

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band.

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

10. Heft. 1905.

Die Lokomotiven auf der Weltausstellung in St. Louis 1904.

Von Fr. Gutbrod, Regierungsbaumeister in Halle a. S.

Hierzu Maßzusammenstellung auf Tafel LIV und Zeichnungen Abb. 1 bis 35 auf den Tafeln LV bis LVII.

(Fortsetzung von Seite 219.)

II. Einzelbeschreibung.

II. A. Die Personen- und Schnellzugslokomotiven.

An Personen- und Schnellzugslokomotiven waren im ganzen 21 ausgestellt, von denen zwei auf Deutschland, eine auf Frankreich, eine englische auf Kanada und 17, also die bei weitem meisten, auf die Vereinigten Staaten von Amerika entfielen.

Für den amerikanischen Lokomotivbau ist bezeichnend, daß die beiden einzigen $2/4$ gekuppelten Ausstellungslokomotiven mit vorderem Drehgestelle, die die »American« Grundform, die bei uns zur Zeit verbreitetste Bauart, vertraten, der Vergangenheit angehörten. Die $2/4$ gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Schnellzugslokomotive, Bauart Vaucrain, der Baltimore und Ohio-Eisenbahn war seiner Zeit auf der Ausstellung in Chicago 1892 schon ausgestellt und sollte den Ausstellungsbesuchern von St. Louis nur die seit jener Zeit gemachten Fortschritte des amerikanischen Lokomotivbaues vor Augen führen. Die $2/4$ gekuppelte Zweizylinder-Zwillings-Personenzugslokomotive der Hicks-Lokomotiv- und Ausbesserungs-Werke sollen die Güte der Wiederherstellungsarbeiten dieses Werkes an einer Lokomotive älterer Bauart zum Ausdruck bringen. Beide Lokomotiven sollen aus diesem Grunde von der folgenden Besprechung ausgeschlossen werden.

Von den verbleibenden fünfzehn amerikanischen Schnellzugslokomotiven gehörten neun der »Atlantic«-, also der $2/5$ gekuppelten Bauart mit vorderem Drehgestelle und hinterer Laufachse an, die sich in den europäischen Staaten erst seit wenigen Jahren zu verbreiten beginnt, drei der »Ten Wheel«- oder »Prairie«-, also der $3/5$ gekuppelten Bauart mit vorderem Drehgestelle oder einer vordern und einer hintern Laufachse, und drei der »Pacific«-, also der $3/6$ gekuppelten Bauart mit vorderem Drehgestelle und hinterer Laufachse an.

Schnell- und Personenzugslokomotiven mit einer Triebachse oder mehr als drei Triebachsen werden in den Vereinigten Staaten nicht verwendet. Unter den aufgezählten Gattungen

ist die $2/5$ gekuppelte »Atlantic«-Form, wie auch die auf die einzelnen Bauarten sich verteilende Zahl der Ausstellungslokomotiven zeigt, die weitaus verbreitetste und die eigentliche Vertreterin der heutigen amerikanischen Schnellzugslokomotive. Die noch vor wenigen Jahren fast ausschließlich verwendete $2/4$ gekuppelte »American«-Form genügt den heutigen Anforderungen nicht mehr; die $2/5$ gekuppelte »Atlantic«-Form ist ihr hinsichtlich des Triebachsgewichtes, der Dampfmaschinenleistung und der Heizfläche beträchtlich überlegen. Von ihr werden Dauerleistungen von 1500 bis 1800 P.S. verlangt. Der erforderlichen Ausbildung des Kessels kommt die hinter den beiden Triebachsen angeordnete Laufachse sehr zu statten, da sie die Ausbildung einer breiten und demgemäß großen Rostfläche ermöglicht.

Ungünstig gestaltet sich bei diesen Lokomotiven die Wahl der Achsstände und damit die Verteilung der Last auf die Achsen. Namentlich die Belastung der hintern Laufachse ist wegen des großen Gewichtes der Feuerbüchse sehr hoch und nicht selten so groß, wie die der beiden Laufachsen des Drehgestelles zusammen, vereinzelt sogar größer, wie bei der Ausstellungslokomotive der Norfolk und West-Eisenbahn und derjenigen der Baltimore und Ohio-Eisenbahn.

Die Anordnung der Zylinder der »Atlantic«-Form bietet da keine Schwierigkeit, wo nur Aufsenzylinder in Betracht kommen und deshalb die hintere, zweite Triebachse angetrieben werden kann, was bei den zweizylindrigen Ausstellungslokomotiven denn auch ausnahmslos der Fall ist. Die Schubstangen erhalten die für die Kleinhaltung der Kreuzkopfdrucke erforderliche Länge, und die Verbindung des Sattelstückes mit dem Kessel, sowie die zweckmäßige Anordnung der Zylinder zwischen den beiden Laufachsen des Drehgestelles ist mit Sicherheit zu erreichen. Nachteilig ist nur, daß die Triebachsen unter Umständen, namentlich bei großen Triebraddurchmessern, um die Pleuelstangen nicht ungebührlich lang zu machen und damit

zu große hin- und hergehende Massen zu vermeiden, sehr nahe an das Drehgestell herangerückt werden müssen, wodurch das Mißverhältnis der Lastverteilung zwischen der hintern Laufachse und den übrigen Achsen noch vermehrt wird.

Da aber, wo Innenzylinder zur Anwendung gelangen, also bei allen Vierzylinderlokomotiven, und wo wegen der erforderlichen Kröpfung der Achse die vordere Triebachse angetrieben werden muß, bietet die Anordnung der Zylinder erhebliche Schwierigkeiten. Werden die Innenzylinder, wie es am zweckmäßigsten ist, zwischen den beiden Laufachsen des Drehgestelles angeordnet, so werden in der Regel die Pleuelstangen so kurz, daß die senkrechten Kreuzkopfdrücker groß werden, wie die Schnellzuglokomotiven der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. der Bauart von Borries, der Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn der Bauart Vauclain und der von der Pennsylvania-Bahn angekauften französischen Lokomotive der Bauart de Glehn zeigen, wenn man nicht die Rauchkammer zwecks Verschiebung des Zylindersattelstückes nach vorn verlängern und das tote Gewicht unnütz erhöhen will, oder die Innenzylinder müssen bei genügender Länge aller Pleuelstangen so weit nach vorn über die Drehgestellmitte hinausgeschoben werden, daß sie unmittelbar hinter die Bufferbohle zu liegen kommen und sowohl den Witterungseinflüssen, Schnee- und Eisablagerungen, als auch Zertrümmerung schon bei geringfügigen Zusammenstößen über Gebühr ausgesetzt sind, wie bei der Ausstellungslokomotive der New-York Central und Hudson-Fluss-Eisenbahn der Bauart Cole.

Unter den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven nahmen wieder die Vierzylinder-Verbundlokomotiven einen Platz für sich ein, die wegen der großen Mannigfaltigkeit in der Bauart besonders hervorgehoben zu werden verdienen. Von den elf 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven waren fünf mit Vierzylinderdampfmaschinen ausgerüstet, die zwei grundsätzlich verschiedene Bauarten vertraten. Bei der einen arbeiten alle vier Zylinder auf eine Triebachse, bei der andern dagegen paarweise auf beide Triebachsen. Dementsprechend liegen die zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder im ersteren Falle unmittelbar bei einander, während sie im letztern nach Möglichkeit um die Größe des Triebraddurchmessers von einander getrennt liegen, um gleiche Pleuelstangenlängen zu erzielen.

Die erste Bauart war insofern wieder durch zwei verschiedene Anordnungen vertreten, als die zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder bei der einen Bauart über einander, bei der andern nebeneinander zu liegen kamen.

Die erstere Bauart hat zur Folge, daß alle Zylinder außerhalb des Rahmens liegen, die Triebwerke somit gut zugänglich sind, und daß die Dampfmaschine auf die zweite Triebachse wirken kann, was bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven auch ausnahmslos der Fall ist, die Pleuelstangen somit die erforderliche Länge erhalten können, um die senkrechten Kreuzkopfdrücker klein zu halten. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß beide Kolbenstangen einer Lokomotivseite an einem gemeinsamen Kreuzkopfe angreifen und daher auch nur zwei Triebwerke vorhanden sind. Da ferner je zwei zusammengehörige Zylinder durch

einen gemeinsamen Schieber gesteuert werden, so zeichnet sich diese Vierzylinderbauart durch große Einfachheit aus, und unterscheidet sich hinsichtlich des Triebwerkes und der Steuerung in keiner Weise von der gewöhnlichen Zweizylinderanordnung. Ein großer Übelstand liegt jedoch darin, daß beide Dampfkolben einer Lokomotivseite stets in gleicher Richtung wirken, die Kräfte sich also vergrößern und die großen hin- und hergehenden Triebwerksmassen nur durch entsprechend große Gegengewichte in den Triebrädern ausgeglichen werden können, die ihrerseits wieder bei hoher Geschwindigkeit starke überschüssige Fliehkräfte in senkrechter Richtung mit ihrem ungünstigen Einflusse auf den Oberbau zur Folge haben. Während nun die Summe der Kolbenkräfte einer Lokomotivseite an und für sich nicht größer zu sein braucht, als bei nur einem Zwillingenzylinder gleicher Leistung, so ist das Gewicht der hin und her gehenden Teile doch erheblich größer, da wegen der wechselnden Kolbendrücke sowohl während eines Hubes, als auch bei Änderung der Füllung, namentlich bei Zwillingwirkung während des Anfahrens, starke Drehmomente am Kreuzkopfe entstehen, und aus diesem Grund die Kolbenstangen und der Kreuzkopf sehr kräftig ausgeführt werden müssen. Die an und für sich einfache Anordnung steht also hinsichtlich der Wirkungsweise der freien Triebwerksmassen ungünstiger da als die Zweizylindermaschine und bleibt ganz wesentlich hinter den Vierzylinderbauarten mit ausgeglichenen Triebwerken zurück. Ihrer Verwendung für hohe Geschwindigkeiten stehen aus den angeführten Gründen erhebliche Bedenken entgegen.

Diese dem Oberingenieur S. Vauclain von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia schon 1889 patentierte und für die Baltimore und Ohio-Eisenbahn erstmalig ausgeführte Bauart war durch die 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive für die Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn auf der Ausstellung vertreten.

Eine andere Anordnung, bei welcher ebenfalls alle vier Zylinder auf eine Achse wirken, war durch zwei Lokomotiven vertreten und zwar durch die 2/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der Baldwin-Lokomotiv-Werke für die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn mit Bauart Vauclain und durch die 2/5 gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. für die preussischen Staatsbahnen mit Bauart von Borries.

Bei dieser Bauart liegen alle vier Zylinder nebeneinander in einer wagerechten Ebene und zwar die beiden Hochdruckzylinder innen, die beiden Niederdruckzylinder außen. Als Folge der Innenlage der Zylinder ergeben sich bei dieser Anordnung Antrieb der vordern Triebachse, die eine gekröpfte Welle erhalten muß, und demgemäß sehr kurze Pleuelstangen mit großen senkrechten Kreuzkopfdrücker, andererseits aber vier getrennte Triebwerke und damit die Möglichkeit des Ausgleiches der hin- und hergehenden Triebwerksmassen untereinander, ohne Anwendung von Gegengewichten, lediglich durch Versetzen der Kurbeln einer Lokomotivseite um 180°. Dem steht aber wieder als Nachteil die gekröpfte Triebachswelle, deren Herstellung bei uns keine Schwierigkeiten mehr macht, wohl aber in den Vereinigten Staaten, vor allem aber die

schlechte Zugänglichkeit der innenliegenden Triebwerksteile entgegen.

Verschiedenheiten weisen die Anordnungen der beiden genannten Lokomotiven hinsichtlich der Steuerungsteile auf. Die Lokomotive der Baldwin-Lokomotiv-Werke steuert die beiden Dampfzylinder einer Lokomotivseite durch einen gemeinsamen Rundschieber, so daß im ganzen nur zwei allerdings größtenteils innen liegende und demzufolge schlecht zugängliche Steuerungsantriebe vorhanden sind. Die Lokomotive der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. besitzt dagegen für jeden Zylinder einen besondern Schieber, von denen aber je die beiden zu derselben Lokomotivseite gehörigen durch eine gemeinsame, ebenfalls innerhalb des Rahmens liegende Steuerung angetrieben werden.

Die andere Bauart, bei welcher je zwei Zylinder paarweise auf beide Triebachsen getrennt arbeiten, war auf der Ausstellung ebenfalls durch zwei Lokomotiven vertreten, nämlich durch die von der Pennsylvania-Eisenbahn angekaufte 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive der Société Alsacienne de Constructions mécaniques mit Bauart de Glehn, und durch die 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft, Schenectady Werke, für die New-York Central und Hudson-Fluß-Eisenbahn mit Bauart Cole.

Beide Bauarten unterscheiden sich wieder untereinander hinsichtlich der Anordnung der Zylinder, der Triebwerke und des Steuerungsantriebes.

Bei der französischen Lokomotive liegen die Niederdruckzylinder innerhalb des Rahmens zwischen den Laufachsen des Drehgestelles und arbeiten auf die vordere Triebachse, deren Welle daher gekröpft ist, während die Hochdruckzylinder außerhalb des Rahmens zwischen der hintern Drehgestellachse und der vordern Triebachse liegen, und auf die hintere Triebachse arbeiten. Auch hier sind die kurzen Pleuelstangen der Hochdruckzylinder nicht zu umgehen. Jeder Zylinder besitzt seinen eigenen Schieber, daher sind auch vier Steuerungsantriebe vorhanden, von denen die beiden innern nebst den zugehörigen Triebwerken sehr schlecht zugänglich sind.

Bei der Schnellzuglokomotive der New-York Central und Hudson-Fluß-Eisenbahn liegen die Hochdruckzylinder innerhalb des Rahmens und zwar vor der vordern Laufachse des Drehgestelles und arbeiten auf die erste Triebachse, während die Niederdruckzylinder außerhalb des Rahmens und zwar zwischen den beiden Drehgestellachsen liegen und auf die zweite Triebachse arbeiten. Auf die Vor- und Nachteile dieser Zylinderanordnung ist oben schon hingewiesen worden. Jeder Zylinder wird zwar durch einen besondern Schieber angetrieben, die eigentümliche Lage der Zylinder zu einander und der Schiebergehäuse über und zwischen den Zylindern bringt es mit sich, daß die beiden Schieber einer Lokomotivseite genau hintereinander mit gemeinschaftlicher Längsachse angeordnet und demgemäß durch eine einzige Steuerung angetrieben werden können. Der Steuerantrieb wird dadurch nicht unwesentlich vereinfacht. Auf die Vor- und Nachteile der Ausführung wird gelegentlich der Einzelbeschreibungen der Lokomotiven noch besonders hingewiesen werden.

Die verbleibenden sechs Schnellzuglokomotiven besaßen

drei Triebachsen und unterschieden sich je nach der Zahl der erforderlichen Laufachsen in 3/5 und 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotiven. Jede dieser beiden Gattungen war durch drei Lokomotiven vertreten.

Während die 3/5 gekuppelten Lokomotiven dazu bestimmt sind, Schnellzüge nur vorübergehend auf kürzeren Strecken über Steigungen hinwegzubringen, worauf schon die im Verhältnis zum Reibungsgewichte kleine Kesselheizfläche schließen läßt, dienen die 3/6 gekuppelten Lokomotiven ausschließlich dem schweren Schnellzugbetriebe in durchgängig hügeligem Gelände und besitzen daher großes Reibungsgewicht und namentlich unter Berücksichtigung der kleineren Triebbraddurchmesser große Kesselheizflächen. Die Durchmesser der Triebachsen sind der besonderen Verwendung dieser Lokomotiven entsprechend kleiner, als diejenigen der 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven, von der 3/5 gekuppelten »Prairie«-Form der Lake Shore und Michigan Süd-Eisenbahn abgesehen, deren eigenartige Bauart später besprochen wird. Wegen der Verteilung des Reibungsgewichtes auf drei Triebachsen ist das Triebachsgewicht bei diesen beiden Gattungen erheblich kleiner, als bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven.

A. a) 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotiven.

a. a. Lokomotiven mit Zwillingmaschinen.

Nr. 1. Lokomotive Nr. 554 der Chicago und Alton-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 1, Taf. LV).

Diese Lokomotive befördert die zwischen Chicago und St. Louis mit einer Grundgeschwindigkeit von 90 km/St. verkehrenden Expreszüge dieser Gesellschaft, welche aus 6 bis 8 vierachsigen oder sechsachsigen Wagen bestehen.

Der Kessel zeigt die in den Vereinigten Staaten bei den neueren Schnellzuglokomotiven sich mehr und mehr einbürgernde Form mit breiter Feuerkiste und zylindrischem Langkessel mit fernrohrartig in einander geschobenen, nach der Rauchkammer hin sich verjüngenden Schüssen. Neu ist die Ausführung der Längsnietungen für den Langkessel, deren Innenlaschen zur Erhöhung der Festigkeit der Nietverbindung Dreiecksform mit verjüngter Nietung besitzen. Nur die äußeren Laschen werden verstemmt. Die Heizrohre weisen die in den Vereinigten Staaten bei 50,7 mm Durchmesser allgemein übliche Länge auf, in diesem Fall 4880 mm.

Der Rahmen zeigt die seit der Entstehung des amerikanischen Lokomotivbaues übliche Form, unterscheidet sich aber in der Herstellungsweise insofern, als er nicht geschmiedet, sondern aus Stahl gegossen ist. Diese Rahmen haben vor den geschmiedeten den unbedingten Vorzug, daß sie billiger sind; sie weisen, soweit sich bis jetzt urteilen läßt, nicht mehr Brüche auf, als die geschmiedeten. Die Vorteile der Barrenrahmen gegenüber den Plattenrahmen hinsichtlich ihrer geringern Bauhöhe, insbesondere über den Achslagerausschnitten, sind ebenso bekannt, wie die Nachteile mit Rücksicht auf die mangelhafte Quer- und Eckversteifung.

Die Gestaltung des Sattelstückes nebst Zylindern und Schiebergehäusen zeigt nichts Neues. Die Zylinder werden durch

Kolbenschieber gesteuert. Erwähnt sei bei dieser Gelegenheit, daß etwa die Hälfte aller Ausstellungslokomotiven mit Kolbenschiebern ausgerüstet ist, ferner, daß infolge einer Reihe von Schwierigkeiten im Betriebe von einer großen Zahl der Eisenbahngesellschaften den Flachschiebern auch bei sehr hohen Dampfspannungen noch immer der Vorzug gegeben wird. Bemerkenswert ist endlich noch die Anordnung eines besondern Hohlraumes zwischen den Wänden der Dampf- und Ausström-Kanäle im Zylindergußstücke zur Verminderung der Abkühlungsverluste in den Eintrittskanälen durch den Abdampf.

Die Lokomotive ist am vordern Ende der Rauchkammer über der Tür mit einem elektrischen Scheinwerfer versehen, der von einer kleinen, unmittelbar vor dem Führerhause auf der Feuerbüchse angeordneten Turbinen-Stromerzeuger der Pyle-National-Electric-Headlight-Gesellschaft in Chicago mit Strom versorgt wird.

Die Lokomotive ist mit einem Tender der Bauart Vanderbilt ausgerüstet, dessen Wasserkasten zwecks Verminderung des toten Gewichtes des Tenders zylindrische Form besitzt.

Tatsächlich gestaltet sich denn auch bei dieser Form das Verhältnis des toten Gewichtes zum Nutzgewichte außerordentlich günstig. Während dasselbe bei den amerikanischen Tendern gewöhnlicher Bauart etwa 0,7, bei den besten Ausführungen unseres Festlandes über 0,8 beträgt, beläuft es sich bei diesem Vanderbilt-Tender auf 0,567. Da der Tender sich auch in jahrelangem Betriebe vollauf bewährt hat, dürfte sich ein Versuch auf unseren Bahnen wohl lohnen.

Nr. 2. Lokomotive Nr. 606 der Norfolk und West-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotive-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 2, Taf. LV.)

Diese Lokomotive zeigt etwas leichtere Gewichte, und daher auch kleinere Abmessungen als die Lokomotive Nr. 1.

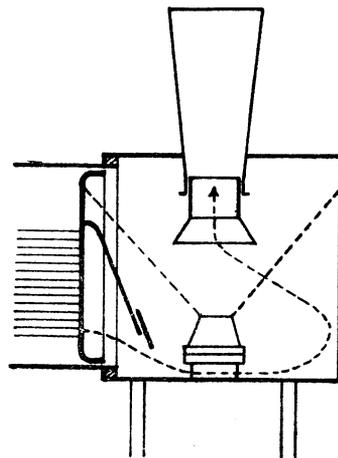
Der Kessel gehört der in den Vereinigten Staaten früher fast ausnahmslos ausgeführten Bauart mit Kegelschufs, d. h. mitten am »extended magon top«. Die Kesselheizfläche ist im ganzen 24 qm größer als bei der Lokomotive Nr. 1 und zwar lediglich wegen der größeren mittelbaren Heizfläche. Die feuerberührte Heizfläche ist wegen der kleineren Rostfläche trotz aller aufgewendeten Mittel, wie starken Herunterziehens der Feuerbüchse und Rostfläche vor der hintern Laufachse und starken Vorziehens der hintern Rohrwand kleiner, als bei der Lokomotive Nr. 1.

Die Rauchkammer weist die den amerikanischen Lokomotiven eigentümliche Anordnung einer Lenkplatte auf, die schräg vor den Heizrohren liegt, Textabb. 1, und der Funkenfängernetze, die einen freien Querschnitt von mindestens derselben Größe, wie der freie Durchgangsquerschnitt der Heizrohre, besitzen. Durch die Lenkplatte wird ein gleichmäßigerer Durchzug der Heizgase durch die Heizrohre, namentlich die unteren, daher erhöhte Dampfentwicklung, geringeres Überreißen von Lösche nach der Rauchkammer und geringeres Verschlacken des Feuers namentlich vorn unter dem Feuerschirme erreicht. Durch die Ablenkplatte wird ferner das Ablagern

von Lösche vor den unteren Heizrohren und damit eine Verminderung der Dampfentwicklung vermieden.

Die Ablenkung der durchgerissenen Flugasche durch die Lenkplatte an der Rauchkammertür, das wiederholte Gegen-

Abb. 1.



schleudern der durch die Funken sieve zurückgehaltenen und unmittelbar hinter der Rauchkammer niedergelagerten Lösstücke durch den in der Richtung des Pfeiles durchtretenden Strom der Heizgase hat zur Folge, daß einmal die nach wiederholtem Anprallen gegen die Funkenfängersieve endlich nach dem Schornsteine durchtretenden Lösstücke so zerkleinert sind, daß sie, wenn sie noch glühen, sofort durch den Dampfstrom ausgelöscht werden, und daß anderseits eine sehr geringe Löschemenge in der Rauchkammer selbst zurückbleibt. Aus diesem Grunde hat die Länge der Rauchkammer in den Vereinigten Staaten in den letzten Jahren wieder erheblich abgenommen und ist im Verhältnisse zur Kessellänge namentlich bei den $\frac{2}{5}$ gekuppelten Schnellzuglokomotiven, aber auch bei einer großen Reihe der $\frac{4}{5}$ gekuppelten Güterzuglokomotiven, sogar kleiner, als die der entsprechenden Gattungen unserer Lokomotiven. Auch die bei uns häufig aufgestellte Behauptung, daß der Widerstand, also der Gegendruck durch die Lenkplatten erhöht werde, ist unrichtig, denn der Widerstand der Heizgase ist bei der eigenartigen Führung des Heizgasstromes und der sehr großen freien Oberfläche des Funkenfängernetzes rechtwinkelig zu dieser Richtung nicht unwesentlich geringer, als bei uns. Die bei den amerikanischen Lokomotiven übliche große Luftverdünnung in der Rauchkammer hängt mit dem Heizstoffe, also mit der Größe und Gestaltung der Rostfläche, der Stellung und Form des Blasrohres auf das innigste zusammen.

Der Rahmen ist aus vierkantigen Barrenstücken zusammengeschmiedet und unterhalb der Feuerbüchse stark nach abwärts gezogen, um der Feuerkiste die erforderliche Tiefe zu geben. Der Vorteil der geringen Bauhöhe des Barrenrahmens über den Achslagerausschnitten kommt für diesen Zweck besonders günstig zur Geltung.

Nr. 3. Lokomotive Nr. 200 der Terre Haute und Indianapolis-Eisenbahn, erbaut von den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 3, Taf. LV.)

Diese Lokomotive ist in jeder Hinsicht leistungsfähiger, als die Nr. 1 und 2. Der Kessel ist nicht länger, hat aber größern Durchmesser, also bei größerer Zahl der Heizrohre eine größere wasserberührte Heizfläche. Die Belastung der Triebachsen ist bei dem schwerern Kessel ebenfalls höher; um das vermehrte Reibungsgewicht auszunutzen, sind auch die Zylinderinhalte, also die Zugkräfte vergrößert.

Die Feuerbüchse ist bei entsprechender Verkürzung der Länge erheblich breiter, als bei Nr. 1 und 2. Um ihr die genügende seitliche Unterstützung auf dem Rahmen zu geben, ohne die Stützen zu stark auskragen zu müssen, ist der Barrenrahmen hinter dem zweiten Triebachslager als doppelter Plattenrahmen ausgebildet, dessen Platten die Räder der hintern Laufachse zwischen sich aufnehmen.

Im übrigen entspricht die Lokomotive in ihrer allgemeinen Anordnung vollständig der von demselben Werke erbauten 2/5 gekuppelten Vierzylinder-Verbundschnellzuglokomotive der Bauart Cole, wenn man von der Zahl der Zylinder, der Kesselheizfläche und dem Kesseldrucke absieht.

Die hintere Laufachse ist wie bei Nr. 1 und 2 fest im Rahmen gelagert. Erst bei Achsständen über 9 m findet man bei der »American«-Form die hintere Laufachse in Bogen einstellbar angeordnet.

Die Achsen werden nur einseitig gebremst, was übrigens für alle amerikanischen Lokomotiven zutrifft. Während aber bei den Lokomotiven Nr. 1 und 2 alle fünf Achsen gebremst werden, sind bei dieser nur die beiden Triebachsen und die hintere Laufachse einseitig mit Bremsklötzen ausgerüstet. Die Bremsfähigkeit ist also gering.

Nr. 4. Lokomotive Nr. 1462 der Baltimore und Ohio-Eisenbahn, erbaut von den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft.

Diese Lokomotive ist unter den ausgestellten »Atlantic«-Formen mit Zwillingswirkung hinsichtlich der Dampfmaschinenleistung die größte. Da aber der Kessel erheblich kleiner ist, als bei Nr. 2 und 3, so ergibt sich daraus auch eine größere Anstrengung des Kessels. Andererseits muß berücksichtigt werden, daß die feuerberührte Heizfläche wegen der großen Rostfläche von 5,169 qm, der größten unter allen ausgestellten Personen- und Schnellzug-Lokomotiven, größer ist, als bei den Lokomotiven Nr. 1, 2 und 3, und daß demnach das Verhältnis der feuerberührten zur mittelbaren Heizfläche bei dieser Lokomotive erheblich günstiger ist, als bei jenen.

Die Feuerbüchse ist nach Belpaire ausgeführt.

Wegen des großen Achsstandes von 9391 mm ist die hintere Laufachse seitlich verschiebbar und zwar zwangsläufig rückstellbar in ähnlicher Weise eingerichtet, wie die Adams-Achse der 2/4 gekuppelten Tenderlokomotiven der preussischen Staatsbahnen mit vorderer und hinterer Laufachse.

Nr. 5. Lokomotive Nr. 373 der Cleveland, Cincinnati, Chicago und St. Louis-Eisenbahn, Big Four-Bahn, erbaut von den Brooks-Werken in Dunkirk der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 4, Taf. LV.)

Die Lokomotive bietet in ihren Hauptabmessungen und der Ausführung der Einzelheiten wenig Bemerkenswertes. Bedenklich erscheint die große Zahl der Heizrohre von 328, bei einem verhältnismäßig kleinen Durchmesser, ähnlich wie bei der Lokomotive Nr. 2 der Norfolk und West-Eisenbahn, die eine Stegstärke von nur 15,9 mm zwischen zwei Rohren ergeben. Durch diese enge Teilung wird das Aufsteigen der Dampfblasen erschwert, der Wasserumlauf verschlechtert. Es wird also nicht nur der durch Vergrößerung der Heizfläche erstrebte Vorteil nicht erreicht, sondern die Heizrohre werden durch gelegentliche starke Erhitzung in den Rohrwänden undicht und verursachen Rohrlecken auf Strecken mit schlechtem Wasser.

Daß die Ursachen dieser Übelstände von einer Reihe amerikanischer Eisenbahngesellschaften in der zu engen Stellung der Heizrohre richtig erkannt sind, beweisen die neuen Lokomotiven der »Pacific«-Form 4—6—2 der Denver und Rio Grande-Eisenbahn, die bei gleichem Kesseldurchmesser und gleicher Länge des Langkessels zwischen den Rohrwänden, wie bei den älteren Lieferungen, 245 Heizrohre besitzen. Die Stegweite wächst dadurch von 15,9 auf 22,2 mm.

Beachtenswert ist ferner das Verhältnis des Kohlen- zum Wasser-Vorrat. Während dieses bis vor wenigen Jahren durchschnittlich 1 : 2 betrug, und zwar mit Rücksicht darauf, daß das Wasser, namentlich in den östlichen Staaten, während der Fahrt mittels der Ramsbottomschen Schöpfvorrichtung genommen wurde, findet man in jüngster Zeit, wie auch bei uns, vielfach ein Verhältnis von 1 : 3. Der Grund liegt in erster Linie, wie auch die Eisenbahngesellschaften angeben, darin, daß die Geschwindigkeiten zum Schöpfen sehr stark herabgemindert werden müssen, wodurch viel Zeit verloren wird. Trotzdem wird selbst bei kleinen Geschwindigkeiten von 30 bis 40 km/St. noch eine beträchtliche Menge des in den Behältern aufgespeicherten Wassers beim Schöpfen nutzlos vergeudet. Dieser Umstand spielt aber namentlich da, wo das Wasser künstlich gereinigt werden muß, wegen der vermehrten Unkosten eine erhebliche Rolle. Dazu kommt die teure Heizung im Winter, die trotzdem bei der häufig eintretenden strengen Kälte, Einfrieren des Wassers nicht verhindern kann. Schwere Beschädigungen der Schöpfrichter sind in diesem Falle häufig genug beobachtet.

Nr. 6. Lokomotive Nr. 1005 der Illinois Central-Eisenbahn, erbaut von den Rogers-Lokomotiv-Werken in Paterson, New-Jersey. (Abb. 5, Taf. LV.)

Leistung und Hauptabmessungen nähern sich denen der Lokomotive Nr. 5, wenn auch Kessel und Rostfläche etwas größer sind.

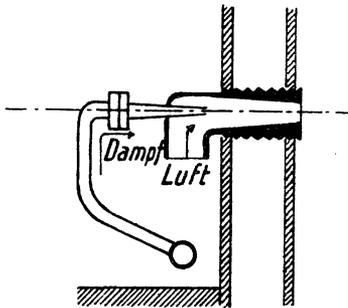
Die Feuerbüchse hat wegen ihrer beträchtlichen Länge und der dadurch bedingten starken Ausdehnung in der Nähe der vordern Rohrwand »expansion« Stehbolzen erhalten, die an ihrem äußern Ende mit einem kugelförmigen Kopfe versehen sind*), der sich in einer entsprechenden, in das äußere Mantelblech kegelförmig eingeschraubten Kugellagerbüchse frei be-

*) Organ 1900, S. 52, 1905, S. 64.

wegen kann. Diese »beweglichen« Stehbolzen verfehlen ihren Zweck aber deshalb vollständig, weil die kugelförmigen Köpfe nebst den zylindrischen Ansätzen schon nach kurzer Zeit unter dem Einflusse der Kesselsteinablagerung in der Hülse festsitzen und ihre Nachgiebigkeit verlieren. Sie unterscheiden sich von dem gewöhnlichen Stehbolzen in diesem Falle nur noch dadurch, daß sie erheblich teurer sind, als jene.

Die Feuerbüchse ist mit einer Rauchverbrennungseinrichtung ausgerüstet, die aus sechs dicht über dem Fußboden des Führerhauses nebeneinander angebrachten Düsen besteht. In diese rechtwinkelig gebogenen Düsen (Textabb. 2) wird Dampf

Abb. 2.



eingblasen, der durch die senkrechte Öffnung von unten Luft einsaugt, sodaß in die Feuerkiste ein Gemisch von Dampf und Luft eintritt. Die gemeinsame Dampfzuströmung für alle sechs Düsen kann vom Heizer durch ein Ventil geregelt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Die Unterbringung der Vorrichtungen im Führerstande unterscheidet sich von der bei uns üblichen wesentlich und erfolgt unter dem Gesichtspunkte, daß der Heizer ausschließlich für die Bedienung der Feuerung vorhanden ist und keine Zeit findet, sich um die Bedienung der übrigen und namentlich solcher Vorrichtungen zu kümmern, die eine in Pausen regelmäßig wiederkehrende Ingangsetzung und Abstellung erfordern. Auf der Heizerseite ist daher nur der Kesseldruckmesser, der Hebel für den Hilfsbläser und das Dampfventil für die Rauchverminderungsvorrichtung angebracht, außerdem vier Hebel für den Schüttelrost, davon je zwei zum Aufbrechen des Feuers und je zwei zum Entleeren der Schlacke in den Aschkasten bei senkrechter Stellung der Roststäbe.

Auf der Führerseite befinden sich die beiden Strahlpumpen, von denen die eine innerhalb, die andere außerhalb des Führerhauses angebracht ist, der Reglerhebel, der Steuerhebel, die selbsttätige Schmiervorrichtung, die Luftdruckbremse, die Pfeife, das Anlaßventil für den Preßluftsandstreuer, das Ventil für die durch Preßluft betätigte Warnglocke und das Ventil für die Dampfheizung.

Von den Strahlpumpen ist während der Fahrt immer eine im Betrieb.

Die Führerhäuser sind meist sehr geräumig, dagegen ist die Aussicht auf die Strecke nicht selten durch den großen Kesseldurchmesser und die meist weit vorspringenden Ausrüstungsteile stark beeinträchtigt.

Grundwasser-Enteisenung zur Wasserversorgung von Bahnhofsanlagen.

Von G. Oesten, Ingenieur in Berlin.

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel LVIII.

Die erste Grundwasser-Enteisenungsanlage für die Wasserversorgung eines Bahnhofes war wohl die auf Veranlassung des Regierungs- und Baurates Stuertz im Auftrage des damaligen Betriebsamtes Berlin-Schneidemühl 1894 in Kreuz an der Ostbahn von mir ausgeführte, eine der ersten Enteisenungsanlagen überhaupt.*) Sie ist in der Weise angeordnet, daß die Lüftung des Wassers mittels Regenfalles über dem im Dachgeschosse des Wasserturmes aufgestellten Filterbehälter stattfindet und das enteisenete Wasser nach Filterung in die in dem darunter belegenen Stockwerke befindlichen Reinwasserbehälter abfließt. Diese Anlage war ursprünglich für 6 cbm/St. bemessen und ist 1900 auf 15 cbm/St. erweitert worden. Der Eisengehalt des Wassers beträgt 5 mg/l Oxydul, ist also ein hoher.

Andere kleine Enteisenungsanlagen für Bahnhöfe folgten in Gottersfeld 1896, Konojad 1898, für besonders schwierige zu behandelnde Wasser in Leba 1903.

Eine neuere und vervollkommnete Anordnung der für eine stets betriebssichere Enteisenung erforderlichen Teile, nämlich die Einrichtung zur Durchlüftung des Wassers, des Wasser-

raumes zur Bildung des unlöslichen Niederschlages von Eisenoxydhydrat aus dem im Grundwasser gelösten Oxydule und des Filters zur Zurückhaltung der entstandenen Eisenflocken ist im Auftrage der Eisenbahn-Direktion Danzig in den Wassertürmen der Stationen Neustettin und Dirschau zur Ausführung gekommen.

Diese Einrichtung*) ist in Abb. 1, Taf. LVIII veranschaulicht. Sie bietet bemerkenswerte Vorzüge vor allen bisher angewendeten Enteisenungsanlagen.

In dem Trinkwasserturme in Dirschau wird das mittels einer Mammutpumpe aus einer Tiefbohrung gewonnene Grundwasser durch das Steigerrohr in die über dem Turmbehälter befindliche Lüftungseinrichtung gefördert. Diese besteht aus einem in das Dach aufgehängten ringförmigen Brausenrohre, welches mit acht Regenbrausen versehen ist. Aus den Brausen fällt das Wasser als Regen zerteilt auf den Wasserspiegel des Turmbehälters. Bei dem Falle lösen sich die einzelnen feinen Wasserstrahlen in Tropfen auf, welche bei dem Aufschlagen auf die ruhende Wasseroberfläche zerspritzen. Durch diese innige

* Organ 1895, S. 158.

*) D. R. G. M.

Mischung des Wassers mit Luft sättigt sich das Wasser mit Sauerstoff. In dem Turmbehälter selbst geht die Oxydierung des Eisens vor sich. Die Zeit, während welcher das geförderte und durchlüftete Wasser in dem Hochbehälter verweilt, dient zur Ausbildung der Eisenflocken, sodafs, wenn das Wasser aus dem Hochbehälter durch die in der Falleitung angeordneten vier geschlossenen Kiesfilter zum Verbräuche abfließt, eine leichte und sichere Filterung stattfindet. Die Leistung der Anlage beträgt 30 cbm/St. Reinwasser. Hierzu sind drei Filter erforderlich, das vierte steht in Bereitschaft.

Wenn die Filter durch Ablagerung von Eisenschlamm zu sehr verstopft sind, werden sie durch Rückspülung gereinigt und zwar jedes Filter durch das Reinwasser der andern. Ungereinigtes Wasser gelangt niemals unter, also hinter das Filter. Die Rückspülung wird durch einfache Schieberstellung betätigt. Hierbei wird der Filterkies durch ein im Filter eingeschlossenes Rechenwerk umgerührt. Die Rechen sind an einer lotrechten Welle befestigt, welche mittels Stopfbüchse durch den Deckel des Behälters geführt ist und während der Spülung von Hand gedreht wird. Ein Austragen des Filterkieses, der von besonderer gleichmäßiger Körnung hergestellt ist, zum

Zwecke seiner Waschung und seine Erneuerung finden nicht statt. Die Filter sind aufer ihrem Zu- und Ablaufrohre mit einer Schlammleerung und einem Grundabflasse versehen, welche in das Überlauf- und Entleerungsrohr des Hochbehälters einmünden.

Zur Bedienung der Regenbrausen ist ein umlaufender Arbeitsteg in das Dach des Turmes eingebaut.

Die Vorzüge dieser Anordnung der Wasserenteisung sind aufer in der großen Einfachheit und Zugänglichkeit aller Teile, den geringen Anlage- und Betriebskosten bei vollkommener Wirksamkeit gegenüber älteren Einrichtungen, wie beispielsweise den schwerfälligen Anlagen mit zweimaliger Hebung des Wassers, Rieseln, Sandfiltern, Sandwäsche und deren Baulichkeiten darin zu sehen, dafs die Filter nicht mit der Fördermenge, sondern nur mit der wesentlich geringeren Verbrauchsmenge belastet sind; daher kann die Filterfläche kleiner gehalten sein als sonst. Hierzu kommt der Vorzug, dafs das Wasser in dem Augenblicke gereinigt wird, wo es in das Verteilungsrohrnetz eintritt, jede Möglichkeit seiner Verunreinigung nach der Filterung also ausgeschlossen ist, was von dem in offenen Behältern aufbewahrten gereinigten Wasser nicht behauptet werden kann.

Versuche zur Ermittlung zweckmäßiger Lieferungsbedingungen für Stellwerks-Drahtseile.

Von **Gadow**, Eisenbahn-Bauinspektor zu Dortmund.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XLVIII.

(Schluß von Seite 224.)

Bisher sind bei der Beschaffung von Stahldrahtseilen vielfach Lieferungsbedingungen üblich, welche für den zu verwendenden Draht eine Festigkeit von 100 kg/qmm vorschreiben und dabei besonderen Wert auf hohe Verdrehungsfähigkeit legen. Man geht dabei von der an sich richtigen Ansicht aus, dafs ein Drahtseil möglichst biegsam sein müsse, um sich leicht der Biegung über die Rollen anzupassen, und dafs deshalb die Biegsamkeit des Drahtes nicht durch eine zu hohe Festigkeitsvorschrift in Frage gestellt werden dürfe. Ein Trugschluß ist es aber, wenn daraus gefolgert wird, dafs ein biegsames Seil lediglich durch Verwendung eines Drahtes von hoher Biegsamkeit und Verdrehungsfähigkeit hergestellt werden könne. Es wird dabei übersehen, dafs der einzelne Draht im Seile schon durch die doppelte Schraubenform, in der er verläuft, eine sehr hohe Biegsamkeit erhält, die für alle praktischen Fälle, auch bei kleinen Rollendurchmessern ausreichen müßte, wenn diese Biegsamkeit nicht teilweise unwirksam gemacht würde durch das stets wechselnde Kräftespiel im Drahte und in der Litze und durch die zwischen den einzelnen Drähten auftretenden Reibungskräfte. Mit Sicherheit muß angenommen werden, dafs jedes Seil im Betriebe daran zu Grunde geht, dafs Zug und Druck in den Drähten beständig wechseln und durch die fortwährend veränderten Kräfte diese Drähte gezwungen sind, gegen einander kleine Bewegungen auszuführen. Diesen Bewegungen wirkt aber die Reibung der Drähte aneinander entgegen.

Wo eine Faserstoffseele das Ausweichen der Drähte bis

zu einem gewissen Grade gestattet, wird der Verschleiß weniger schnell eintreten, namentlich dann, wenn die Seele mit einem fettigen Stoffe durchtränkt ist, und so von innen heraus ein Schmieren der Drähte, also eine Verminderung der Reibung bewirkt.

Die angestellten Versuche haben die Richtigkeit dieser Behauptung erwiesen. Ein Vergleich zwischen der Haltbarkeit derselben Seile auf der Prüfungsvorrichtung bei 230 und 140 mm Rollendurchmesser zeigt, dafs die Seile bei Verwendung von kleinen Rollen viel schneller zu Grunde gehen, weil dabei eben die einzelnen Drähte gegeneinander größere Bewegungen ausführen müssen, denen auch größere Reibungskräfte entgegenwirken. Ebenso ergaben Versuche mit Probeseilen, welche aus demselben Seilringe geschnitten wurden, dafs ein vorher mehrere Tage in Öl gelegtes Seil fast dreimal so viel Doppelbiegungen auf der Prüfungsvorrichtung aushielt, als ein trocken geprüfetes Seil. Die Untersuchung der Verzinkung von Drähten, welche nach dem Bruche auf der Prüfungseinrichtung von der Bruchstelle entnommen wurden, zeigte, dafs hier das Zink verschwunden war und der Draht schon bei einem ersten kurzen Eintauchen in eine Kupfervitriollösung von 20 % einen roten Kupferüberzug zeigte, während Drähte aus demselben Seile an anderer Stelle, welche die Rolle nicht berührt hatte, entnommen, eine mehrmalige Eintauchung aushielten. Das Zink war also an der Bruchstelle abgerieben.

Es folgt hieraus, dafs man zur Steigerung der Haltbarkeit der Seile einen Stoff verwenden muß, welcher der zerstörenden

Wirkung der Reibung einen tunlichst hohen Widerstand entgegensetzt, also von hoher Festigkeit und zugleich angemessener Biegefähigkeit. Beide Eigenschaften gleichzeitig besitzt nur bester Gußstahl.

Diejenigen Drahtseile, welche die höchste Zahl von Doppelbiegungen auf der Prüfungsvorrichtung ausgehalten haben, besitzen nach den Zusammenstellungen eine Festigkeit von weit über 100 kg/qmm neben einer hohen Biegefähigkeit.

Es dürfte sich somit empfehlen, für die Lieferung von Stahldrahtseilen vorzuschreiben, daß nur ein Draht verwendet werden darf, welcher wenigstens eine Festigkeit von 120 kg/qmm besitzt und 40 Biegungen um 180° über einen Halbmesser von 2,5 mm aushält. Damit wäre die Sicherheit gegeben, daß nur bester Gußstahl verarbeitet wird. Minderwertiger Draht kann die festgesetzte Festigkeit nur auf Kosten der Biegefähigkeit und die vorgeschriebene Biegung nur auf Kosten der Festigkeit erreichen.

Eine Bestimmung bezüglich der Verwindungsfähigkeit des Stahldrahtes kann nicht als zweckmäßig erachtet werden; denn eine Vorschrift bestimmter Verdrehungszahlen veranlaßt leicht das Werk, einen geringwertigen Stahl zu verwenden. Die Behandlung im Zinkbade beeinflusst unvermeidlich selbst den besten und zähesten Gußstahl dahin, daß er seine Verwindungsfähigkeit mehr oder weniger verliert. Man kann dem durch besondere Herstellung des unverzinkten Drahtes allerdings entgegenwirken, erreicht jedoch dabei neben hohen Verwindungszahlen eine Verringerung der sonstigen Güteeigenschaften des Drahtes.

Hohe Verwindungszahlen sind keine erstrebenswerte Eigenschaft für Seildraht, weil der Draht weder beim Verseilen, noch im fertigen Seile im Betriebe auf Verdrehen beansprucht wird. Diesem Umstande wird auch schon vielfach Rechnung getragen. Die Bergbehörden, welche für Förderseile den Zechen besondere Bedingungen vorschreiben, verzichten schon lange darauf, eine bestimmte Vorschrift für die Verwindbarkeit des Drahtes zu geben.

Hinsichtlich der zweckmäßigsten Stärke der im Seile versponnenen Drähte, zeigen die Zusammenstellungen, daß die besten Seile aus den dünnsten Drähten bestehen. Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, daß ein Seil an seinem äußeren Umfange auf Zug, an den auf der Rolle liegenden Innenseite aber auf Druck beansprucht wird. Dieser verschiedenen Beanspruchung muß das Seil durch kleine Verschiebewegungen der Drähte gegeneinander entsprechen. Besteht das Seil aus einer großen Anzahl sehr dünner Drähte, so fallen diese Bewegungen zwischen Nachbardrähten naturgemäß kleiner aus, als bei wenigen und stärkeren Drähten, und das Seil wird sich elastischer den einwirkenden Kräften anpassen.

Von den geprüften Seilen zeigten diejenigen von 0,35 und 0,4 mm Drahtdurchmesser die größte Haltbarkeit, während Seile, welche aus stärkeren Drähten gesponnen waren, ungenügende Ergebnisse lieferten.

Ist somit, wie auch Hrabák nachgewiesen hat, ein möglichst kleiner Drahtdurchmesser erstrebenswert, so ist doch eine Grenze vorhanden, unter die nicht gegangen werden darf: Sehr geringe Drahtstärken lassen sich schwerer herstellen und fallen

leichter ungleichmäßig aus, und in jedem Drahte muß ein gewisser tragender Querschnitt vorhanden sein, der nicht schon durch geringen Verschleiß und kurze Witterungseinflüsse so geschwächt werden darf, daß die Haltbarkeit des Seiles dadurch in Frage gestellt wird.

Für die Drähte in Stellwerks-Drahtseilen muß ein Durchmesser von 0,4 mm als der zweckmäßigste bezeichnet werden. Da jedoch die genaue Herstellung solcher Drähte mit Schwierigkeiten verknüpft ist, so empfiehlt es sich, zwar durchaus gleichmäßigen Draht zu verlangen, aber einen gewissen Spielraum nach oben und unten zu geben. Dem Vorteile der Abnehmer und Hersteller würde in gleicher Weise eine Vorschrift entsprechen, welche festsetzt, daß nur Drähte versponnen werden dürfen, welche, einschließlich Zinküberzug, nicht stärker als 0,43 mm und nicht schwächer als 0,37 mm sind.

Gegen die zerstörenden Einflüsse der Witterung müssen die Drahtseile gegen Rostbildung geschützt werden. Der tragende Querschnitt der einzelnen Drähte, aus denen ein Seil besteht, ist an sich schon gering, die der Oxydation ausgesetzte Oberfläche aber verhältnismäßig groß. Um so mehr müssen die Drähte gegen jede Schwächung möglichst gesichert werden. Dies geschieht ausnahmslos durch Verzinkung. Zink ist der Oxydation an der Luft weit weniger unterworfen, als Stahl, und besitzt von allen für den vorliegenden Zweck in Frage kommenden Metallen die größte Härte.

Der Zinküberzug der Drähte in Stahldrahtseilen soll so stark sein, daß die Oxydation des Stahles innerhalb der natürlichen Lebensdauer des Seiles verhindert wird, er darf aber auch nicht zu stark sein, weil sonst ein Abblättern des Zinkes durch die Biegungen im Betriebe eintreten kann und der Draht dann nicht nur bloßgelegt wird, sondern auch durch die rissige Oberfläche eine Vermehrung der Reibung zwischen benachbarten Drähten eintritt.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, daß der Zink auf den Drähten nicht allein oberflächlich haftet, sondern mit dem Stahlkerne fest verbunden ist. Dies wird durch die »Sandverzinkung« erreicht, die darin besteht, daß die Drähte bis zu schwacher Rotglühhitze erwärmt, dann durch eine Lösung von Zink in verdünnter Salzsäure geführt werden, um eine metallisch reine Oberfläche zu schaffen und nun durch ein Bad geschmolzenen Zinks laufen. Die Drähte überziehen sich hierbei mit einer starken Zinkschicht, wobei das Zink gewissermaßen durch Lösung fest mit dem Stahlkerne verbunden wird. Sobald die Drähte aus dem Zinkbade heraustreten, werden sie durch eine Sandschicht gezogen, wodurch das überflüssige, noch nicht erstarrte Zink abgestreift wird. Man hat es dabei in der Hand, durch richtige Bemessung der Geschwindigkeit im Zinkbade und durch größere oder geringere Entfernung der Sandschicht von diesem die Stärke des Zinküberzuges zu regeln.

Stahldrahtseile für Stellwerkszwecke erhalten zweckmäßig einen Zinküberzug von nicht unter 0,01 mm Stärke, der so fest auf dem Stahlkerne haften muß, daß ein Draht auf einen Dorn von seinem zehnfachen Durchmesser in dicht aufeinander liegenden Windungen gewickelt werden kann, ohne abzublättern. Ein so verzinkter Draht verträgt zweimaliges Eintauchen von

je einer Minute Dauer in eine Kupfervitriollösung von 20%, ohne einen zusammenhängenden roten Kupferüberzug zu zeigen.

Als Kern der Drahtseile werden jetzt an Stelle des früher üblichen Kerndrahtes ausschliesslich Hanfseelen verwendet. Die Seelen aus Stahldraht haben sich durchaus nicht bewährt, und ihre Verwendung ist nach Professor Hrabák auch theoretisch falsch. Drahtseelen machen die Seile schwerer und teurer, weniger biegsam, unzuverlässig und wenig dauerhaft. Die Seele im Seile hat aber nicht nur den Zweck, den Kern auszufüllen, sondern auch als elastische, nichttragende Unterlage den Litzen die Möglichkeit zu geben, den auf sie einwirkenden Kräften bis zu gewissem Grade auszuweichen und so die zerstörende Feilwirkung der Drähte aneinander zu mildern. Deshalb muß die Seele so stark sein, daß jede Litze der für Stellwerke verwendeten zweimal geflochtenen Seile auf ihr aufliegt. Nötig ist dabei, daß die Fasern in der Seele so fest versponnen sind, daß einzelne Litzen nicht aus ihrem Verbände gerissen und in die Seele hineingedrückt werden können. Der zweckmäßigste Durchmesser der Faserstoffseele hängt somit von der Stärke des Seiles und seiner Schlaglänge ab. So wenig es aber angebracht erscheinen kann, dem Fabrikanten eine bestimmte Schlaglänge für Litzen und Seil vorzuschreiben, so wenig empfiehlt es sich vorläufig, über Abmessung und Bildung der Faserstoffseele Bestimmungen zu treffen. Für den Abnehmer genügt es, wenn in den Lieferungsbedingungen verlangt wird, daß jedes Seil eine Hanfseele erhält. Manillahanf ist dabei jedoch ausgeschlossen, weil er so grobfaserig ist, daß er sich nicht zu feinen Fäden verspinnen läßt. Die Seele soll mit einem säurefreien, Fäulnis hindernden, das Aufsaugen von Feuchtigkeit verhindernden Stoffe getränkt sein. Der Tränkungsstoff wird durch den starken Druck, welcher bei der Bewegung der Seile über Rollen auf die Faserstoffseele ausgeübt wird, zum Teil in die Litzen hineingeprefst, er soll so die Drähte schmieren. Allgemein wird diesen Anforderungen von den größeren Seilwerken schon entsprochen, indem sie zur Tränkung der Seele Teeröl verwenden. Es sei hierbei bemerkt, daß nicht alle Fette, welche diesen Bedingungen an sich entsprechen würden, verwendbar sind, weil gewisse Öle, wie Knochenöl, die Eigenschaft besitzen, die Hanffaser zu zerstören. Für die Faserstoffseele der Stellwerks-Drahtseile dürften zweckmäßig folgende Bedingungen zu stellen sein:

1. Eine Faserstoffseele muß vorhanden sein, auf der alle Litzen aufliegen.
2. Die Seele darf auch unter ungünstigen Verhältnissen nicht früher zu Grunde gehen, als das Seil.
3. Die Seele darf keine Feuchtigkeit ansaugen oder irgend welche Säure enthalten, weil sonst ein Rosten der Seile von innen heraus eintritt.
4. Der Stoff, mit welcher die Fasern getränkt werden, muß die Drähte schmieren.

Für die Art des Verspinnens der Drähte in der Litze und der Litzen im Seile kann nur der »Kreuzschlag« in Frage kommen, bei dem die Schlagrichtung von Litzen und Seil entgegengesetzt ist, damit die beiden Bestrebungen zum Aufdrehen sich entgegenwirken. Der Einheitlichkeit wegen ist

vorzuschreiben, daß das Seil mit Rechtsgewinde geschlagen sein muß.

Die Zusammenstellungen der Versuchsergebnisse zeigen, daß von den geprüften Seilen die mit 5 mm Durchmesser am schlechtesten gehalten haben. Kein einziges der Seile dieser Art hat berechtigten Ansprüchen entsprochen. Am besten war das unter Nr. 10 in IIa aufgeführte mit 36654 Doppelbiegungen über 230 mm Rollen; aber auch dieses bleibt hinter Seilen von 6, 4, 3,5 und selbst 3 mm Durchmesser weit zurück. Der Grund für diese auffallende Erscheinung kann nicht mit Sicherheit angegeben werden. Vielleicht liegt er darin, daß starke Seile von 5 und 6 mm Durchmesser steifer sind, als solche von geringerer Stärke, daß aber dieser Nachteil beim 5 mm Seil nicht wie beim 6 mm-Seile durch die Verwendung einer großen Anzahl dünner Drähte ausgeglichen werden kann. Im 5 mm Seile ist es kaum möglich, wenn nicht auf eine genügend starke Faserstoffseele verzichtet wird, mehr als $6 \times 12 = 72$ Drähte des zweckmäßigsten Durchmesser von 0,4 mm unterzubringen. Diese Anzahl genügt aber anscheinend nicht, um die zu große Steifigkeit des Seiles ausreichend zu mildern. Die Verwendung von 5 mm Seilen im Stellwerkswesen grundsätzlich zu untersagen, dürfte aber nicht zu empfehlen sein. Eine Vorschrift, welche bei bestimmter Belastung und festgesetztem Hube eine bestimmte Anzahl Doppelbiegungen verlangt, die das Seil bis zum Bruch über Rollen um 230 mm aushalten muß, wird ausreichen, die Lieferung minderwertiger Seile zu verhindern. Gelingt es, auch Drahtseile von 5 mm durchwegs mit größerer Widerstandsfähigkeit herzustellen, so liegt kein Grund vor, deren Anwendung einzuschränken.

Dagegen müssen Seile unter 4 mm Durchmesser grundsätzlich verworfen werden, obgleich solche von 3,5 mm und selbst 3 mm bei den Prüfungen eine große Haltbarkeit nachgewiesen haben. (Nr. 17 und 18 IIb, 20 bis 23 IIa, 22 und 23 IIa, 27 bis 30 IIa.) Die Querschnittsbelastung wird mit 33 bis 34 kg/qmm bei diesen Seilen zu groß. Dazu kommt, daß diese hohe Belastung, die bei den vorkommenden Zugkräften von 150 kg im Drahtzuge bis zu 49 und 51 kg/qmm wächst, schon beim ersten zufälligen Reißen eines oder mehrerer der meist nur in geringer Anzahl vorhandenen Drähte gleich eine zu große Steigerung erfährt und so dünne Seile durch die unvermeidlichen Witterungseinflüsse stärker geschwächt werden, als mit der Betriebsicherheit der Drahtzüge vereinbart erscheint.

Sonach müssen für die Verwendung im Stellwerkswesen die Seile von 6 und von 4 mm Durchmesser als die geeignetsten bezeichnet werden.

Die 6 mm-Seile gestatten eine Zusammensetzung aus vielen Drähten, bieten Raum für eine starke Faserstoffseele, und bei ihrem großen Querschnitte kann die natürliche Steifigkeit so starker Seile ausgeglichen werden (8 und 9 Ib, 11 bis 16 Ia, 11 und 12 Ib, 18 bis 20 Ia).

Die 4 mm-Seile besitzen in Folge ihres geringen Durchmessers schon an sich hohe Geschmeidigkeit. Die Versuche 1 und 2 IIIb, 2 bis 5 IIIa, 4 bis 6 IIIb und 7 bis 9 IIIa beweisen, daß solche Seile wohl für die Verwendung im Stellwerkswesen geeignet sind. Die Querschnittsbelastung hält sich

in zulässigen Grenzen, und diese Seile dürften bei zweckentsprechender Behandlung auch gegen Witterungseinflüsse ausreichend widerstandsfähig sein.

Einzelne Seile von 6 mm Durchmesser haben weit über 90000 und solche von 4 mm Durchmesser weit über 60000 Doppelbiegungen auf der Prüfungsvorrichtung auszuhalten. Eine so hohe Leistungsfähigkeit kann man selbstverständlich in den Lieferungsbedingungen nicht verlangen, doch darf unbedenklich vorgeschrieben werden, daß die für Stellwerksanlagen zu liefernden Seile bei 500 mm Hub auf Rollen der üblichen Durchmesser von 230 mm in der Anordnung nach Abb. 4, Taf. XLVIII bei gleichbleibender Belastung von 100 kg wenigstens 40000 Doppelbiegungen bis zum Bruch vertragen müssen. Dadurch werden die Werke gezwungen, nur erstklassige Seile zu liefern.

Die Anzahl der Drähte in den Seilen oder eine bestimmte Bauart vorzuschreiben, kann nicht empfohlen werden. Die im vorstehenden angedeuteten Gesichtspunkte für Lieferungsbedingungen für Stahldrahtseile werden ausreichen, um künftig minderwertige Seile von der Verwendung auszuschließen.

Die hiernach als zweckmäßig ermittelten Bedingungen können in folgende Punkte zusammengefaßt werden:

1. Zu den Seilen ist nur bester Gufsstahl von durchaus gleichmäßiger Beschaffenheit zu verwenden.

Der Stahl der Drähte muß eine Festigkeit von wenigstens 120 kg/qmm besitzen und wenigstens 40 Biegungen der Drähte um 180° über einem Halbmesser von 2,5 mm (Abb. 1, Taf. XLVIII) bis zum Bruche aushalten. Die erste halbe Biegung um 90° bleibt außer Betracht.

2. Der zu den Seilen verwendete Stahldraht darf einschließ-lich der Verzinkung nicht stärker als 0,43 mm und nicht schwächer als 0,37 mm sein.
3. Die Verzinkung der Drähte muß wenigstens eine Stärke von 0,01 mm haben.

Der verzinkte Draht muß zwei Eintauchungen von je einer Minute Dauer in einer Kupfervitriol-Lösung von 20% aushalten, ohne einen zusammenhängenden roten Kupferüberzug anzunehmen.

Der Draht muß sich um einen Stab von seinem 10fachen Durchmesser in aufeinander liegenden Windungen wickeln lassen, ohne daß ein Abblättern des Zinkes eintritt.

4. Die Seile müssen auf Rollen von 230 mm Durchmesser, die nach Abb. 4, Taf. XLVIII angeordnet sind, unter einer gleichbleibenden Spannkraft von 100 kg bei 500 mm Hub im ungefetteten Zustande wenigstens 40000 Doppelbiegungen bis zum Bruche aushalten.
5. Die Seile müssen als Kern eine Hanfseele erhalten, welche mit einem säurefreien, fäulnishindernden, keine Feuchtigkeit aufsaugenden Stoffe zu tränken ist.
6. Die Drähte in der Litze und die Litzen im Seile müssen in entgegengesetzter Richtung geschlagen sein. »Kreuzschlag«. Das Seil muß dabei Rechtsgewinde zeigen.

Gute Drahtseile für Stellwerkszwecke können nur Werke herstellen, welche über die besten Einrichtungen verfügen und langjährige Erfahrungen besitzen. Nur bester Stoff, gewissenhafte Arbeit und strengste Beachtung der vielen für die Herstellung in Frage kommenden Einzelheiten gewährleisten neben zweckmäßiger Bauart volle Güte des Seiles. Deshalb bleibt die Lieferung von Drahtseilen immer Vertrauenssache.

Mit der Vorschrift strenger Lieferungsbedingungen allein ist es bei der Beschaffung von Stellwerks-Drahtseilen nicht getan. Mit größter Sorgfalt müssen unter den vielen Werken, welche Drahtseile herstellen, die leistungsfähigsten ausgewählt werden. Nur diese sind in der Lage, den vorstehend angegebenen Lieferungsbedingungen wirklich zu entsprechen.

Neuer Betriebsplan für Massenverkehr auf Vorortbahnen.

Von Hansen, Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor in Berlin.

Hierzu Betriebs-Schaupläne Abb. 1 bis 13 auf den Tafeln LII und LIII.

(Fortsetzung von Seite 231.)

4. Zahl der erforderlichen Betriebsmittel.

a) Da nach Plan II zur Erzielung derselben Nutzleistung nur 110 anstatt 200 Zugkilometer erforderlich sind, da ferner die mittlere Reisegeschwindigkeit der Züge vergrößert wird, so können die Betriebsmittel rascher umlaufen, zur Erzielung derselben Nutzleistung genügt also ein geringerer Wagenbestand.

In unserm Beispiele werden nach Plan I bei Anwendung des 6-Minutenverkehrs in 102 Minuten 17 Züge oder stündlich 10 Züge von A nach den Vororten gefahren, und es sind dazu bei 1 Minute Wendezeit im ganzen 17 Wagenzüge erforderlich (Abb. 4, Taf. LII). Nach Plan II werden bei Annahme derselben Wendezeit von 1 Minute 20 Züge in 106 Minuten, also in der Stunde $\frac{60 \cdot 20}{106} = 11,3$ Züge gefahren, gegen 10

nach Plan I. Erforderlich sind aber nur Wagen für 10 Züge statt für 17.

Man kann also nach Plan IIa auf einem Gleise und mit Wagen für nur 10 Züge noch etwas mehr leisten, als nach Plan I auf zwei Gleisen und mit Wagen für 17 Züge*).

b) Durch Mitbenutzung des zweiten Gleises gemäß Plan IIb erhöht sich die Leistungsfähigkeit auf 20 Züge in 63 Minuten, oder in der Stunde $\frac{20 \cdot 60}{63} = 19,0$ Züge, auch dann sind nur Wagen für 10 Züge erforderlich.

c) Durch Vermehrung des Wagenbestandes auf 13 Züge

*) Vorausgesetzt ist hierbei, daß für das Wenden der Züge 1 Minute ausreicht. Nimmt man die Wendezeit in beiden Fällen zu 5 Minuten, so ändert sich das Verhältnis nur sehr wenig.

kann man nach Plan IIc eine Leistung von 20 Zügen in 53 Minuten, also in der Stunde $\frac{60 \cdot 20}{53} = 22,6$ Züge erreichen.

5. Zugmannschaften.

Entsprechend der geringern Zahl der erforderlichen Züge und Zugkilometer ist auch der Bedarf an Zug- und Lokomotiv-Mannschaften geringer.

6. Höchste erreichbare Leistungsfähigkeit.

Die höchste erreichbare Leistungsfähigkeit der Bahn hängt ab von der Zugstärke und der Schnelligkeit, mit der sich die Züge folgen können.

Bei Plan I kann die Zugstärke bei Dampfbetrieb nicht über eine mäßige Grenze hinausgehen, weil sonst die Anfahrbeschleunigung, also auch die mittlere Geschwindigkeit so schnell abnimmt, daß der Vorteil der größeren Zugstärke wieder aufgehoben wird. Dagegen ist man nach Plan II bezüglich der Zuglänge weit unabhängiger, denn die bei Vermehrung der Länge unvermeidliche Verringerung der Anfahrbeschleunigung hat auf die mittlere Reisegeschwindigkeit hier einen äußerst geringen Einfluß.

Die denkbar kürzeste Zugfolge beträgt bei Plan I etwa 2 Minuten*). Tatsächlich gilt aber zur Zeit 2,5 Minuten als äußerste wirklich erreichbare Grenze. Dagegen kann im Plane II der kürzeste mögliche Zugabstand viel kleiner angenommen werden.

Wählt man beispielsweise eine Blockentfernung von 500 m**), so würde der kürzeste mögliche Zugabstand 500 m + Zuglänge betragen, woraus sich bei einer Höchstgeschwindigkeit von 70 km/St. die schnellste Zugfolge zu etwa 0,5 bis 0,6 Minuten, bei 90 km/St. sogar zu 0,4 Minuten ergeben würde, gegenüber 2 Minuten nach Plan I. Im ganzen wird man unbedenklich die größte Zugstärke etwa doppelt so groß, die Zugfolge etwa doppelt so rasch annehmen können, sodaß nach Plan II die erreichbare Leistungsfähigkeit etwa 4 mal so groß sein wird, als nach Plan I.

Die geschilderten Vorteile sind so groß, daß die Frage ernste Prüfung verdient, ob es möglich ist, den Betrieb der Vorortbahnen nach Plan II einzurichten.

Die hierzu erforderlichen Maßnahmen sollen in folgendem kurz besprochen werden.

Verteilt sich der zu bewältigende Verkehr über einen längern Zeitraum, so wird man die Züge ihren Weg im Plane II¹ und II² so oft als erforderlich hin und her machen lassen. Hierbei zeigt sich aber ein wesentlicher Unterschied des neuen Betriebsplanes.

Unter der Herrschaft des Planes I findet jeder Reisende stets in kurzen Zwischenräumen einen für seine Zwecke geeigneten Zug. Trifft er unmittelbar nach Abgang eines Zuges auf dem Bahnsteig ein, so beträgt die Wartezeit bis zum Abgange des nächsten Zuges höchstens 6, 10 oder 20 Minuten,

*) Glasers Annalen 1900, S. 89/90.

**) Innerhalb der Strecke A—1, wo die Geschwindigkeit gering ist, müßte der Blockabstand entsprechend kleiner werden.

je nachdem der 6, 10 oder 20 Minuten-Verkehr eingerichtet ist. Der Plan II steht in dieser Hinsicht ungünstiger da. Weil jeder Zug nur an einer einzigen Station hält, so kann der Reisende nicht mit jedem beliebigen Zuge fahren, sondern muß so lange warten, bis ein Zug nach seinem Reiseziele abfährt. Die Züge nach den einzelnen Orten können sich aber nicht beliebig oft folgen, sondern immer nur in denjenigen Zeitabständen, die sich aus der Gestalt der Fahrordnung ergeben. Ist beispielsweise um 8,00 Uhr ein Zug nach Station 10 abgegangen, so muß nach Plan IIa der Reisende, welcher nach 8,00 Uhr eintrifft, bis 8,53 Uhr, also 53 Minuten warten, bis er einen geeigneten Zug findet (Abb. 2, Taf. LII). Bei Anwendung des Planes IIb beträgt die Wartezeit bis zu 31,5 Minuten (Abb. 3, Taf. LII) und bei Plan IIc höchstens 26,5 Minuten (Abb. 4, Taf. LII).

Die Wartezeit wächst annähernd im Maße der Bahnlänge. Sie wird sich aber vielfach dadurch verringern lassen, daß die Höchstgeschwindigkeit bei Plan II wesentlich höher angenommen werden kann, als in obigem Beispiele.

Die längeren Wartezeiten des Planes II bilden zwar, namentlich bei eingleisiger Strecke, einen Übelstand, doch wird man diesem Punkte keine entscheidende Bedeutung beilegen dürfen. Die Reisenden werden sich sehr bald daran gewöhnen, daß sie nur zu bestimmten Zeiten fahren können, und nach kurzer Zeit werden sie dies kaum noch als einen Mangel empfinden, zumal dieser Übelstand durch die viel schnellere Beförderung mehr als ausgeglichen wird. Übrigens kommen, wenigstens für einzelne Stationen, Wartezeiten von einer Stunde und darüber auch jetzt schon nicht selten vor.

Es war oben bei Aufstellung der Fahrpläne IIa, IIb und IIc angenommen, daß der Verkehr aller Vororte gleich groß sei. Diese Voraussetzung trifft in Wirklichkeit keineswegs zu. In der Regel ist der Verkehr nach den näheren Vororten ganz beträchtlich stärker, als nach den weiter entfernten. Diesen Verschiedenheiten vermag aber der Plan II viel besser Rechnung zu tragen, als Plan I.

Nach den Orten mit stärkerem Verkehre wird man längere Züge senden, nötigen Falles mit Vorspann. Reicht das noch nicht aus, so wird man mehrere Züge kurz hintereinander nach dem betreffenden Orte laufen lassen, wie in Abb. 5, Taf. LII angegeben.

Nach Orten mit schwachem Verkehre wird man die Züge kürzer machen oder man wird die Reisenden zweier oder mehrerer verkehrschwacher Orte nach Abb. 6, Taf. LII in einen Zug zusammenbringen, der dann an allen betreffenden Orten halten muß. Allerdings empfiehlt es sich, von diesem Mittel nur ausnahmsweise Gebrauch zu machen, weil durch das öftere Halten die beabsichtigten Vorteile zum Teil wieder verloren gehen. Zweckmäßiger ist die Einrichtung kurzer Züge. Es steht durchaus nichts entgegen, in jeder einzelnen Zuggruppe einzelne Züge lang, andere Züge kurz zu machen.

Übrigens kann man es als wahrscheinlich bezeichnen, daß unter der Geltung des Planes II die Bebauung der weiter entfernten Orte rasch zunehmen und die Ablassung besonderer Züge nach jedem Vororte in nicht zu ferner Zeit wirtschaftlich günstig werden wird.

Ferner müßte der neue Betriebsplan darauf Rücksicht nehmen, daß die Stärke des Verkehrs von Tag zu Tage und von Stunde zu Stunde auch oft unerwartet wechseln kann. Im Plane I kann man zu dem Zwecke die Zugfolge beschleunigen oder verlangsamen. Beispielsweise schwankt die Zugfolge auf der Wannseebahn zwischen 5 und 20 Minuten. Außerdem hat man auch wohl versucht, die Zugstärken zu wechseln, indessen ist dies Mittel bei Plan I nur in beschränktem Maße anwendbar, da die Größe des Verkehrs im voraus nicht bekannt ist und die Zugstärke daher zur Deckung der möglichen Schwankungen sehr reichlich bemessen werden muß.

Unter dem Plane II kann die Zugstärke dem jeweiligen Verkehrsumfange besser angepaßt werden, weil es möglich ist, Maßnahmen zu treffen, durch welche dem betriebsleitenden Beamten schon vor Ablassen des Zuges die genaue Anzahl der zu befördernden Reisenden angezeigt wird. Diesem Zwecke dient die folgende Einrichtung.

Auf jeder Station sind ebenso viele Drehkreuze mit Zählvorrichtung angebracht, wie Stationen an der Strecke liegen, hier zehn. Jedes Kreuz trägt den Namen einer Station. Die Reisenden betreten den Bahnsteig durch das ihrem Ziele zugewiesene Drehkreuz, sodafs die Zahl der Reisenden für den Zug bekannt ist. Nach Abgang wird das Kreuz auf 0 gestellt oder auf die Zahl der Reisenden, die der Zug nicht mehr fassen konnte. Hiernach kann der Stationsbeamte ermessen, wohin Züge abgehen und wie stark sie sein müssen, und kann die erforderlichen Maßnahmen treffen.

Nötigen Falles können diese Übersichten elektrisch nach einem Mittelpunkte der Betriebsleitung übertragen werden, die so stets über die betreffenden Verhältnisse unterrichtet bleibt.

Die Zählvorrichtung wird zusammen mit dem beschriebenen Betriebsplane dazu beitragen, die Überfüllung der Züge, die jetzt auf den Vorortbahnen zu gewissen Zeiten einen erschreckenden Umfang annimmt, zu beseitigen. Denn da der betriebsleitende Beamte in der Lage ist, innerhalb weniger Minuten so viel Züge abfahren zu lassen, daß jeder Reisende mit Sicherheit auf einen Platz rechnen kann, so liegt kein Grund für die Reisenden vor, in überfüllte Wagen einzusteigen.

Durch die beschriebene Einrichtung kann eine vorzügliche Platzausnutzung erreicht werden. Während einerseits die jetzt so lästig empfundene Überfüllung vermieden wird, brauchen andererseits die Züge nicht unnötig stark gemacht zu werden, da schon vor Abgang jedes Zuges die Zahl der erforderlichen Plätze genau bekannt ist.

Tatsächlich wird die Veränderung der Zugstärke freilich vielfach auf Schwierigkeiten stoßen. Um sie durchzuführen, sind bei Lokomotivbetrieb umfangreiche Gleis- und Weichenanlagen nötig. Sodann kostet das Auseinanderreißen und Zusammensetzen der Züge immer eine gewisse Zeit und ist vielfach mit Umständen verbunden. Man wird daher oft davon absehen und lieber unnötige Leerzüge zulassen. Wenn nur der Hauptgrundsatz des neuen Betriebsplans, daß die Züge immer nur an einer Station halten, beobachtet wird, so entstehen durch das überflüssige Mitlaufen von Wagen nur wenig

Mehrkosten und es lohnt sich nicht, deswegen besondere Maßnahmen zu treffen.

Unter Umständen kann es dagegen zweckmäßig sein, zu den Zeiten schwachen Verkehrs einzelne Züge nach zwei Bestimmungsorten laufen zu lassen (Abb. 6, Taf. LII), um so vorübergehend die Zahl der in Umlauf befindlichen Züge zu vermindern. Dann können Mannschaften, Lokomotiven und Wagen der entbehrlichen Züge zeitweise außer Dienst treten, oder anderweitig verwendet werden, und darin könnte tatsächlich ein greifbarer Vorteil stecken.

Ebenso könnte man bei schwächerem Verkehre zwischen den einzelnen Zuggruppen längere Pausen eintreten lassen.

Durch alle diese Mittel wird man sich im Plane II viel genauer den Schwankungen des Verkehrs anpassen können, als im Plane I.

Es soll jetzt noch die Frage gestreift werden, wie sich die Durchführung des neuen Betriebsplanes hinsichtlich der einzelnen im Anfange dieses Aufsatzes erwähnten Verkehrsgruppen gestalten wird.

1. Geschäftsverkehr.

Zur Bewältigung wird man die Züge früh morgens im Plane IIa², IIb² oder IIc² von den einzelnen Vororten nach der Stadt senden und sie dann im Plane IIa¹, IIb¹, IIc¹ zurückkehren lassen. Dies Spiel wird sich so oft wiederholen, bis alle Reisenden zur Stadt befördert sind. Die Fahrten II¹ werden in der Regel leer laufen, da der Verkehr nach außen um diese Zeit gering ist. Abends vollzieht sich der Verkehr in umgekehrter Weise.

Ist der Geschäftsverkehr sehr stark und schwankend, so wird man zwischen die regelmässigen Züge noch Bedarfszüge einschalten (Abb. 7, Taf. LII).

Der Gelegenheitsverkehr wird, wenn er bedeutend ist, ähnlich behandelt, wie der Geschäftsverkehr, indem man so oft, wie erforderlich, Zuggruppen nach Plan II fahren läßt. Falls dieser Verkehr jedoch unbedeutend ist, kann man ihn zweckmäßig in der weiter unten angegebenen Art mit dem Ortsverkehre verbinden.

2. Ortsverkehr.

Es ergeben sich drei Möglichkeiten.

a) Ortsverkehr und Gelegenheitsverkehr werden vereinigt, die Züge verkehren ausschließlich im Plane II, wobei zwischen den einzelnen Zuggruppen angemessene Zwischenräume bleiben.

Für den Gelegenheitsverkehr von den Vororten nach der Stadt ist diese Betriebsart günstig, dagegen muß jeder Fahrgast, der von irgend einem Vororte nach einem andern fahren will, zuerst nach A reisen, dort aussteigen und so lange warten, bis von dort ein Zug nach seinem Reiseziele abfährt.

Die Dauer einer derartigen Reise hängt in hohem Maße davon ab, ob ein oder zwei Gleise vorhanden sind. Auf der eingleisigen Bahn (Abb. 2, Taf. LII) ist die ganze Reisedauer im Plane IIa für alle Reisen des Ortsverkehres gleich groß und unabhängig davon, wo Anfangs- und Endpunkt der Reise liegen, und zwar beträgt sie stets 52 Minuten. Bei Plan IIb und IIc richtet sich die Reisedauer darnach, ob bei Ankunft des Reisenden der auf dem andern Gleise nach seinem Reise-

ziele fahrende Zug schon abgefahren ist oder nicht. Im erstern Falle beträgt die Reisedauer für alle Reisen:

bei Plan IIb 62 Minuten (Abb. 3, Taf. LII),

bei Plan IIc 52 Minuten (Abb. 4, Taf. LII),

in letzterm Falle ist die Reisedauer:

bei Plan IIb 30,5 Minuten (Abb. 3, Taf. LII),

bei Plan IIc 25,5 Minuten (Abb. 4, Taf. LII).

Für alle diejenigen Reisen, deren Dauer nach Plan I größer sein würde, als die oben ermittelten Zahlen, ergibt sich eine Verkürzung der Reisedauer, für die übrigen würde eine Verlängerung und damit eine Erschwerung eintreten.

Es ist jedoch noch folgendes zu berücksichtigen. Da in vielen Fällen der Verkehr nach den näheren Vororten wesentlich stärker ist, als nach den weiteren, so wird man häufig einen Teil der Zuggruppen bereits in den näheren Vororten endigen lassen, wie in Abb. 12 und 13, Taf. LIII angedeutet. Hierdurch entsteht auch die Möglichkeit, die Reisedauer für einen großen Teil der Ortsreisen zu vermindern.

β) Es findet eine vollständige Trennung des Gelegenheits- und des Orts-Verkehres statt.

Für den Gelegenheitsverkehr fahren die Züge im Plane II mit entsprechendem Abstände der einzelnen Zuggruppen, während zur Bewältigung des Ortsverkehres zwischen den einzelnen Zuggruppen des Planes II kurze Ortszüge, die überall halten, in entsprechenden Abständen eingelegt werden (Abb. 8, Taf. LIII).

Da der Ortsverkehr bei Vorortbahnen in der Regel sehr schwach ist, so genügen meist einige wenige kurze Züge, die vielleicht nur aus einem Selbstfahrer bestehen. Es steht jedoch nichts entgegen, die Zahl und Stärke der Züge zu vermehren.

γ) Ortsverkehr und Gelegenheitsverkehr fahren vereinigt, jedoch im Plane I.

Ist der Ortsverkehr verhältnismäßig stark, so kann es sich vorteilhaft erweisen, für gewöhnlich den Plan I mit entsprechend langsamer Zugfolge in Anwendung zu bringen und den Plan II nur zu Zeiten starken Geschäftsverkehres einzuführen, hauptsächlich also morgens und abends (Abb. 9, Taf. LIII), allenfalls auch noch mittags.

In diesem Falle hätte man gegenüber der ausschließlichen Verwendung des Planes I immer noch den großen Gewinn, daß für den Geschäftsverkehr, der dem Betriebe unter Plan I kaum zu bewältigende Schwierigkeiten bietet, die oben nachgewiesenen Vorteile, insbesondere eine wesentliche Beschleunigung, erzielt wird, und daß diese Vorteile mit einem geringern Wagenbestande und geringeren Zugkosten erreicht werden können.

In rein betriebstechnischer Hinsicht ist die unter α) erwähnte Betriebsart, nötigenfalls unter Zuhilfenahme der unter β) erwähnten besonderen Ortszüge, am vorteilhaftesten. Wenn nötig, wird man zunächst die Zahl und Stärke der in Abb. 8, Taf. LIII vorgesehenen Ortszüge vermehren, und sich damit allmählig dem unter γ) erwähnten Zustande nähern.

In allen Fällen wird man versuchen, sich den Schwankungen des Verkehrs mit Hilfe der oben angedeuteten Mittel möglichst anzuschließen, doch ist andererseits ängstliches Vermeiden von Leerläufen nicht am Platze.

Es läßt sich nicht leugnen, daß unter der Herrschaft des Planes II immer eine kleine Erschwerung des Ortsverkehres, wenigstens zu gewissen Zeiten, stattfinden wird. [Indes ist diesem Umstande keine entscheidende Bedeutung beizumessen. Selbst wenn sich dieser Verkehr zum Teil von der Vorortbahn weg und der Strafsenbahn zuwenden sollte, so dürfte dieser Ausfall durch die unzweifelhaft eintretende Zunahme des Geschäftsverkehres mehr als aufgewogen werden.

3) Der Vergnügungs- und Erholungsverkehr.

Der Vergnügungs- und Erholungsverkehr bietet jetzt dem Betriebe nach Plan I vielfach deshalb sehr große Schwierigkeiten, weil er unregelmäßig und oft unerwartet und plötzlich auftritt. Ist dieser Verkehr verhältnismäßig gering, so kann man ihn mit den regelmäßig für den Geschäfts- und Ortsverkehr vorgesehenen Mitteln zu bewältigen suchen. Reicht das nicht aus, so wird man während der Zeiten des starken Vergnügungsverkehres, also etwa Sonntag nachmittags von 2 bis 4 und von 9 bis 10 Uhr, ausschließlich zu Plan II übergehen müssen.

Man wird dann den Fahrplan derart etwas beweglich gestalten, daß nach verkehrsreichen Orten mehrere Bedarfzüge hintereinander abgelassen werden können (Abb. 7 und 10, Taf. LII, Abb. 11, Taf. LIII). Ebenso wird man im Falle des Bedürfnisses die Züge verstärken. Sollten die vorgesehenen Bedarfzüge und die verstärkten Züge in Ausnahmefällen noch nicht ausreichen, so steht nichts entgegen, so lange hintereinander außerplanmäßige Sonderzüge nach einem bestimmten Orte zu schicken, bis der Verkehr erschöpft ist. In diesem Falle würde eine Verschiebung der ganzen Zuggruppen erfolgen, also eine Verspätung aller folgenden Züge eintreten (Abb. 10, Taf. LII), die man in Verkehrspausen wieder einholen müßte. Derartige Verspätungen lassen sich aber bekanntlich auch bei Plan I nicht vermeiden.

Bei Abwicklung dieses Vergnügungsverkehres würde die oben beschriebene Zählvorrichtung ausgezeichnete Dienste leisten, weil sie dem betriebsleitenden Beamten jederzeit angibt, wie viele Reisende vorhanden sind und wohin sie fahren wollen. Hiernach kann er rechtzeitig die erforderlichen Maßnahmen treffen, um die jetzt lästig empfundene Überfüllung derartiger Züge zu verhindern.

Zur Durchführung des Planes II sind noch verschiedene bauliche Anlagen erforderlich:

1. Vorrichtungen zum Aufstellen der Züge.

In A sind, namentlich nach Plan IIa, Aufstellungsgleise nötig. An den Vorortstationen, wo mehrere Züge kurz hintereinander endigen, müssen entweder Aufstellungsgleise angelegt oder die nach den vorliegenden Stationen führenden Hauptgleise zum Aufstellen benutzt werden. Letzteres hat grundsätzlich bei Anlage der erforderlichen Deckungssignale kein Bedenken, so lange lediglich nach Plan II gefahren wird.

2. Vorrichtungen zum Wenden der Züge.

Bei Lokomotivbetrieb muß auf der Anfangs- und Endstation jedes Zuges ein Umsetzen der Lokomotive stattfinden. Zu diesem Zwecke ist auf jeder Station ein Rücklaufgleis oder

eine Wendeschleife für den ganzen Zug nötig. Man kann aber die hierzu nötigen Gleis- und Weichenanlagen auf den Vorort-Stationen sparen, wenn man den Wechsel in der Art ausführt, daß die Lokomotive sofort nach Ankunft des Zuges abgehängt wird, nach der benachbarten Station fährt und sich an den Schluß des dort stehenden Zuges setzt. Damit steht die Lokomotive für die Rückfahrt dieses Zuges richtig.

An der Anfangstation A sind entweder ausgedehnte Bahnsteiganlagen nötig, deren richtige Ausgestaltung unter Umständen Schwierigkeiten bieten dürfte, oder Umkehrschleifen, oder beide Vorrichtungen in geeigneter Verbindung. Ein genaueres Eingehen auf diese Fragen scheint an dieser Stelle entbehrlich, da sich die Einzelausbildung ganz nach den örtlichen Verhältnissen richten wird.

3. Signal- und Blockvorrichtungen.

Wenn die Züge ganz oder teilweise auf demselben Gleise hin und zurückfahren, so sind auch entsprechende Signal- und Blockvorrichtungen nötig. Zwischen A und 1 müssen die Blockabstände bei der geringern Geschwindigkeit kleiner werden, als zwischen den anderen Stationen.

Wenn es sich darum handelt, den Betrieb nach Plan II auf einer bestehenden Bahn einzurichten, so wird man zweckmäßig damit beginnen, zunächst die Zählvorrichtung in Tätigkeit zu setzen, um mit ihrer Hilfe von vornherein einen richtigen Plan aufstellen zu können. Bei neuanzulegenden Bahnen wird man zunächst probeweise einen Plan aufstellen und dann mit Hilfe der Zählvorrichtung bald Unterlagen für den endgültigen gewinnen. (Schluß folgt.)

Geologische Bemerkungen zum Einsturze im Altenbekener Tunnel.

Von Dr. F. Rinne, Professor an der Technischen Hochschule in Hannover.

Der Einsturz im Rehbergtunnel bei Altenbeken veranlaßt mich, den Lesern dieser Zeitschrift eine kurze Übersicht der geologischen Verhältnisse des vom Tunnel durchquerten Höhenzuges zu geben; sie sind bei der Beurteilung des Ereignisses mit in erster Linie zu berücksichtigen.

Vom geologischen Standpunkte aus betrachtet, ist die Stelle, an welcher der Rehbergtunnel den Teutoburger Wald durchbricht, eine für Ausführung und Unterhaltung eines solchen Werkes ungemein ungünstige. Der Wall des genannten Gebirges wird von dem Tunnel da durchquert, wo ein förmliches Strahlenbündel von Bruchzonen, aus dem östlichen Vorlande gegen das Gebirge ziehend, sich zusammenschließt und im Rehberge verschwindet, zum Zeichen dafür, daß letzterer unter der seinen Westabhang gleichmäßig bedeckenden Gesteinsplatte ein Mosaik vieler Gesteinschollen darstellt. Durch diese Wirrnis im Innern des Berges ist der Altenbekener Tunnel gebahnt. Zu dem verwickelten Gebirgsbaue kommt als weiterer technisch wichtiger Umstand, daß von den Schichtenfolgen, die sich unter die erwähnte, den westlichen Abhang bildende Gesteinsplatte schieben, gewisse, nämlich die des mittleren Muschelkalkes, bezüglich der Festigkeit des Gesteines sehr wenig verläßlich sind*). So sind also verwickelte tektonische Verhältnisse und teilweise Unzuverlässigkeit des Gesteines im vorliegenden Falle unliebsam vereinigt.

Zur nähern Erläuterung der technisch-geologischen Ver-

*) Dies ergibt sich auch aus einer großen Zahl von Erdfällen, die sich im Gebiete des mittlern Muschelkalkes am Rande der Egge südlich vom Rehbergtunnel vorfinden und auch da noch erscheinen, wo die angeführte Schichtenfolge vom Sandsteine der Kreideformation bedeckt ist (vergl. d. Erdfallkreischen in Textabb. 1).

hältnisse sind die Textabb. 1 und 2 beigefügt, welche im Grundrisse und Schnitte den Aufbau des Rehberges und seiner

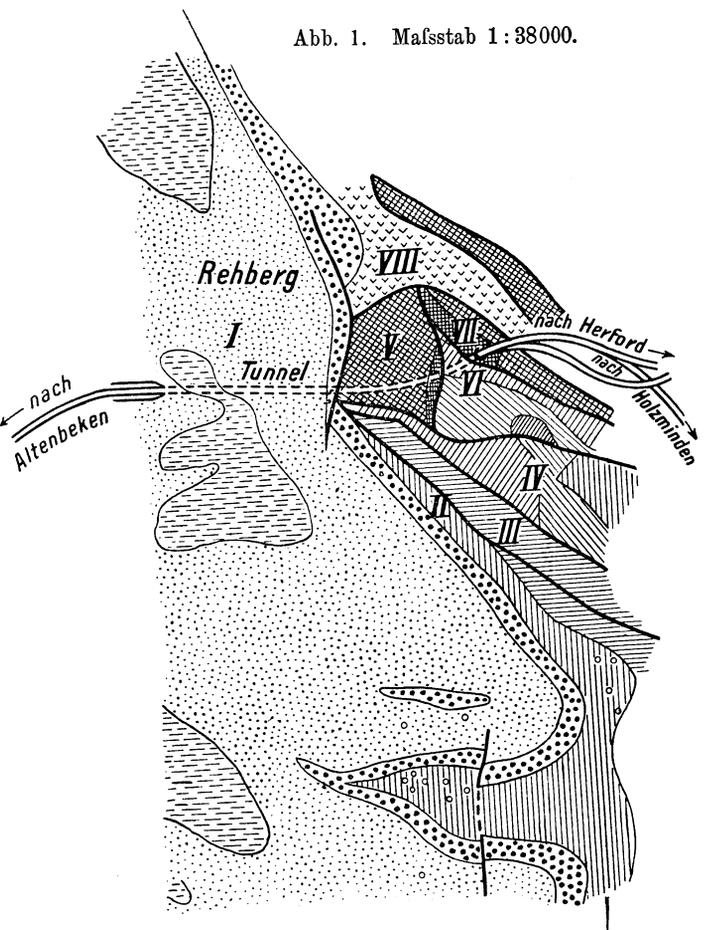


Abb. 1. Maßstab 1:38000.

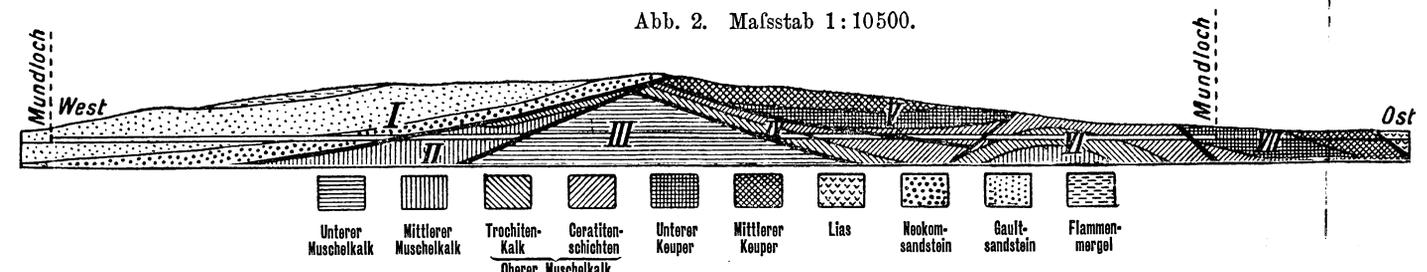


Abb. 2. Maßstab 1:10500.

Umgebung darstellen, und denen die eingehenden Untersuchungen von Dr. H. Stille zu Grunde liegen*).

Im Gegensatz zum SO-NW-Verlaufe des nördlichen Teutoburger Waldes hat der südliche, Egge genannte Teil des Gebirges eine im allgemeinen nordsüdliche Erstreckung, die durch die Lagerung der Gesteinsschichten bedingt ist**). Die den Kamm des Berges bildenden Neokomsandsteine streichen nämlich wesentlich in N-S und fallen flach nach W ein. Auf ihnen ruht in der Gegend von Altenbeken parallel aufgelagert die Schichtenfolge des Gaultsandsteins und auf letzterem, gleichfalls konkordant, der am Rehberg nur noch in Resten erhaltene Flammenmergel. Die Betrachtung der Westseite des Schnittes, Textabb. 2, läßt diese Verhältnisse besonders deutlich erkennen.

Weit verwickelter als diese einfach aufgebaute westliche Flanke des Rehberges ist das geologische Gefüge seines Ostabhanges und des sich östlich anschließenden Hügellandes. Hier können die der Trias und dem Jura zugehörigen Gesteinsfolgen im wesentlichen als Faltenbildungen mit SO-NW-Verlauf der Sattel- und Muldenlinien aufgefaßt werden, aber mit dem eigenartigen Merkmale, daß die aufgewölbten und eingesenkten Gebirgsschichten vielfach nicht mehr im Zusammenhange geblieben, vielmehr durch Brüche in Schollen zergliedert und an diesen Klüften mehr oder minder stark an einander verschoben sind.

Im Grundrisse (Textabb. 1) treten diese Gesteinschollen als auf der Oberfläche nordwestlich gegen den Rehberg ziehende Streifen vortrefflich heraus. Von Süden nach Norden gerechnet verschwinden von den spiefseckig gegen die Egge streichenden Schollen unter dem Rehberge (I der Textabb.)

- a) mittlerer Muschelkalk, Scholle II,
- b) unterer Muschelkalk, Scholle III,
- c) oberer Muschelkalk, Scholle IV,
- d) Keuper, Scholle V,
- e) Lias, Scholle VIII***).

Man muß sich also vorstellen, daß diese fünf Gesteinsgruppen II bis V und VIII in ihrem, besonders bei II, III und IV ausgeprägten SO-NW-Zuge den N-S streichenden und nach Westen wie ein flaches Dach abfallenden Sandstein des Rehberges in ihrer NW-Fortsetzung unterteufen, also vom Rehberg-Sandstein schließlichs zugedeckt werden.

So sind hiernach zwei tektonische Linien im Bilde der Textabb. 1 ersichtlich und verständlich, eine NS-Leitlinie, die

*) H. Stille, Der Gebirgsbau des Teutoburger Waldes zwischen Altenbeken und Detmold. Jahrb. der k. preussischen geologischen Landesanstalt f. 1899. Ferner Erläuterungen zur geol. Spezialkarte v. Preußen, Blatt Altenbeken, aufgenommen von H. Stille, 1904.

***) Es kommen am Rehberge nur sedimentäre Gesteine in Betracht. Ihr schichtiger Aufbau bei aufgerichteter Lagerung bedingt wie sonst die Art der Gestaltung der Erdoberfläche durch die Kräfte der Verwitterung. Schwer zerstörbare Gesteinslagen werden als Geländekanten durch die Verwitterungsvorgänge gewissermaßen herausgearbeitet. Der Verlauf der Geländekanten, also der Höhenzüge, entspricht der Längserstreckung der Gesteinsplatten auf der Erdoberfläche.

****) Die Bezeichnung z. B. eine „Scholle Keuper“ soll nur besagen, daß die Scholle als Keuper an der Oberfläche erscheint. Unter dem erdoberflächlich sichtbaren Keuper können tiefere Schichtenfolgen am Aufbau der Gesteinsscholle teilnehmen, so der obere Muschelkalk u. s. w., vergl. Scholle V in der Textabb. 2.

durch die Streichlinie des Rehberg-Sandsteines gekennzeichnet wird, und eine SO-NW-Leitlinie, entsprechend dem Verlaufe der Bruchzonen zwischen den Schollen im Vorlande. Beachtenswert ist hier ferner das wenn auch untergeordnete Vorkommen von NS-Brüchen östlich vom Rehberge, so als Grenzklüfte der erwähnten Keuperscholle V, da, wo sie gegen oberen Muschelkalk VI absetzt.

H. Stille hat in seinen oben erwähnten Abhandlungen die Erklärung des in Rede stehenden eigenartigen Gebirgsbaues in wohlbegründeter Auffassung dahin gegeben, daß eine Überschiebung der westlichen Schichtenfolge des Rehberges, also der Kreideformation, über die Schollen der Trias und des Jura vorliegt.

Der Rehbergtunnel durchzieht das triadische Schollengewirre, das unter den überschobenen Kreidesandsteinen lagert, und letztere selbst in O-W-Richtung. Ersichtlich erstreckt er sich also querschlägig, senkrecht zum Streichen im Kreidesandsteine, aber schief, und zwar etwa unter 45°, zum NW-Verlaufe der Triasschollen, die also spiefseckig durchschnitten werden.

Dementsprechend verliefen die Arbeiten bei der Herstellung des Tunnels an der Westseite des Rehberges zunächst auf eine der flachen Lagerung der Kreidesandsteine entsprechende Strecke von 522 m in der wenig gestörten, überschobenen, aus Gaultsandstein und Neokomsandstein bestehenden Gesteinsplatte, wobei untergeordnet noch Grünsand in Betracht kam*).

Dann aber begann die Wirrnis der Triasschollen. Wie der Grundriß (Textabb. 1) veranschaulicht, schiebt sich unter das Kreidesandsteindach zunächst als südlichster Streifen mittlerer Muschelkalk, Scholle II, in den dann auch nach Textabbild. 2 östlich von den erwähnten Sandsteinen die Tunnelachse hineinlief. Sie blieb auf 130 m in dieser Formation. Anschließend stellte sich die Scholle III, unterer Muschelkalk = Wellenkalk, auf 407 m ein, darauf Scholle IV, oberer Muschelkalk = Trochitenkalk unten und darüber Ceratitenschichten. Eine Verwerfung grenzt Scholle IV von der nach Osten sich anschließenden Scholle V ab, welche aus mittlern Keuper, unterlagert von unterm Keuper und auch von oberem Muschelkalk besteht, durch welche letztern der Tunnel führt. Noch weiter nach Osten gelangten die Arbeiten in die Scholle VI, oberer Muschelkalk, und schließlich in die Scholle VII, in der sich das Tunnelmundloch im Keuper befindet.

In der Zeitschrift für Bauwesen ist ein von Simon verfaßter ausführlicher Bericht**) über den Bau des Rehbergtunnels gegeben, der ein sehr anschauliches Bild auch von den besonderen Verhältnissen bei den Arbeiten in den verschiedenen geologischen Abschnitten des Tunnels gibt, die im übrigen nicht nacheinander, sondern gleichzeitig in Angriff genommen wurden. Nachdem man sich nämlich bezüglich der unterirdischen Durchquerung des Eggegebirges für die Einsattelung am Rehberge entschieden hatte, wurden, um die festgesetzte Vollendungsfrist, Ende 1864, innehalten zu können, zwecks Vermehrung der Arbeitsplätze gleich beim Beginne am 10.

*) Das Lettenflötz, Brauneisenerz in Ton, auf das am Rehberge früher Bergbau getrieben wurde, beispielsweise mittels des Antoniusstollens und in zahlreichen kleinen Tagebauen, kam im Tunnel nicht mehr zum Vorscheine.

**) Simon, Die Ausführung des großen Tunnels bei Altenbeken. Zeitschr. f. Bauwesen, 1868, S. 251.

September 1861 außer Stollenbetrieb an den Tunnelenden, noch vier Schachtanlagen eingerichtet, indem man an drei Stellen über der Tunnelachse das Gebirge von der Oberfläche des Rehberges her durchteufte und viertens einen nur 8,5 m nördlich der Tunnelachse liegenden früheren Bergwerksschacht benutzte. Auf die Weise wurden die näheren Verhältnisse auch im Hangenden des Tunnels durch vier Schachtschnitte bekannt.

Der Ausführung der Arbeiten stellten sich alsbald viele missliche Umstände entgegen. Simon berichtet, daß man die größten Schwierigkeiten im mittlern Muschelkalk hatte. Das Gestein war stellenweise zu gypsführenden Letten förmlich erweicht und geriet in solcher Form leicht in Bewegung, sodafs oft die stärksten Verzimmerungshölzer unter seinem Druck zerbrachen. Auch nach der Ausmauerung mit Sohlengewölbe stellten sich im Bereiche des Gypsletten noch Ausbauchungen des Mauerwerkes und Abblätterungen einzelner Steine ein.

Sehr ungünstig waren die Verhältnisse für den Bau da, wo die Tunnellinie dicht unter dem Muldentiefsten des Keupers der Scholle V liegt, in dem geologischen Abschnitte des Tunnels, in dem auch der Einsturz am 22. Juli 1905 eintrat. Hier waren beim Bau die Schichten, welche von beiden Seiten einfielen, in beständiger Bewegung, und der wasserdurchtränkte Keuper, der nach dem Ergebnisse eines in der First des Tunnels angesetzten Bohrloches nur 4 m über den Kappen der Verzimmerung lag, brachte so große Wassermassen, daß die mühseligen Arbeiten nur in sehr verkürzten Schichten verrichtet werden konnten. Ungeachtet sehr starker Verzimmerung stellte sich am 18. April 1864 infolge des Wasserandranges, welcher die Sohle aufgeweicht hatte, unter der Keupermulde ein Einbruch der Tunnelfirst auf 21 m Länge ein. Die Verzimmerung wurde von Osten nach Westen geschoben und zertrümmert, das westlich bereits geschlossene Gewölbe auf 4 m Länge durch die aufliegenden Unterzüge herabgedrückt und beschädigt. Nach drei Tagen zeigte sich der Bruch in einer 10 m tiefen Einsenkung auch über Tage.

Im ganzen ereigneten sich während des Tunnelbaues drei Brüche, nämlich ein zweimaliger unter einem Schachte im Kreidesandsteine, einer im obern Muschelkalk der Scholle VI, durch welchen Einbruch die Zimmerung auf 11 m Länge gänzlich zertrümmert wurde, und schliesslich der bereits oben erwähnte, unter der Keupermulde V, der sich am kostspieligsten stellte.

Auch bei den Schachtarbeiten gab es mancherlei Schwierigkeiten. Durch einen Schacht wurde der alte Antonius-Bergbaustollen angefahren, der dann große Wassermassen zuleitete, ein anderer brachte an der Grenze von Keuper und Muschelkalk mächtigen Wasserandrang.

Bezüglich der besonderen Verhältnisse und der Mafsregeln, durch deren Anordnung es gelang, aller Schwierigkeiten schliesslich Herr zu werden, sei auf die ausführliche Simonsche Abhandlung verwiesen. Hier mag der Bericht noch in anderer Hinsicht, als beachtenswerter geschichtlich geologischer Beleg gewürdigt werden. In geologischer Hinsicht ist die anschauliche Darstellung nämlich nicht nur eine lehrreiche Auskunft über die beim Tunnelbau aufgefundenen Gesteinsgruppen, son-

dern zugleich ein guter Anhalt für die in den Jahren des Baues verbreitete Auffassung des Gebirgsaufbaues im nordwestlichen Deutschland, die in zum Teil sehr wesentlichem Gegensatze zu den neueren Anschauungen steht. Im Lichte der letzteren werden insbesondere zahlreiche aufgerichtete Gebirgsschichten Deutschlands, deren Lagerung man früher als Faltung der Gesteine ohne Lösung des Zusammenhanges, also ohne Bruchbildung zu erklären versuchte, als Schollenbildungen, das heifst als zerstückelte Gesteinsmassen aufgefaßt, bei denen die Stellung der Schichten zu einander zwar oft die von Sattel- und Muldenflügeln ist, deren Zusammenhang aber durch Verwerfungen unterbrochen ist, an welchen mehr oder minder bedeutende Verschiebungen der von einander abgelösten Falten- teile stattgefunden haben.

So wird denn jetzt auch, wie oben geschehen, der Rehberg als ein Mosaik von Schollen angesehen, die durch Verwerfungen von einander getrennt und aneinander verschoben sind, während in dem in der Simonschen Abhandlung veröffentlichten Rehbergschnitte die aufgerichteten Gesteinschichten noch meist als im Zusammenhange stehend gezeichnet werden, selbst da, wo »Verwerfungen« vermerkt sind. Manche »Verwerfung« genannten Klüfte erscheinen in der ältern Darstellung mehr als örtliche Zertrümmerungszonen denn als weithin streichende Verschiebungsflächen, wie sie nunmehr aufgefaßt werden müssen.

Damit hat sich aber auch der Boden der Auffassung verändert, auf den sich der leitende Ingenieur stellen muß, der eine Tunnelachse entsprechend den geologischen Verhältnissen festlegen oder Mafsregeln zum Schutze seines Werkes treffen will, und es läfst sich nicht verkennen, daß die heutige Auffassung des Gebirgsbaues, die sehr oft Zerstückelung sieht, wo früher geschlossene Sättel und Mulden angenommen wurden, reicher an technisch schwerwiegenden Folgerungen ist, als die ältere. Keineswegs hat sie eine Abschwächung bezüglich der Befürchtung bedrohlicher Ereignisse bei unterirdischen Bauten mit sich gebracht.

Folgende Umstände kommen dabei besonders in Betracht.

Gerade so wie der Tunnelbauer beispielsweise Schutthalden an den Talflanken nach Möglichkeit nicht durchqueren wird, in der sehr berechtigten Besorgnis, hier wenig standhaftes Gebirge zu haben, so wird er auch durch Verwerfungen zerstückelte Gesteinsgruppen möglichst vermeiden in dem richtigen technisch-geologischen Gefühle, daß solch einem Schollen- und Scherbenberge sehr wohl noch die Möglichkeit innewohnen kann, daß die aufeinander hängenden Gesteinsmassen durch Fortsetzung der Verschiebung, insbesondere, wenn gewissermaßen ein geologisches Widerlager beim Bau beseitigt wird, sich in Bewegung setzen. Er wird die Besorgnis hegen, daß Gesteine in Verwerfungsnähe öfter durch Gebirgsdruck in sich zermürbt, infolge von Auslaugung durch das auf Verwerfungsklüften wandernde Wasser gelockert, somit wenig druckfest sind. Spaltenförmige und unregelmäßige Hohlräume können durch Lösen von Gesteinen wie Kalk und Gyps entstehen, das fließende Wasser mag lockere Stoffe, wie morschen Sandstein fortführen, sodafs sich sehr wohl bei all diesen Vorgängen Hohlräume bilden mögen, die zu örtlichen und ganz plötzlich eintretenden Rutschungen

und Abstürzen im Berginnern Veranlassung geben. Nicht zum wenigsten wird schliesslich im zerstückelten Gebirge mit Wassereinbrüchen zu rechnen sein*).

Hätte ein geologisch erfahrener Ingenieur die Eggedurchtunnelung heute zu bearbeiten, so würde er nach Kenntnisnahme des ungünstigen Aufbaues des Rehberges, wie er sich durch Begehung des Berges und bei der Durchforschung seines nächsten Vorlandes ergibt, wohl sicher die Frage sehr eingehend erwägen, ob nicht eine andere Linienführung, selbst wenn die Eisenbahnlänge bedeutender werden sollte, für die Durchbohrung des Gebirgswalles technisch-geologisch günstiger sei, als die Durchquerung unter der Pafshöhe des Rehberges mit seinen mannigfaltigen, zum Teil wenig verlässlichen, von Verwerfungen zerstückelten Gesteinsmassen, die zu dem einfachen Gebirgsbau nördlich vom Rehberge in starkem Gegensatze stehen. Zwängen aber andere technische Verhältnisse dennoch zur Tunnelführung unter dem Rehberge, so würden gewiss Mafsregeln zum Schutze des Bauwerkes vorgeschlagen, wie sie bei in der Tat sehr schwierigen Fällen in Betracht zu ziehen sind, sei es bezüglich der mehr oder minder reichlichen Anbringung von Sohlengewölben, der Stärke der Ausmauerung, der Art des hierfür zu verwendenden Gesteins und des Mörtels, der Benutzung oder Vermeidung von später vielleicht Wasser bringenden, Hilfschächten, selbst auf die Aussicht hin, längere Zeit für die Ausführung des Baues zu gebrauchen, und bezüglich der Lage solcher Schächte auf oder neben der Tunnelachse.

Dafs aber solche Überlegungen, wie sie oben gemacht sind, durchaus nicht als Vorwurf gegen die einstigen sehr verdienten Erbauer ausgelegt werden dürfen, ist vielleicht nicht unnötig hier besonders zu betonen. Die Kenntnis des Gebirgsaufbaues ist in den letzten 25 Jahren aufserordentlich vorangeschritten, und insbesondere die Auffassung der geologischen Untergrundverhältnisse des nordwestlichen Deutschland ist dank vor allem den grundlegenden Forschungen von A. v. Koenen ganz wesentlich erweitert und vertieft worden. Ein jedes Werk trägt den Stempel seiner Zeit, und nicht zum wenigsten sind

*) Bei sehr tief liegenden Tunneln ist nach A. Heim noch der Umstand des allseitigen Gebirgsdruckes zu erwägen, auf den der genannte hochverdiente Erforscher alpinen Gebirgsbaues eindringlich hingewiesen hat.

auch die technisch-geologischen Erfahrungen beim Tunnelbau in den letzten Jahrzehnten vermehrt worden.

Vom geologischen Standpunkte aus betrachtet, spricht es geradezu für die Güte der im Rehberge ausgeführten Arbeit, dafs der gewaltige Bau in dem geschilderten, nach jetziger Auffassung aufserordentlich ungünstigen Gebirge vier Jahrzehnte lang Stand gehalten hat. Als ein glücklicher Umstand mufs angeführt werden, dafs der Rehberg trotz seiner wechselreichen, inneren geologischen Gliederung in sich so fest gelagert erscheint, dafs der Tunnel nicht einem allmählig wachsenden und schliesslich auf grofse Strecken übermächtigen Drucke ausgesetzt war und ist. Der neuerliche, ohne vorherige Senkungsanzeichen plötzlich eingetretene Einsturz weist vielmehr auf ein örtliches, schnell eingetretenes Ereignis, vielleicht auf die Loslösung eines hängenden Schollenteils, als Ursache des Gewölbebruches hin.

Was jetzt zu geschehen hat, kann selbstverständlich nur nach genauer fachmännischer Untersuchung bestimmt werden, und hierbei müssen die geologischen Verhältnisse eingehend berücksichtigt werden. Dabei sollte es aber nicht sein Bewenden haben. Es ist dringend nötig, alle gröfseren deutschen Tunnel, die zum Teil in geologisch recht verwickeltem Gebirge stehen, einer geologischen Prüfung zu unterziehen, um auf Grund eingehender Kenntnisnahme auch des betreffenden Gebirgsbaues ihre Sicherheit festzustellen und Mafsregeln zur Verhütung von Unglücksfällen anzuordnen*). Es ist das eine schwierige Aufgabe, die in zweckmäfsigster Weise nur durch Zusammenarbeiten von Ingenieuren und Geologen bewältigt werden kann.

Nicht minder wichtig ist es, dafs sich die studierenden Bauingenieure mit den Lehren der Geologie vertraut machen, damit ihnen später diese Kenntnis in ihrer Bautätigkeit helfend zur Seite stehe, und auf dafs ihnen aus dieser Wissenschaft guter Nutzen bei allen Arbeiten erblühe, die sie im steinernen Untergrunde auszuführen haben. In der Hinsicht verweise ich auf eine kleine Abhandlung, die kürzlich von mir in der deutschen Bauzeitung über Art und Ziel des Unterrichtes in Mineralogie und Geologie an den technischen Hochschulen veröffentlicht ist.

*) Wie ich erfahre, ist diese Untersuchung für Preussen von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten bereits angeordnet.

Versuchsfahrten mit der Westinghouse-Schnellbahnbremse auf den bayerischen Staatseisenbahnen.

Mitgeteilt von der Generaldirektion der bayerischen Staatseisenbahnen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel LIX.

Das jetzt überall hervortretende Bestreben, die Geschwindigkeit der Schnellzüge zu erhöhen, führt dazu, die Bremsvorrichtungen weiter zu vervollkommen, damit die Bremswege auch bei hohen Geschwindigkeiten innerhalb der Grenzen bleiben, die aus Gründen der Betriebsicherheit nicht überschritten werden sollen.

Luftdruckbremsen mit bestimmtem, während der Bremsung gleichbleibendem Drucke im Bremszylinder genügen bekanntlich für sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten nicht, weil einerseits

die Reibung zwischen Bremsklotz und Radreifen mit zunehmender Geschwindigkeit erheblich sinkt, andererseits der Höchstdruck im Bremszylinder nur so bemessen werden darf, dafs gegen das Ende der Bremsung, wenn die Reibung ihren Höchstwert erreicht, kein Feststellen der Räder eintritt. Westinghouse hat deshalb bei seiner in Amerika für Schnellzüge vielfach angewendeten Hochdruckbremse*) den Leitungsdruck erhöht, wodurch er im Bremszylinder grofsen Anfangsdruck

*) Organ 1897, S. 228.

erhält, den er zur Verhütung des Feststellens der Räder durch selbsttätige Druckverminderungsventile gegen das Ende der Bremsung allmählig auf das übliche Maß herabsinken läßt.

Eine weitere Ausbildung dieses Grundgedankens zeigt die Westinghouse-Schnellbahnbremse, die auf Ansuchen der Westinghouse-Eisenbahn-Bremsen-Gesellschaft in Hannover von der bayerischen Staatseisenbahn-Verwaltung an einem geeigneten Versuchzuge erprobt wurde.

Beschreibung der Schnellbahn-Bremse.

Bei dieser neuen Bremse, welche durch Beibehaltung des bisherigen Leitungsdruckes alle mit der Druckerhöhung verbundenen Schwierigkeiten glücklich vermeidet, kommt nach Abb. 2, Taf. LIX zu der bekannten Schnellbremse, die im wesentlichen aus dem Bremszylinder A, dem schnellwirkenden Steuerventile B und dem Hülfluftbehälter C besteht, noch ein Zusatzbremszylinder H nebst Hülfluftbehälter G und Steuerventil F hinzu, der die Verstärkung der Bremskraft für höhere Fahrgeschwindigkeiten gibt. Hauptbremse wie Zusatzbremse werden in der üblichen Weise aus der Hauptleitung gespeist und wirken auf ein Bremsgestänge.

Das Steuerventil F der Zusatzbremse, das Abb. 3, Taf. LIX im Schnitte darstellt, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Westinghouse-Steuerventile nur dadurch, daß eine Bohrung x in der Schieberbahn den Hülfluftbehälter mit dem Bremszylinder verbindet, sobald der Steuerkolben 5 den Schieber 6 in die Bremsstellung zieht. Der Zusatz-Bremszylinder steht außerdem durch die Bohrung y mit der Außenluft in Verbindung. Während die Hauptbremse stets in der bekannten Weise arbeitet, kommt die Zusatzbremse bei stufenweisem Bremsen kaum zur Wirkung. Es tritt zwar bei jeder Druckverminderung in der Leitung Prefluft aus dem Hülfluftbehälter in den Zusatz-Bremszylinder über, gelangt aber von dort durch die Bohrung y unmittelbar ins Freie, während das Steuerventil F sofort in die Lösestellung umsteuert, sobald die Druckabnahme in der Hauptleitung aufhört. Bei Notbremsungen kommen Haupt- und Zusatzbremszylinder gleich mit voller Kraft zur Wirkung, da sofort Druckausgleich zwischen den Hülfluftbehältern und den zugehörigen Bremszylindern eintritt. Der Druck im Zusatzzylinder geht aber, weil die Luft durch die Bohrung y entweicht, allmählig bis auf die Höhe des in der Leitung zurückgebliebenen Druckes zurück. Sodann steuert das Ventil F selbsttätig um und löst sofort die Zusatzbremse völlig. Je nachdem man daher bei Notbremsungen mehr oder weniger Spannung in der Leitung hält, kann man die Wirkung des Zusatzbremszylinders längere oder kürzere Zeit aufrecht erhalten. Durch die erst langsam und dann immer schneller auftretende Druckabnahme im Zusatzzylinder paßt sich die Bremskraft dem veränderlichen Werte der Klotzreibung derart an, daß die Verzögerung während des ganzen Verlaufes der Bremsung annähernd gleich bleibt. Um dem Führer die Handhabung der Bremse zu erleichtern, erhält der Leitungsdruckmesser eine zweite Teilung, die anzeigt, wie weit der Leitungsdruck bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten ermäßigt werden muß, damit der Zusatzzylinder rechtzeitig löst (Abb. 4, Taf. LIX).

Ausrüstung des Versuchszuges.

Der Versuchszug bestand aus einer 2/5 gekuppelten Verbund-Schnellzuglokomotive, von 68,3 t Dienstgewicht nebst vierachsigem Tender von 50 t Dienstgewicht und vier bis sechs vierachsigen Durchgangswagen von je 36,5 t Eigengewicht. Bei der einfachen Westinghouse-Bremse sind von der auf das Drehgestell der Lokomotive entfallenden Achslast 51 0/0, von der Belastung der Triebäder und des hintern Laufrades etwa 65 0/0 und somit von dem ganzen Dienstgewichte 60 0/0 abgebremst. Der Zusatz-Bremszylinder von 380 mm Durchmesser erhöht die ganze Bremskraft auf 70,6 t oder 103 0/0 des Dienstgewichtes. Am Tender, der ein Leergewicht von 22 t hat, 6 t Kohle und 22 t Wasser faßt, kam zu dem Schnellbremszylinder von 305 mm Durchmesser, der von dem Dienstgewichte bei halben Vorräten 70 0/0 abbremst, noch ein Zusatz-Bremszylinder gleichen Durchmessers, sodaß die Bremskraft auf 130 0/0 des mittlern Dienstgewichtes stieg. Die Wagen, die ebenfalls mit einer Schnellbremse von 305 mm Zylinderdurchmesser versehen waren, erhielten einen Zusatz-Bremszylinder von 355 mm, der die Bremskraft von 72 0/0 bis auf etwa 160 0/0 des Eigengewichtes erhöhte. Das Bremsgestänge an den Fahrzeugen wurde, soweit es nötig erschien, verstärkt, um Verluste an wirksamer Bremskraft durch Dehnung oder Durchbiegung einzelner Teile zu vermeiden. Die Bremsklötze erhielten eine Länge von 450 mm.

Die Kapteynsche Schreibvorrichtung zum Aufnehmen der Drucklinien in den Bremszylindern wurde in einem Abteile eines der Wagen untergebracht. Zum genauen Messen der Geschwindigkeit und des Bremsweges wurde ein von der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen leihweise an die Westinghouse-Gesellschaft überlassener Dreihelbschreiber*) nebst Sekundenuhr benutzt.

Die Versuchsfahrt und ihre Ergebnisse.

Die Versuchsfahrt fand am 8. Juli 1905 auf der Strecke München-Augsburg statt, deren Neigungs- und Krümmungsverhältnisse in Abb. 1, Taf. LIX dargestellt sind. Bei der Hinfahrt nach Augsburg bestand der Versuchszug aus der Lokomotive nebst Tender und vier Wagen mit einem Gewichte von 250,4 t; bei der Rückfahrt nach München wurden zwei weitere Wagen angehängt, wodurch das Zuggewicht auf 323,3 t stieg. Dabei ist für den Tender mit halben Vorräten ein Dienstgewicht von 36,0 t eingesetzt. Bei Geschwindigkeiten von 30, 50, 70, 90, 100, 110, 120 und 130 km/St wurden Notbremsungen und bei verschiedenen Geschwindigkeiten Betriebsbremsungen vorgenommen. Zum Vergleiche wurden auch bei Geschwindigkeiten von 70 bis 130 km/St Notbremsungen mit der einfachen Schnellbremse ausgeführt, wobei die Zusatzbremse durch einen Absperrhahn k (Abb. 2, Taf. LIX) abgeschaltet war. Alle Bremsungen verliefen sanft und ganz stoßfrei. Die Ergebnisse der Notbremsungen, die ausnahmslos auf gerader Strecke erfolgten, sind in der Zusammenstellung S. 261 enthalten.

Die mit der Schnellbahnbremse erreichten Bremswege waren kürzer, als sie in Deutschland bei Schnellfahrten je erzielt wurden, trotzdem die meisten der neuen Bremsklötze nur auf einem sehr kleinen Teile ihrer Bremsfläche an den Radreifen

*) Organ 1905, S. 2.

Zusammenstellung.
Hinfahrt München—Augsburg.

Nr. des Versuches	Art der Bremse	Versuchszug		Spannung in der Bremsleitung	Neigung der Versuchstrecke	Zugeschwindigkeit km/St	Bremszeit Sek.	Bremsweg		Mittlere Verzögerung in m/Sek.	Bemerkungen
		Lokomotiven	Wagen					beobachtet m	umgerechnet für die wagerechte Strecke m		
1	Schnellbahnbremse . .	1	4	5	Gefälle 404:1	119	31,50	550	536	1,05	Wetter schön Wind schwach Schienen trocken
2	einfache Schnellbremse .	"	"	"	Steigung 1:433	120	41,50	741	765	0,80	
3	" " " " . .	"	"	"	" 1:564	71,6	20,50	236	241	0,97	
4	Schnellbahnbremse . .	"	"	"	" 1:396	71,5	15,50	165	169	1,28	
5	" " " " . .	"	"	"	" 1:396	53	14,25	125	129	1,03	
6	" " " " . .	"	"	"	" 1:323	36	8,75	54,5	56,5	1,14	
7	" " " " . .	"	"	"	Gefälle 299:1	129,5	33,25	622	602	1,08	
8	einfache Schnellbremse .	"	"	"	" 388:1	131	50,00	988	951	0,73	
Rückfahrt Augsburg—München.											
9	Schnellbahnbremse . .	1	6	5	Steigung 1:335	90,3	19,75	258	264	1,27	
10	einfache Schnellbremse .	"	"	"	" 1:364	91,7	27,75	398	411	0,92	
11	" " " " . .	"	"	"	Gefälle 294:1	100,1	33,75	530	507	0,83	
12	Schnellbahnbremse . .	"	"	"	" 396:1	99	21,25	316	309	1,30	
13	" " " " . .	"	"	"	" 433:1	109,5	27,25	446	436	1,12	
14	einfache Schnellbremse .	"	"	"	Steigung 1:785	109,7	35,50	598	608	0,86	

anlagen, wie dies auch deutlich aus den mit der Schnellbremse gewonnenen Bremswegen hervorgeht, die erheblich hinter den Ergebnissen früherer, unter gleichen Verhältnissen durchgeführter Versuche zurückblieben. Die Bremswege mit der Schnellbahnbremse sind durchweg, selbst bei geringeren Geschwindigkeiten, um etwa 30 bis 35 % kürzer ausgefallen als die mit der einfachen Schnellbremse. Die Anwendung der Schnellbahnbremse, deren Bauart außerordentlich einfach und deren Handhabung sehr leicht ist, würde sonach schon bei den jetzt üb-

lichen Schnellzug-Geschwindigkeiten nicht zu unterschätzende Vorteile bieten.

Da die Fahrzeuge des Versuchszuges des starken Sommerverkehrs wegen nicht länger entbehrlich waren, konnten Versuchsfahrten mit eingeschliffenen Bremsklötzen im Juli nicht mehr ausgeführt werden. Es ist daher beabsichtigt, die Versuche im Herbst wieder aufzunehmen und dabei auch Vertretern anderer Bahnverwaltungen Gelegenheit zu geben, den Probefahrten beizuwohnen.

Vereins-Angelegenheiten.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für das Rechnungsjahr 1903.

Aus dem Vereinsberichte für das Jahr 1903 teilen wir nachstehend die wichtigsten Endergebnisse mit, denen vergleichshalber die Ziffern der beiden Vorjahre beigefügt sind.

Das Rechnungsjahr liegt nicht gleich für alle Bahnen, es bezieht sich für 32 unter den 45 deutschen Eisenbahnen und für die Rumänische Staatseisenbahn auf die Zeit vom 1. April 1903 bis 31. März 1904 und für die Chimay-Bahn auf die Zeit vom 1. Oktober 1902 bis Ende September 1903. Bei allen übrigen Vereins-Bahnen stimmt das Rechnungsjahr mit dem Kalenderjahre überein.

Im ganzen gehörten dem Vereine 80 verschiedene Bahnbezirke an, wobei die einzelnen Verwaltungsbezirke der preussischen Staatseisenbahnen gesondert gezählt sind.

Die Bahnlänge ergibt sich aus Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I.

Jahr	Vollspurige Strecken		Schmal-spurige Strecken	Bahn-länge am Ende des Jahres	Von der Bahnlänge sind			
	Hauptbahnen	Nebenbahnen			ein-gleisig	zwei-gleisig	drei-gleisig	vier-gleisig
Kilometer								
1903	60753	33163	1525	95442	71290	23922	54,0	174,9
1902	60430	31885	1488	93803	69918	23674	52,3	158,3
1901	59983	31090	1324	92397	68993	23229	52,3	123,5

Die Betriebslänge betrug am Ende der Jahre 1901, 1902 und 1903:

Jahr	Ueberhaupt	Davon dienen	
		dem Personenverkehre	dem Güterverkehre
Kilometer			
1903	96423	94926	96233
1902	94798	93381	94598
1901	93394	92010	93206

Die Gleislängen sind der Zusammenstellung II zu entnehmen:

Zusammenstellung II.

Jahr	Länge		
	der durchgehenden Gleise	der übrigen Gleise einschließlich der Weichenverbindungen	sämtlicher Gleise
Kilometer			
1903	118476	41253	159728
1902	116564	39807	156371
1901	114789	38628	153416

Bezüglich des Oberbaues geben die nachstehenden Zusammenstellungen III und IV Aufschluss:

Zusammenstellung III.

Jahr	Von der Länge der durchgehenden Gleise bestehen aus			Von der Länge der durchgehenden Gleise auf Einzelunterlagen entfallen auf Gleise mit							
	eisernen Schienen km	Stahlschienen km	Zusammen km	Schiene n					hölzernen Querschwellen km	eisernen Querschwellen km	Steinwürfeln u. s. w. km
				bis einschl. 30 kg/m km	über 30 bis einschl. 35 kg/m km	über 35 bis einschl. 40 kg/m km	über 40 bis einschl. 45 kg/m km	über 45 kg/m km			
1903	4934	113364	118298	18685	62214	23303	11597	683	97765	18699	19
1902	5471	110825	116296	18122	62618	23756	9292	630	96082	18295	42
1901	6618	108017	114635	17986	62666	24176	6984	542	94455	17852	46

Zu den durchgehenden Gleisen wurden verwendet:

Zusammenstellung IV.

Jahr	Hölzerne Querschwellen		Eiserne Querschwellen		Steinwürfel	
	im ganzen	auf 1 km Gleis	im ganzen	auf 1 km Gleis	im ganzen	auf 1 km Gleis
1902	119819806	1247	23230598	1270	67078	1679
1901	116989932	1239	22484818	1260	72559	1663

Die Neigungsverhältnisse sind aus Zusammenstellung V zu entnehmen.

Zusammenstellung V.

Jahr	Bahnlängen in wagerechten Strecken		Bahnlänge in Steigungen oder Gefällen						
	überhaupt km	in % der Gesamtlänge	überhaupt km	in % der Gesamtlänge	im Verhältnisse				über 1:40 km
					bis 1:200 einschl. km	von 1:200 bis 1:100	von 1:100 bis 1:40	über 1:40 einschl. km	
						einschl.			
1903	29510	31,42	64414	68,58	37645	16709	9684	375	
1902	28915	31,32	63407	68,68	37230	16418	9392	368	
1901	28528	31,32	62553	68,68	36920	16132	9162	339	

Im Personenverkehre wurden geleistet:

Zusammenstellung VIII.

Jahr	Personenkilometer. Millionen						Verkehr auf 1 km. Reisende						Vom Verkehre für 1 km kommen in % auf				
	I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	I	II	III	IV	Militär	Im ganzen	I	II	III	IV	Militär
1902	620,7	4277,1	16838,4	7044,6	1554,4	30335,3	6951	47898	188567	78889	17407	339712	2,05	14,1	55,5	23,2	5,1
1901	611,8	4267,9	16676,2	6683,1	1625,8	29864,9	6926	48312	188772	75652	18404	338066	2,05	14,3	55,8	22,4	5,4

Die Krümmungsverhältnisse sind der Zusammenstellung VI zu entnehmen.

Zusammenstellung VI.

Jahr	Bahnlänge in geraden Strecken		Bahnlänge in gekrümmten Strecken					
	überhaupt km	in % der Gesamtlänge	überhaupt km	in % der Gesamtlänge	R \geq 1000	R \geq 500	R \geq 300	R > 300m
					Kilometer			
					1903	66834	71,16	27090
1902	65743	71,21	26580	28,79	8206	8134	6483	3757
1901	64926	71,28	26155	28,72	8152	8012	6337	3653

Der ganze Betrag des verwendeten Anlagekapitales ergibt sich aus Zusammenstellung VII.

Zusammenstellung VII.

am Ende des Jahres	im ganzen Mark	auf 1 km Bahnlänge Mark
1903	23 874 289 751	270433
1902	22 296 182 467	268387
1901	22 827 034 490	265816

Die entsprechenden Leistungen im Güterverkehre sind:

Zusammenstellung IX.

Jahr	Eil- u. Exprefsgut			Stückgut*)			Wagenladungen*)			Lebende Tiere			Im ganzen			Frachtfrei Tonnen-Kilometer
	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in 0/0	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in 0/0	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in 0/0	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in 0/0	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in 0/0	
1903	513708624	5621	0,94	2797897173	30613	5,20	50759951167	555396	92,45	761023067	8327	1,41	54832580031	599957	100	4422609263
1902	482827928	5338	0,94	2698715834	29835	5,23	47682050617	527133	92,44	716283443	7919	1,39	51579877822	570225	100	4265959549
1901	441609198	4936	0,88	2615189631	29231	5,22	46382731662	518437	92,57	665492810	7439	1,33	50105023301	560043	100	4410492397

*) Einschließlich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Einnahmen aus dem Personenverkehre ausschließ-
lich der Einnahmen für Beförderung von Gepäck und Hunden
und ausschließ-lich der Nebeneinnahmen stellten sich in den
drei Jahren 1901 bis 1903 wie folgt:

Zusammenstellung X.

Jahr	Gesamt- einnahme M.	Einnahme auf 1 Personen- Kilometer						Von den Einnahmen für 1 km mittlerer Be- triebslänge kommen 0/0 auf				
		I	II	III	IV	Militär überhaupt	I	II	III	IV	Militär	
												Pf.
1903	831458029	6,71	4,30	2,50	1,90	1,12	2,62	5,15	22,94	52,20	17,65	2,06
1902	789099902	6,66	4,26	2,47	1,89	1,12	2,60	5,24	23,09	52,64	16,84	2,19
1901	783134981	6,75	4,29	2,48	1,90	1,16	2,62	5,27	23,37	52,71	16,26	2,39

Die Gesamteinnahme aus allen Quellen betrug

im Jahre 1903	3 162 697 962	Mark;
« « 1902	2 997 662 284	«
« « 1901	2 938 999 475	«

Davon entfallen auf die Einnahmen:

aus dem Personenverkehre	27,61	0/0	27,63	0/0	27,91	0/0
« « Güterverkehre	65,90	«	65,51	«	65,15	«
« sonstigen Quellen	6,49	«	6,86	«	6,94	«

Die Gesamt-Ausgaben und die Ausgaben für jedes
Kilometer mittlerer Betriebslänge betragen:

Zusammenstellung XII.

Jahr	Persönliche Ausgaben		Sachliche Ausgaben		Gesamt-Ausgaben	
	Im ganzen	Für 1 km Betriebs- länge	Im ganzen	Für 1 km Betriebs- länge	Im ganzen	Für 1 km Betriebs- länge
	M.	M.	M.	M.	M.	M.
1903	958001246	10056	1005285785	10552	1978509923	20608
1902	927028602	9869	979321342	10425	1920888653	20294
1901	918532027	9899	995719894	10731	1928423743	20628

Die Einnahmen aus dem Güterverkehre waren:

Zusammenstellung XI.

Jahr	Gesamt- einnahme M.	Einnahmen für 1 Tonnen- Kilometer					Von der Einnahme für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen 0/0 auf				
		Eil- und Exprefsgut Stückgut*)	Wagen- ladungen*)	lebende Tiere	überhaupt	Eilgut	Stückgut*)	Wagen- ladungen*)	lebende Tiere	Nebeneinnahmen	
											Pf.
1903	2066330220	16,88	9,74	3,15	7,50	3,68	4,20	13,19	77,43	2,76	2,24
1902	1947268242	16,64	9,72	3,15	7,53	3,68	4,13	13,47	77,18	2,77	2,28
1901	1901635789	17,01	9,73	3,18	7,60	3,70	3,95	13,38	77,49	2,66	2,34

*) Einschließlich Militärgut und frachtpflichtigem Dienstgut.

Die Überschufsergebnisse zeigt die Zusammenstel-
lung XIII, in welcher die wirklichen Überschüsse und Minder-
beträge besonders kenntlich gemacht, auch die Verhältnisse der
Betriebsausgabe zur Gesamteinnahme in 0/0 angegeben sind:

Zusammenstellung XIII.

Jahr	Einnahme-Ueberschufs		Betriebs- Ausgabe in 0/0 der Gesamt- einnahme
	Im ganzen M.	Auf 1 km Betriebslänge M.	
1903	1184257559 - 69520	12912	37,44
1902	1076953797 - 180166	11872	35,92
1901	1010915790 - 340058	11266	34,39

Tunnels 625, im ganzen also 2321 Mann beschäftigt. Die größte Zahl der gleichzeitig im Tunnel beschäftigten Arbeiter belief sich auf der Nordseite auf 220, auf der Südseite auf 540.

Das Gestein im letzten Teile des Sohlenstollens bis zur Durchschlagstelle war nach wie vor körniger, glimmerführender Kalkschiefer, die Gesteinswärme wurde durch Messung bei km 9,2 der Südseite am 20. Januar zu 43,5° C., am 25. März zu 34,8° C. ermittelt.

Der Wasserandrang auf der Nordseite war infolge des Durchschlages auf 137 l/Sek. zurückgegangen, in welcher Menge noch das aus dem letzten Teile des nordseitigen zweiten Stollens gepumpte Wasser enthalten ist. Auf der Südseite er-

reichten die kalten Quellen ihren tiefsten Stand mit 603 l/Sek., nach Abzug der vor der Tunnelmitte zuströmenden 230 l/Sek. Bei km 9,349 stieß man auf die gleiche Quelle, die vor Ort im Nordstollen die Arbeit zum Stillstande gebracht hatte, wodurch der Wasserstand im Nordstollen schon einen Tag vor dem Durchschlage stark zurückging. Einschließlich der heißen Quellen vor Ort, deren Ergiebigkeit von 133 auf 230 l/Sek. gestiegen war, flossen aus dem Südmunde 875 bis 833 l/Sek. Wasser aus.

Zur Lüftung und Kühlung wurden auf der Nordseite durchschnittlich 2967000 cbm, auf der Südseite 2814050 cbm Luft innerhalb 24 Stunden eingeprefst. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Lokomotivrahmen.

(Master Mechanics' Association, Juni 1904.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 36 und 37 auf Tafel LVII.

Eine Rundfrage bei den amerikanischen Bahnen über die Bevorzugung von gegossenen oder geschmiedeten Rahmen ergab, dafs

18 Bahnen mit 11512 Lokomotiven gegossene
15 „ „ 5613 „ geschmiedete

Rahmen empfohlen.

Als Baustoff wird für die gegossenen Rahmen ein saurer Siemens-Martinstahl von 52,7 kg/qmm Festigkeit und 15% Dehnung auf 51 mm vorgeschrieben. Die chemischen Beimengungen sollen 0,20 bis 0,35% Kohlenstoff enthalten und 0,06% Schwefel, 0,6% Phosphor und 0,70% Mangan nicht überschreiten.

Die Herstellung erfolgt bisher meist derart, dafs der Rahmen schräg liegend eingeformt wird und der Eingufs am hintern tiefern Ende erfolgt. Dies hat den Nachteil, dafs Schmutz und Gase nach dem höher liegenden vordern Rahmenende getrieben werden, und sich grade dort, wo die stärksten Rahmenbeanspruchungen auftreten, am leichtesten schwammige Stellen bilden. Eine umgekehrte Giefsweise erscheint deshalb empfehlenswert. Besondere Sorgfalt mufs auf sachgemäßes Ausglühen gelegt werden.

Die Herstellungskosten sollen sich bei gegossenen Rahmen um 45% niedriger stellen, als bei geschmiedeten, und zwar verteilen sie sich auf das Formen und Giefsen oder Schmieden und auf die maschinelle Bearbeitung etwa wie folgt:

der Rahmen	Kosten	
	für Schmieden oder Formen und Giefsen	für Bearbeitung
geschmiedet . . .	1,0	0,136
gegossen	0,432	0,194

Rahmenbrüche, die übrigens in Amerika häufig vorkommen, treten meist zwischen dem Zylinder und dem ersten Achsbuchsausschnitte auf. Berechnungen zeigen, dafs selbst bei den höchsten Kessellagen die Beanspruchung des Rahmens durch die

lebendige Kraft des Kessels bei der Beschleunigung oder Verzögerung der Lokomotive während des Anfahrens oder Bremsens bei den üblichen Bauarten höchstens etwa 4 kg/qmm betragen kann, beim Durchfahren einer Krümmung von 110 m Halbmesser mit 48 km/St Geschwindigkeit könnte sich eine Beanspruchung bis etwa 5,6 kg/qmm ergeben. Dagegen können Wasserschläge im Zylinder rechnermässig leicht zu Rahmenbrüchen führen, und dürften auch meist deren Ursache sein, namentlich bei Lokomotiven mit Kolbenschiebern; die an den Zylindern vorgesehenen Sicherheitsventile wirken erfahrungsmässig nicht vollkommen sicher und schnell genug. Ob die Rahmen am Zylinder zweckmässig ein- oder zweibarrig auszuführen sind, darüber sind die Ansichten geteilt. Die erstere Ausführung wird augenblicklich bevorzugt. Abb. 36 und 37, Taf. LVII zeigen eine häufig gewählte Ausführungsform des Rahmens von 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven. Hinten ist dieser Rahmen zur Aufnahme der Laufachse und bequemen Auflagerung der Tenderbüchse als doppelter Plattenrahmen ausgeführt.

Geschweißte Barrenrahmen hat neuerdings die bayerische Staatsbahn in grösserm Umfange versucht und zwar an 10 2/5 gekuppelten Schnellzug- und 13 2/5 gekuppelten Personenzug-Lokomotiven*), ferner die Pfälzische Bahn und die Herforder Kleinbahn. Stahlformgußrahmen sind abgesehen von einigen kleinen Versuchen in Deutschland nur von der sächsischen Maschinenfabrik vormals R. Hartmann in Chemnitz bei 20 für die kanadische Pacificbahn gebauten 3/5 gekuppelten Personenzug-Lokomotiven**) verwendet.

Einen aus Platten hinten und Barren vorn zusammengesetzten Rahmen haben die vierzylindrigen 2/4 und 2/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven der hannoverschen Bauart der preussischen Staatsbahnen, der vordere Barrenrahmen ermöglicht die Anfertigung der vier in einer Ebene liegenden Zylinder aus nur zwei Gußstücken. Die Verbindung der Barren- und Plattenrahmen bot keine Schwierigkeiten, insbesondere hat sie sich bei den 112 derartigen Lokomotiven durchaus bewährt; eine Lockerung der Verbindung ist bei keiner der teilweise bereits

*) Organ 1905. S. 69.

**) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 1355.

seit über 4 Jahren im Betriebe befindlichen Lokomotiven eingetreten.

Englische Fabriken haben in den letzten Jahren mehrfach Barrenrahmen bei Lokomotiven der Südafrikanischen Bahnen ausgeführt. Die Herstellung dieser Rahmen erfolgte jedoch ausnahmslos durch Ausarbeiten entsprechend dicker Platten.

M—n.

Gewalzte stählerne Eisenbahn-Wagenräder.

(Nach einem Vortrage von Samuel Vaucrain, Betriebsleiter der Baldwin-Lokomotivwerke.)

Hierzu Zeichnung Abb. 9 auf Tafel LVIII.

Die Forderungen in Beziehung auf die Räder für Eisenbahnwagen sind in den letzten Jahren schnell gestiegen, weil die Lasten sich von 50 bis 500 % vergrößerten, die Räder aber die alten blieben. Die Hartgufsräder sind den Ansprüchen gerecht geworden, aber die Sprödigkeit der Flanschen, die Unfähigkeit, der durch die Reibung der Bremsklötze entstehenden Erwärmung zu folgen und die beim Gießen entstehenden innern Spannungen machen die Herstellung eines neuen Rades nötig, das diese Mängel nicht besitzt.

Man hat Räder aus Stahl mit Naben aus Gufseisen, Stahlgufs und Schweifseisen hergestellt, mit Speichen und auch mit Scheiben zwischen der Nabe und dem Reifen. Aber auch diese Räder zeigen oft Blasen auf den Reifen.

Ein aus kohlereichem Stahle gewalztes Rad muß so billig sein, daß es mit den gufseisernen Rädern, und so gut, daß es mit den teuren, mit stählernen Reifen versehenen Rädern in Wettbewerb treten kann.

Die Herstellung solcher Räder ist einfach. Man schneidet einen Barren in gleich schwere Stücke, von denen jedes dem Inhalte eines Rades entspricht, der obere lockere Teil des Barrens bleibt unverwendet. Jeder dieser gleichen Teile wird unter einer Wasserpresse von 5000 t fast in die richtige Form geprefst. Das Arbeitstück wird dann rasch unter sehr hohem Drucke gewalzt. Die Art des Angriffes der Walzen ist in Abb. 9, Taf. LVIII, dargestellt. Wenn die Scheibe zwischen der Nabe und dem Reifen Ringwulste bilden muß, wird sie unter der Wasserpresse in die erwünschte Form geprefst.

Die Beschaffenheit des Rades wird durch genaue Prüfungen von geätzten Querschnitten, durch mechanische und chemische Versuche ermittelt. Die letzten bewiesen große Gleichmäßigkeit. Solche Räder haben unter anderen auch schweren Stofsversuchen widerstanden.

Eine der schwersten Proben, der die Hartgufsräder ausgesetzt werden können, besteht darin, daß man auf die Lauffläche des Reifens einen Ring geschmolzenen Eisens von 38 mm Stärke und 100 mm Breite gießt; hierbei zeigen sich innerhalb zweier Minuten keine Risse. Dieser Versuch hat den Zweck, die Widerstandsfähigkeit des Rades gegen die durch das Bremsen entwickelte Wärme zu prüfen. Mehrere der gewalzten Räder haben dieser Probe erfolgreich widerstanden.

Der Wert dieser Räder im Vergleiche zu den aus dem besten Hartgusse auf die beste Weise hergestellten, folgt aus

der folgenden Zusammenstellung, für die die Unkosten der beiden Räder für eine Fahrt von 16 000 km berechnet sind.

	Hartgufs- Räder	
	M	M
Preis für das Paar	75,60	226,00
Unkosten für viermaliges Abdrehen	3,35	10,10
Unkosten für viermaliges Entfernen und Zurücksetzen	2,60	9,65
Im ganzen	81,55	245,75
Ab Altwert	24,40	36,7
Kosten	57,15	209,05
Fahrleistung in 10 000 km	12,9	56,2
Kosten für 10 000 km Fahrt	4,45	3,72

Die neuen Räder eignen sich für Lokomotiven und Tender, wo jetzt nur Räder mit stählernen Reifen verwendet werden, für Personenwagen, wo die Sicherheit die Hauptsache ist, für die schwersten Güterwagen, wo sich die gufseisernen Räder als untauglich erwiesen haben. Sie sind auch für leichtere Dienste geeignet und können vorteilhaft für Strafsenbahnwagen verwendet werden.

G—w.

Prüfung von Lokomotiven auf dem Versuchstande in St. Louis.*)

(Railroad Gazette 1905, S. 322. Mit Abb.)

Hierzu Schaulinien Abb. 2 bis 8 auf Tafel LVIII.

Die Absicht, zwölf verschiedene Lokomotiven zu prüfen, konnte nicht ausgeführt werden, da verschiedene Schwierigkeiten zu Beginn der Versuche erhebliche Zeitverluste mit sich brachten. Auch konnten keine Anfahrversuche angestellt werden, weil das Gleiten der Triebräder flache Stellen auf den Tragrollen verursachte.

Zeitverluste entstanden hauptsächlich durch Heißlaufen der Lager für die Tragrollenwellen, durch flache Stellen auf den Tragrollen, durch Schwankungen des Wasserdruckes und durch die Notwendigkeit, durch Versuche, das bestgeeignete Öl für die Reibungsbremsen zu bestimmen. Die Kettenschmierung der Lager wurde durch Ölgefäße und Filzstreifen in den Lagerdeckeln ersetzt.

Bei hohen Geschwindigkeiten bewirkte das Zucken der Lokomotiven eine Umkehrung der Krafrichtung an der Tenderkuppelung. Durch Einbau von Ölbremsen zwischen der Lokomotive und dem Gehäuse des Zugkraftmessers wurde dieser Mifsstand beseitigt.

An den Bremsen wurde zuerst Maschinenschmieröl benutzt, dann zu gleichen Teilen Maschinen- und Zylinder-Öl, dann nur Zylinderöl, schließlich 12,5 % Rizinusöl und 87,5 % Zylinderöl. Die von den Bremsen aufgezehrte Arbeit ist um so größer, je dickflüssiger das Öl ist. Zähes Öl erlaubt also, den Wasserdruck auf die Bremsen niedriger zu halten.

Das Wasser für die Versuche wurde aus den städtischen Leitungen entnommen. Starke Schwankungen im Wasserdrucke, die sich an den Bremsen fühlbar machten, störten zuweilen

*) Organ 1904, S. 94; 1905, S. 130 und 162.

die Versuche. Das Kesselspeisewasser für die Lokomotiven wurde vor der Verwendung gereinigt.

Viel Mühe und Zeit wurde darauf verwandt, einen bituminösen Heizstoff mit hohem Gehalte an festem Kohlenstoffe, geringem Aschengehalte, geringer Rauchentwicklung und geringer Neigung zum Sintern ausfindig zu machen. Die ausgesuchte Kohle war sehr gut, aber leicht zerreiblich, sodafs bei starkem Zuge eine grofse Menge feiner Teilchen mitgerissen wurde.

Bei den Versuchen liefs man die Lokomotive erst 10 oder 15 Minuten laufen, bevor Ablesungen gemacht wurden. Fünf Minuten vor Beginn der Versuche wurden vier Klingelzeichen gegeben, 15 Sekunden vor jeder Ablesung zwei Klingelzeichen, im Augenblicke der Ablesung ein Klingelzeichen. Bei Beginn der Ablesungen wurde auf ein Zeichen ein abgewogener Kasten mit Kohlen am Heizerstande ausgeleert; der Wasserstand im Kessel und im Speisewasserbehälter wurde aufgezeichnet; von da ab wurde Kohle und Wasser sorgfältig gewogen; nach Beendigung des Versuches wurden die Wasserstände auf dieselbe Höhe gebracht wie zu Anfang.

Nach Beendigung des Versuches wurden die Ablesungen von den Beobachtern geprüft und den Rechnern übergeben. Die wichtigsten Angaben wurden während der Versuche auf fortlaufende Papierstreifen aufgezeichnet, sodafs Unregelmäßigkeiten oder Widersprüche sofort bemerkt werden konnten.

Bei den Versuchen waren durchschnittlich 35 Personen beschäftigt. Die erste untersuchte Lokomotive war eine schwere Güterzug-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn, von sogen. »consolidation« Bauart (2—8—0), mit folgenden Abmessungen:

Dampfzylinder	{ Durchmesser Hochdruck d	559 mm
	{ Kolbenhub l	712 "
Triebraddurchmesser D		1422 "
Heizfläche innere H		231 qm
Rostfläche R		4,6 qm
Dampfüberdruck p		14,35 at
Heizrohre	{ Länge	4180 mm
	{ Durchmesser äußerer	51 "
	{ Anzahl	373
Mittlerer Kesseldurchmesser		1828 mm
Gewicht leer		77,8 t
« im Dienst: Triebachslast L_1		78,6 t
« « « im ganzen L		88,1 "
Inhalt des Tenders: Wasserbehälter		26,5 cbm
« « « Kohlenraum		12,2 t
Verhältnis H : R		50
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : L		2,6 qm
Zugkraft $Z = \frac{d^2 \cdot l}{D} 0,6 p$		13400 kg
Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H		58 "
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht Z : L		152 "
Zugkraft für 1 t Triebachslast Z : L_1		171 "

Die Ergebnisse der Versuche sind in der Quelle teils in Listen, teils in Schaubildern dargestellt, die Abb. 2 bis 8, Taf. LVIII, zeigen einige der letzteren; die Zahlen sind in metrische Einheiten umgerechnet.

Abb. 2, Taf. LVIII, zeigt, welcher Teil des Luftzuges auf die einzelnen Widerstände entfällt, welche die Luft auf dem Wege vom Aschkasten zur Rauchkammer überwinden muß. Offenbar sind die Öffnungen im Aschkasten dieser Lokomotive zu eng. Nicht einmal 20% der Blasrohrwirkung werden für die Feueranfachung nutzbar.

Abb. 3, Taf. LVIII, zeigt, dafs die Wärmestufe in der Rauchkammer mit zunehmender Beanspruchung des Rostes langsamer zunimmt als die in der Feuerkiste.

Abb. 4, Taf. LVIII, stellt den Zusammenhang zwischen stündlich auf 1 qm Rostfläche verbrannter Kohlenmenge und stündlich auf 1 qm Heizfläche erzeugtem Dampfe dar, Abb. 5, Taf. LVIII, den Zusammenhang zwischen stündlich auf 1 qm Heizfläche erzeugtem Dampfe und dem mit 1 kg Kohle erzielten Dampfgewichte.

Die Maschinenreibung scheint sich für eine bestimmte Geschwindigkeit gleich zu bleiben. Die Mittelwerte aus mehreren Versuchen bei derselben Geschwindigkeit sind folgende:

Triebrad- umdrehungen in der Minute	V km/St.	Maschinenreibung berechnet	
		in P.S.	als mittlerer Druck auf den Kolben in at
40	10,6	84,2	1,36
80	21,2	134,3	1,05
120	31,8	189,8	1,03
160	42,4	227,4	0,93

Wie zu erwarten, nehmen die Zahlen, welche die Reibung als mittlern Druck auf den Kolben angeben, mit wachsender Geschwindigkeit ab.

Der Wirkungsgrad der Maschine wächst bei einer bestimmten Geschwindigkeit mit zunehmender Füllung entsprechend dem Umstande, dafs sich die ganze Maschinenreibung bei verschiedenen Füllungen nicht ändert.

Abb. 6 bis 8, Taf. LVIII, sind durch die Beschreibung verständlich. Sucht man für jede Geschwindigkeit die Zylinderfüllung, für welche die Zahl der Dampfpferdestärken (Abb. 7, Taf. LVIII) multipliziert mit dem Dampfverbrauche für eine Dampfpferdestärke (Abb. 6, Taf. LVIII) als Produkt die gröfste Verdampfungsfähigkeit des Kessels ergibt, so hat man für jede Geschwindigkeit die gröfste Maschinenleistung bestimmt. Die hieraus berechnete Zugkraft ist in Abb. 8, Taf. LVIII, dargestellt.

Die Versuche mit den übrigen Lokomotiven werden in einer weiteren Bearbeitung bekannt gegeben werden. P—g.

Versuche mit Lokomotiven, Bauart Shay, auf der Chesapeake und Ohio Bahn.

(Railroad Gazette 1905, S. 647, mit Abb.)

Die Eigenart der genannten Lokomotive besteht darin, dafs eine stehende dreizylindrige Dampfmaschine auf der rechten Seite der Lokomotive eine Welle treibt, die an Lokomotive und Tender entlang läuft und alle Achsen einschliesslich der Tenderachsen mit Kugelrändern antreibt. Die Welle hat Gelenke für die Einstellung der Achsen in Krümmungen.

Die Lokomotive ist für schwere Züge, starke Steigungen und starke Krümmungen, aber nur für geringe Geschwindigkeit geeignet.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinder-Durchmesser	432 mm
Kolbenhub	457 <
Raddurchmesser	1168 <
Heizfläche, innere	198 qm
Rostfläche	3,95 <
Dampfüberdruck	14 at
Dienstgewicht, Lokomotiven und Tender zusammen	150 t

Die Ergebnisse der Versuche sind in einer Liste zusammengestellt. P—g.

Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven auf amerikanischen Bahnen.

(Railr. Gaz. 1905, S. 524. Mit Abb.)

F. J. Cole, der maschinentechnische Leiter der American Locomotive Co. Schenectady gibt einen Überblick über die Entwicklung des amerikanischen Lokomotivbaues, besonders hinsichtlich der Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven.

Lange Jahre wurden die Personenzüge und der größte Teil der Güterzüge von $\frac{2}{4}$ gekuppelten Lokomotiven, der American-Bauart, gefahren. Bei diesen lag die obere Grenze für das Lokomotivgewicht etwa bei 59 t, nur ausnahmsweise wurden Lokomotiven mit 69 t Gewicht gebaut.

Ungefähr 1895 wurden $\frac{2}{5}$ gekuppelte Lokomotiven der Atlantic-Bauart eingeführt. Das Gewicht dieser Lokomotiven wuchs von 68 bis auf 86 t; die größte zulässige Triebachslast beträgt 47,2 t; nur auf wenig Strecken verträgt das Gleis eine größere Triebachslast. Bei der Vierzylinder-Verbund-Bauart läßt sich aber die Triebachslast auf 50 bis 52,6 t steigern. Im Laufe des letzten Jahres ist eine größere Anzahl derartiger Lokomotiven für den schweren Schnellzugdienst gebaut.

Die erste amerikanische Vierzylinder-Lokomotive ohne Verbundwirkung wurde 1881 von Shaw gebaut. Alle in einer Ebene nebeneinander liegenden Zylinder lagen außerhalb des Rahmens und arbeiteten auf dieselbe Achse. In den folgenden Jahren nahmen Cumming, Strong und Bulla Patente auf Vierzylinder-Lokomotiven. 1896 baute Strong eine $\frac{2}{5}$ gekuppelte Zwillings-Lokomotive in eine Vierzylinder-Verbund-Lokomotive um; es war die erste Lokomotive dieser Art auf amerikanischen Bahnen. Alle Zylinder arbeiteten auf dieselbe Achse. Daß die Lokomotive nicht nachgebaut wurde, lag teils an einigen absonderlichen Einzelheiten, teils daran, daß sie als umgebaute Zwillings-Lokomotive weniger befriedigte.

1902 bauten die Baldwin Werke zwei Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven, eine $\frac{3}{5}$ gekuppelte*) und eine $\frac{2}{5}$ gekuppelte für die Santa Fe Bahn,**) beide nach Bauart Vauclain, die sich von der von Borries'schen nur dadurch unterscheidet, daß für jedes Zylinderpaar nur ein Schieber vorhanden ist. Die von demselben Werke im Herbst 1904

*) Organ 1903, S. 25.

**) Organ 1904, S. 237.

gebaute $\frac{2}{5}$ gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Lokomotive für die Chicago, Burlington und Quincy Bahn*) ist der Bauart de Glehn nachgebildet, während die 1905 gebaute $\frac{3}{5}$ gekuppelte Vierzylinder-Verbund-Lokomotive die Bauart Vauclain zeigt.

Die American Locomotive Co. trat 1904 mit einer Vierzylinder-Verbund-Lokomotive der Bauart Cole für die New York Central Bahn**) hervor, diese ist der Bauart de Glehn nachgebildet mit der Abänderung, daß die innen liegenden Hochdruckzylinder die erste, die außen liegenden Niederdruckzylinder die zweite Triebachse antreiben. Die Prüfung dieser Lokomotive auf dem Versuchstande in St. Louis lieferte folgende Ergebnisse:

Füllung %	Geschwindigkeit km/St.	Zugkraft kg	Dampfpferdestärke P. S.
40	121	2370	1336
40	106	3079	1369
50	92	4443	1630
50	92	4489	1641

Zur Zeit stellt die American Locomotive Co. Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven für die New York Central, Erie und Pennsylvania Bahn her. Die Abbildungen dieser »Pacific«, »Prairie«, »12-wheel« und »10-wheel« Lokomotiven zeigen mit einer Ausnahme der Bauart von Borries die Bauart Cole.

Man sieht also, daß die Vierzylinder-Verbund-Lokomotive mit Kraft und Massenausgleich in Amerika Fortschritte macht. Im allgemeinen bemüht man sich dort, die Lokomotiven so einfach wie möglich zu bauen und nur da, wo unbedingt nötig, von der Bauart der Zwillingslokomotiven abzuweichen. Man steuert beide Zylinder einer Seite mit einem Kolbenschieber, verzichtet also auf die Vorteile größerer Füllungen in den Niederdruckzylindern zu Gunsten der Einfachheit. P. g.

Vierzylindrige Verbund-Lokomotive, Bauart Cole, für die New-York Zentral-Bahn.***)

Nach neuerer Feststellung beträgt

Die Heizfläche H . . 293 qm. Es ist deshalb:

Verhältnis H : R . . 63,

Heizfläche für 1 t Dienstgewicht, H : L . 3,2 qm/t,

Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H . . . 29 kg/qm.

Sechssachsige Mallet-Lokomotive für die Baltimore- und Ohio-Bahn.†)

Die Heizfläche H ist nicht 440, sondern 475 qm.

Daher ist zu ändern:

das Verhältnis H : R . . in 71,

die Heizfläche für 1 t Dienstgewicht H : G₁ in 3,1 qm/t,

die Zugkraft für 1 qm Heizfläche Z : H in 59 kg/qm.

*) Organ 1904, S. 277.

**) Organ 1905, S. 84.

***) Organ 1905, S. 84.

†) Organ 1905, S. 135.

H o c h b a h n e n .

Vorschläge zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Hochbahn in Chicago.

(Railroad Gazette 1905, S. 298. Mit Abb.)

B. J. Arnold hat dem städtischen Verkehrsausschusse von Chicago Vorschläge zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Hochbahnschleife unterbreitet. Diese ist zur Zeit eine zweigleisige 3,2 km lange Ringbahn und dient zur Verbindung von sieben Hochbahnlinien, die nach Chicago hineinführen. Auf der Schleife verkehren täglich 1600 Züge mit zusammen 5000 Wagen. Besonders verkehrsreich ist morgens und abends eine Zeit von 1,5 Stunden, die größte Inanspruchnahme dauert beide Male 30 Minuten. Die Leistungsfähigkeit ist begrenzt durch die Zahl der Züge, die an den Einmündungstellen der einzelnen Linien verkehren können. Die Züge, die von den südlichen und südwestlichen Anschlussstrecken kommen, verkehren auf dem innern Gleise des Rings; sie kreuzen das äußere, auf dem die von den nördlichen und nordwestlichen Anschlussstrecken kommenden Züge laufen. Die Gleisanlage ist derart, daß ein von einer Anschlussstrecke nach dem innern Ringgleise fahrender

Zug gleichzeitig mit einem umgekehrt fahrenden Zuge verkehren kann, sodaß also das äußere Ringgleis nur für kurze Zeit gesperrt ist.

Noch mehr als durch diese Kreuzungstellen wird die Zahl der Ringbahnzüge durch die geringe Länge der Bahnsteige beschränkt. Diese müßten so verlängert werden, daß gleichzeitig zwei Züge von 5 bis 6 Wagen aufgestellt werden können.

Am leichtesten ließe sich die Leistungsfähigkeit steigern, wenn die Verwaltung der Ringbahn und der Anschlussstrecken in einer Hand vereinigt würden; nach Vornahme geringer Änderungen an der Gleisanlage würden die Gleise der Ringbahn Teilstrecken der durchgehenden Nord-, Süd- und Weststrecken werden.

Von drei Entwürfen wird besonders derjenige empfohlen, der Durchgangsverkehr mit den Anschlussstrecken, Überführungen statt der Kreuzungen, Verlängerung der Bahnsteige und Ausgestaltung von Endbahnhöfen vorschlägt. Dieser Entwurf verursacht allerdings erheblich größere Kosten als die beiden andern.

P—g.

Technische Litteratur.

Betriebskosten der Verschiebebahnhöfe. Berlin 1904. Dissertation von M. Oder.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Ausgestaltung der Verschiebebahnhöfe haben schon eine vielseitige Behandlung in der Fachlitteratur erfahren. Mit dem zunehmenden Verkehre, der an die Bahnhofsanlagen und die Wagenausnutzung immer schärfere Anforderungen stellte, mußte die Wichtigkeit einer leistungsfähigen, sicher und nicht zu kostspielig arbeitenden, auch in der Anlage nicht zu teuern Verschiebeanlage in die Augen springen. Die Oder'sche Arbeit, ein beachtenswertes Beispiel wissenschaftlicher Behandlung einer betriebstechnischen Frage, fußt auf den Blum'schen Untersuchungen über Verschiebebahnhöfe.*) Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in einer genauen Ermittlung der Betriebskosten, die bei der großen Verschiedenheit der im Betriebe befindlichen Bahnhofsanlagen auf akademischem Wege unter Zugrundelegung von bestimmten Betriebsverhältnissen unter Annahme von vier Gleisanordnungen für Eselsrücken- und Schwerkrafts-Betrieb bis ins einzelne festgestellt sind. Die Ergebnisse sind für verschiedene Betriebsfälle in Listen und bildlich übersichtlich zusammengestellt und zum Schlusse sind die vier zu Grunde gelegten Bahnhofsanordnungen hinsichtlich der Betriebskosten und der Beschleunigung des Wagenlaufes miteinander verglichen. Mit Recht bemerkt der Verfasser, daß die für den Betrieb sparsamste Lösung im Einzelfalle auf dem Wege der Vergleichsrechnung unter Berücksichtigung der örtlichen sowie der Betriebs-Verhältnisse auf den anschließenden Strecken ermittelt werden muß. Denn auch die Leistungsfähigkeit der Strecke muß mit der des Bahnhofes gleichen Schritt halten. Der Wunsch des Verfassers nach einer eingehenderen Behandlung dieser für

sparsame Ausgestaltung des Betriebes hochwichtigen Fragen von seiten der im Betriebe stehenden Techniker*) und der Verwaltungen erscheint beachtenswert.

W—e.

Die Gründung der Großherzoglich Badischen Staatseisenbahnen.

Beitrag zur Geschichte der badischen Eisenbahnpolitik. Von Dr. E. Kech, Karlsruhe, 1905, G. Braun. Preis 3,60 M.

Die Schrift bringt ein Bild eines Beispiels weitsichtiger Eisenbahnpolitik, das die badischen Staatsbahnen wohl in den Augen aller eisenbahntechnischen und volkswirtschaftlichen Fachkreise bilden. Es ist hochehrfrohlich, heute die Erwägungen nachzulesen, die zu der Durchführung des im Vergleiche zur Größe und Leistungsfähigkeit des langgestreckten Landes großartigen Werkes und zwar von vornherein als Staatsbahn geführt haben. Auch bei der reifen Erfahrung, die wir heute besitzen, kann man den vollen Inhalt aller zu Grunde liegenden Ausarbeitungen, Berichte, Bestimmungen und Gesetze als richtig anerkennen. Aber grade diese Bestätigung der Richtigkeit des eingeschlagenen und nun zurückgelegten Weges wirkt besonders klärend und festigend auf das Urteil über eisenbahnpolitische Verhältnisse. Viele bekannte hoch verdiente Namen treten uns hier nochmals entgegen, und die Beziehungen der Lage des Landes zur nationalen Politik wirken zum Teil in dieser abgeklärten Darlegung in hohem Maße erfrischend.

Wir können das Buch seines lehrreichen und zugleich höchst anregenden Inhaltes wegen dringend empfehlen.

*) Vergl. beispielsweise die Mitteilung von J. Hansen über die bildliche Darstellung der Wagen besonders. Zentralbl. des Bauwesens 1905, S. 308.

*) Vergl. Organ 1900, S. 146.

Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens, 60. Bändchen.

Die Erbauung einer elektrischen Bahn auf die Zugspitze. Von Wolfgang Adolf Müller, Ingenieur. Berlin-Charlottenburg, Verlag der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen.

Die Schrift enthält alle Unterlagen für eine elektrisch zu betreibende Bahn von Garmisch auf die Zugspitze, die von einem über dem Eibsee anzulegenden Bergbahnhofe aus Zahnbahn wird, um schwere Züge befördern zu können. Die maßgebende Steigung ist 500‰, deshalb ist eine liegende Doppelleiterstange, wie am Pilatus, aber mit sehr kräftiger Ausbildung angenommen. Als Arbeitsübertragung ist Gleichstrom angenommen, und zwar hauptsächlich wegen der einfachern Verwendung der durch die Talfahrt gewonnenen Arbeit für die kreuzende Bergfahrt. Das ist besonders wichtig, weil Kostenvoranschläge ergeben haben, daß Wasserkraft-Gewinnung bei der örtlichen Beschaffenheit der Umgebung gegenüber Dampftrieb für die Stromerzeugung zu teuer wird.

Der Wagenbau nutzt die starke Neigung des Querhanges aus, um an der Talseite die Triebmaschinen, Übersetzungen und Zahnräder bequem unter den Wagenboden legen und diesen an der Bergseite doch dicht über dem Gelände halten zu können. Für die Stromzuführung ist eine kräftige, gedeckte dritte Schiene vorgesehen.

Es handelt sich um einen sehr beachtenswerten, knapp und klar dargestellten Entwurf, der auch Uneingeweihten einen leichten Einblick in die Verhältnisse eröffnet, weshalb wir auf die Veröffentlichung besonders hinweisen.

Verhütung des Schornsteinrauches und unbedingte Kostenersparnis.

Herausgegeben von Raimund Herrmann, Magdeburg 1905, Creutz. Preis 1 M.

Die kleine Schrift behandelt hauptsächlich die vom Verfasser angegebenen Vorrichtungen zur Verhütung des Rauchens bei den verschiedenen Feuerungen.

Archiv für bürgerliches Recht. Herausgegeben von Dr. J. Kohler, o. Prof. der Univ. Berlin, V. Ring, Kammergerichtsrat in Berlin, Dr. P. Oertmann, o. Prof. der Univ. Berlin. Berlin, C. Heymann.

Das Strafsenbillet. Von Referendar Walther Seelmann in Charlottenburg. Sonderdruck, Band XXV, Heft 2.

Die 36 Oktavseiten umfassende Schrift behandelt die rechtliche Bedeutung der Strafsenbahn-Fahrscheine und erläutert damit eine für den öffentlichen Verkehr namentlich der Großstädte außerordentlich bedeutungsvollen Punkt, der nur wenigen Fahrgästen in seiner ganzen Bedeutung klar ist, obwohl sich jeder mit der Erwerbung des Fahrscheines ganz bestimmten Rechtsverhältnissen unterwirft. Es empfiehlt sich nicht bloß für Betriebsbeamte, von dem Inhalte dieser Schrift von allgemeiner Bedeutung eingehend Kenntnis zu nehmen.

Resistenza dei materiali e stabilità delle costruzioni ad uso degli ingegneri, capomastri, costruttori, ecc. Edizione completamente rinnovata del manuale del defunto Pietro Gallizia. Ing. Dr. Sandrinelli. Mailand 1905, Hoepli. Preis 5,50 l.

Das Buch enthält eine kurz gefasste Festigkeitslehre und Statik mit besonderer Bezugnahme auf die Bedürfnisse des Bauingenieurs nebst den Listen der wichtigsten Querschnitte und ihrer Momente. Von den Arbeitsgesetzen ist namentlich bezüglich der Einspannungen und Verstreßungen ausgiebiger Gebrauch gemacht; an sonstigen Gegenständen sind sich überkreuzende Träger, steife Fahrbahnträger-Anschlüsse, Rollenpressungen, Ringe, Kettenglieder, Rohre als behandelt aufzuführen. Besonders werden auch für auf Rollen, Kämpfergelenke und eingespannt gelagerte Bogen verschiedener Belastungsarten eingehende Formeln, namentlich für Kreisform entwickelt.

Im Gegensatz zu unseren neueren Werken überwiegt die Rechnung die Zeichnung durchaus, zeichnende Verfahren kommen nicht zur Geltung, was sich namentlich bezüglich der Gewölbe und aller Einflußlinien als unbequem fühlbar macht. Es sind aber in dem Buche viele beachtenswerte und lehrreiche Betrachtungen enthalten, die ersichtlich auf dem Einflusse Castiglianos und Bettis fußen.

Wenn auch nach der bezeichneten Richtung Erweiterungen erwünscht wären, so bietet doch das Gebotene eine Fülle des Nützlichen und Lehrreichen, und wir können nur empfehlen, der arithmetischen Behandlungsweise des Buches alle Beachtung zu schenken.

Denkschrift über eine Bahnverbindung Zaras mit Österreich von Josef Ritter von Wenusch, Ingenieur, Eisenbahndirektor a. D. Wien und Leipzig, 1905, W. Braumüller. Preis 1,0 M.

Die Denkschrift behandelt als Mittel einer innigen Verbindung des Hafens Zara mit Triest und dem Herzegowinischen Bahnnetze die Anlage eines ausgedehnten Schmalspurnetzes unter Benutzung der Inseln des Guarnero und der Dalmatinischen Küste und bietet einen anregenden und lehrreichen Einblick in die Bedürfnisse des unter der österreichischen Herrschaft aufblühenden Landes.

Bau und Instandhaltung der Oberleitung elektrischer Bahnen.

Von P. Poschenrieder, Oberingenieur der österreichischen Siemens-Schuckert-Werke. München und Berlin, 1904, R. Oldenbourg. Preis 9,0 M.

Mit großer Schweißigkeit breitet der Grundsatz der Arbeitsteilung auch auf das Gebiet des elektrischen Betriebes seine Herrschaft aus, und wie nötig das ist, zeigt der stattliche Inhalt und Umfang dieses nur die Oberleitung betreffenden Werkes. Es ist wohl als völlig erschöpfend zu bezeichnen, die Geschichte, die geometrischen, sehr eingehend die statischen Verhältnisse und die Anordnung der Oberleitung mit ihren Nebenanlagen und Ausstattungsteilen sind eingehend behandelt, ebenso auch die Ausführung mit allen Werkzeugen und Hilfsgerätschaften. Auch die Sicherheitsvorschriften und die Kosten aller Teile werden mitgeteilt; wir dürfen mit Recht behaupten, daß das von so berufener Hand nach reichen eigenen Erfahrungen bearbeitete Werk geeignet ist, jede für die Anlage von Oberleitungen erforderliche Auskunft zu erteilen, und zeigen das Erscheinen mit Befriedigung an.