10 cm weites eisernes, als Sand-Druckpumpe dienendes Rohr hinausbefördert.

Während der Kasten mit allen darauf befindlichen Bau- und Ausrüstungen tiefer sank, wurde der Tunnel oberhalb des Senkbrunnens nach dem früher beschriebenen Querschnitte als eisernes Rahmenwerk mit zwischengespannten Kappen aufgebaut. Nachdem der Kasten und damit der Tunnelkörper die erforderliche Tiefe erreicht hatte, wurde der innere Arbeitsraum mit Sparbeton des Mischungsverhältnisses 1 : 10 gefüllt. Die beiden nebeneinander liegenden, getrennt von einander versenkten Kästen wurden sodann durch eine starke Betonsohle mit einander verbunden.

Beim Bau der Unterpflasterbahn wurden durch den Strafsenverkehr erhebliche Anlagen und Nebenarbeiten erforderlich.

Wenn auch der Mittelweg in der Kleist-, Tauenzien- und Hardenbergstraße dem Verkehre entzogen werden konnte, so wurde doch besonders an den Strafsenkreuzungen zur Aufrechterhaltung des Querverkehres die vorübergehende Anlage von Fußgänger- und Strafsenbrücken erforderlich.

Noch mehr Schwierigkeiten bereitete die Aufrechterhaltung des Strafsenbahnverkehrs, da dieser während des ganzen Baues keine Unterbrechung erleiden durfte. In Folge dessen wurden umfangreiche Verlegungen von Strafsenbahngleisen besonders am Augusta-Victoriaplatz und in der Hardenbergstraße notwendig, welche ihrerseits wieder eine besondere Arbeitsvertheilung mit stückweiser Herstellung des Tunnels bedingten.

An den Kreuzungen der Strafsenbahnlinien mit dem Tunnel wurden die Gleise durch Brücken über die Baugrube geleitet. Diese wurden nach Einrammen von tragenden Pfählen bei Nacht eingebaut, um dann die Ausschachtungsarbeiten unter den fertigen Brücken zu beginnen.

Ein weiteres Hindernis für den Bau der Bahn bildeten die im Strafsendamme liegenden Kanäle, Gas-, Rohrpost-, Wasserleitungen und Kabel, welche während der Bauausführung sämtlich im Betriebe erhalten werden mußten. Sie wurden, soweit möglich, vor der Inangriffnahme der eigentlichen Tunnel-

bauarbeiten neben die Bahnstrecke gelegt, wo dies nicht ausführbar, während des Tunnelbaues an Steifhölzern über der Baugrube aufgehängt und nachher in den oben erwähnten, durch Hängebleche hergestellten Rohrgräben über den Tunnel geführt.

Mit Rücksicht auf die größere Einfachheit und Billigkeit der Ausführung und die für den Betrieb und die Ueberwachung günstigere Lage wurden sämtliche Leitungen bis auf einige Kanaldüker in Rohrgräben (Textabb. 21) über dem Tunnel geführt, wobei jedoch für stärkere Röhren wegen der geringen Höhe der Aufschüttung aufser der Anlage der Rohrgräben noch zu besonderen Mafsnahmen geschritten werden mußte.

Textabb. 21 und 22 zeigen Grundrifs und Querschnitt

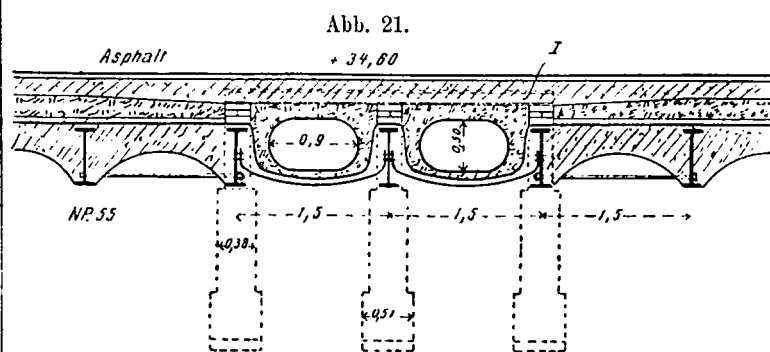
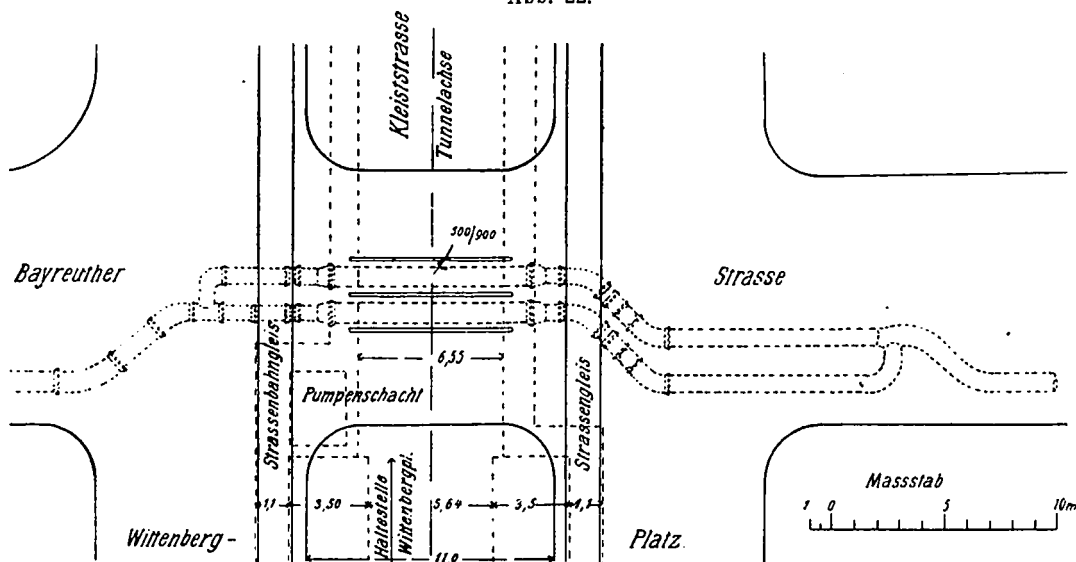


Abb. 22.



der Ueberführung eines Gasrohres von 1000 mm Lichtweite, wie sie an den Strafsenkreuzungen der Eisenacher-, Bayreuther- und Ansbacherstraße zur Ausführung gekommen ist. Man löste hier das 1000 mm weite Rohr in zwei Querschnitte auf und gab diesen länglich runde Form für die Einlagerung in zwei nebeneinanderliegenden Rohrgräben über dem Tunnel. Für die Rohre wurde Schweifseisen verwendet und der Strafsenbeton über ihnen durch Eiseneinlagen verstärkt.

Noch weiter gehende Bedingungen wurden von der städtischen Verwaltung bezüglich der Kanäle gestellt, welche den Ersatz der durchschnittenen Kanäle lediglich durch Düker nicht zulassen wollte und zur Abfangung der durchschnittenen Kanäle sehr kostspielige Umleitungen verlangte. Den Tunnel der

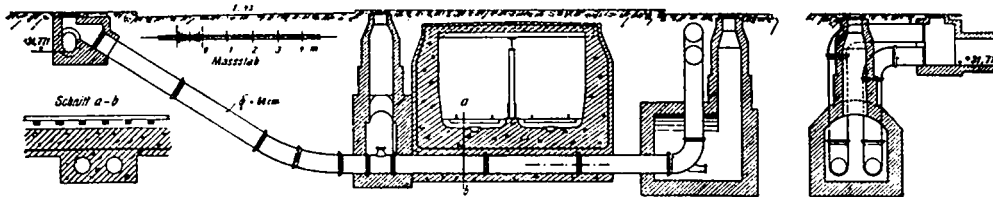
westlichen Untergrundbahn kreuzten an der Eisenacher-, Luther- und Nürnbergerstraße 1 m hohe Kanäle. Für diese wurde ein neuer Umleitungskanal gebaut, welcher von der Nürnbergerstraße aus auf der Südseite entlang dem Tunnel läuft und an der Stelle, wo die Rampe die Unterführung unter Beibehaltung der Höhenlage gestattete, unter dem Tunnel hinweg geleitet ist. Von hier aus wurde der Kanal an das Netz in der Kurfürstenstraße angeschlossen.

Zur Entlastung des neuen Kanales wurden außerdem die auf beiden Seiten des Tunnels vorhandenen Kanalzüge an der Nürnberger- und Lutherstraße durch zwei Düker mit einander verbunden. Diese bestehen aus 1 m weiten gußeisernen Röhren (Abb. 8 bis 13, Tafel XXIV), welche auf einer zwischen

Spundwänden hergestellten Betongründung verlegt mit geringer Schwächung der Tunnelsohle unter dieser hindurchgehen und auf der einen Seite durch einen Schwanenhals auf der andern mittels eines Einsteigschachtes mit Schlammfang an die Kanalanlagen angeschlossen sind. Die Ausführung dieser Düker erfolgte gleichfalls im Trocknen, erforderte aber in Bezug auf die Wasserhaltung wegen der Tiefe der Gründung besonders hohe Aufwendungen.

Weitere Düker wurden an der Kaiser Wilhelm-Gedächtniskirche durch ein 500 mm weites gußeisernes Rohr zur Verbindung zweier Kanäle, an der Joachimsthalerstrasse durch zwei 1 m weite Rohre zur Durchführung eines Nothauslasses der Gemeinde Wilmersdorf, ein fernerer westlich der Haltestelle »Zoologischer Garten« (Textabb. 23) hergestellt. Hier sind zur Erleichterung der Beaufsichtigung und Reinigung der

Abb. 23.



Dükerrohren an beiden Seiten des Tunnels Einsteigschächte vorgesehen. Auch bei der Haltestelle »Potsdamer Bahnhof« kam die Unterdükerung eines Kanalrohres zur Ausführung.

Auf der westlichen Strecke wurden Abfangungsarbeiten nur am Bahnhof »Zoologischer Garten« erforderlich, wo der Tunnel zwischen den Säulenfüßen der Stadtbahnüberführung hindurchgeführt werden mußte (Abb. 6, Taf. XXIV). Der Zufall kam der Bauausführung hierbei zu Hülfe, indem die Pendelsäulen der Stadtbahn grade in solchem Abstände von einander standen, daß die Durchführung des zweigleisigen Tunnels allerdings mit beschränkter, aber immerhin noch durchaus genügender Wandstärke möglich war.

Zunächst mußten die 20 Säulenfüße, die bisher nicht sehr tief gegründet waren, bis unter die Tunnelsohle hinabgeführt werden. Dabei war jede Unterbrechung des Betriebes auf den fünf Stadtbahnbrücken ausgeschlossen. Die Säulenreihe wurde daher zunächst durch nachstellbar auf Schrauben gesetzte Holzgerüste abgefangen, dann folgte nach Senkung des Grundwasserspiegels die Ausschachtung und die Aufführung der Säulenfüße in Form von Stützmauern aus Klinkermauerwerk. Nach Hochführung dieser wurden die Pendelsäulen wieder eingesetzt und das Holzgerüst zur Abfangung der zweiten Säulenreihe benutzt. Nach Herstellung der beiden Säulenuntermauerungen wurde der zwischen ihnen liegende Erdkern beseitigt und der Tunnel nach Abb. 6, Taf. XXIV hergestellt.

Am Potsdamer Bahnhofe war wegen Schmalheit des Raumes zwischen den Hinterhäusern der Köthenerstrasse und dem Potsdamer Bahnhofgebäude die theilweise Beseitigung der Häuser Köthenerstrasse 12 bis 14 bedingt, welche nach Vollendung des Tunnels zum Theil wieder hergestellt wurden. Für die übrigen angrenzenden Gebäudetheile mußten Vertiefungen der Grundmauern um 2 bis 4 m bis zu 0,5 m

unter Tunnelsohle vorgenommen werden, welche den eigentlichen Tunnelarbeiten voraufgingen. Diese Unterfahrung wurde für die Hinterhäuser der Köthenerstrasse 3 bis 14, ferner für die Seitenmauern des Hauptgebäudes des Potsdamer Bahnhofes und der Ringbahnstation ausgeführt. Die Herstellung erfolgte nach Abb. 23 bis 25, Taf. XXIV in einzelnen Pfeilern von 1 m Breite, zwischen welchen tragende Erdkörper stehen blieben. Diese wurden nach einer gewissen Zeit gleichfalls beseitigt und durch Mauerkörper ersetzt. Zur Erhöhung der Sicherheit wurden die zu unterfahrenden Wände noch durch eiserne Träger, Böcke und Triebblenden abgestützt.

2. b. Die Rampenstrecken.

Die Uebergänge von der Hochbahn zur Unterpflasterbahn werden durch Auftrags- und Abtrags-Rampen vermittelt. Die 300 m lange Rampe der westlichen Bahnstrecke liegt in der Kleiststrasse zwischen Nollendorfplatz und Eisenacherstrasse, ihre Steigungshöhe beträgt 9,38 m, die Neigung $31,25\text{‰} = 1:32$, die bei elektrischer Zugbeförderung im Betriebe keine großen Schwierigkeiten bereitet und ein Abschneiden der quer zur

Rampe liegenden Straßenzüge unnöthig macht. Nur die westliche Umfahrt am Nollendorfplatze ist in einen Fußgängerdurchgang umgestaltet, wofür in der Mitte des Platzes unter der Kuppel der Haltestelle ein breiter Weg hergestellt ist, der im Bedarfsfalle auch als Fahrdamm gepflastert werden kann.

Zur Verringerung der Bauhöhe hat man den obern Theil der Auftragsrampe in Eisentragwerk gebildet, der durch Pendeljoche und Sandsteinpfeiler gestützt wird. In dem Theile neben dem Fußgängerdurchgange sind für den Betrieb verfügbare Räume ausgebaut.

Die Einschnittsrampe und der untere Theil der Auftragsrampe, unter dem sich eine Ausnutzung der Räume nicht mehr ermöglichen liefs, sind nach Abb. 2 und 14, Taf. XXIV in der einfachsten Weise durch Futtermauern abgegrenzt. Die sichtbaren Flächen der Einschnittsrampe sind durch weiße Steine verblendet. Die Rampe ist mit einem reichen schweißeisernen Geländer eingefast, das an einigen Stellen durch Sandsteinpfeiler unterbrochen wird.

Die Rampe, welche vom Anschlußdreiecke zur Haltestelle »Potsdamer Bahnhof« führt, ist 354 m lang und überwindet mit einer Neigung von $26,32\text{‰} = 1:30,8$ eine Höhe von 9,34 m. Sie besteht ebenso, wie die Rampe in der Kleiststrasse aus Eisenbau, an den sich zur Herstellung von Kellerräumen noch eine Anzahl von Kappengewölben anschließt.

Der Bau der Futtermauern in der Abtragsrampe, welche dicht neben den Grundmauern der Hinterhäuser und der Ringbahnbögen liegen, machte auch hier des beschränkten Raumes wegen Schwierigkeiten. Da die Rampengründung etwa 0,5 m unter die Grundmauern der angrenzenden Gebäude reichen sollte, so mußte dem Baue der Futtermauern eine Vertiefung der Grundmauern voraufgehen.

(Schluß folgt.)

Verschiebebahnhöfe in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von Oder, Regierungsbaumeister in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXIX.

A. Allgemeines.

Als im Jahre 1892 der Güterverkehr der amerikanischen Bahnen in Folge der allgemein günstigen Geschäftslage außerordentlich stark anwuchs, erwiesen sich die meisten Güter- und Verschiebebahnhöfe als unzureichend. Allenthalben wurden Umbau-Entwürfe zur Vergrößerung der vorhandenen Anlagen aufgestellt. Bald erkannte man, daß durch eine bloße Vermehrung der Gleise mit großen Opfern nur geringer Nutzen zu erzielen sei und daß es vielmehr vor allem darauf ankomme, durch geschickte Ausbildung der Gleisgruppen im Einzelnen, sowie durch eine zweckmäßige Gesamtanordnung eine bessere Ausnutzung der Gleise zu erzielen und so die Leistungsfähigkeit des ganzen Bahnhofes zu erhöhen.

Bisher hatte man zum Ordnen der Züge stumpf endende Gleisbündel verwendet, in die die Wagen aus den Hauptgleisen oder allenfalls aus einem besondern Ausziehgleise gestofsen wurden. Man ging nunmehr nach dem Muster englischer Bahnhöfe dazu über, Anlagen mit hintereinander liegenden, an beiden Seiten angeschlossenen Einfahr-, Ordnungs- und Ausfahr-Gleisen zu schaffen; hierdurch gelang es in der That, einmal die Leistungsfähigkeit der Bahnhöfe zu erhöhen, zweitens aber auch die Verschiebekosten für den einzelnen Wagen herabzumindern. Im Jahrgange 1901 der Railroad Gazette findet sich eine Reihe von Abhandlungen über Verschiebebahnhöfe, die einstimmig diese neue Anordnung loben und die Ausbildung der einzelnen Theile ausführlich behandeln.*) Wiewohl die Ausführungen nur auf amerikanische Verhältnisse zugeschnitten sind, dürften sie doch auch für hiesige Leser bemerkenswerth sein, da sie einen guten Einblick in die Anschauungsweise der amerikanischen Eisenbahnfachmänner gewähren. Bevor jedoch näher auf sie eingegangen wird, sollen zunächst die in Amerika gebräuchlichen Arten des Verschiebens besprochen werden. Den Schluss des Aufsatzes soll die Beschreibung einer Ausführung der allerneuesten Zeit — des Verschiebebahnhofes in Chicago — bilden.

In Amerika sind hauptsächlich zwei Arten des Verschiebens in Anwendung: erstens das auch bei uns gebräuchliche »Abstofsen«, bei dem die Lokomotive an dem einen, die abzustofsenden Wagen am andern Ende des Zuges stehen, wobei sehr viele unnütze Bewegungen nöthig werden, und zweitens das Verschieben mit dem Stofsbaume**) (poling). Hierbei läuft

*) Method of Procedure in Remodeling Freight Yards by W. C. Cushing, S. 1.

Certain Considerations in Designing Yards by W. L. Derr, S. 161.
Yard Design regarded as a Switching Machine for Sorting Cars by F. A. Delano & G. H. Brommer S. 163.

The Re-design of Freight Yards by G. F. J., S. 198.

Division Freight Yards by G. S., S. 277.

**) Organ 1887, S. 85; Railroad Gazette 1886, S. 855, 883, 885; Railroad Gazette 1893, 18. August. Büte und von Borries, Die nordamerikanischen Bahnen in technischer Beziehung 1892, C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. Reitler, Amerikanische Bahnhöfe. Oesterreichische Eisenbahnzeitung 1895, S. 3.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. XXXIX. Band. 10. Heft. 1902.

die Lokomotive auf einem Längsgleise neben dem zu verschiebenden Zuge entlang, und stößt mittels eines etwa 3 m langen und 13 cm dicken Baumes aus Zedernholz, der mit Hülfe eines kleinen Krahnens an der Rückseite des Tenders befestigt ist, einzelne Wagen ab. Nach Blum*) ist dieses Verfahren »besonders für amerikanische Verhältnisse ersonnen, wo die besonders früher verhältnismäßig leicht gebauten Wagen das ruckweise Zurückdrücken langer Verschiebezüge durch Lokomotiven kaum gestatteten.« Da aber die amerikanischen Güterwagen jetzt besonders kräftig hergestellt werden, dürfte dieser Grund für das Stofsbaum-Verschieben nicht mehr maßgebend sein. Vortheilhaft ist es offenbar überall da, wo man gezwungen ist, ohne Hülfe der Schwerkraft zu arbeiten, weil man das lästige Hin- und Herfahren der nicht abzustofsenden Wagen dabei ganz vermeiden kann. Bei Anwendung von Ablaufgleisen oder Eselsrücken scheint es dagegen, soweit sich von hier aus überblicken läßt, unbegründet. Wenn daher ein Verfasser erklärt, er würde nie einen Bahnhof ohne Stofsbaumgleise erbauen, so erscheint dies mehr aus der Macht der Gewohnheit als aus Zweckmäßigkeitsgründen erklärlich.

Uebrigens erfordert das Stofsbaumverschieben außer der Lokomotivmannschaft sechs bis acht Mann. Es steht deshalb bei geringem Umfange des Verschiebegeschäftes hinter dem gewöhnlichen Abstofsen, bei dem nur drei Mann als nothwendig bezeichnet werden, in wirthschaftlicher Beziehung zurück. Häufig unterstützt man das Stofsbaumverschieben dadurch, daß man die Vertheilungsweichen ins Gefälle legt. Anlagen mit Eselsrücken sind bisher nur ganz vereinzelt angewendet worden (Bratford, Chicago). Bahnhöfe mit durchgehendem Gefälle, wie Edge Hill und Dresden finden sich nach Angabe von Cushing in Amerika nirgends.

Zur Regelung des Laufes der abgestofsenden Wagen werden anscheinend überall Wagenbremsen benutzt; Gleisbremsen und Hemmschuhe scheinen unbekannt zu sein. Es ist klar, daß die Bremser dabei sehr weite Wege zurücklegen müssen. Sie werden deshalb auf einigen Bahnhöfen von der Verschiebelokomotive oder einer besondern Lokomotive von Zeit zu Zeit zurückgeholt.

Um über die Bestimmung und das Ziel der einzelnen Wagen eines Zuges unterrichtet zu sein, erhält der Weichensteller vom Stationsbeamten ein Verzeichnis, auf dem die Zahl der jedesmal abzustofsenden Wagen und deren Bestimmung der Reihe nach angegeben sind; Abschrift hiervon erhält die Mannschaft der Verschiebelokomotive. Auf manchen Bahnhöfen ist auch das Anschreiben der Gleisnummern an die Stirnwände des Wagens gebräuchlich**).

*) Blum, Ueber Verschiebebahnhöfe. Organ 1900, S. 146, 215, 269 und 293, auch als Sonderabdruck in C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden erschienen.

**) Büte und v. Borries, Die nordamerikanischen Eisenbahnen, S. 158, 1892. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

B. Gesamtanordnung der Bahnhöfe.

Im Allgemeinen scheint man darüber einig zu sein, daß der Verschiebebahnhof am zweckmäßigsten zwischen den Hauptgleisen liegt, um Kreuzungen der Hauptfahrwege durch Verschiebebewegungen zu vermeiden. Auf diese Weise läßt sich auch die Theilung der Verschiebegruppen nach den beiden Hauptrichtungen, also die Anwendung des Richtungsbetriebes leicht erreichen. Die den Abhandlungen beigegebenen Gleisskizzen, von denen eine in Abb. 1, Taf. XXIX wiedergegeben ist, zeigen derartige Anordnungen mit zwei ähnlichen, aber selbstständig von den beiden Bahnhofsenden aus in entgegengesetzter Richtung entwickelten Haupt-Verschiebe-Anlagen. Für Wagen, die den Bahnhof auf demselben Flügel verlassen, auf dem sie eingelaufen sind, müssen Uebergabegleise vorhanden sein. Es fällt auf, daß solche Uebergabegleise auf den dargestellten Bahnhofsplänen fehlen, auch in den Aufzählungen der einzelnen Gleisarten nicht genannt werden. Es muß dahin gestellt bleiben, ob »Rückkehrwagen« in Amerika seltener vorkommen als bei uns, oder ob die Anlage der Uebergabegleise, wie es auch anderwärts geschieht, nur fehlerhafter Weise unterlassen worden ist.

Bei der weitem Ausbildung wird vor allen Dingen darauf Werth gelegt, Rückwärtsbewegungen auf alle Fälle zu vermeiden. Wie der Gleisplan Abb. 1, Taf. XXIX erkennen läßt, dehnt man diesen Grundsatz auch auf die Fahrten von und zu den Ausbesserungs-, Packwagen- und Waage-Gleisen aus.

Jede von den oben erwähnten Hälften der Verschiebeanlagen wird von den Amerikanern in zwei Hauptgruppen eingetheilt: den »Einfahrbahnhof« und den »Abfahrbahnhof«. Zum Einfahrbahnhofe gehören nur die Einfahrgleise*), zum Abfahrbahnhofe dagegen alle übrigen: die Gleise zum Ordnen nach Richtungen, »Richtungsgleise«**), zum Ordnen nach Stationen, »Stationsgleise«***), die Abfahrgleise †), sowie eine Reihe von Nebengleisen.

Ueber die Ausbildung dieser Gruppen im Einzelnen herrschen sehr verschiedene Ansichten, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden.

C. Ausbildung der einzelnen Gruppen.

C. a) Einfahrgleise.

Die Einlegung mehrerer Einfahrgleise wird überall da erforderlich, wo die Zugfolge sehr dicht ist, also auf allen stark besetzten Linien, um die Strecke rasch frei machen zu können. Sie wird aber auch schon dann nothwendig, wenn man die Güterzüge in einzelnen Abtheilungen befördert, wie es in Amerika häufig geschieht. Früher, als die Bahnhöfe nur ein Einfahrgleis besaßen, das gleichzeitig auch als Ausfahrgleis diente, mußte jede Abtheilung so lange auf der Strecke warten, bis die vorhergegangene fertig geordnet war, wodurch nicht nur große Aufenthalte entstanden, sondern auch eine einheitliche Ordnung des gesammten Zuges gehindert wurde. Ueber die

*) Receiving tracks (englisch: reception lines).

**) Classification tracks (englisch: sorting sidings).

***) Sorting tracks (englisch: marshalling sidings).

†) Departure tracks (englisch: departure lines).

Länge der Einfahrgleise gehen die Meinungen sehr auseinander. Cushing empfiehlt ihre Länge noch größer anzunehmen, als die augenblicklich größte Zuglänge, um auch in Zukunft auszukommen, wo vermuthlich mit den Fortschritten im Lokomotivbau weitere Erhöhungen des Zuggewichtes eintreten werden. Da aber andererseits die Tragfähigkeit der Wagen bei unveränderter Kastenlänge vermehrt werde, so genüge es, mit einer Vermehrung von 50% zu rechnen. Auch Derr tritt dafür ein, den Einfahrgleisen mindestens größte Zuglänge zu geben; ja er hält es unter Umständen für geboten, sie zur Aufnahme von zwei oder drei Zügen einzurichten, wobei allerdings durch Weichenverbindungen dafür gesorgt sein muß, daß die Zuglokomotiven rasch die angebrachten Züge verlassen können. Delano und Bromner wollen dagegen den Ein- und Ausfahrgleisen nicht die größte, sondern nur die durchschnittliche Zuglänge geben und sehr lange Züge auf zwei Gleise vertheilen, um an Gesamtlänge des Bahnhofes zu sparen. Dieser Grundsatz erscheint indes nicht unbedenklich, da das Einsetzen eines Zuges in zwei Gleise zeitraubend sein dürfte.

Cushing empfiehlt die Gleise so lang zu machen, daß 80 Wagen Platz haben. In den Musterbeispielen giebt er die Länge von 950 bis 970 m als für 80 Wagen brauchbar an, was bei Abzug einer Länge von 50 m für zwei Lokomotiven und den nöthigen Spielraum rund 11 m für die Wagenlänge geben würde.

Die Anzahl der Einfahrgleise soll nach Ansicht sämtlicher Verfasser nicht zu gering sein, um erforderlichen Falles mehr Züge, als gewöhnlich, aufnehmen und so Betriebsstörungen ausgleichen zu können.

Um unnütze Bewegungen zu ersparen, wird empfohlen, die Züge unmittelbar von den Einfahrgleisen aus zu ordnen, also die Einfahrgleise als Abstossgleise zu benutzen. Mit Rücksicht auf den Stoßbaumbetrieb muß daher neben dem abzustofsenden Zuge ein Gleis frei gehalten werden. Bei starkem Verkehre wird empfohlen, drei besondere, hinter den Einfahrgleisen liegende Stofsgleise anzuordnen (Abb. 1, Taf. XXIX), von denen das mittelste der Stofsbau-lokomotive dient, während die beiden äußeren mittels besonderer Lokomotive stets mit frischen Wagen aus den Einfahrgleisen versorgt werden. Es liegt auf der Hand, daß eine solche Anlage, wie sie beispielsweise u. a. auf dem Bahnhofe Altoona ausgeführt ist, die bei Verschiebebahnhöfen ohnehin meist schon recht große Gesamtlänge des Bahnhofes beträchtlich vermehrt.

C. b) Richtungsgleise.

Die Anzahl der Gleise zum Ordnen nach Richtungen hängt so sehr von den Besonderheiten des Bahnnetzes ab, daß sich allgemeine Zahlenangaben schwer machen lassen. Cushing behauptet zwar, die Anzahl der Richtungsgleise müsse $1\frac{1}{2}$ mal so groß sein, wie die der Einfahrgleise; in einem von ihm gegebenen Beispiele ist diese aber 12, jene 38, das Verhältnis also 1 : 3,2. Beiläufig bemerkt schwankt dieses Verhältnis für einige westdeutsche Bahnhöfe zwischen 1 : 2,7 und 1 : 3,4. Es fragt sich aber, ob das Aufstellen solcher Verhältniszahlen überhaupt von Werth ist, ob nicht vielmehr die Gleiszahlen beider Gruppen unabhängig von einander zu ermitteln sind, wobei für

die Einfahrgleise der Fahrplan, für die Richtungsgleise die Verhältnisse des Bahnnetzes maßgebend sein werden.

Bekanntlich rüstet man in Amerika die Güterwagen mit Luftdruckbremsen aus; ein sehr großer Theil der Wagen ist bereits damit versehen. Daher ist es nach Derr's Angaben augenblicklich nothwendig, besondere Ordnungsgleise für Wagen mit Luftbremsen vorzusehen bis zu dem Zeitpunkte, wo alle Wagen ausgerüstet sein werden.

Die Länge der Richtungsgleise ist sehr verschieden. In einem der gegebenen Beispiele sind eine kleine Gruppe etwa 900 m langer Gleise für je 80 Wagen und zwei größere Gruppen mit Gleisen von 560 m bis 280 m Länge für je 50 bis 25 Wagen vorhanden. In einem andern Beispiele dagegen sind sämtliche Gleise von gleicher Länge.

C. c) Stationsgleise.

Das Ordnen nach Stationen scheint auf den amerikanischen Bahnen nicht dieselbe Rolle zu spielen wie bei uns. Allerdings sagt Cushing ausdrücklich, daß viele Züge in Stationsordnung gebracht werden müssen und empfiehlt dafür die Edge Hill Anordnung*) mit zwei hintereinander liegenden Rosten**); die Gesamtlänge der Gleise eines Rostes soll der eines ganzen Zuges entsprechen und die Zahl der Gleise soll gleich der Quadratwurzel aus der Zahl der zu bildenden Gruppen sein.

Im Gegensatze dazu sprechen sich Delano und Bromner gegen die Rostanlagen aus. Sie sagen: »Ordnungsroste nach dem Muster von Edge Hill sind selten, fast nie in diesem Lande nöthig. Es ist besser, einige Wagen in einigen Zügen zweimal oder gar dreimal umzuordnen, als eine gekünstelte Filterung einzuschieben, die ganz unnütz und bei einem großen Theile des Betriebes schädlich ist.«

C. d) Ausfahrgleise.

Von mehreren Verfassern wird großer Werth auf die Anlage zahlreicher besonderer Ausfahrgleise gelegt, in denen die Züge mit Zuglokomotive und Packwagen versehen werden und den Zeitpunkt der Abfahrt erwarten. In einem Aufsätze wird sogar empfohlen, die Ordnungsgleise bei Bahnhofsumbauten, bei denen es an Platz mangelt, unter Umständen zu kürzen und lieber dafür Ausfahrgleise anzulegen, in die etwa gefüllte Richtungsgleise entleert werden können, um das Verschiebengeschäft nicht aufzuhalten. Diese Erörterungen lassen vermuthen, daß man in Amerika früher unmittelbar aus den Richtungsgleisen ausgefahren ist und sich nunmehr zur Einschaltung besonderer Ausfahrgleise entschlossen hat; anderwärts ist man den umgekehrten Weg gegangen.

C. e) Nebengleise.

e) 1. Lokomotivgleise.

Die Schaffung besonderer Verkehrsgleise für die Zuglokomotiv-Fahrten vom und zum Schuppen wird ausdrücklich betont, woraus man schließen darf, daß diese hin und wieder fehlen.

*) Organ 1887, S. 233.

***) Blum, Organ 1900, S. 146. Eisenbahn-Bau der Gegenwart Abschn. III. S. 501.

e) 2. Packwagengleise.

Da die Packwagen in Amerika am Schlusse des Zuges laufen, so ist das An- und Absetzen nicht so bequem, wie in Deutschland, wo die Zuglokomotiven die Packwagen nach der Ankunft gleich nach den Packwagengleisen mitnehmen und vor der Abfahrt von dort holen und unmittelbar an den Zug setzen können. Besonders das Ansetzen an den Schluss des fertigen Zuges macht Schwierigkeiten.

Die von Cushing in Abb. 1, Taf. XXIX vorgeschlagene Anordnung erscheint deshalb unzweckmäßig, da bei ihr die Packwagen nicht an den Schluss, sondern an das Ende des abfahrenden Zuges gelangen würden.

Wie schwierig die Behandlung der Packwagen ist, zeigt die Redewendung*): »Der Packwagen ist der Ochse im Porzellanladen und ist überall im Wege«.

e) 3. Wägeggleise.

Das Verwiegen der Wagen findet in Amerika während des Ueberlaufens der Fahrzeuge statt; auch wird die Wägung in viel ausgedehnterem Maße vorgenommen als bei uns.

Cushing giebt daher den Rath, die Waage in die Einschnürung zwischen Abstofs- und Ordnungs-Gleisen zu legen und empfiehlt sogar, zwei Waagen anzubringen, von denen eine in Bereitschaft ist; es ist einleuchtend, daß bei dieser Lage jede Rückwärtsbewegung vermieden werden kann. Auch Delano und Bromner empfehlen diesen Platz. Dagegen macht Derr darauf aufmerksam, daß die Waage bei Kohlen- und Erz-Verladung an den Ladestellen liegen muß, um sowohl die leeren als auch die vollen Wagen wiegen zu können.

e) 4. Ausbesserungsgleise.

Cushing empfiehlt die Ausbesserungsgleise in der Nähe der Ordnungsgleise anzulegen, um die beschädigten Wagen unmittelbar von den Stofsgleisen dorthin bringen zu können; nach der Ausbesserung sollen die Wagen ohne jede Rückwärtsbewegung zu ihren Zügen gelangen; er empfiehlt, den Gleisen Zuglänge zu geben, um sie zur Noth als Hilfs-Ordnungsgleise benutzen zu können, und sie durch Weichenstraßen zu theilen (Abb. 1, Taf. XXIX). Eine solche Regellosigkeit in der Benutzung der Gleise erscheint aber jedenfalls nicht unbedenklich.

e) 5. Aufstellgleise.

Aufstellgleise müssen für leere Wagen vorgesehen werden, die zur Verfügung bleiben sollen.

Cushing empfiehlt, solche Wagen nicht mit den Betriebswagen zu vermischen, sondern sie in besondere Gleise zu stofsen. Das Fehlen besonderer Aufstellgleise für leere Wagen und die Benutzung der Richtungsgleise hierfür wird als Fehler bezeichnet. Außerdem sollen noch Aufstellgleise vorhanden sein, um die Richtungsgleise bei starkem Andrang frei machen zu können. Diese Gleise haben aber offenbar dieselbe Bestimmung, wie die vorher erwähnten Ausfahrgleise, dürften daher zweckmäßig durch diese zu ersetzen sein.

*) Railroad Gazette 1895, Bd. 27, S. 465.

D. Durchbildung der Gleise und Weichen.

Um die Uebersichtlichkeit zu wahren, wird die Anlage gerader Weichenstrassen empfohlen. Gekrümmte Weichenstrassen, sowie Doppelweichen werden möglichst vermieden. Um die Entfernung der Weichen trotzdem thunlichst gering zu machen, wird als Neigung der Weichenstrassen 1 : 7 gewählt. Genügende Abstände zwischen gleichgerichteten Weichenstrassen werden besonders dringend empfohlen; doch zeigen die Beispiele in den meisten Fällen einen geringern Abstand, als 4,5 m.

Für Anschlußgleise nach Schuppen u. s. w. sind in Amerika viel kleinere Halbmesser gebräuchlich, als hier zu Lande. Doch warnt Delano ausdrücklich bis zu den kleinsten Halbmessern von 27,4 m herabzugehen, ja er hält Halbmesser von 45,7 m für unangebracht, da ein Theil der Wagen und fast alle Lokomotiven hierbei der Entgleisungsgefahr ausgesetzt seien.

Für das Stellen der Weichen wird von fast sämtlichen Verfassern die Zusammenfassung in möglichst wenige Stellwerke als erwünscht bezeichnet. Cushing empfiehlt elektrisch gesteuerte Prefsluft-Weichenstellung und zwar für Einfahrt und Ausfahrt vereinigte Weichen- und Signalstellwerke, für die Verschiebgleise dagegen lediglich Weichenstellwerke. Auch Derr empfiehlt Kraft-Weichenstellung möglichst von einem Punkte aus, weil die Bedienung leichter sei und außerdem weniger leicht Mißverständnisse und Unfälle vorkämen. Die Anschaffungskosten seien unbedeutend höher, als bei Stellung mit Handhebeln und die Unterhaltung sei da, wo eine große Anzahl in Frage käme, verhältnismäßig billig.

Delano verlangt, daß die wichtigen Weichen Nachts immer Laternen erhalten, wenn der Bahnhof nicht elektrisch beleuchtet wird, woraus zu schliessen ist, daß bei Vorhandensein guter künstlicher Beleuchtung von besondern Weichenlichtsignalen zuweilen abgesehen wird. Demgegenüber sei gleich bemerkt, daß auf dem neuen Verschiebebahnhofe in Chicago trotz ausgedehnter Beleuchtung durch Bogenlicht sämtliche Weichensignale Laternen mit achtkerzigen Glühlampen tragen.

E. Nebenanlagen.

An baulichen Anlagen finden sich im Allgemeinen: Lokomotivschuppen mit selbstthätigen Kohlenladevorrichtungen, Umladeschuppen von sehr bedeutenden Abmessungen, Krafthäuser zur Erzeugung von elektrischem Lichte und von Prefsluft, die mit Hilfe an den Richtungsgleisen entlang laufender Rohrleitungen zum Füllen der Wagenbremsbehälter und zum Stellen der Weichen benutzt wird. Auf einzelnen Bahnhöfen werden Eishäuser errichtet, die zur Aufbewahrung leicht verderblicher Gegenstände und zur Ausrüstung der Kühlwagen dienen. Daß eine Wasserversorgungsanlage, die gleichzeitig zum Feuerlöschdienste eingerichtet sein muß, nicht fehlen darf, wird als selbstverständlich bezeichnet. Auf die Aufstellung von Wasserkränen an möglichst vielen Stellen wird großer Werth gelegt, um unnützen Aufenthalt der Lokomotiven zu vermeiden.

Gute Fernsprechverbindungen, vor Allem zwischen den Lokomotivschuppen und den Abfertigungsgebäuden, wird dringend empfohlen. Es sei hierbei erwähnt, daß von einem Verfasser die Errichtung je einer Zugabfertigungstelle für die beiden Hauptrichtungen als zweckmäßig bezeichnet wird.

F. Beschreibung eines ausgeführten Beispiels.

Der neue Verschiebebahnhof in Chicago ist im Laufe des Jahres 1901 in Betrieb genommen. Bei seiner Besprechung soll zunächst der ursprüngliche Entwurf beschrieben, dann soll gezeigt werden, wie er nachher für die Ausführung umgestaltet worden ist.

F. a) Entwurf.*)

Der Plan zu dem »größten Bahnhofe der Welt« wurde zuerst im Jahre 1899 im Auftrage der Chicago Transfer and Clearing Company vom Ingenieur Swanitz aufgestellt. Zur Zeit münden in Chicago 23 Bahnlinien ein, die durch Ringbahnen verbunden sind. Das Auswechseln der Wagen zwischen den einzelnen Linien war deshalb mit Schwierigkeiten verbunden, weil an jedem Kreuzungspunkte einer Bahn mit der Verbindungsbahn Verschiebewebungen erforderlich wurden, viele Leerfahrten sich ergaben u. s. w. Man beschloß deshalb, einen großen Haupt-Verschiebebahnhof zu erbauen, um so mehr, als die Eisenbahngesellschaften in Chicago gezwungen wurden, ihre Linien hoch zu legen, was eine möglichste Einschränkung der eigenen Verschiebe-Anlagen rätlich erscheinen liefs. Gleichzeitig sollten in der Nähe des Bahnhofes große Handels- und Waarenhäuser, Getreide-Speicher und Kohlenilos errichtet werden. Die Gesellschaft erwarb zu diesem Zwecke ein Gelände von 1500 ha, das vollständig eben war und deshalb durch ein ausgedehntes Rohrnetz entwässert werden mußte. In Abb. 2, Taf. XXIX ist der gesammte Bahnhof-Entwurf dargestellt, der in dieser Ausdehnung wohl schwerlich in absehbarer Zeit zur Ausführung kommt. Der eigentliche Verschiebebahnhof, von dem allein im Folgenden die Rede sein wird, ist der Bahnhof Nr. 2 (Abb. 2, Taf. XXIX).

Vorläufig ist der Betriebsplan, die Züge auf dem Bahnhofe Nr. 2 nur nach Strecken zu ordnen. Das Ordnen nach Stationen würde nach dem Ausbau der andern Bahnhöfe angeblich ebenfalls möglich werden. In Abb. 3, Taf. XXIX ist die Anlage des Bahnhofes Nr. 2 im Einzelnen erläutert.

B sind Einfahrtgleise für sämtliche Richtungen und für die Aufnahme von 3500 Wagen berechnet. Von hier aus werden mittels einer Stofsbaumlokomotive 18 bis 20 Wagen auf den Berg M (Abb. 3, Taf. XXIX) gedrückt; von dort aus laufen sie in die Ordnungsgleise C, oder falls sie leer sind, in die Aufstellgleise D; Eilgutwagen mit leicht verderblichen Gegenständen laufen in den Eilgutbahnhof E. Ausbesserungsbedürftige Wagen in die Ausbesserungsgleise F. Mittels einer zweiten Verschiebelokomotive werden die Züge aus den Ordnungsgleisen nach den Abfahrtgleisen A A oder G G gebracht. Die Leistungsfähigkeit des Bahnhofes wird auf 4000 Wagen täglich geschätzt. Das Umladen des Stückgutes erfolgt in den beiden Umladeschuppen F nördlich und südlich des Ablaufberges. Die Gesamtaufnahmefähigkeit der Gleise wird auf 14 000 Wagen, die Gesamtgleislänge auf 169 km angegeben, was einer Wagenlänge von etwa 12 m entsprechen würde.

F. b) Beurtheilung des Entwurfes.

Der Entwurf liefert eine einseitig der Länge nach entwickelte Anlage. Er vermeidet im Allgemeinen Rückwärts-

*) Freight Yards of the Chicago Transfer and Clearing Company. Railroad Gazette 1901, S. 159.

bewegungen beim Verschieben, ausgenommen die Bewegung der Wagen von und zu den Umladeschuppen, sowie die Beförderung der Wagen aus den Ordnungsgleisen in die Abfahrgleise A. Diese letztgenannte Eigenthümlichkeit hätte sich durch Anordnung der Gruppe A neben der Gruppe G leicht beseitigen lassen, wobei allerdings die Ausnutzung des gleichmäßig breiten Geländestreifens etwas schwieriger geworden wäre; sie erscheint übrigens nicht bedenklich, da es sich hier nur um die Ueberführung geschlossener Züge und nicht einzelner Wagen handelt. Dagegen muß der Anschluß der Umladegleise als Fehler bezeichnet werden, zumal nach den Größen-Abmessungen der Umladehallen von $15,2 \times 488$ m offenbar auf einen bedeutenden Verkehr gerechnet wird.

Eine andere Frage ist die, ob der eine Ablauf M täglich 4000 Wagen würde leisten können. Nach Beobachtungen auf deutschen Bahnhöfen kann ein Ablaufkopf mit Rücksicht auf die Zwischenzeiten zum Ausgleich von Unregelmäßigkeiten täglich im Durchschnitte 3300, nach anderer Berechnung 3500 Wagen verarbeiten. Thatsächlich dürften aber so viele Wagen in Deutschland kaum auf einen Verschiebeberg kommen. In Osterfeld betrug beispielsweise bis zum Jahre 1898 die Höchstzahl der an einem Tage auf zwei Ablaufköpfen bewegten Wagen 5500, was also, gleichmäßige Vertheilung vorausgesetzt, 2750 Wagen für einen Kopf geben würde.

Das Verschieben mit dem Stoßbaume erfordert nach Büte und v. Borries für jedes Abstossen 0,5 Minuten. Nimmt man an, daß das Abstossen ununterbrochen stattfindet, so könnte am Tage $24 \cdot 60 \cdot 2 = 2880$ Mal abgestossen werden. Da nun häufig mehrere Wagen zusammen abgestossen werden, so kann die Zahl der bewegten Wagen sicher höher sein als 2880, dürfte indessen die in Deutschland gewonnenen Zahlen kaum erreichen, da das Verschieben mit dem Eselsrücken außerordentlich gleichmäßige Arbeit ermöglicht. Das Ordnen von 4000 Wagen im Tage hätte daher wohl große Schwierigkeiten bereitet. Dieser Umstand mag mit dazu beigetragen haben, den Plan umzuändern.

Der wirklich ausgeführte Bahnhof ist in Abb. 4, Taf. XXIX dargestellt.*) Er besteht zunächst aus den beiden Gruppen der Einfahrgleise C und C₁, die an der Stelle liegen, an der im ersten Entwurfe die Umladegleise angeordnet waren. Die Einfahrgleise liegen in der Wagerechten; die Spitzen der Richtungsgleise B und B₁ haben die in Abb. 5, Taf. XXIX angegebenen Neigungen. Die eingefahrenen Züge werden von Verschiebelokomotiven übernommen, nach den an der Seite der Ordnungsgleise liegenden Verschiebegleisen X—X und Y—Y gebracht und von hier aus über den Berg in die gegenüberliegende Gruppe der Ordnungsgleise gestossen, die sich vom Gleise 25 aus mittels einer gleichseitigen Doppelweiche nach beiden Seiten gleichmäßig entwickeln. Die Weichenverbindungen auf dem Gipfel des Ablaufberges sind so getroffen, daß gleichzeitig je ein Zug aus Gleis X—X in die Gruppe B₁ und aus

Gleis Y—Y in die Gruppe B abgestossen werden kann. Auf diese Weise ist die Anzahl der Ordnungsgleise doppelt so groß geworden, als nach dem Entwurfe. Liegen Gründe vor, Wagen nicht in die gegenüberliegende, sondern in die zurückliegende Gruppe laufen zu lassen, so werden sie zwar zunächst in einem Gleise der gegenüberliegenden Gruppe gesammelt, dann aber rückwärts über den Berg gedrückt. Damit Schwerläufer, die etwa in den Weichen stehen bleiben, leicht wieder flott gemacht werden können, liegen neben der Hauptweichenstraße Hilfs-gleise Z und Z₁, von denen aus die Lokomotive die Wagen durch den Stoßbaum in Bewegung setzen kann. Die Wagen werden von Bremsern begleitet und diese müssen von Zeit zu Zeit in der oben bereits erwähnten Weise mittels einer leichten Lokomotive mit angehängtem Wagen zurückgebracht werden.

Für den Bahnhof sind sechs Verschiebelokomotiven vorgesehen. Man hofft auf Grund der Erfahrungen auf anderen Bahnhöfen täglich 5000 bis 8000 Wagen ordnen zu können, was indessen nach den obigen Ausführungen bezweifelt werden muß. Besondere Ausfahrgleise sind nicht vorhanden; vermuthlich fahren die Züge aus den Richtungsgleisen unmittelbar aus. Dagegen sind Gleisgruppen D angeordnet, die zur Entlastung der Richtungsgleise dienen sollen, deren Anschluß und Lage aber nicht gerade als sehr günstig bezeichnet werden kann.

Die Vortheile dieser neuen Anlage gegenüber dem Entwurfe bestehen einmal in der Vermehrung der Abläufe und der Ordnungsgleise. Auch ist die Behandlung von Wagen, die man zweimal ablaufen lassen muß, äußerst einfach. Dagegen liegt ein großer Nachtheil darin, daß die Züge nicht unmittelbar oder wenigstens nicht ohne Rückwärtsbewegung aus den Einfahrgleisen ablaufen können. Das Fehlen besonderer Ausfahrgleise ist ebenfalls bedenklich, Ersatz durch die Gruppen DD erscheint ausgeschlossen. Der größte Fehler liegt jedenfalls in der schlechten Ausbildung der Linienzuführung mit ihren zahlreichen Kreuzungen in Schienenhöhe, durch die die Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage bedeutend herabgesetzt wird. Uebrigens dürfte sich die Anwendung dieses Musters da empfehlen, wo es an der nöthigen Länge fehlt.

Diese Andeutungen werden genügen, um ein Urtheil über die amerikanische Anschauungsweise zu gewinnen. Sie lassen erkennen, daß Vieles drüben als etwas Besonderes angesehen wird, was sich europäische Fachmänner längst zu eigen gemacht haben, ja wie ein Vergleich mit der Blum'schen Abhandlung lehrt, daß viele hier als zweckmäßig erkannte Maßnahmen drüben noch gar nicht einmal zur Erörterung gestellt werden.

Besonders bemerkenswerth erscheinen folgende Punkte, die zwar auch schon theilweise bekannt sind, aber meist wenig Beachtung finden: die Lage des Verschiebebahnhofes zwischen den Hauptgleisen, die Anwendung gerader gedrängter steiler Weichenstraßen, der beiderseitige Anschluß aller Gleise, die Vermeidung jeder Rückwärtsbewegung der Wagen, die Verwendung von Kraftstellwerken, sowie die Herstellung aller der Einrichtungen, die den Aufenthalt der Zuglokomotiven auf den Bahnhöfen verkürzen. Endlich dürften die amerikanischen Bahnhöfe auch zeigen, daß die Stellung des Packwagens an den Zugschlus die Aufgaben des Verschiebegeschäftes zwar erschwert, aber nicht unmöglich macht.

*) Railway Review 1901, S. 737; Engineering News 1902, S. 12; Railroad Gazette 1902, S. 182. — O. Walzel, Der große, gemeinschaftliche Verschiebebahnhof in Chicago. Organ 1902, S. 131.

Lichtdurchlässigkeit von rothen und grünblauen Glasscheiben.

Von Bredemeyer, Eisenbahn-Bauinspektor zu Frankfurt a. Oder.

Die Feststellung der Lichtdurchlässigkeit von rothen und grünblauen Glasscheiben ist für den Eisenbahnbetrieb von Wichtigkeit, um die Verwendung sowohl von zu hellen als auch zu dunkeln Farbentönen zu vermeiden. Zu helle Farbentöne würden bei den Nacht-Sichtsignalen die Unterscheidung von weißem Lichte erschweren, zu dunkle Farbentöne aber ihre Erkennbarkeit überhaupt in Frage stellen.

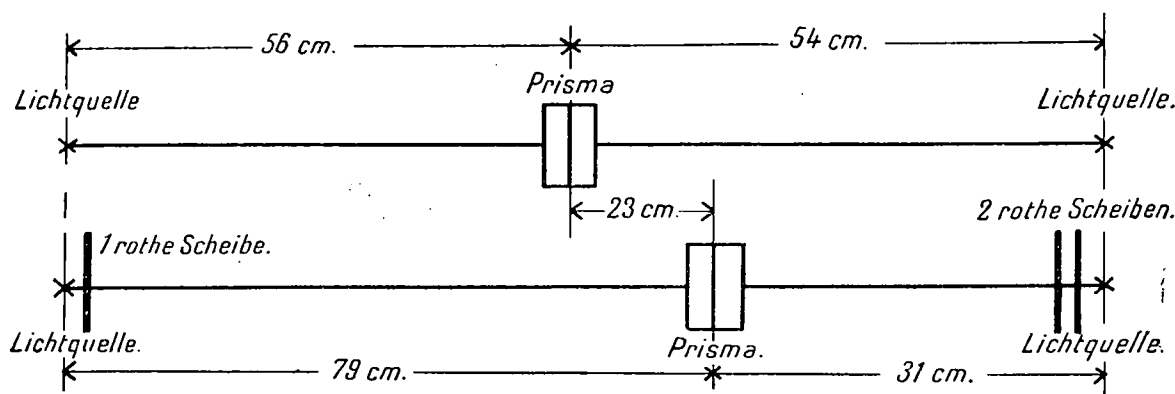
In Anbetracht ihrer Wichtigkeit ist daher diese Angelegenheit auch im Materialien-Ausschusse der preussischen Staats-Eisenbahnverwaltung verhandelt worden.

Die Lichtdurchlässigkeit von rothen und grünen in % der-

jenigen von klaren Scheiben wurde in folgender Weise durch Lichtmessung bestimmt.

Die Einrichtung eines Lichtmessers kann als bekannt vorausgesetzt werden. Nachdem das Verhältnis der Helligkeiten zweier um 110 cm von einander entfernten elektrischen Glühlichtquellen mit $56^2 : 54^2$ bestimmt war, d. h. beide Seiten des Lichtmefs-Prismas bei einer Entfernung der Lichtquellen von 56 und 54 cm gleich beleuchtet gefunden waren, wurden vor die Lichtquelle links eine, vor die rechts zwei rothe Scheiben von derselben Glasplatte, also von thunlichst genau gleicher Färbung gestellt (Textabb. 1).

Abb. 1.



Nach Verschiebung des Lichtmefs-Prismas nach rechts um 23 cm erschienen die beiden Prismenseiten abermals gleich hell roth beleuchtet. Die Lichtstärken der roth abgeblendeten Lichtquellen verhalten sich also wie $79^2 : 31^2$.

Wird nun der Bruchtheil der Lichtstärke 1, den eine rothe Scheibe von der Lichtmenge des ungeschwächten, annähernd weißen Lichtes von der bekannten Lichtstärke 1 verzehrt mit $\frac{x}{100}$ bezeichnet, geht also durch die rothe Scheibe vor einer Quelle der Lichtstärke 1 eine Lichtmenge von $\left(1 - \frac{1 \cdot x}{100}\right)$ hindurch, so verzehrt eine zweite rothe Scheibe von derselben Färbung vor die erste rothe Scheibe gestellt eine Lichtmenge von $\frac{\left(1 - \frac{1 \cdot x}{100}\right)^2}{100}$ der Lichtmenge des ungeschwächten, annähernd weißen Lichtes. Im vorliegenden Falle muß daher, unter Einsetzung der Lichtstärken folgende Gleichung stattfinden:

$$56^2 - \frac{56^2}{100} \cdot x = \frac{79^2}{31^2} \left[54^2 - \frac{54^2}{100} \cdot x - \frac{\left(54^2 - \frac{54^2 \cdot x}{100}\right)^2}{100} \right],$$

oder

$$x^2 - \frac{69544}{379,08} \cdot x = - \frac{3163600}{379,08}$$

Diese quadratische Gleichung ergibt die beiden Wurzeln:

$$x_1 = 99,97 \text{ oder } \approx 100,$$

d. h. die rothen Scheiben sind vollständig undurchsichtig, und

$$x_2 = 83,479.$$

Aus diesem letzteren Werthe ergibt sich die Durchlässigkeit

$$= 100 - 83,479 = 16,521 \%$$

Die Durchlässigkeit des grünblauen Glases ist in gleicher Weise bestimmt. Hier ergibt sich nur die Schwierigkeit, daß zwei übereinander gelegte grünblaue Scheiben immer einen mehr bläulichen Farbenton hervorbringen, der mit dem mehr grünlichen Ton der einfachen Scheibe verglichen werden muß.

Stofs-Elastizität und Festigkeit.

Von H. Saller, Direktionsassessor zu Kempten.

In der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*) ist ein beachtenswerther Versuch gemacht, im Lokomotivdienste mehrfach vorgekommene starke Verbiegungen an Trieb- und

*) 1900, Band I, S. 417.

Kuppelachsen, für deren Erklärung die im gewöhnlichen Betriebsdienste vorkommenden stetig wirkenden Kräfte nicht ausreichten, unter Annahme von Stofswirkungen rechnerisch zu begründen. Diese Berechnungen mußten auf den Zustand un-

vollkommener Elastizität bezogen werden, da bei den oben erwähnten Erscheinungen Ueberschreitungen der Elastizitätsgrenze vorlagen. Bei einem Versuche, die in dem bezeichneten Aufsätze gegebenen Entwicklungen auf einem andern Gebiete und unter andern Verhältnissen bei sehr geringen Stofshöhen in Anwendung zu bringen, zeigte sich vollständiges Versagen der gegebenen Rechnungsweise, und dadurch wurde der Verfasser darauf aufmerksam, daß jene Entwicklungen einer Berichtigung bedürfen. Es sei gestattet, anfänglich in kurzen Zügen den Ausführungen der Z. d. V. d. I. zu folgen.

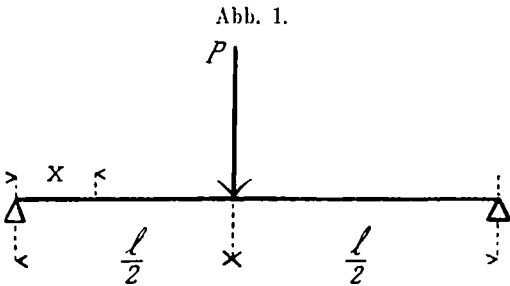


Abb. 1.

Auf Grund einer längern Entwicklung ergibt sich zuerst die bekannte allgemeine Formel für die Formänderungs-Arbeit der Biegung

$$A = \frac{1}{2} EJ \int_0^x M_x^2 dx.$$

M_x hängt hierin unter allen Umständen nach geradlinigem Gesetze von der Belastung ab. Für den Sonderfall eines waagrecht auf zwei Stützen gelagerten Trägers, der unter einer in Trägersmitte wirkenden Last P auf Biegung beansprucht wird, wird:

$$M_x = \frac{Px}{2}, \text{ daher } A = \frac{1}{2} EJ \int_0^x \frac{P^2}{4} x^2 dx = \frac{P^2 x^3}{24 EJ}.$$

Für beide Hälften des Stabes erhält man die Formänderungsarbeit aus $x = \frac{l}{2}$ nach

$$A = \frac{2 \cdot P^2 l^3}{8 \cdot 24 \cdot EJ} = \frac{P^2 l^3}{96 EJ}, \text{ also:}$$

$$P = \frac{4}{l} \sqrt{\frac{6 EJ A}{1}} \dots \dots \dots (1)$$

Gelingt es in Gl. 1 statt A der Formänderungsarbeit für ein ruhendes P einen der Formänderungsarbeit einer stofsweise wirkenden Kraft P entsprechenden Werth \mathcal{A} einzuführen, so ist damit die Stofswirkung von P auf die ruhender Last zurückgeführt, und daraus folgt diejenige Last $\mu \cdot P$, welche ruhend dieselbe Wirkung ausübt, wie ein stofsendes P , wenn μ die Stofs-Werthziffer bezeichnet. Es wird also

$$\mu P = \frac{4}{l} \sqrt{\frac{6 EJ \mathcal{A}}{1}} \dots \dots \dots (2)$$

Für die Größe \mathcal{A} benutzt der Verfasser des angezogenen Aufsatzes die Stofswirkung, für welche er setzt

$$\mathcal{A} = \frac{m^2}{m + m_1} \cdot \frac{c^2}{2},$$

worin m die stofsende Masse, c ihre Endgeschwindigkeit unmittelbar vor dem Stofse und m_1 die auf den Stofspunkt bezogene Masse des vom Stofse getroffenen ursprünglich in Ruhe befindlichen Körpers ist. Setzt man für m und m_1 die

Ausdrücke $\frac{G}{g}$ und $\frac{G_1}{g}$ und für c nach vorstehender Annahme $\sqrt{2gh}$, so ergibt sich

$$\mathcal{A} = \frac{G^2}{G + G_1} \cdot h \dots \dots \dots (3)$$

In dem genannten Aufsätze folgt weiter eine Berechnung des auf den Stofspunkt bezogenen Gewichtes G_1 , auf die wir aber nicht weiter eingehen; denn eine einfache Erwägung zeigt, daß Formel (3) bereits falsche Pfade führt. Wird $h = 0$, so entsteht der Fall der plötzlichen Einwirkung einer Kraft, ohne daß jedoch ein Stofs stattfindet. Für $h = 0$ ist aber in (3) $\mathcal{A} = 0$ und sonach auch in (2) $\mu = 0$; in diesem Falle muß aber $\mu = 2$ folgen.*)

Hier darf eben nicht die vorentwickelte Stofswirkung eingesetzt werden, da so äußere und innere mechanische Arbeit verquickt und außerdem übersehen wird, daß die Arbeit der äußeren Kraft im Augenblicke des Stofses nicht aufhört, sondern noch bis zur Erreichung der größten Durchbiegung des Trägers anwächst. Der Formänderungsarbeit muß vielmehr allein diejenige mechanische Arbeit gegenübergestellt werden, welche die äußere Kraft leistet. Der Schwerpunkt der Last sinkt bei Ausübung des Stofses um h vermehrt um die unter der Einwirkung des Stofses auftretende Einbiegung des Trägers. Ist aber f die Einbiegung des Trägers bei ruhender Last P , so ist $\mu \cdot f$ die Einbiegung bei Stofswirkung von P , da die Einbiegung in geradem Verhältnisse mit der Last wächst. Die äußere mechanische Arbeit ist also

$$\mathcal{A} = P(h + f \cdot \mu)$$

und dieser Werth liefert in Gl. (2) eingeführt

$$\mu \cdot P = \frac{4}{l} \sqrt{\frac{6 EJ P(h + f \cdot \mu)}{1}}$$

$$\mu^2 P^2 = \frac{96 EJ P(h + f \cdot \mu)}{l^3}$$

$$\mu^2 - \frac{96 EJ f \cdot \mu}{P l^3} = \frac{96 EJ}{P l^3} h.$$

Nun ist aber $f = \frac{P l^3}{48 EJ}$, daher

$$\mu^2 - 2\mu = \frac{2h}{f} \text{ und hieraus}$$

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{2h}{f} + 1} + 1.$$

Da μ immer > 1 sein muß, kann als Vorzeichen der Wurzel nur $+$ in Frage kommen; für die Stofswerthziffer bleibt die einfache Formel

$$\mu = \sqrt{\frac{2h}{f} + 1} + 1, **)$$

in der f die Durchbiegung bei ruhender Last P in der Trägersmitte, und h die Fallhöhe bedeutet. Für $h = 0$ wird jetzt richtig $\mu = 2$.

*) v. Bach, Elastizität und Festigkeit. 4. Auflage, Seite 371.

**) Diese Formel ist übrigens nicht neu. Nach Einsendung des vorliegenden Aufsatzes fand ich sie in der Form $\delta = f + \sqrt{2hf + f^2}$ in einem Aufsatz über „Schienenstöße“ von Bräuning in der Zeitschrift für Bauwesen 1893 als von Müller-Breslau herrührend angeführt. Doch fand ich die Formel in keinem der bekannteren Werke von Müller-Breslau und konnte ich auch nicht ermitteln, auf welchem Wege M.-B. die Formel ableitet. Der Verf.

Ist für einen wagrecht auf zwei Stützen gelagerten Träger $l = 200$ cm, $E = 2000000$ kg/qcm und $J = 100000$ cm⁴, das Gewicht der den Träger in seiner Mitte treffenden Last $P = 1000$ kg und die Fallhöhe 6 cm, dann ist

$$f = \frac{1000 \cdot 8000000}{48 \cdot 100000 \cdot 2000000} = 0,000833 \text{ cm}$$

$$\mu = \sqrt{\frac{2 \cdot 6}{0,000833} + 1 + 1} = \sqrt{14406,76 + 1} = 121.$$

Der Träger erleidet also unter der Stofswirkung der aus 6 cm Höhe frei fallenden Last von 1000 kg augenblicklich dieselbe Beanspruchung, wie wenn er ruhend mit 121000 kg belastet würde. Die unberichtigte Formel hätte bei einem Gewichte des Trägers von 170 kg/m ungefähr 111000 kg ergeben.

Auf die weiteren Ausführungen des mehrgenannten Auf-

satzes hier einzugehen, besteht keine Veranlassung. Es genügt darauf hinzuweisen, daß an den betreffenden Stellen überall die im Vorigen entwickelte Berichtigung vorzunehmen ist. Für den weiter vorkommenden Fall der Biegung des einseitig eingespannten Trägers ergibt sich hierbei wieder

$$\mu = \sqrt{\frac{2h}{f} + 1 + 1}.$$

Die Ergebnisse der nicht berichtigten Stofformel weichen übrigens bei verhältnismäßig großen Stofshöhen, wie sie in der mehrfach angeführten Arbeit vorausgesetzt sind, von den berichtigten nicht so weit ab, daß deshalb die in jenem Aufsatz gezogenen Folgerungen wesentlich in Zweifel gestellt werden könnten.

Vorrichtung zum Prüfen der Lokomotiv-Heizrohre.

Von Haas, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Eisenbahn-Direktion Saarbrücken.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 12 auf Tafel XXX.

Nach der Betriebsordnung für die Haupteisenbahnen Deutschlands vom 5. Juli 1892, § 9, 7 muß längstens acht Jahre nach Inbetriebsetzung eines Lokomotivkessels seine innere Untersuchung vorgenommen werden, bei welcher die Heizrohre zu entfernen sind. Nach spätestens je sechs Jahren ist diese Untersuchung zu wiederholen. Die Bahnordnung für die Nebeneisenbahnen Deutschlands vom 5. Juli 1892 enthält im § 11, 7 dieselben Vorschriften.

Das Herausnehmen der Heizrohre aus dem Lokomotivkessel läßt sich nicht ausführen, ohne ihre Enden zu beschädigen, mit denen sie in den Rohrwänden befestigt sind. Um den mittlern noch brauchbaren Theil des herausgenommenen Rohres noch verwenden zu können, schneidet man die beschädigten Rohrenden ab und schweißt ein entsprechend langes Rohrstück an. Es empfiehlt sich und ist daher in Eisenbahnwerkstätten allgemein üblich, die angeschweißten Heizrohre mit Wasserdruck zu prüfen, bevor sie in den Lokomotivkessel eingezogen werden, um Fehler, insbesondere Schweißfehler leichter als am Kessel aufzufinden und Kosten und Zeitverluste durch Einziehen und Herausnehmen undichter Rohre zu vermeiden.

Der Einfachheit halber begnügt man sich damit, die Lokomotiv-Heizrohre einem innern Wasserdrucke zu unterwerfen, obwohl sie im Kessel Aufendruck erhalten. Bedenken sind gegen dieses Verfahren nicht zu erheben, weil die Wandstärke der Lokomotiv-Heizrohre hinreichende Sicherheit gegen den äußern Kesseldruck bietet.

In der Regel werden in Eisenbahnwerkstätten zwei Arbeiter mit dem Prüfen der Heizrohre beschäftigt, von denen einer die Arbeit leitet und die Rohre prüft, während der andere die groben Handreichungen ausführt und die Druckpumpe bedient.

Bei der großen Menge der Lokomotiv-Heizrohre, die alljährlich zur Bearbeitung gelangen, verlohnt es sich, die Eisenbahnwerkstätten mit leistungsfähigen Vorrichtungen und Maschinen für die Rohrarbeiten auszurüsten. In neuerer Zeit sind durch die Einführung von Schweiß- und Stauchmaschinen

für Heizrohre, wie auch von Luftwerkzeugen zur Herstellung der Rohrbündel gute wirthschaftliche Erfolge erzielt.

Für Eisenbahnwerkstätten, die mit Prefswasser-Nieteinrichtung ausgerüstet sind, oder denen Prefswasser aus einer andern Anlage zur Verfügung steht, kann die in Abb. 1 bis 12 auf Tafel XXX dargestellte, sehr leistungsfähige und bequem zu bedienende Vorrichtung zum Prüfen von Lokomotiv-Heizrohren empfohlen werden.

Die Vorrichtung ist in der Eisenbahn-Hauptwerkstätte zu Saarbrücken erbaut und seit Mai 1901 in Gebrauch. Bei dieser Vorrichtung wird das zu prüfende Heizrohr mit Wasserleitungswasser gefüllt und hierauf mit Druckwasser geprefst. Auf diese Weise ist nur eine sehr geringe Menge des theuern Druckwassers erforderlich.

Eine Vergeudung von Prefswasser verhindert der Steuerhahn II (Abb. 5 bis 12, Tafel XXX) selbstthätig. Dieser ist bei g an die Wasserleitung angeschlossen. Bei k tritt das Prefswasser ein. Mit dem eingespannten Heizrohre steht er bei i in Verbindung. Der Abfluß des Wassers aus dem Rohre erfolgt bei h.

Die Wirkungsweise ist die folgende. In der Hahnstellung I, wobei sich der Anschlag a_1 der Scheibe S gegen den Sperrbolzen T bei t_1 legt, sind die beiden Wasserleitungen g und k abgesperrt, i ist mit h verbunden. Der Lufthahn L wird bei dieser Hahnstellung geöffnet. Das Wasser kann alsdann aus dem geprüften Rohre abfließen. Hierauf wird das Rohr losgenommen und das nächste eingespannt.

Ist dies geschehen, so bringt man den Hahnkegel in die Füllstellung II. Weiter läßt sich der Kegel im Sinne der Umdrehung des Uhrzeigers zunächst nicht bewegen, weil nun der Anschlag a_2 der Scheibe S bei t_2 gegen den Sperrbolzen stößt. In der Füllstellung II ist i mit g verbunden, k und h sind abgeschlossen. Das Heizrohr wird bei dieser Hahnstellung aus der Wasserleitung gefüllt. Sobald das Rohr vollgefüllt ist, fließt Wasser aus dem Luftröhre L ab. Wird nun der Lufthahn L geschlossen, so kommt der Wasserleitungsdruck, der

etwa 2,5 bis 3 at beträgt, zur Wirkung, wobei sich der Sperrbolzen T hebt. Sein Hub ist durch den Stift X begrenzt. In dieser Stellung giebt T die Scheibe S frei, welche sodann in die Kerbe K eintreten kann.

Nummehr läßt sich der Hahnkegel in die Stellung III bringen, wobei die Bohrung b an i anschließt, k und h abgesperrt sind. Der Druck im Rohre erhöht sich nun mittels des eingeschalteten Druckregelungs-Ventiles.

Ist die Prüfung beendet, so dreht man den Hahnkegel

in die Anfangstellung I zurück. Sobald das Wasser abfließt, wird der Sperrbolzen T durch die Feder F in seine untere Stellung gedrückt. Man nimmt nun das geprüfte Rohr los und spannt das nächste ein. Das Handrad R erleichtert das Einspannen und Losnehmen durch seine Handlichkeit und vermöge seiner Trägheit. Im Uebrigen bedarf die angedeutete Bauart keiner Erläuterung. Zur Bedienung der Vorrichtung genügt ein Mann.

Elektrischer Betrieb auf der Wiener Stadtbahn.

Bekanntlich*) werden seit längerer Zeit auf der Wiener Stadteisenbahn, welche in Bezug auf Steigungen und Krümmungen sehr schwierige Betriebsverhältnisse aufweist, von dem österreichischen Eisenbahnministerium und der Aktiengesellschaft Siemens & Halske Versuche mit einem elektrisch ausgerüsteten Stadtbahnzuge gemacht.

Der Herr Eisenbahnminister Dr. von Wittek hat sich über das Ergebnis dieser Versuche im österreichischen Abgeordnetenhaus am 13. Mai 1902 wie folgt geäußert:

Ich möchte noch mit wenigen Worten auf die Frage kommen, welche heute die technische Welt ungeheuer lebhaft beschäftigt: das ist die Verwendung der Elektrizität im Zugkraftdienste der Eisenbahnen. Die Staatseisenbahnverwaltung hat Gelegenheit genommen, auf der Wiener Stadtbahn den elektrischen Probetrieb einzuführen, und dieser hat bis jetzt recht günstige Ergebnisse geliefert. Es darf hervorgehoben werden, daß die Wagengruppen für diesen Probetrieb, welche aus einer Doppelgruppe von je vier Triebwagen und einem Beiwagen, also aus 10 Wagen bestehen, bereits längere Zeit in der Erprobung stehen und daß die Erfahrungen, die man in Bezug auf die Wirkung des elektrischen Stromes gemacht hat, günstig sind. (Abgeordneter Mastalka: Ist Oberleitung?) Es ist eine Mittelschiene, die in der Mitte zwischen den beiden Schienen liegt, und die Wagen sind so eingerichtet, daß sie den Strom von dieser Mittelschiene abnehmen; jeder Wagen hat Contactvorrichtungen. Es ist dabei ein Vortheil erreicht, der bei den bisherigen elektrischen Konstruktionen gefehlt hat. Es wird nämlich keine unverhältnismäßig starke Inanspruchnahme der Kuppelung beim Anfahren und Anhalten nöthig, weil ja die Wagen selbst durch ihre Contacteinrichtungen den Strom unmittelbar aufnehmen.

Es ist bei diesen Konstruktionen eine Reihe von Verbesserungen angebracht, die ich als Verdienst des elektrotechnischen

Departements des Eisenbahnministeriums hervorheben darf. Insbesondere ist auch die Schaltvorrichtung wesentlich besser. Bisher war es bei solchen elektrischen Fahrzeugen, welche einen sehr starken Strom von 800 bis 1000 Ampère erfordern, eine sehr schwierige Aufgabe, die Schaltvorrichtung dementsprechend einzurichten, daß sie für den Wagenführer nicht größer und umfangreicher und nicht schwerer zu handhaben ist, als bei einem gewöhnlichen Tramwaywagen, und das ist dadurch erreicht worden, daß man einen Automaten eingeschaltet hat, welcher die Vermittelung zwischen einem in den Wagen eingeführten Strom und der Schaltvorrichtung herstellt, sodaß eigentlich die Schaltvorrichtung nicht den Strom, sondern den Automaten zu steuern hat, in ganz ähnlicher Weise, wie dies auch bei den großen Ozeandampfern mit der Steuervorrichtung ist, wo die Maschine nicht unmittelbar das Steuer steuert, sondern einen kleinen Dampfapparat, der seinerseits wieder auf das große Steuer übersetzt. Ich kann also sagen, daß in technischer Beziehung diese Versuche sehr interessant sind und sich als außerordentlich aussichtsvoll und günstig darstellen.

Was aber die ökonomische Frage betrifft, so ist hierbei eigentlich der große Vortheil nicht erreichbar, den man sich von der Anwendung der Elektrizität versprochen hat. Es ergeben nämlich die genauesten Messungen und Rechnungen, daß die Zugkraftskosten mittels Elektrizität sich mit denen mittels Dampfes ungefähr gleich hoch stellen; die Ziffer ist 96 h für elektrischen und 97 h für Dampfbetrieb, einschließlich Licht und Beheizung für 1 Zugkilometer.

Die Hoffnung, daß man auf diese Art wesentlich billiger fahren wird, ist vorläufig nicht erfüllt, es ist aber hinzuzufügen, daß das viel vom Strompreise abhängt und dieser ziemlich hoch ist. Es hätte aber dabei noch immer einen Vortheil: die bessere Erhaltung des Weges, der Schienen und die Vermeidung gewisser Unannehmlichkeiten, welche vom Dampfbetriebe untrennbar sind. Die Versuche werden fortgesetzt.

*) Organ 1902, S. 25.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Maschinen- und Wagenwesen.

Ausbesserungen an Lokomotiven nach Arbeitslisten.

(Railroad Gazette 1902, Juni, S. 432.)

In den Werkstätten der Chicago und Nord-Westbahn ist vor etwa einem Jahre eine neue Arbeitszeittheilung durch vorher aufgestellte Arbeitslisten eingeführt worden, um die Ausbesserungen der Lokomotiven in kürzester Zeit ausführen zu können. Zu diesem Zwecke sind drei Muster hergestellt:

- 1) für allgemeine Ausbesserungen einschließlich der Kessel, Zeit 21 Tage;
- 2) für allgemeine Ausbesserungen, Zeit 16 Tage;
- 3) für kleinere Ausbesserungen, Zeit 8 Tage.

Der ganze Betrieb ist in folgender Weise geregelt.

Die Betriebswerkmeister haben gedruckte Muster von Postkartengröße, in die Nummer und Gattung der Lokomotive,

Zahl der durchlaufenen Kilometer und Art der Ausbesserung eingetragen werden. Drei Monate, bevor die Lokomotive in die Werkstatt kommt, werden diese Karten ausgefüllt und zur Werkstatt gesandt, wo sie nach Monaten geordnet in verschiedenen Fächern aufbewahrt werden. Nach erfolgter Ausbesserung werden auf die Rückseiten der Karten die Zeitpunkte des Eintreffens und der Fertigstellung eingetragen, dann werden die Karten zu den übrigen für die betreffende Lokomotive vorhandenen gelegt.

Jeden Montag Morgen findet in der Werkstätte eine Versammlung der Werkmeister und Werkführer unter Leitung des Betriebsingenieurs statt, in der die Arbeitslisten für die im Laufe der Woche voraussichtlich eintreffenden Lokomotiven ausgefüllt werden, wie es das nachstehende Muster zeigt.

Arbeitsliste für Lokomotive Nr. —. Allgemeine Ausbesserung einschließlich Kesselausbesserung.

Tag	Zusammenbau	Kesselschmiede	Dreherei	Schmiede	Tenderwerkstatt	Tischlerei	Lackiererei
1	Lokomotive in die Werkstatt	—	—	—	—	—	—
2	Auseinandernehmen	Kessel in die Werkstatt	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	Schieberrahmen	—	—	—
7	—	—	—	Bremsen Rahmen	—	—	—
8	Zylinder ausgebohrt	—	—	Tenderfedern	Drehgestelle fertig	—	—
9	—	—	Bremse und Schieber fertig	Stangen	Rahmen fertig	Führerstand ausgebessert	—
10	—	—	—	—	Wassergefäß fertig	Arbeiten am Tender	—
11	Schieber fertig	—	—	Führungen	Tender ganz fertig	—	—
12	—	—	Rahmen fertig	—	—	—	—
13	—	Feuerkiste ausgebessert	Triebachsen, Achsbüchsen, Gleitschuhe fertig	Kuppelung und Zugvorrichtung	—	—	—
14	Kessel zurück	Kessel zum Zusammenbau	Exzenter fertig	Drehgestellfedern	—	—	Führerstand lackiert
15	Rahmen und Dampfrohre eingesetzt	—	Kreuzkopf und Führung	Triebachsfedern	—	Laufbretter angebracht	Räder lackiert
16	Drehgestell fertig, Führerstand eingesetzt	Heizrohre eingezogen	Hebel bearbeitet	—	—	—	—
17	Achsen untergebracht, Kuppelung und Zugvorrichtung fertig	Kesselprüfung	Kolben mit Stangen	—	—	—	—
18	Kessel bekleidet	—	Triebstangen	—	Arbeiten an Rauchkammer und Aschkasten	Vordere Laufbretter angebracht	—
19	Rohrleitungen angebracht	—	Kuppelstangen	—	—	—	Tender lackiert
20	—	—	—	—	—	—	—
21	Lokomotive fertig	—	—	—	—	—	Lokomotive fertig

Jede Reihe bedeutet einen Tag, die Ausfüllung geschieht für den Tag, an welchem die betreffende Arbeit fertig sein soll. Ferner wird auf der Versammlung festgestellt, wie viele Lokomotiven in der letzten Woche nicht rechtzeitig fertig geworden sind, die Gründe für die Verspätung und etwaige Maßnahmen zur Abhilfe werden erörtert.

Außerdem werden am Montage vom Betriebsingenieur die Nummern aller in der Werkstatt befindlichen Lokomotiven und die Art der in Ausführung begriffenen Ausbesserungen gebucht, ebenso in besonderen Listen die im Laufe der Woche fertig werdenden und die länger als in den Arbeitslisten vorgeschrieben ist, in der Werkstatt bleibenden Lokomotiven.

Diese Art der Arbeitszeittheilung hat sich vorzüglich bewährt; nur etwa 10% aller in die Werkstatt kommenden Lokomotiven kamen nicht zur festgesetzten Zeit in den Betrieb zurück und zwar meistens weil auf Baustoffe gewartet werden mußte. Grundbedingung zum Gelingen dieser Einrichtung ist vollkommenes Zusammenarbeiten aller Abtheilungen einer Werkstatt und einige Übung im Abschätzen der voraussichtlichen Arbeitsdauer von Seiten der Werkmeister. Bei der Pennsylvania-Bahn besteht dieselbe Einrichtung seit vielen Jahren.

O—k.

3/5 gekuppelte Tender-Lokomotive für Vorortzüge der New-Yersey-Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 1902, Juni, S. 462. Mit Abb.)

Die Baldwin-Lokomotivwerke haben einige 3/5 gekuppelte Tender-Lokomotiven mit vorderer und hinterer Laufachse für Vorortzüge geliefert. Die hintere Laufachse ist in einem Deichselgestelle in Krümmungen einstellbar gelagert. Ihre Belastungshebel sind mit den Langfedern der Trieb- und hinteren Kuppel-Achse verbunden. Der Kohlenraum, der etwa 4,5 t Kohlen faßt, liegt hinter dem Führerstande. Die Wasserbehälter liegen rechts und links auf dem Laufstege der Lokomotive neben dem Kessel, sie fassen zusammen 11 cbm Wasser. Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

Zylinderdurchmesser d	457 mm
Kolbenhub l	660 <
Triebraddurchmesser D	1600 <
Heizfläche II	170 qm
Rostfläche R	5 <
Verhältnis H : R	34
Dampfüberdruck p	14 at
Anzahl der Heizrohre	249
Länge < <	3962 mm
Außerer Durchmesser der Heizrohre	50,8 mm
Kesseldurchmesser	1524 <
Triebachslast mit halbem Kohlen- und Wasservorrathe	49 t
Dienstgewicht	75 <
Zugkraft $0,6 \frac{d^2 l}{D} p$	7200 kg
Zugkraft auf 1 t Triebachslast	148 kg/t
Wasservorrath	11 cbm
Kohlenvorrath	4,5 t

O—k.

5/6 gekuppelte vierzylindrige Güterzug-Lokomotive der Atchison, Topeka und Santa Fé-Bahn.

(Railroad Gazette 1902, Mai, S. 393. Mit Abb.; Engineer 1902, März, S. 235. Mit Abb.)

Die Baldwin-Lokomotivwerke bauten kürzlich für die Atchison, Topeka und Santa Fé-Bahn 5/6 gekuppelte Güterzug-Lokomotiven mit vorn liegender Laufachse und vier Zylindern in Tandemanordnung. Je ein Hoch- und ein Niederdruckschieber sitzen an einer Schieberstange, die Hochdruckschieber sind doppelte Kolbenschieber mit innerer Einströmung, die Niederdruckschieber einfache Kolbenschieber mit äußerer Einströmung. Die Lokomotive, welche augenblicklich die schwerste der Welt ist, hat folgende Hauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser	{ Hochdruck d	2×483 mm
	{ Niederdruck d ₁	2×813 <
Kolbenhub l		813 mm
Triebraddurchmesser D		1448 <
Heizfläche II		500 qm
Rostfläche R		5,4 qm
Verhältnis H : R		92 : 1
Dampfüberdruck p		15,7 at
Anzahl der Heizrohre		463
Länge < <		5790 mm
Außerer Durchmesser der Heizrohre		57 <
Größter Kesseldurchmesser		2235 <
Kleinster <		2000 <
Dienstgewicht		121,5 t
Triebachslast		108 t
Zugkraft $0,4 \frac{d_1^2 l}{D} p$		23500 kg
Zugkraft auf 1 t Triebachslast		217 <
Wasservorrath des Tenders		26,5 cbm
Kohlenvorrath < <		9 <

O—k.

Neuere amerikanische Zugvorrichtungen.

(Railroad Gazette 1902, Juni, S. 433. Mit Abbild.)

Die Quelle bringt Beschreibungen und Abbildungen der neueren amerikanischen Zugvorrichtungen und zwar: Der Westinghouse Reibungszugvorrichtung, der O und C Reibungszugvorrichtung, der M'Keen Reibungszugvorrichtung, der Sessions Reibungszugvorrichtung, der Miner Zugvorrichtung, der Dayton Zugvorrichtung, der Buttler Zugvorrichtung, der Hien's Reibungszugvorrichtung, der Hinson's Hilfs-Reibungszugvorrichtung, der Hinson's Zwillingfederzugvorrichtung (zwei Arten), der Piper Zugvorrichtung (zwei Arten).

Bei den Reibungszugvorrichtungen wird die aufzunehmende Arbeit zum größten Theile durch Reibung verrichtet, indem von den Kuppelungsstangen durch Federn keilförmige, kegelförmige oder gebogene federnde Platten fest aufeinander gedrückt werden. Die Reibung nimmt also annähernd verhältnismäßig mit der Zug- oder Druckkraft zu.

O—k.

Shay-Lokomotive für die El Paso-Rock Island-Bahn.

(Railroad Gazette 1902, Juni, S. 466. Mit Abbild.)

Die »Lima Lokomotive and Machine Company« hat für die Rock Island-Bahn eine vierachsige Shay-Lokomotive*) mit zwei Drehgestellen gebaut, bei der auch die beiden Tenderdrehgestelle angetrieben werden. Die Lokomotive hat auf diese Weise 132 t Triebachslast, übertrifft also die schwersten bis jetzt gebauten Lokomotiven**) mit liegenden Zylindern an Gewicht. An der rechten Seite der Lokomotive nahe der Feuerkiste liegen drei senkrechte Dampfzylinder, die eine vor den Achsen liegende Welle antreiben, die mit beweglichen Kuppelungen aus mehreren Theilen zusammengesetzt ist. Von dieser Welle aus werden mit Kegelrädern die acht Achsen angetrieben. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser	3×381 mm
Kolbenhub	432 <
Triebraddurchmesser	1016 <
Heizfläche H	185 qm
Rostfläche R	3,5 qm
Verhältnis H : R	53
Dampfüberdruck	13,4 at
Anzahl der Heizrohre	270
Länge < <	3962 mm
Außerer Durchmesser der Heizrohre	50,8 mm
Kleinster Kesseldurchmesser	1524 <
Gewicht von Lokomotive und Tender }	132 t
Triebachslast	
Gewicht des leeren Tenders	28 t
Wasservorrath	22,7 cbm
Kohlenvorrath	8 t

O—k.

Stehbolzenbrüche.

(Railroad Gazette 1902, Juni, S. 424. Mit Abb.)

Von einer Bahn der Vereinigten Staaten von 3740 km Länge mit 279 Lokomotiven wurde über die während des vorigen Jahres erfolgten Stehbolzenbrüche Buch geführt, um die Ursachen, vor allem den Einfluß der Feuerkistenform und der Art des Wassers festzustellen. Die Lokomotiven mit einer Dampfspannung von 10 at wurden alle 60 Tage, die mit höherer Spannung alle 30 Tage untersucht. Dann wurden in besonderen Mustern, die die Stellung der Stehbolzen durch Rechtecke mit Zahlenangaben, die Stellen vermerkt, an denen Stehbolzen gebrochen waren. In einem Jahre zerbrachen 9446 Stehbolzen. Die ganze Bahn ist in vier Bezirke getheilt. Die folgende Zusammenstellung zeigt die Größe der Bezirke, die in ihrem Bereiche vorgekommenen Brüche, und, wenn man Bezirk 3 als unbedeutend ausschaltet, den bedeutenden Einfluß der Wasserbeschaffenheit auf die Haltbarkeit der Stehbolzen:

*) Organ 1894, S. 166.

**) Organ 1902, S. 207.

Bezirk	Zahl der Lokomotiven			Länge in km	Zahl der in 1 Jahre gebrochenen Stehbolzen	Beschaffenheit des Wassers
	von 10 at	von 12,7 at	zusammen			
1	26	50	76	855	1187	gut
2	49	21	70	1460	2847	mäßig
3	20	0	20	710	240	—
4	24	59	83	717	5172	schlecht

Nach den bei jeder Untersuchung ausgefüllten Mustern wurden für jede Feuerkistenform Durchschnittsergebnisse angefertigt. Diese zeigten, daß bei allen Feuerkisten die äußersten Stehbolzenreihen am häufigsten brachen, und zwar um so häufiger, je schärfer die Umbörtelung der Bleche war. Ferner zeigte sich, daß die Verengung der Feuerkisten nach dem Grundringe zu starke Mehrbeanspruchung der Stehbolzen zur Folge hat, die um so stärker wird, je plötzlicher die Verengung vor sich geht. O—k.

Hartgußräder für schwere Wagen.

(Railroad Gazette 1902, Juni, S. 430. Mit Abb.)

Als man in Amerika dazu übergang, Güterwagen von 45 t Tragfähigkeit zu bauen, stellte sich bald heraus, daß die bisher üblichen Hartgußräder von 270 bis 290 kg Gewicht, die sich bei den 36 t-Wagen noch gut bewährt hatten, für schwerere Wagen nicht mehr genügten. Zuerst zeigte sich dies auf den Gebirgsbahnen, bald darauf auch auf den Bahnen mit vorwiegend ebenen Strecken. Genauere Untersuchungen ergaben, daß die Brüche auf drei Ursachen zurückzuführen sind: 1) auf die Erhitzung der Räder beim Bremsen, 2) auf die starke Beanspruchung in den Krümmungen durch das hohe Wagengewicht, 3) auf die Bauart der Wagen, die auf die seitlichen Auflager der Drehgestelle einen so hohen Druck ausüben, daß sie sich in den Krümmungen schwer einstellen.

Die Art der Brüche war sehr verschieden. Das starke Anstossen der Flantschen hatte Längsrisse am Fusse der Flantschen zur Folge, die schwer zu erkennen waren und bald zum Abbrechen des Flantsches führten. Die starke Erwärmung des äußeren Radkranzes beim Bremsen und die damit verbundene theilweise Ausdehnung rief Querrisse oder Risse im Innern des Kranzes hervor, die das Rad bald zerstörten. Häufig kamen auch Brüche der Radscheiben und Rippen vor.

Man ging daher dazu über, die Räder schwerer zu machen, da eine Aenderung in der chemischen Zusammensetzung des Eisens nur in geringen Grenzen möglich war, wenn man guten Hartguß erzielen wollte. Verstärkung des Radkranzes war aus demselben Grunde nur in geringem Maße angängig und Verstärkung des Flantsches wegen der Radlenkschienen überhaupt nicht möglich. Man beschränkte sich daher darauf, die Radscheiben dicker zu machen und die Rippen zu verstärken oder zu vermehren. Auch wurden hier und da wieder Räder mit doppelter Scheibe eingeführt. Diese neuen Räder wiegen bis zu 330 kg und haben sich bedeutend besser bewährt, als die leichteren, wenn Radbrüche auch noch immer nicht zu den Seltenheiten gehören. Versuche mit Rädern mit aufgezogenem Stahlreifen sind nur wenig gemacht und ergaben keine Vorzüge gegen die schweren Hartgußräder. O—k.

Ueber die Verwendung des Flusseisens beim Bau der Betriebsmittel.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, Sept. 1900.)

Die Quelle giebt einige allgemein gefasste Angaben, aus denen hervorgeht, dass bei amerikanischen Bahnen Lokomotivkessel und Feuerbüchsen aus Flusseisen hergestellt werden,

während bei anderen Bahnen Eisen für Feuerbüchsen wenig Verwendung findet. Vergleichsangaben über die Haltbarkeit flusseiserner und schweisseiserner Kessel liegen nicht vor, doch scheinen sich die flusseisernen gut zu bewähren. Zu Radreifen und Achsen wird ausschließlich Stahl genommen, ebenfalls zu Steuerungstheilen, wozu häufig Nickelstahl verwendet wird. Die Räder werden meistens aus Stahlformguss hergestellt. R—1.

Technische Litteratur.

Die Maschinenelemente;*) ein Hilfsbuch für technische Lehranstalten sowie zum Selbststudium geeignet, mit Beispielen und zahlreichen Zeichnungen im Text wie auf Tafeln bearbeitet von M. Schneider, Ingenieur und Lehrer am Technikum Altenburg. In zwei Bänden. 3. und 4. Lieferung: Zapfen, Lager und Lagerböcke, Achsen. Braunschweig 1902, F. Vieweg und Sohn. Preis 6,0 M.

Im Anschluss an die Besprechung der ersten Lieferung heben wir auch hier wieder die sachgemäße, klare Darstellung und die ganz vortreffliche Wiedergabe der werkgemäß aufgetragenen Zeichnungen hervor.

Das Werk ist voll geeignet, seine Aufgabe zu erfüllen.

Einführung in das technische Zeichnen für Architekten, Bauingenieure und Bautechniker. Entwicklung der wichtigsten Methoden zeichnerischer Darstellung, angewandt auf technische Gegenstände, nebst Erörterungen über die hierbei zur Verwendung kommenden Materialien. Von Professor B. Ross, Architekt, Regierungsbaumeister. Wiesbaden 1902, C. W. Kreidel. Preis 12,60 M.

Aus gründlicher eigener Erfahrung und großem Geschick in der Wahl und Handhabung der Darstellungsmittel heraus giebt der Verfasser eine erschöpfende Anleitung in der Herstellung bautechnischer und architektonischer Zeichnungen, indem er sich bei der Auswahl der Muster thunlichst an technisch sachgemäß durchgebildete Einzel- und Gesamtanordnungen hält. So sind Vorlagen entstanden, die nicht bloß betreffs der zeichnerischen Ausführung, sondern auch bezüglich der technischen Auffassung des Darzustellenden als Muster dienen können.

Ueber die Wahl, Erhaltung und Verwendung der Hilfsmittel und Geräte des Zeichners werden höchst beachtenswerthe Fingerzeige gegeben, die geeignet sind, die nicht geringen Anfangsschwierigkeiten des Zeichnens wesentlich zu erleichtern.

Die Auswahl der Vorbilder ist auch so getroffen, dass der Architekt darin eine Unterstützung in der richtigen Anordnung der Bautheile, der Bauingenieur in der Formgebung findet, durch das Werk wird also das nothwendige Eindringen in die dem Einzelnen ferner liegenden Gebiete erleichtert.

Die Ausstattung des Werkes durch den Verlag ist eine dem Zwecke entsprechend sorgfältige und so durchgeführt, dass zum Theile wahre Prachtblätter entstanden sind.

*) Organ 1901, S. 194.

Die Anlehnung an bautechnisch durchgearbeitete Entwürfe gewöhnt den das Werk benutzenden von vorn herein an strenge Beachtung des mit dem Bauwerke verfolgten Zweckes und bewahrt ihn vor der allein zeichnerischen Bearbeitung von Darstellungen, deren Uebersetzung in die Wirklichkeit unsinnig oder doch unzweckmäßig sein würde, wie man sie unter den Vorlageblättern und leider auch den Studienzeichnungen manchmal findet.

Wir halten dieses Lehrmittel zur Aneignung der »Sprache des Technikers« für ein höchst gelungenes und empfehlen es auf das Wärmste.

Die Praxis der Lokomotivheizung. Von R. Bruck. Wien 1902, Spielhagen und Schurich. Preis 1,2 M.

Es ist leider eine bekannte Thatsache, dass die Erfolge der vernünftigsten Verbesserungen der Lokomotiven oft ganz und gar an der verkehrten Haltung des Feuers scheitern. Der Verfasser betont mit Recht, dass zur Hebung dieses Schadens nicht allein die Führer und Heizer die einschläglichen Gesichtspunkte, auch wenn sie theoretischer Art sind, kennen, sondern auch die höheren Beamten in die thatsächlich großen Schwierigkeiten des Feuermachens und Feuerhaltens eindringen müssen. Von diesem Standpunkte aus behandelt der Verfasser die Heizung, die Speisung und den Lokomotivfahrdienst in unseres Erachtens zutreffender Weise auf 80 Oktavseiten allgemein verständlich.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften in fünf Bänden. I. Band: Vorarbeiten, Erd-, Grund-, Straßens- und Tunnel-Bau. Fünfte Abtheilung. Der Tunnelbau. Bearbeitet von E. Mackensen, Geh. Baurath in Berlin. Herausgegeben von L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Dritte vermehrte Auflage. Leipzig 1902, W. Engelmann. Preis 16 M.

Diese neue Auflage bringt eine treffliche und überaus gründliche Bearbeitung des schwierigen Gegenstandes, bei der alle neueren Erfahrungen berücksichtigt sind. Insbesondere sind die neuen Bedürfnisse der großstädtischen Untergrundbahnen verfolgt, welche den Tunnelbau aus dem selbst bei großer Tunnellänge verhältnismäßig leicht zu überwindenden festen Gebirge in die ungünstigsten, fast stets wasserführenden, oft schlammigen Untergrundschichten der Niederungen übertragen haben. Gerade dieser Theil des Tunnelbaues ist der

Neuzeit eigenthümlich, und er erst hat die Anlage von Verkehrsmitteln wesentlich frei von der Beschaffenheit der zu durchfahrenden Schichten gemacht. Die von Tag zu Tage ihr Verwendungsgebiet ausdehnenden Bauweisen für solche Zwecke geben dieser neuen Auflage eine ganz besondere Bedeutung, während die sonstigen Hilfsarbeiten und Vorgänge des ältern Tunnelbaues in bekannter Güte und Vollständigkeit auf Grund neuester Erfahrungen, beispielsweise am Simplontunnel dargestellt, eine höchst werthvolle Ergänzung der Beschreibung erfahren.

Wir begrüßen in diesem neuen Hefte eine für Verfasser und Verlag gleich rühmliche Ergänzung des großen Gesamtwertes.

Der Bezeichnung als »Tunnelbau« entsprechend ist die Darstellung auf wirkliche Tunnel, d. h. auf Bauwerke beschränkt, die entweder tief unter der Geländeoberfläche liegen, oder doch hergestellt sind, ohne letztere auf längere Strecke aufzubrechen. Nun haben die Verkehrsbedürfnisse der Großstädte in den letzten Jahren eine abweichende Anlage dicht unter der Geländeoberfläche gezeitigt, die nicht mit den üblichen Mitteln des Tunnelbaues und in der Regel in mehr oder weniger offener Baugrube hergestellt, wohl nicht eigentlich in das hier behandelte Gebiet gehören, sich ihm aber doch so eng anschließen und in so vielfacher Wechselbeziehung zu ihm stehen, daß sich für künftige Auflagen die Frage der Einfügung aufdrängen dürfte, wenn die Bearbeitung dieser von Tag zu Tage wichtiger werdenden Verkehrsbauten nicht schon einer andern Stelle vorbehalten sein sollte. Wir stellen die Vorbereitung dieser wichtigen Ergänzung durch die »Unterpflasterbauten« zur Erwägung.

Die Gewichtsrechnung der Eisenkonstruktionen zum Gebrauche im Brücken-, Eisenhoch- und Schiffbau, sowie im Hütten- und Maschinenbau herausgegeben von E. Bousse, Ingenieur. Leipzig, Th. Thomas.

Das Werk bringt eine schätzenswerthe geschäftliche Anleitung zur Aufstellung von Gewichtsrechnungen unter Anfügung der Gewichtslisten aller gebräuchlichen Eisenformen, einer großen Zahl von Angaben spezifischer Gewichte und eines Entwurfes für »allgemeine Lieferbedingungen für Walzeisen und Eisenkonstruktionen«.

Schweizerische Eisenbahn-Litteratur 1830 bis 1901. Bibliographie der schweizerischen Landeskunde. Bearbeitet von A. Siehler, Beamter der schweizerischen Landesbibliothek. Bern 1902, K. J. Wyss.

Das Werk bringt eine übersichtliche Angabe der ganzen schweizerischen Eisenbahn-Veröffentlichungen aus dem genannten Zeitraume und in einem Anhang auch ein solches aller Gesetze und behördlichen Verordnungen. Durch die Schwierigkeiten, die die Schweiz in ihrer Geländegestaltung bietet, ist

für das Veröffentlichungswesen ein ganz besonders reiches. Namentlich bei eisenbahngeschichtlichen Untersuchungen dürfte diese Quellensammlung überaus nützlich, ja kaum entbehrlich sein.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie.*)

Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Mailand, Turin, Rom, Neapel, Unione tipografico-editrice torinese. Preis eines Heftes 1,6 M.

Heft 177 und 178, Vol. V; Th. I, Cap. II bis IV. Pferdebahnen von Ingenieur Augusto Galimberti.

Heft 179, Vol. IV; Th. II, Cap. III. Besondere Technologie der Schmiede von Ingenieur Stanislao Fadda.

Heft 180, Vol. III; Th. II, Cap. XVI. Achsbüchsen, Tragfedern, Drehgestelle von Ingenieur Stanislao Fadda.

Heft 180^{bis} Vol. IV; Th. II, Cap. XVI. Besondere Technologie des Polsterns und Tapezierens von Ingenieur Stanislao Fadda.

Verbund-Lokomotiven ohne Anfahr-Mechanismus, System Gölsdorf. Wien 1902, A. Friedmann.

Die Firma Friedmann stellt in einem gut ausgestatteten Atlas die eingehende Beschreibung der Gölsdorf'schen Verbund-Lokomotive mit einer großen Zahl der verschiedenartigsten Ausführungen solcher Lokomotiven in übersichtlicher Weise und unter sehr guter Ausstattung zusammen. Wir machen auf diese schöne Veröffentlichung überwiegend österreichischer, sonst aber auch anderer europäischer und aufsereuropäischer Lokomotiven in deutscher und französischer Sprache besonders aufmerksam.

Internationaler Permanenter Strafsenbahn-Verein. XII. General-Versammlung, London 1. bis 4. Juli 1902. Beantwortung des Fragebogens. Brüssel, Tr. Rein.

In dieser Beantwortung der der Versammlung vorgelegten Fragen sind die neuesten Erfahrungen einer großen Zahl von Strafsenbahn-Netzen niedergelegt; sie bietet also einen äußerst werthvollen Stoff für vielseitige Aufschlüsse auf diesem Gebiete des Eisenbahnwesens.

Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahn-Verwaltungen.

1) Schweizerische Eisenbahnstatistik für das Jahr 1900. Band XXVIII. Herausgegeben vom Schweizerischen Post- und Eisenbahndepartement. Bern 1902, Körber.

2) 30. Geschäftsbericht der Direktion und des Verwaltungsrathes der Gotthardbahn, umfassend das Jahr 1901. Luzern 1902, H. Keller.

*) Organ 1902, S. 105.