

# 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.

11. 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 243.)

#### a. *β*. Vierzylinder-Verbundlokomotiven.

Nr. 7. Lokomotive Nr. 1587 der Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 6, Taf. LV.)

Der Kessel, dessen mittlerer Schufs Kegelform hat, besitzt einen in der Feuerbüchse und dem hintersten Langkesselschusse aufsergewöhnlich stark überhöhten Dampfraum.

Der aus Stahlgufs gefertigte Rahmen besteht aus einem Hauptrahmen und einem Hülfsrahmen. Der Hauptrahmen ist unmittelbar vor der Feuerkiste abgesetzt und wird durch ein kräftiges, aus Gufsstahl gefertigtes Querstück aufgenommen, das zu beiden Seiten über den Querschnitt der Feuerkiste hinausreicht. An dieses Querstück schließt sich der Hülfsrahmen, der auferhalb der Feuerkiste liegt, und die hintere Laufachse aufnimmt. Diese Kröpfung des Rahmens vor der Feuerkiste gestattet, dem durch die Laufachse an und für sich eingeschränkten Aschkasten die für gleichmäfsige Luftzuführung unter die Rostfläche erforderliche Breite zu geben, und auferdem auch die Laufachse mit Außenlagern zu versehen, die der Wartung und Überwachung bequem zugänglich und der Luftkühlung besser ausgesetzt sind, als Innenlager, die noch dazu der Wärme der Feuerkiste unterworfen sind.

Die Zylinderanordnung besteht aus einem Paare senkrecht übereinander liegender Hoch- und Niederdruck-Zylinder an jeder Seite, die auf dieselbe Triebachse arbeiten. Beide Zylinder werden von einem gemeinsamen Rundschieber gesteuert und bilden mit dem Schiebergehäuse ein gemeinsames Gufsstück.

Die Anordnung der Zylinder, ob Hochdruckzylinder über dem Niederdruckzylinder oder umgekehrt, richtet sich übrigens nach dem Durchmesser der Triebräder unter Einhaltung des lichten Raumes, so dafs bei Schnellzuglokomotiven, das heifst bei solchen mit grossem Raddurchmesser, der Hochdruckzylinder über dem Niederdruckzylinder liegt, während bei

Güterzug-, das heifst, bei Lokomotiven mit kleinem Triebzylinderdurchmesser, der Niederdruckzylinder über dem Hochdruckzylinder liegt.

Das Verhältnis der Zylinderinhalte beträgt 3,6 und ergibt bei gewöhnlicher Füllung von 53% im Hochdruck- und 58% im Niederdruck-Zylinder annähernd gleiche Arbeitsverteilung.

Die Dampfverteilung erfolgt nach Woolf; der aus dem Hochdruckzylinder geschobene Dampf tritt ohne Verbinder unmittelbar durch den Schieber in den Niederdruckzylinder zu weiterer Arbeitsverrichtung. Der Schieber gestaltet sich sehr einfach. Er hat für beide Zylinder äufere Einströmung und innere Ausströmung.

Nr. 8. Lokomotive Nr. 507 der Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia, Pa. (Abb. 7, Taf. LV.)

Diese Lokomotive gehört zu der Lieferung, welche die genannte Bahn bei den Baldwin-Lokomotiv-Werken auf Grund der guten Erfahrungen 1903 in Bestellung gab, die man auf dem europäischen Festlande mit Vierzylinderlokomotiven mit ausgeglichenen Triebwerken gemacht hatte. Obwohl von den vier Lokomotiven schon nach kurzer Zeit zwei wegen Bruches der gekröpften Achse der Werkstatt zugeführt werden mußten, und auch anderweitige Mängel sich im Betriebe herausstellten, gab die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn im folgenden Jahre demselben Werke weitere 40 Lokomotiven derselben Bauart in Auftrag.

Die Anordnung der Dampfmaschine und des Triebwerkes entspricht derjenigen von v. Borries insofern, als auch hier alle vier Zylinder nebeneinander unter der Rauchkammer angeordnet sind und zwar die Hochdruckzylinder innerhalb, die Niederdruckzylinder auferhalb des Rahmens, und dafs auch hier die Kurbeln zusammengehöriger Hoch- und Niederdruckzylinder um 180° gegeneinander versetzt sind, so dafs hin- und hergehende Massen durch hin- und hergehende Massen ausge-

glichen werden, während die Kurbeln gleicher Zylinderarten zur Erreichung sichern Anfahrens um  $90^\circ$  gegeneinander versetzt sind, so daß die schlingernden Bewegungen bestehen bleiben.

Dagegen unterscheidet sich die Bauart von der v. Borrieschen dadurch, daß genau wie bei der ältern Vaucelainschen Bauart zusammengehörige Hoch- und Niederdruckzylinder durch einen gemeinsamen Schieber gesteuert werden. Das Sattelstück unterscheidet sich denn auch von demjenigen der Lokomotive Nr. 7 im wesentlichen nur durch die Drehung der Ebene der gemeinsamen Achsen des Hoch- und Niederdruckzylinders um  $90^\circ$ , so daß Hoch- und Niederdruckzylinder neben einander zu liegen kommen.

Durchmesser und Hube der Zylinder sind genau dieselben wie bei der alten Vaucelainschen Bauart, so daß in dieser Hinsicht von vornherein mit erprobten und bewährten Abmessungen gerechnet werden konnte. Das Verhältnis der Zylinderinhalte beträgt auch hier 3,6 und ergibt bei gewöhnlicher Füllung von 53% im Hochdruck- und 58% im Niederdruck-Zylinder gleiche Arbeitsverteilung auf alle vier Zylinder.

Der Schieber mußte dagegen eine Änderung erfahren, da sich die Dampfkolben der zusammengehörigen Zylinder in entgegengesetzter Richtung bewegen. Der Schieber ist zur Erreichung der Woolfschen Dampfverteilung dreiteilig, also wesentlich verwickelter, als bei der alten Bauart.

Um den Dampf bei Durchströmung des Steuerschiebers nicht zu stark abzdrosseln, war es erforderlich, dem Schieber einen bedeutenden Durchmesser zu geben, der größer ist, als der des Hochdruckdampfkolbens. Hierdurch entsteht Gefahr des Werfens des Schiebers, namentlich bei den hohen Wärmeunterschieden, denen die einzelnen Teile des Schiebers ausgesetzt sind.

Der Kessel zeichnet sich durch die Größe seiner feuerberührten Heizfläche, die größte unter allen ausgestellten Schnellzuglokomotiven aus. Erreicht wird diese trotz der üblichen Größe der Rostfläche von 4,6 qm durch mögliche Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes, indem jede Seitenwand der Feuerbüchse senkrecht und die Feuerbüchsmanteldecke wagerecht geführt wurde.

Die Heizrohre besitzen die ungewöhnliche Länge von mehr als 5700 mm und haben demgemäß auch einen äußeren Durchmesser von 57,2 mm erhalten.

Eine weitere Eigentümlichkeit dieser Lokomotive bildet der »Traction increaser«, der zur vorübergehenden Erhöhung des Reibungsgewichtes der Triebachsen dient und namentlich zur Steigerung des Beschleunigungsvermögens beim Anfahren Verwendung findet. Das bei Vierzylinder-Verbundlokomotiven so häufig beobachtete Schleudern der Triebachsen beim Anfahren wird mit seinen nachteiligen Folgen durch dieses Mittel auf das sicherste vermieden. Die Wirkung wird erzielt durch einen kleinen Prefsluftzylinder, der durch verschiedene Hebelübersetzungen auf die Feder der hintern Triebachse arbeitet und einen Teil der Belastung der hintern Laufachse auf die Triebachsen überträgt. Bei einem Drucke von 6,2 at im Prefs-

luftzylinder beträgt die Mehrbelastung der Triebachsen 5440 kg, die ganze Belastung der Triebachsen ist dann 51,44 t.

Der Tender führt die erstaunliche Menge von 11 t Kohle und 32,2 cbm Wasser mit.

Nr. 9. Lokomotive Nr. 3000 der New-York Central und Hudson-Fluss-Eisenbahn, erbaut in den Schenectady-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 8, Taf. LV.)

Diese Ausstellungslokomotive ist die einzige ihrer Bauart und war von der Eisenbahngesellschaft zunächst nur als Probelokomotive bestellt. Erst auf Grund der vorzüglichen Ergebnisse der Probefahrten auf der Strecke New-York-Albany und auf dem Versuchstande der Pennsylvania-Eisenbahn in St. Louis wurde eine erhebliche Zahl von Lokomotiven dieser Bauart in Auftrag gegeben.

Die Lokomotive ist nach den Entwürfen von Francis Cole, dem Oberingenieur der Schenectady-Werke, gebaut. Sie gleicht in der Anordnung der Zylinder und der Triebwerke der de Glehnschen Bauart insofern, als je zwei Zylinderpaare auf getrennte Achsen arbeiten. Die beiden innen liegenden Hochdruckzylinder arbeiten auf die vordere Triebachse, die daher als gekröpfte Achse ausgeführt werden mußte, während die beiden Niederdruckzylinder, welche außen, und zwar hinter den Hochdruckzylindern liegen, die zweite Triebachse antreiben.

Die Kurbeln einer Lokomotivseite sind auch hier um  $180^\circ$  gegen einander versetzt, so daß hin- und hergehende Massen durch hin- und hergehende Massen ausgeglichen werden, während die Kurbeln gleicher Zylinderarten zur Gewährleistung sichern Anfahrens um  $90^\circ$  gegen einander versetzt sind, wodurch die schlingernden Bewegungen bestehen bleiben.

Die eigenartige und nicht einwandfreie Lagerung der Hochdruckzylinder unmittelbar hinter der Bufferbohle ergab sich aus dem schon erwähnten Bestreben, auch den Hochdruckpleuelstangen eine angemessene Länge zu geben.

Die Anordnung der Hoch- und Niederdruckzylinder hinter einander bedingte ferner die Ausführung von vier getrennten Schiebern.

Für die Lage der Schiebergehäuse und den Antrieb der Schieber war maßgebend, daß die Anwendung der Stephenson-Steuerung die Ausführung von nur zwei Steuertriebwerken für die vier Schieber zuließ. Aus diesem Grunde sind die Mittelachsen der Schiebergehäuse einer Seite in derselben Achse hinter einander gelegt, so daß die beiden Schieber der zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder auf einer gemeinsamen Schieberstange befestigt und von nur einer innen liegenden Stephenson-Steuerung mittels einer Schwinge angetrieben werden.

Daraus ergibt sich die eigentümliche Lage der Schiebergehäuse über und zwischen den zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylindern.

Die Colesche Lokomotive war unter den ausgestellten 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven die leistungsfähigste und zwar sowohl hinsichtlich des Triebachsgewichtes, als auch hinsichtlich der Dampfmaschine und der Kesselheizfläche. Bei einem Gewichte auf den Triebachsen von 50 t konnte der

Kesseldurchmesser und damit auch die Zahl der Heizrohre groß gewählt werden, so daß trotz des größeren Kessels der ganze Achsstand der Lokomotive kleiner ausfiel, als bei der Vaclaïnschen für die Atchison, Topeka und Santa Fé-Eisenbahn.

Die Feuerbüchse ist mit einem feuerfesten Feuerschirme ausgerüstet, der an der Rückwand der Feuerbüchse oberhalb der beiden kreisrunden Feuertüren ansetzt und bis zur hintern Rohrwand unterhalb der Heizrohre reicht. Der hintere Teil dieses Schirmes ist ähnlich, wie bei der Feuerbüchse von Buchanan über die ganze Breite auf eine Länge von 600 mm zum Übertreten der Flamme durchbrochen. Der Schirm wird von vier 75 mm starken Röhren getragen, die an beiden Endflächen der Feuerbüchse durch Luken zugänglich sind.

Nr. 10. Angekaufte Lokomotive Nr. 2512 der Pennsylvania-Eisenbahn, erbaut von der Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort. (Abb. 9, Taf. LV.)

Die Lokomotive ist von der Pennsylvania-Eisenbahn 1903 von dem genannten Werke zu Versuchszwecken in Bestellung gegeben. Sie entspricht in Größe und Bauart durchaus den zehn 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der Paris-Orléans-Bahn, die von dem Werke erbaut sind. Der Kessel hat die stattliche Heizfläche von 246,5 qm, die in erster Linie der Verwendung von Serve-Röhren gutschreiben ist. Die Feuerbüchse besitzt entgegen der sonst bei uns üblichen Ausführungsweise geneigte Rückwand nach amerikanischem Vorbilde.

Nr. 11. Lokomotive Nr. 528 der preussischen Staatsbahnen, gebaut von der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. vormals Georg Egestorff, Linden vor Hannover. (Abb. 10, Taf. LV.)

Die Beschreibung dieser Lokomotive ist nicht nötig, da sie in allen Einzelheiten zur Genüge bekannt ist. Die Ausstellungslokomotive war mit einem Pielock-Überhitzer im Langkessel ausgerüstet. Über die Brauchbarkeit des Überhitzers liegen abschließende Erfahrungen noch nicht vor.

#### a. γ. Dreizylinder-Verbundlokomotiven.

Nr. 12. Lokomotive Nr. 561 der preussischen Staatsbahnen, erbaut von Henschel und Sohn in Cassel. (Abb. 11, Taf. LV.)

Diese Lokomotive zog während der Ausstellung in St. Louis mit Rücksicht auf ihr eigenartiges Äußere, die vollständige Ummantelung von Lokomotive und Tender, die abweichende Anordnung des Führerhauses, die Dampfmaschine und die außergewöhnliche Zahl der Achsen die ungeteilte Aufmerksamkeit weitester Fachkreise auf sich.

Sie ist nach den Angaben des Geheimen Baurates Wittfeld entworfen und gebaut. Veranlassung zu dem Entwurfe dieser Lokomotive gaben die Erfolge der elektrischen Schnellbahn auf der Strecke Berlin-Zossen und das Bestreben unserer Eisenbahningenieure, die Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit der bis heute für Schnellverkehr allerorts ausschließlich zur Verwendung kommenden Dampflokomotive zu erhöhen und damit eine Lokomotive zu schaffen, die den bevorstehenden Ent-

scheidungskampf mit der elektrischen Triebmaschine mit Erfolg aufnehmen kann.

Für die Lokomotive war vorgeschrieben, daß sie einen Zug von 180 t mit einer Grundgeschwindigkeit von 130 km/St. fortzubewegen im Stande sein sollte, und daß namentlich die Triebwerksteile unter Berücksichtigung einer Höchstgeschwindigkeit von 150 km/St. ausgearbeitet werden sollten.

Die vorgeschriebenen hohen Geschwindigkeiten erforderten eine besondere Würdigung des Luftwiderstandes und der störenden Bewegungen der Lokomotive infolge der freien Triebwerksmassen.

Der Bemessung des Luftwiderstandes wurden die bei den Versuchen auf der Strecke Berlin-Zossen gewonnenen Ergebnisse zu Grunde gelegt. Um den Luftwiderstand möglichst klein zu machen, wurde die Lokomotive auf Grund der gesammelten Erfahrungen unter Abweichung von der bisher üblichen Bauweise ihrer ganzen Länge nach einschließlic des Tenders mit einem Blechgehäuse umgeben, welches der zu durchschneidenden Luft möglichst wenig Angriffspunkte bietet und außerdem zu weiterer Herabminderung des Luftwiderstandes an der Stirn- wand zugeschräfft ist. Aus dem Blechgehäuse ragen nur wenige Teile, wie das obere Ende des Schornsteins, die Wölbung der beiden Dome und die Lüftungsaufsätze hervor.

Diese Ummantelung bedingt jedoch die Trennung des Führerstandes vom Heizerstande und die Verlegung des Führerstandes vor die Rauchkammer an die Stirnseite der Lokomotive, um dem Führer die freie Übersicht über die Strecke zu wahren. Führer- und Heizerstand sind durch zwei Gänge seitlich des Lokomotivkessels mit einander verbunden. Namentlich auch mit Rücksicht auf die große Rostfläche bedingt die Lokomotive die Besetzung mit zwei Heizern, von denen abwechselnd der eine das Feuer bedient, während sich der andere im Führer- hause beim Führer aufhält.

Weit mehr Schwierigkeit bot die Beherrschung der hin- und hergehenden Triebwerksmassen, die zu störenden, bei hohen Geschwindigkeiten sogar gefährlichen Eigenschwingungen der Lokomotive Veranlassung geben können, unter denen die Schlingerbewegungen um die senkrechte Schwerachse im Ver- gleiche mit den zuckenden Bewegungen als die bedenklicheren angesehen wurden.

Aus diesem Grunde wurde von der Ausführung einer Vier- zylindermaschine Abstand genommen und eine Dreizylinder- dampfmaschine der Bauart Wittfeld gewählt. Bei dieser Anordnung sind die Kurbeln der beiden Außenzylinder gleich gerichtet, während diejenige des Innenzylinders, der in der Achsenmitte angreift, um 90° gegen die beiden anderen ver- setzt ist. Schlingerbewegungen sind somit ausgeschlossen. Da- gegen wird hierbei ein vermehrtes Zucken der Lokomotive in der Längsrichtung in den Kauf genommen, das aber bei der großen Masse als unschädlich betrachtet wurde.

Die Lokomotive ruht auf sechs Achsen, von denen die beiden mittleren als Triebachsen mit 2200 mm Raddurchmesser ausgebildet und miteinander gekuppelt, während die vier Lauf- achsen zu je zweien in einem vordern und einem hintern Drehgestelle vereinigt sind, deren Drehzapfen zur Wahrung der Einstellbarkeit in Gleisbogen seitlich verschiebbar sind.

Der Kessel zeigt für europäische Verhältnisse außerordentlich große Abmessungen. Behufs Unterbringung von 345 Heizrohren von 45 mm lichter Weite ist die Feuerkiste breit gehalten und die Verbindung mit dem Rundkessel durch einen Kegelschufs bewerkstelligt. Zur Sammlung des Dampfes sind zwei Dome vorgesehen. Ein im oberen Teile des Langkessels hängendes Dampfsammelrohr führt den Dampf in den hintern Dom, von wo er durch ein Verbindungsrohr in den vordern und durch den Regler in das Dampfeingangsrohr gelangt. Auf diesem Wege scheidet sich das mitgerissene Wasser zum größten Teile ab.

Der Rahmen besteht aus zwei Teilen, deren Rahmenbleche in verschiedenen senkrechten Ebenen liegen. Der vordere Teil, der die Zylinder aufnimmt und sich auf das vordere Drehgestell und die beiden Triebachsen stützt, liegt innerhalb der Achsen, um die beiden Außenzylinder von 524 mm Durchmesser innerhalb der Umrisslinie aufzunehmen. Der hintere Rahmenteil mußte eine erheblich größere lichte Breite zwischen den beiden Rahmenblechen erhalten, um die breite und hohe Feuerbüchse dazwischen aufzunehmen, da andernfalls ein Hochlagern des Kessels und Aufsetzen der Feuerkiste auf dem Rahmen nicht zu umgehen gewesen wäre. Infolge der Höhe der Feuerkiste wäre bei der letztern Anordnung eine Überschreitung des freien Raumes die Folge gewesen.

Die Dampfmaschine arbeitet mit Verbundwirkung in der Weise, daß der aus dem Regler austretende Dampf zunächst dem zwischen den Rahmen eingebauten Hochdruckzylinder zugeführt wird und aus diesem durch den Verbinder in die beiden außen liegenden Niederdruckzylinder übertritt.

Der Durchmesser beträgt bei allen drei Zylindern 524 mm, das Raumverhältnis der beiden Niederdruckzylinder zum Hochdruckzylinder somit 2 : 1.

Die Dampfverteilung erfolgt bei allen Zylindern durch entlastete Flachschieber, welche durch drei getrennte Heusinger-Steuerungen angetrieben werden.

Die Kolbenbewegung des Hochdruckzylinders wird auf die gekröpfte Achse des vordern Triebachssatzes übertragen, während die Kolben der beiden Niederdruckzylinder auf die hintere Triebachse arbeiten. Die Niederdruckkurbeln sind gegen die Hochdruckkurbel um 90° versetzt, und zwar in der Weise, daß die Niederdruckkurbeln der Hochdruckkurbel nacheilen.

Der Winkel zwischen den um 90° gegen einander verschobenen Kuppelstangenkurbeln und den Triebstangenkurbeln der Niederdruckzylinder ergab sich zu 45° nach der Überlegung, daß bei Totlage einer der beiden Triebstangenkurbeln von der treibenden Achse aus ein möglichst großer Teil der Kraft durch die Kuppelstange auf die Kuppelachse übertragen und in Dreharbeit umgesetzt wird, und daß ferner der bei dieser Anordnung als Gegenkurbel auszubildende Kurbelzapfen möglichst günstig beansprucht wird. Winkel von 0°, 90° und 135° waren somit ausgeschlossen.

Die stark beanspruchten Teile, wie die gekröpfte Achse, die Hochdruckpleuelstange, die Kuppelstangen und die Gegenkurbelzapfen sind aus Nickelstahl mit 5% Nickel gefertigt.

Alle für den Führer und den Heizer nötigen Ausrüstungs-

teile sind wegen der Trennung von Führer- und Heizerhaus doppelt vorhanden.

Der Tender faßt 20 cbm Wasser und 7 t Kohlen.

A. b. 3/5 gekuppelte Schnellzuglokomotiven.

Nr. 13. Lokomotive Nr. 90 der Norfolk und West-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia. (Abb. 12, Taf. LV.)

Wegen der Anordnung der dritten Triebachse unter der Feuerkiste mußte die Rostfläche schmal sein, damit die Feuerbüchse zwischen dem Rahmen Platz fand. Die Folgen davon sind: starke Krümmung der Seitenwände der Feuerbüchse bei einem Durchmesser des anschließenden Langkesselschusses von 1854 mm und große Länge der Feuerbüchse von 2860 mm, um die erforderliche Rostfläche zu erzielen. Undichtigkeiten in den Längsnähten der Feuerbüchsenwände und häufiges Reißen der Stehbolzen sind die weiteren Folgen.

Die schmale Feuerbüchse gestattet die Anordnung des Führer- und Heizerstandes seitlich der Feuerbüchse. Allerdings mußten dann die Stände so hoch gelegt werden, daß der Fußboden über den höchsten Rand der hintersten Triebräder zu liegen kam. Die Feuerungsbühne ist von dem Heizerstande getrennt und befindet sich auf dem Tender, um an Baulänge der Lokomotive zu sparen. Sie liegt erheblich tiefer, als der Fußboden der Stände für die Lokomotivmannschaft und ist mit diesen durch zwei Stufen verbunden.

Demgemäß befindet sich auch die Mehrzahl der Ausstattungsteile auf der Führerseite, während auf dem seitlichen Heizerstande nur die zweite Strahlzunge und das Dampfheizventil angebracht ist. Dagegen befindet sich für den Heizer zur Beobachtung von der Feuerungsbühne aus an der Feuerbüchsenrückwand noch ein zweiter Satz Probefähne und ein zweiter Dampfspannungszeiger.

Nr. 14. Lokomotive Nr. 1059 der Great Northern-Eisenbahn, erbaut von den Rogers-Lokomotiv-Werken in Paterson. (Abb. 13, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive unterscheidet sich in ihrer allgemeinen Anordnung nur wenig von Nr. 13. Auch die Leistungen des Kessels und der Dampfmaschine sind annähernd dieselben.

Der Kessel ist mit Belpaire-Feuerbüchse ausgerüstet. Die Anordnung der Stände für die Lokomotivmannschaft, sowie der Feuerungsbühne unterscheidet sich in keiner Weise von derjenigen der Lokomotive Nr. 13.

Nr. 15. Lokomotive Nr. 695 der Lake-Shore und Michigan-Südbahn, erbaut in den Brooks-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 14, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive gehört der »Prairie«-Form 2-6-2 an, und unterscheidet sich von Nr. 13 und 14 wesentlich durch die Achsenanordnung und durch die eigenartigen übrigen Verhältnisse. Diese Form wurde von den Baldwin-Lokomotiv-Werken zum ersten Male für die Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahn gebaut und erhielt von dieser ihren Namen.

Diese Bauart sucht den Nachteil der Anordnung der dritten Triebachse unter der Feuerbüchse dadurch zu vermeiden, daß sie die für die Stützung des Kesselgewichtes erforderlichen

zwei Laufachsen nicht wie bei der »Ten Wheel«-Form in einem vor den Treibachsen angeordneten Drehgestelle vereinigt, sondern daß sie eine Laufachse vor und die andere hinter die Triebachsen verlegt. Durch diese Verlegung der einen Laufachse nach hinten konnte die Rostfläche genau wie bei der »Atlantic«-Form groß gehalten und ein günstiges Verhältnis zwischen Rostfläche und Heizfläche erzielt werden.

Wenn damit aber auch der Hauptnachteil der »Ten Wheel«-Form beseitigt ist, so steht dieser Bauart nach unseren Erfahrungen doch das Bedenken entgegen, daß die Ausführung einer frei beweglichen vordern Laufachse mit Deichselgestell bei hohen Geschwindigkeiten Veranlassung zu unruhigem Gange gibt.

Besonders bemerkenswert ist an dieser Lokomotive ferner der außergewöhnlich günstige Wert des Verhältnisses zwischen Größe der Kesselheizfläche und dem ganzen Gewichte. Dies beweist, daß hier wie bei keiner andern Lokomotive das zulässige Gewicht so weit wie nur irgend zugänglich für den Kessel ausgenutzt ist. Dieser Zweck wurde erreicht durch weitgehende Verwendung von Gußstahl und geprefstem Stahle für Kesselteile, so für Domring, Domkappe, Rauchkammer-Stirnwand und -Tür, sowie für Kesselträger und Steuerungsteile.

Der Kessel besitzt die gewaltige Heizfläche von 334 qm, die größte, die jemals für Schnellzuglokomotiven ausgeführt ist. Sie wird erreicht durch die große Zahl und Länge der Heizrohre, also in erster Linie durch die Größe der mittelbaren Heizfläche. Fraglich ist immerhin, ob ein äußerer Durchmesser der Heizrohre von 50,2 mm bei einer Länge von 5808 mm nicht zu klein ist, und ob dadurch der Widerstand gegen das Durchströmen der Feuergase nicht zu groß, und die Wärmeabgabe im letzten Teile der Röhren zu gering wird.

Die Rostfläche und Feuerkiste sind unter Ausnutzung des Vorteiles der hintern Laufachse groß ausgefallen und weisen insbesondere eine ganz außergewöhnliche Breite von 2200 mm auf. Um so stärker mußte der Aschkasten eingezogen werden, um zwischen dem Rahmen Platz zu finden; seine Ausbildung wurde durch die Anordnung der hintern Laufachse noch weiter eingeschränkt.

Der Rahmen ist zweiteilig; der vordere Rahmen ist in Barrenform aus Stahlguß, der hintere Teil als Plattenrahmen aus gehämmertem Schweifeseisen hergestellt. Beide Teile sind zwischen hinterer Laufachse und Feuerbüchse kräftig mit einander verschraubt.

Die hintere Laufachse ist nach Bauart Adams seitlich verschiebbar und durch Federkraft zwangläufig rückstellbar eingerichtet.

#### A. c. 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotiven.

Nr. 16. Lokomotive Nr. 119 der Union Pacific-Eisenbahn, gebaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia. (Abb. 15, Taf. LVI.)

Diese »Pacific«-Form verbindet mit dem Vorteile höhern Reibungsgewichtes bei verringertem Triebachsgewichte und demzufolge geringerer Abnutzung des Oberbaues, als bei der »Atlantic«-Form, den Vorzug, den die Anordnung einer hintern

Laufachse für ausreichende Ausbildung der Rostfläche und unmittelbarer Heizfläche gewährt.

Die in Rede stehende Lokomotive ist die schwerste Schnellzuglokomotive, die in den Vereinigten Staaten bis jetzt gebaut ist. Sie hat ein Gewicht von 102,3 t ohne, und von 162 t mit Tender. Die Dampfmaschinenleistung ist außerordentlich hoch, dagegen ist die Kesselheizfläche gegenüber der Größe der Zylinder und der Triebraddurchmesser sehr mäßig.

Der äußere Durchmesser der Heizrohre beträgt bei der beträchtlichen Länge von 6100 mm 57,2 mm.

Die hintere Laufachse liegt in einem Deichselgestelle, dessen Drehpunkt in einem Rahmenquerträger vor der Feuerbüchse gelagert ist. Die Last wird von dem Hauptrahmen durch den hintersten Ausgleichhebel auf einen Bügel und von diesem mittels beweglicher Pendelträger auf die Achsbüchhalter der Laufachse übertragen. Diese Pendelträger gestatten ganz ähnlich, wie bei den Lokomotivdrehgestellen freien Ausschlag der Achse nach der Seite, wobei das Gewicht der Lokomotive als Rückstellkraft dient.

Das Deichseldrehgestell ist in seiner Bauart einfach und in seiner Wirkung äußerst zuverlässig.

Nr. 17. Lokomotive Nr. 1014 der St. Louis und San Francisco-Eisenbahn, erbaut von den Baldwin-Lokomotiv-Werken in Philadelphia. (Abb. 16, Taf. LVI.)

Die Lokomotive unterscheidet sich nur wenig von der Nr. 16. Die Feuerbüchse ist breiter gehalten, um die Länge in bewährten Grenzen zu halten. Dafür ist der Aschkasten sehr stark eingezogen und die gleichmäßige Luftzufuhr unter die Rostfläche beeinträchtigt.

Nr. 18. Lokomotive Nr. 1123 der Missouri-Pacific-Eisenbahn, erbaut in den Brooks-Werken der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. (Abb. 17, Taf. LVI.)

Diese Lokomotive stach durch ihre verhältnismäßig sorgfältige Ausführung und ihre gefälligen Formen vorteilhaft von den übrigen amerikanischen ab.

Die Lagerung der Triebachsen erforderte eine verhältnismäßig kurze Feuerbüchse, wenn die Länge der Lokomotive nicht noch weiter vergrößert, und die hintere Laufachse noch stärker belastet werden sollte. Daraus folgt auch das übertriebene Vorziehen der hintern Kohrwand. Um der Rostfläche die erforderliche Größe zu geben, mußte sie eine beträchtliche Breite erhalten. Um bei der hierdurch bedingten starken seitlichen Einziehung des Aschkastens dem Heizstoffe die für die Verbrennung nötige Menge Luft zuzuführen, sind außer den üblichen Öffnungen im Aschkasten seitlich zwischen dem Bodenringe und der Oberkante des Aschkastens auf die ganze Länge der Feuerbüchseitenwände Luftspalte von 100 mm Höhe vorgesehen, die durch zickzackweise geführte Flacheisen zwischen Bodenring und Aschkasten gebildet werden.

Die Längsverankerung des Kessels erfolgt abweichend von der sonst üblichen Ausführung durch Blechtafeln von 12,7 mm Stärke, die einerseits Feuerbüchs-Decke und -Rückwand und

andererseits den vordersten Langkesselschufs und die vordere Rohrwand gegen einander absteifen.

Die hintere Laufachse ist auch hier seitlich verstellbar. Von den sechs Achsen werden die drei Triebachsen einseitig gebremst.

Nr. 19. Lokomotive der Prince Edward Is-

(Schluß folgt.)

land-Eisenbahn, erbaut von der Canadian Lokomotiv-Gesellschaft in Kingston, Ontario.

Die Lokomotive ist in allen ihren Teilen durchaus nach amerikanischem Muster ausgeführt. Auch ihre Hauptabmessungen entsprechen der üblichen amerikanischen Ausführung der »American«-Form 4-4-0.

## Ätzkalk zur Wasserreinigung.

Von Dr. E. E. Basch in Cöln.

Die folgenden Ausführungen betreffen einige Punkte der Wasserreinigung\*) und sind für den Nichtchemiker bestimmt.

Die Körper oder Salze, welche hierbei Bedeutung haben, können hinsichtlich ihres Verhaltens zu Wasser in zwei Gruppen gebracht werden:

1. Im Wasser lösliche Salze, welche auch im Kessel gelöst bleiben, beispielsweise schwefelsaures Natron, Glaubersalz.
2. Im Wasser lösliche Salze, die aber im Kessel unlöslich werden und Stein geben. Hierzu gehören doppeltkohlen-saurer Kalk und Gips.

Die Gruppe 2) umfaßt die Kesselsteinbildner, und diese verursachen auch die »Härte« des Wassers. Man muß da noch einen Unterschied machen. Ein Körper wie der angeführte doppeltkohlen-saure Kalk wird unlöslich und bildet Stein durch einfaches Kochen. Weil die dem Wasser durch doppeltkohlen-sauren Kalk erteilte Härte nach dem Kochen nicht mehr in diesem enthalten ist, nennt man sie die »vorübergehende« Härte. Nach dem Kochen bleibt im Wasser von Kesselsteinbildnern noch der Gips, deshalb wird dieser zur »bleibenden« Härte gerechnet. Gips bildet Kesselstein und zwar einen sehr harten, jedoch erst, wenn er infolge der Verdampfung des Kesselwassers in genügender Menge vorhanden ist.

Die beiden genannten Körper sind als Beispiele der vorübergehenden und der bleibenden Härte angeführt. Die natürlichen Wasser enthalten außer diesen auch Magnesiumsalze und in der Regel noch andere Härtebildner, von denen aber in dieser beschränkten Übersicht nicht gesprochen werden soll, weil sie nicht gleichzeitig Kesselsteinbildner sind.

Zur Entfernung von doppeltkohlen-saurem Kalke aus dem Speisewasser dient bei der Wasserreinigung im Betriebe die billigste Base, der Ätzkalk. Die beiden Körper verbinden sich im Reiniger miteinander und bilden einen unlöslichen Schlamm, der dort zurückgehalten und gelegentlich abgelassen wird. Beide Körper, also sowohl der von vornherein im Wasser vorhandene, als auch der zugeführte sind in dem gefilterten Wasser nicht mehr enthalten. Auch zur Fällung der Magnesiumsalze ist schliesslich Ätzkalk erforderlich.

Die Entfernung und Unschädlichmachung von bleibender Härte, vor allem also von Gips, erfolgt bisher meistens durch Sodazusatz. Man könnte auch doppeltkohlen-sauren Kalk mit Soda fällen. Aber abgesehen davon, daß Soda viel teurer als

Ätzkalk ist, entsteht bei diesem Verfahren ein lösliches Salz, doppeltkohlen-saures Natron, das beim Erhitzen im Kessel Soda rückbildet, während man einen Überschufs dieser im Kesselwasser immer vermeiden soll. Man muß also stets dafür sorgen, daß genügend Kalk, gewöhnlich in Form von Kalkwasser, dem Rohwasser zugeführt wird, was durch die chemische Probe jeden Augenblick leicht festgestellt werden kann.

Die Nachteile aus zu geringem Kalkzusatz können von der mannigfaltigsten Art sein. Einerseits werden dadurch die Magnesiumsalze nicht genügend ausgeschieden, in welcher Hinsicht Soda allein niemals genügen kann, und andererseits wird auch der doppeltkohlen-saure Kalk im Reiniger nicht ganz gefällt, sodaß häufig eine starke Nachreaktion auf dem Wege bis zum Kessel stattfindet. Dadurch können in langen Leitungen oder im Speiseventil Krustenbildungen entstehen, auch Schlamm-bildung und sogar Stein im Kessel.

Wenig bekannt ist, daß Kalkmangel in vielen Fällen auch Trübung des gereinigten Wassers bewirkt. Man kann sich leicht durch einen Versuch davon überzeugen, daß bei Zusatz einer absichtlich ungenügenden Kalkwassermenge zu einem un-gereinigten Rohwasser der entstehende Niederschlag gegenüber dem regelrechten viel feinflockiger ausfällt, sich träger absondert und nach dem Absitzen, Wiederaufschütteln und Filtern trübe durchs Filter geht, während die Probe mit genügendem Kalkzusatz tadellos blank ist. Die Folge im großen ist die, daß der Boden des Reinwasserbehälters mit einer starken Bodenschicht bedeckt ist, die Rohrleitung mehr oder weniger verkrustet und das Wasser im Kessel schlammig wird, was sich namentlich an den Wasserstandsgläsern unliebsam bemerkbar macht.

Während also in solchen und ähnlichen Fällen mit einer Vermehrung des Kalkwasserzulaufes bis zu den vorgeschriebenen Reaktionen ohne weiteres geholfen ist, verfällt der Nichtkenner häufig auf das Gegenteil. Den im Rohwasser gelösten doppeltkohlen-sauren Kalk kann er mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmen; er glaubt daher, daß der eingeführte Ätzkalküberschufs an der Verschlammung schuld ist. Verkehrter Weise vermindert er dann die Kalkmenge, statt sie zu erhöhen, und vergrößert dadurch nur den Übelstand.

Ein für die Wasserreinigung ebenfalls wichtiger Punkt, der jedoch nur zu häufig keine Beachtung findet, ist die Beschaffung guten Ätzkalkes. Es ist selbstverständlich, daß von einem geringwertigen Kalke entsprechend mehr aufgewendet werden muß, sodaß häufig ein niedrigerer Einkaufspreis durch die nötige Menge überwogen wird. Wichtiger ist jedoch, daß

\*) Organ 1884, S. 54; 1888, S. 51; 1888, S. 154; 1889, S. 155; 1889, S. 23; 1890, S. 109; 1899, S. 214; 1901, S. 114; 1902, S. 221, 233, 244 und 297; Ergänzungsbände IX, S. 232; XIII, S. 325.

ein geringer Gehalt an Ätzkalk einen gröfsern Gehalt an Verunreinigungen bedingt, und deshalb würde grade ein für Maurer vielleicht sehr geeigneter Kalk für die Wasserreinigung sehr minderwertig sein können.

Enthält er Beimengungen von Steinen und dergleichen, so können diese zur Verstopfung von Rohren führen. Sind seine Verunreinigungen lehmiger, toniger Art, so ist es noch schlimmer, denn diese Körper sind bekanntlich im Kalkwasser so fein verteilt, daß sie später mit dem damit versetzten Wasser durch das Filter gehen können, ganz besonders bei Anwendung der billigen Holzwollfilter an Stelle des bessern Kiesfilters. Der Erfolg ist eine Verunreinigung des Reinwasserbehälters, der Rohrleitungen und des Kesselinhaltes mit mechanischen Beimengungen.

Im allgemeinen ist ein gut gebrannter Weifskalk, der sich rasch löst, für die Wasserreinigung der geeignetste. Ein Graukalk, der etwa 20 Minuten zum Ablöschen nötig hat, kann unter Umständen noch brauchbar sein. Immer aber muß man sich davon überzeugen, daß die dem Kalksättiger beigegebene Kalkmenge genügt, um bis zum Schlusse des Vorganges ein gleichmäfsig starkes Kalkwasser zu liefern.

Die Firma H. Reiser in Köln gibt dafür folgende Vorschrift.

Ungefähr eine Stunde nach Neubeschickung des Kalksättigers entnimmt man von dessen Oberfläche, also da, wo das

Kalkwasser sich eben ansammelt in den Reaktionsraum zu treten, eine Probe von 10 ccm und versetzt sie mit einem Tropfen Phenolphthaleinlösung, wodurch eine deutliche Rotfärbung entsteht. Dann läßt man aus einem Tropffläschchen eine stets gleich starke Säurelösung beispielsweise n/10 Salzsäure zufließen und zählt die Tropfen, die nötig sind, um die Entfärbung der Probe zu bewirken. Je mehr Säure erforderlich ist, um so stärker ist das vorliegende Kalkwasser. Nach Gröfse des Sättigers, Beschaffenheit des Wassers und des Kalkes wird diese Zahl 45 bis 60 Tropfen betragen.

Um sich nun zu überzeugen, daß genügend Kalk eingefüllt worden ist, nimmt man dieselbe Probe zu verschiedenen Tageszeiten, sowie schließlic auch eben vor Neubeschickung des Sättigers. Es darf diese Tropfenzahl auch am Ende des Betriebsabschnittes nicht merklich abgenommen haben.

Der Wasserkalk des Handels ist für vorliegenden Zweck stets zu verwerfen wegen seines Gehaltes an Magnesia; Staubkalk ebenso, weil er in der Regel aus feinpulverigem Abfalle besteht. Bei den Eisenbahnverwaltungen wird manchmal auch Azetylschlamm angewendet. Da dessen Gehalt an wirksamem Ätzkalk von seinem Feuchtigkeitsgrade abhängt und nur 40 % beträgt, wird entsprechend mehr aufgewendet werden müssen. Da dieses Mittel außerdem äußerst fein verteilt ist, wird bei dem Baue des Kalksättigers auf genügend grofse Bemessung besondere Rücksicht genommen werden müssen.

## 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.

(Schluß von Seite 252.)

### Anwendungsbeispiel Berlin-Potsdam.

Um noch zu zeigen, daß die vorstehenden Gedanken ausführbar sind, soll das Schaubild eines Betriebsplanes für die Wannseebahn dargestellt werden. Dieser Plan kann mangels genügender Zählungen nicht unmittelbar zur Ausführung kommen. Es soll jedoch, unter Beschränkung auf den Werktagsverkehr, gezeigt werden, daß sich der aufzustellende Plan in allen wesentlichen Punkten den Bedürfnissen des vorhandenen Verkehrs anschmiegen läßt.

Zur Zeit beträgt die Grundgeschwindigkeit der Züge der Wannseebahn nur 45 km/St., nach Einführung des Planes II kann sie wesentlich erhöht werden, da die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse die Schnellzuggeschwindigkeit von 90 km/St. gestatten. Nur einzelne Stellen in der Nähe von Berlin müßten etwas langsamer befahren werden. Daher ist im folgenden für den Betriebsplan II eine Grundgeschwindigkeit von 80 km/St. angenommen. Für Anfahren ist ein Zuschlag von 1 Minute, für Bremsen ein Zuschlag von 0,5 Minuten gemacht, während der für das Langsamfahren an den oben genannten Stellen erforderliche Zuschlag wegen seiner Kleinheit vernachlässigt werden kann.

Der für die Zugfolge maßgebende gröfste Blockabstand auf der Strecke Berlin-Wannsee, welcher zwischen 3,03 und 4,75, 1,72 km beträgt, würde bei Plan II einen kleinsten Zug-

abstand von  $(1,72 + \text{Zuglänge}) \frac{60}{80} = \text{rd } 1,4$  Minuten gestatten.

Dies reicht einstweilen aus, eine Vermehrung der Blockstationen zwecks Erzielung eines noch geringern Zugabstandes ist also vorerst nicht nötig.

Nach diesen Annahmen ergeben sich für die einzelnen Orte bei Anwendung des regelmäfsigen Fahrplanes (Abb. 11, Taf. LIII) die in Zusammenstellung II angegebenen Fahrzeiten; zum Vergleiche ist die jetzt übliche Fahrzeit daneben gesetzt.

Zusammenstellung II.

Fahrzeit von Berlin	Plan II	Plan I	weniger nach Plan II
	Minuten	Minuten	Minuten
nach Friedenau . . . . .	5	9,5	4,5
„ Steglitz . . . . .	6,5	14	7,5
„ Grofs-Lichterfelde . . . . .	8,5	18,5	10
„ Zehlendorf . . . . .	10,5	23,5	13
„ Schlachtensee . . . . .	13	29,5	16,5
„ Wannsee . . . . .	15,5	36,5	21
„ Neubabelsberg . . . . .	20	44,5	24,5
„ Neuendorf . . . . .	21	49,5	28,5
„ Potsdam . . . . .	22	53,5	31,5

Eine derartige außerordentliche Verkürzung der Fahrzeit wird zweifellos von allen Vorortbewohnern, die den Weg nach Berlin und zurück täglich, oft zweimal, zu machen haben, mit großer Freude begrüßt werden, denn gerade die Langsamkeit der jetzigen Beförderung bildet den Hauptbeschwerdepunkt.

Es entsteht nun zunächst die wichtige Frage, wie viele Züge zur Bewältigung des Verkehrs nötig sind.

Um das zu ermitteln, ist es erforderlich, die Größe des Verkehrs festzustellen. Wenn es sich darum handeln würde, unmittelbar für die Ausführung bestimmte Vorschläge zu machen, so würde man zunächst die oben erwähnte Zählvorrichtung anbringen. Mangels derartiger Vorrichtungen bleibt hier aber nichts übrig, als vorhandene Unterlagen zu benutzen.

Dem Verfasser stehen nur die Angaben der mehrfach erwähnten Denkschrift zum Preisausschreiben betreffend den Verkehr der Wannseebahn vom Jahre 1897 zu Gebote. Obwohl diese Angaben bereits veraltet und auch in einzelnen Fällen vielleicht nicht zuverlässig sind, so scheint es doch zulässig, sie im vorliegenden Falle zu benutzen, da es sich nur um ein Beispiel handelt.

Die Verkehrsziffern der einzelnen Vororte betragen in runden Zahlen:

Zusammenstellung III.

	Verkehrsziffern	% des ganzen Verkehrs
Friedenau . . . . .	1 900 000	28
Steglitz . . . . .	2 000 000	30
Groß-Lichterfelde . . . . .	900 000	13
Zehlendorf . . . . .	760 000	11
Schlachtensee . . . . .	240 000	3,5
Wannsee . . . . .	220 000	3,5
Neubabelsberg . . . . .	100 000	1,5
Nowawes-Neuendorf . . . . .	180 000	2,5
Potsdam . . . . .	450 000	7

Diesem Verhältnisse muß auch die Zahl und Stärke der Züge angepaßt werden. Da zur Bewältigung des ganzen Verkehrs jetzt höchstens 8 Züge von je 12 Wagen in der Stunde nötig sind, so würden für die einzelnen Vororte in der Stunde etwa folgende Zugstärken erforderlich sein:

Für Friedenau . . . . .	8 · 0,28 = rund	2,2	Zugseinheiten
« Steglitz . . . . .	8 · 0,30 = «	2,4	«
« Groß-Lichterfelde . . . . .	8 · 0,13 = «	1,0	«
« Zehlendorf . . . . .	8 · 0,11 = «	0,9	«
« Schlachtensee . . . . .	8 · 0,035 = «	0,3	«
« Wannsee . . . . .	8 · 0,035 = «	0,3	«
« Neubabelsberg . . . . .	8 · 0,015 = «	0,1	«
« Nowawes-Neuendorf . . . . .	8 · 0,025 = «	0,2	«
« Potsdam . . . . .	8 · 0,07 = «	0,6	«

Nun kommen zwei grundsätzlich verschiedene Betriebsarten in Frage.

Nach der ersten wird der Verkehr verschiedener Orte so weit zusammengelegt, daß überall Züge von mittlerer Länge verkehren. Die zweite sieht nach jedem Vororte einen besondern Zug vor, der dann entsprechend kürzer gemacht wird.

### I. Zusammenlegung verschiedener Verkehrsarten.

Nach dem ersten Verfahren würde es genügen, wenn nach Friedenau und Steglitz in der Stunde je zwei etwas verstärkte Züge abgelassen würden. Für Lichterfelde und Zehlendorf würde alle Stunde ein regelmäßiger Zug erforderlich sein. Dagegen könnte man den Verkehr der Stationen Schlachtensee, Nicolassee\*), Wannsee, Neubabelsberg, Neuendorf und voraussichtlich auch noch Potsdam mittels eines einzigen verstärkten Zuges bewältigen. Erforderlich wäre hiernach zu den Zeiten des starken Verkehrs für Friedenau und Steglitz nur ein 30 Minutenverkehr, nach allen übrigen Vororten nur ein 60 Minutenverkehr. Während der übrigen Zeit könnte die Zahl und Stärke der Züge noch erheblich vermindert werden.

Eine so seltene Fahrgelegenheit würde aber den Wünschen der Vorortbewohner jedenfalls nicht entsprechen, weil der jetzt gültige Fahrplan eine wesentlich häufigere Verbindung bietet.

Vorhanden ist bis Zehlendorf in der verkehrschwachen Zeit ein 20 Minutenverkehr, sonst 10 Minutenverkehr; außerdem erhalten einige besonders stark belasteten Züge noch Vor- und Nachzüge. Nach den ferneren Vororten Schlachtensee, Nicolassee, Wannsee fahren in der Stunde zwei Züge; zu den Zeiten starken Verkehrs wird außerdem noch ein Vor- und Nachzug abgelassen. Neubabelsberg, Neuendorf und Potsdam haben alle Stunden einen Zug.

Mit Rücksicht auf den vorhandenen Zustand scheint es daher zweckmäßiger, die Zahl der Züge unter entsprechender Verminderung ihrer Stärke größer zu nehmen, als oben ermittelt ist.

Allen billigen Anforderungen dürfte es entsprechen, wenn für die näher liegenden Vororte einschließlic Gr.-Lichterfelde in der Stunde drei Züge, nach Zehlendorf, Schlachtensee, Nicolassee und Wannsee in der Stunde zwei Züge, nach den übrigen Vororten in der Stunde ein Zug fährt.

Es ist beabsichtigt, die angegebene Zugzahl auch zu den Zeiten des schwächsten Verkehrs bestehen zu lassen. Während der verkehrschwachen Zeit genügt dann eine sehr geringe Stärke der Züge, in der Regel wird ein Selbstfahrer ausreichen. Genügt das nicht, so wird man einen Zug nehmen, dessen Stärke grade so groß gemacht wird, wie es der Verkehr erfordert.

Auf den Ortsverkehr, der auf der Wannseebahn sehr gering ist, ist bei Aufstellung des Fahrplanes keine Rücksicht genommen, er muß entweder den Umweg über Berlin nehmen, oder sich anderer Verkehrsmittel bedienen.

Die Ausgestaltung des Fahrplanes wird in hohem Maße bedingt durch die Art der Betriebskraft.

In dem Plane Abb. 12, Taf. LIII ist für die Orte von Berlin bis Groß-Lichterfelde elektrischer Betrieb, von da ab Dampftrieb vorgesehen.

Der Verkehr nach Schlachtensee, Nicolassee und Wannsee ist zu einem einzigen Zuge zusammengefaßt, ebenso der Verkehr nach Neubabelsberg, Neuendorf und Potsdam. Durch diese Zusammenfassung des Verkehrs verschiedener Orte wird die Fahrzeit für die betreffenden Stationen erhöht, und zwar beträgt die Erhöhung gegenüber dem regelmäßigen Plane, welcher für jeden Ort einen besondern Zug vorsieht,

\*) Diese Vorortstation ist erst nach 1897 hinzugekommen.

für Nicolasee	2 Minuten,
< Wannsee	4 <
< Neuendorf	2 <
< Potsdam	4 <

Die aus Abb. 12, Taf. LIII folgenden Fahrzeiten nach den einzelnen Vorortstationen sind in Zusammenstellung IV aufgeführt, daneben auch wieder die nach Plan I erforderlichen Zeiten.

Zusammenstellung IV.

Fahrzeit von Berlin	Plan II	Plan I	weniger nach Plan II
	Minuten	Minuten	Minuten
nach Friedenau . . . . .	5	9,5	4,5
„ Steglitz . . . . .	6,5	14,0	7,5
„ Groß-Lichterfelde . . . . .	8,5	18,5	10
„ Zehlendorf . . . . .	10,5	23,5	13
„ Schlachtensee . . . . .	13	29,5	16,5
„ Wannsee . . . . .	18,5	36,5	18
„ Neubabelsberg . . . . .	19	44,5	25
„ Neuendorf . . . . .	22	49,5	27,5
„ Potsdam . . . . .	25	53,5	28,5

Die Fahrzeit wird überall etwa auf die Hälfte ermäßigt. Zur Erzielung eines vollständigen Vergleiches zwischen Plan I und II der vorliegenden Form soll noch die mittlere Reisedauer für die verschiedenen Vororte angegeben werden. Diese ist nach folgenden Gesichtspunkten berechnet: Wenn ein Reisender unmittelbar nach Abgang eines Zuges eintrifft, so muß er so lange warten, bis wieder ein geeigneter Zug abfährt, beispielsweise beim 20 Minutenverkehre volle 20 Minuten. Für die später Ankommenden ist die Wartezeit geringer. Im Mittel beträgt die Wartezeit nach Plan I für den 20 Minutenverkehr  $20 : 2 = 10$  Minuten, für den 10 Minutenverkehr  $10 : 2 = 5$  Minuten.

Bei Plan II ist wegen der seltenern Zugverbindung die mittlere Wartezeit länger, die Fahrzeit kürzer.

Bildet man nun die Summe aus »mittlerer Wartezeit« und »Fahrzeit«, so erhält man die »mittlere Reisedauer«. Diese ist für die verschiedenen Vororte in Zusammenstellung V angegeben. Hierbei ist für Plan I einmal der 10 Minutenverkehr, das andere Mal der 20 Minutenverkehr, für Plan II der in Abb. 12, Taf. LIII dargestellte Fahrplan zu Grunde gelegt.

Zusammenstellung V.

Mittlere Reisedauer von Berlin nach:

	Plan I				Plan II			Unterschied des Planes II gegen I		
	Fahrzeit	Mittlere Wartezeit		Summe aus mittlerer Wartezeit und Fahrzeit		Fahrzeit	Mittlere Wartezeit	Summe aus Fahrzeit und mittlerer Wartezeit	10 Minutenverkehr	20 Minutenverkehr
		10 Minutenverkehr	20 Minutenverkehr	10 Minutenverkehr	20 Minutenverkehr					
Friedenau . . . . .	9,5	5	10	14,5	19,5	5	10	15	+ 0,5	— 4,5
Steglitz . . . . .	14	5	10	19	24	6,5	10	16,5	— 2,5	— 7,5
Gr.-Lichterfelde . . . . .	18,5	5	10	23,5	28,5	8,5	10	18,5	— 5	— 10
Zehlendorf . . . . .	23,5	5	10	28,5	33,5	10,5	15	25,5	— 3	— 8
Schlachtensee . . . . .	29,5	5	10	34,5	39,5	13	15	28	— 6,5	— 11,5
Wannsee . . . . .	36,5	5	10	41,5	46,5	18,5	15	33,5	— 8	— 13,0
Neubabelsberg . . . . .	44,5	5	10	49,5	54,5	—	—	—	—	—
Nowawes-N. . . . .	49,5	5	10	54,5	59,5	—	—	—	—	—
Potsdam . . . . .	53,5	5	10	58,5	63,5	—	—	—	—	—

Beim 20 Minutenverkehre für Plan I wird also die mittlere Reisedauer nach Plan II überall geringer. Auch beim 10 Minutenverkehre verringert sich die mittlere Reisedauer überall, mit Ausnahme der Fahrt nach Friedenau. Demnach kann mit Recht behauptet werden, daß der neue Fahrplan für die Fahrgäste hinsichtlich der Reisedauer eine Verbesserung gegenüber dem jetzigen Zustande darstellt.

Möglich ist es, den neuen Fahrplan insofern noch mehr dem jetzt vorhandenen Plane anzupassen, als die Fahrgelegenheit nach den Vororten Friedenau bis Groß-Lichterfelde noch vermehrt werden könnte. Ein Bedürfnis für diese Änderung liegt aber nach dem oben Gesagten zur Zeit nicht vor.

## II. Nach jedem Vororte gehen Sonderzüge.

Wenn man den reinen Sonderzugbetrieb zu Grunde legt, so entsteht ein Fahrplan nach Abb. 13, Taf. LIII. Auch

hier sind in der Stunde für Friedenau, Steglitz und Groß-Lichterfelde drei, für Zehlendorf bis Wannsee zwei, für die übrigen Orte ein Zug vorgesehen. Die Zugstärke würde etwa betragen:

nach Friedenau . . . . .	10 Wagen,
< Steglitz . . . . .	10 <
< Groß-Lichterfelde . . . . .	4 <
< Zehlendorf . . . . .	5 <
< Potsdam . . . . .	6 bis 7 Wagen,

während für die übrigen Orte je ein Triebwagen genügen würde.

Der neue Fahrplan wird zweifellos, namentlich, wenn die Fahrpreise den geringeren Betriebskosten entsprechend ermäßigt werden, die Folge haben, daß der Verkehr stark wächst. Besonders wird dies zutreffen für die weiteren Vororte Schlachtensee bis Potsdam. Dann wird auch das Bedürfnis häufigerer Fahr-

Gelegenheit und immer schnellerer Fahrt nach diesen Orten eintreten. Man wird dann die Blockabstände verkleinern, die Züge vermehren und sich allmählig dem Regelplane Abb. 11, Taf. LIII nähern. Ist letzterer erreicht, so sind die Fahrten nach allen Vororten gleich häufig, und zwar könnten die Zuggruppen sich bei 80 km/St. Geschwindigkeit in 46 Minuten Abstand folgen, woraus sich bei Benutzung beider Gleise ein 23 Minutenverkehr ergäbe. Da der Zwischenraum von 23 Minuten für einen regelmäßigen Fahrplan nicht geeignet ist, so wird man durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf etwa 95 km/St. einen 20 Minutenverkehr für alle Vororte einrichten. Dann erst würde der Vorteil des neuen Planes in vollem Umfange erreicht sein.

Einer besondern Erörterung bedürfen noch die Betriebsverhältnisse des Bahnhofes Großgörschenstraße.

Dieser Bahnhof kann hinsichtlich seiner Betriebsverhältnisse nicht als reiner Vorortbahnhof angesehen werden, er ist zum Teil Vorortbahnhof, zum Teil Endstation, zum Teil Übergangstation für die Reisenden, die von der Wannseebahn auf die Ringbahn und umgekehrt übergehen.

Wenn man diesen Verhältnissen in vollem Umfange Rechnung tragen will, bleibt nichts anderes übrig, als alle Züge, wie bisher, hier halten zu lassen. Dies hätte jedoch den Nachteil, daß die Fahrzeit für alle Züge gegenüber dem oben erläuterten Plane um 2 Minuten verlängert würde. Außerdem würde in diesem Falle der Fahrplan nicht so regelmäßig sein können, wie in Abb. 11, Taf. LIII dargestellt. Man wird

daher vor Einführung des Planes II in ernstliche Erwägung ziehen müssen, ob nicht dieser Bahnhof für den öffentlichen Verkehr ganz geschlossen werden könnte. Der Übergang von der Wannseebahn auf die Ringbahn und umgekehrt könnte ebenso gut im Potsdamer Bahnhof erfolgen. Die jetzt von den weiteren Vororten kommenden, in Großgörschenstraße aussteigenden Reisenden müßten dann künftig im Potsdamer Bahnhof aussteigen.

Dagegen müßten die jetzt vom Potsdamer Bahnhof nach Großgörschenstraße fahrenden und dort aussteigenden Reisenden sich anderer Verkehrsmittel bedienen.

Sollte die gänzliche Aufhebung des Bahnhofes nicht zugänglich sein, so würde man wenigstens den Versuch machen, ihn in betriebstechnischer Hinsicht genau ebenso zu behandeln, wie die übrigen Vororte, im Rahmen des Planes II würden also besondere Züge zwischen Potsdamer Bahnhof und Großgörschenstraße verkehren, alle übrigen Züge mit Ausnahme der etwa zwischen den Zuggruppen einzurichtenden Omnibuszüge würden aber durchfahren.

Beträchtliche Schwierigkeiten wird die Umgestaltung des Potsdamer Bahnhofes verursachen. Diese ist nötig, weil eine bedeutende Vermehrung der Bahnsteiganlagen oder die Herstellung einer Umkehrschleife erforderlich wird. Angesichts der außergewöhnlichen Vorteile des neuen Planes wird man aber im Hinblick auf die volkswirtschaftliche Bedeutung der Vorortbahnen auch vor erheblichen baulichen Schwierigkeiten nicht zurückschrecken dürfen.

## Die Bahnbewachung auf verkehrsreichen Eisenbahnen.

Von C. Schilling, Geheimem Baurate in Cöln.

Weikard und Ebert in München haben früher\*) dankenswerte eingehende Mitteilungen über die Vereinfachung des Bahnunterhaltungsdienstes und Herstellung von Weg-Unter- und -Überführungen bei den bayerischen Staatseisenbahnen gemacht, wonach durch Trennung des Schrankendienstes vom Bahnaufsichtsdienste und durch Beseitigung von 665 schienengleichen Übergängen durch Unter- oder Überführung der betreffenden Wege 338 Wärterposten in den letzten 12 Jahren haben eingezogen werden können.

Es erscheint nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß diese Trennung der Bahnwärter in die zwei Gruppen der stets an ihrem Posten verbleibenden Signal- und Wegewärter und der den Bahnkörper und die Gleise überwachenden Wanderwärter, sowie die Über- und Unterführung von Wegen und andere Mittel zur Verbesserung des Bahnbewachungsdienstes und Verminderung seiner Kosten vom Verfasser bereits 1881 den Verwaltungen aller stark betriebenen Eisenbahnen empfohlen worden ist,\*\*) und zwar unter Mitteilung von vergleichenden Karten der Strecke Cöpenick-Sommerfeld, in der die preussische Staatseisenbahnverwaltung diesen Vorschlag ausgeführt hatte, einmal mit der alten Besetzung mit Bahnwärtern, und sodann mit der neuen Einteilung in Strecken für Streckenwärter, Wanderwärter, und Posten für Wegewärter, sowie Nach-

weisung der hierdurch und durch die Über- und Unterführung von Wegen, sowie andere Mittel erzielten Ersparnisse von rund einem Viertel der früheren laufenden Ausgaben, oder von rund 400 M für das Bahnkilometer.

In diesem Aufsatz vom Jahre 1881 sind auch bereits alle die verschiedenen Mittel angegeben, durch die nach der Mitteilung von Weikard und Ebert die bayerischen Staatsbahnen den Bewachungsdienst verbessert und seine Kosten verringert haben. Wie die Verfasser richtig bemerken, ist das Gelände in Bayern für die Über- und Unterführung der Wege günstiger als in Preußen, indes hat auch hier die so wünschenswerte Beseitigung von Schienenübergängen Fortschritte gemacht; so sind beispielsweise noch in den letzten Jahren in den freien Strecken der Linie Cöln-Herbesthal 11 Schienenübergänge durch 7 Unterführungen und 3 Überführungen ersetzt und ein zwölfter gelegentlich eines Verkoppelungsverfahrens gegen eine Geldentschädigung von 2000 M aufgehoben worden. Dabei ist auch die Landwirtschaft gefördert, indem unter anderen ein Fußweg zu einem Fahrwege ausgebaut wurde, wobei die Mehrkosten der Fahrwegunterführung gegen eine Unterführung des bestehenden Fußweges von der Gemeinde getragen wurden. Für die Bahnverwaltung sind dabei unter Trennung des Bewachungsdienstes Ersparnisse an dessen Kosten erzielt worden, die die aufgewendeten Baukosten in acht Jahren tilgen.

Immerhin ist zu wünschen, daß auch die preussische Eisen-

\*) Organ 1903, S. 118 u. ff.

\*\*) Organ 1881, S. 1 und ff.

bahnverwaltung in rascherem Fortschritte die Trennung des Bahnwachungsdienstes auf allen Hauptbahnen durchführt und mit Ersetzung von Schienenübergängen durch Über- und Unterführung der Wege fortführt. Denn in den 25 Jahren, die seit dem beschriebenen ersten Vorgehen dieser Art in der Strecke Berlin-Sommerfeld verflossen sind, haben Zahl und Geschwindigkeit der Züge außerordentlich zugenommen, und damit sind die aus der Betriebsicherheit entnommenen Gründe für diese neue Gestaltung des Bahnwachungsdienstes gewichtiger geworden. Andererseits sind Gehälter und Löhne der Wärter um wenigstens 30 % gestiegen, der Zinsfuß aber, den der Staat zahlt, von  $4\frac{1}{2}$  auf  $3\frac{1}{2}$  % gefallen, die Baukosten der Unter- und Überführung der Wege aber werden kaum höher sein als damals, denn das Steigen der Löhne und Baustoffpreise wird durch die billigen Eisen- und Eisenbeton-Bauten, die jetzt allgemeine Anwendung finden, annähernd ausgeglichen. Damit gestalten sich aber die wirtschaftlichen Berechnungen heute günstiger als vor 25 Jahren.

Zweck dieser Zeilen ist es, von neuem zu einer Fortsetzung dieser Umgestaltung des Bahnwachungsdienstes anzuregen und insbesondere nochmals den am Schlusse des Aufsatzes im Jahrgange 1881 gemachten Vorschlag zu empfehlen, die nächtlichen Bahnstrecken-Begehungen überhaupt wegfällen zu lassen, wodurch in dem dort zu Grunde gelegten Beispiele der Strecke Cöpenick-Sommerfeld 200 M/km jährlich erspart würden. Den bereits 1881 hierfür angeführten Gründen dürfte jetzt noch hinzuzufügen sein, daß inzwischen die Bremsung der Züge so viel wirksamer und zuverlässiger, auch die Beleuchtung der vorliegenden Strecke durch die Lokomotivlaternen stärker geworden ist und mit fortschreitender Einführung der elektrischen Beleuchtung gesteigert werden wird, daß hierdurch für jeden Zug eine Sicherung gegen Unfälle durch Hindernisse auf der Bahn geschaffen wird, während ein solches Fahrthindernis in der Regel schon eine Mehrzahl von Zügen gefährdet haben wird, ehe der Streckenwärter die betreffende Stelle begeht. Die erheblichen für diese nächtlichen Begehungen aufgewendeten Mittel werden also ohne Zweifel nützlicher für die erwähnte bessere Ausrüstung der Züge und für Vervollkommnung des Nachrichtendienstes zwischen Strecke und Stationen durch Hülfs Telegraphen und Fernsprecher verwandt werden. Daß auch die Streckenbegehung bei Tage billiger als in jenem Beispiele

Cöpenick-Sommerfeld bestritten werden kann, und zwar ohne Benachteiligung der Betriebsicherheit, ist aus den Mitteilungen von Weikard und Ebert zu entnehmen; denn danach führen die bayerischen Staatsbahnen die hierüber erlassenen Bestimmungen so aus, daß eine dreimalige Begehung genügt, wobei jede Richtung zählt, während bei den preussischen Bahnen stets ein dreimaliger Hin- und Hergang üblich gewesen ist. Unzweifelhaft genügt die bayerische Auffassung den Bestimmungen und es ermäßigt sich dadurch die Leistung auf die Hälfte, es kann also dem Streckenwärter eine doppelt so lange Strecke zugewiesen werden, wenn er dabei zum Schlusse eine Station erreicht, um nach Hause zu fahren. In den vielen Fällen, wo dies nicht tunlich ist, wird aber ein zweimaliger Hin- und Hergang genügen, sodafs seine Strecke die 1,5 fache Länge von 5 bis 6 km wird erhalten können.

Die Nachweisung dieser möglichen Ersparnisse an laufenden Ausgaben für Bahnwachung ist um so wichtiger, je stärker die Abneigung der Verwaltung ist, den Jahreshaushalt durch so hohe einmalige Ausgaben, wie sie die Beseitigung von Schienenübergängen erfordert, zu belasten. Alljährlich wiederholt sich bei der Aufstellung der Vorgang, daß die geforderte Ermäßigung der Ausgabensumme durch das einfachste Mittel der Streichung derjenigen einmaligen oder außerordentlichen Ausgaben bewirkt wird, die nicht unbedingt nötig sind, und so werden dann die Mittel für Beseitigung der Übergänge meist erst bei der dritten oder vierten Wiederkehr bewilligt.

Die außerordentlich hohen Kosten, die die Eisenbahnverwaltungen zur Sicherung des Betriebes heute für durchgehende Streckenblockung, durchgehende Bremsen, elektrische Beleuchtung, Stellwerke und Signalwesen aufwenden, legen den Beamten aller Dienstzweige die Verpflichtung auf, die überkommenen Einrichtungen darauf zu prüfen, ob sie auch den veränderten Verhältnissen entsprechen, oder entbehrt, oder durch billigere ersetzt werden können. Für die Bahnwachung sind es in erster Linie die Lokalbaubeamten, Bauinspektoren und Betriebsinspektoren, die hier verdienstlich wirken können, wozu die besprochenen Aufsätze von Weikard und Ebert im Jahrgange 1903 und die Bahnwachung auf verkehrsreichen Eisenbahnen im Jahrgange 1881 dieser Zeitschrift eingehende Anleitung enthalten.

## Schneedächer im westlichen Nordamerika.

Von Regierungs-Baumeister Dr.-Ing. Blum.

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 10 auf Tafel LX.

Die Eisenbahnen Nordamerikas haben besonders im Westen in den endlosen Prärien und bei den Überschreitungen der hohen Felsengebirge sehr unter Schneeverwehungen zu leiden, und zwar bis zu neun Monaten im Jahre — vom 1. Oktober bis 1. Juli. Gewaltige Schneestürme sind selbst im Sommer im Felsengebirge keine Seltenheit, so fuhren wir Mitte September zwischen Pueblo und Salt Lake City stundenlang durch heftigstes Schneegestöber.

Während die Eisenbahnen im Osten und Süden von Nordamerika wie bei uns mit Schneezäunen und Verflachen der

Einschnittsböschungen auskommen, genügen diese Mittel im Westen nicht, und die Eisenbahnen wurden daher auf viele Meilen mit Schneedächern überbaut, sodafs der Zug wie in einem Tunnel fährt. Sie sind aber den Reisenden, denen dadurch die Aussicht genommen wird, und den Eisenbahningenieuren ein Hindernis, da sie recht kostspielig sind, eine sorgfältige Unterhaltung erfordern, die Unterhaltung der Bahn erschweren und der Feuersgefahr sehr ausgesetzt sind.

Mit der Verbesserung der Schneepflüge hat man daher auf vielen Linien die Schneedächer verlassen, man hat sie zwar

nicht abgerissen aber sie nach einem Brande nicht wieder aufgebaut, dafür aber die gewaltigen rotierenden Schneeschleudern\*) eingeführt. Mit diesen hat man sehr gute Erfahrungen gemacht, und sie stellen sich im ganzen billiger als die Schneedächer, die darum aber noch nicht ganz verlassen sind, wie wir in Deutschland vielfach annehmen. Einzelne Eisenbahnen halten vielmehr an ihnen fest, besonders die Süd-Pacific-Bahn, die auf der Strecke Ogden-San Francisco bei der Übersteigung der Sierra Nevada mit einer Pafshöhe von 2138 m noch meilenweit unter Schneedächern liegt und dadurch an den steilen Hängen gleichzeitig gegen Steinschläge gesichert ist.

Nach langjährigen Erfahrungen und sorgfältigen Versuchen ist man bei der genannten Linie jetzt zu einer im folgenden beschriebenen Regelbauart gekommen, die allgemein eingeführt ist und sich nach übereinstimmendem Urteil sehr gut bewährt.

Die Hauptgefahr bildet für die Schneedächer das Feuer, das sehr rasch um sich greift, da das ganze Dach wie ein Feuerzug wirkt. Löschen des Feuers ist kaum möglich, und man konnte früher Feuersbrünste nur dadurch bewältigen, daß man das Dach auf etwa 30 m abbrach. Es wurde dann versucht, in den hölzernen Bau in bestimmten Abständen eiserne Zwischenteile einzuschieben, aber ohne Erfolg, da die Zugwirkung bestehen blieb, und das Feuer daher von Holzbau zu Holzbau durchschlug. Dagegen hat man mit folgender Anordnung einen vollen Erfolg erzielt: In Abständen von 300 m wird das Schneedach auf 30 m Länge unterbrochen und durch ein bewegliches Dach ersetzt, das mittels Rollen auf Schienen läuft und nach Abb. 5, Taf. LX bei Feuersgefahr und während des Sommers in die zu diesem Zwecke auf 15 m Länge entsprechend erweiterten Enden der festen Dächer mittels Lokomotiven hineingeschoben wird. Bei einem Brande können daher immer nur 100 m vernichtet werden, und im Sommer ist durch die vorhandenen Zwischenräume besser für Luft und

\*) Organ 1885, S. 109 und 189; 1886, S. 190; 1887, S. 258; 1888, S. 122; 1889, S. 39, 170 und 249; 1890, S. 115; 1891, S. 129; 1892, S. 82; 1893, S. 39 und 198; 1895, S. 128; 1896, S. 275.

## Bremsversuche mit der Westinghouse-Schnellbremse an Güterzügen.

Von E. Streer, Inspektor der ungarischen Staatsbahnen zu Budapest.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel LXI.

### 1. Einleitung.

Der technische Ausschuss des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen beschäftigt sich seit längerer Zeit mit der Erörterung der Einführung einer einheitlichen durchgehenden und selbsttätigen Güterzugbremse, und hat zu diesem Zwecke die Eisenbahn-Verwaltungen aufgefordert, Versuche mit verschiedenen Bremsarten vorzunehmen

Auf den Linien der ungarischen Staatsbahnen wurden Bremsversuche an Güterzügen mit der Westinghouse-Schnellbremse vorgenommen, über deren Durchführung und Ergebnisse hier berichtet wird.\*)

### 2. Ausrüstung des Versuchszuges.

Die Versuchszüge der verschiedenen Zugbildungen bestanden aus 103 oder 101 bzw. 99 Achsen, und waren aus folgenden Wagen-Gattungen zusammengestellt (Abb. 3, Taf. LXI).

\*) Versuche der bayerischen Staatsbahnen. Organ 1904, S. 87.

Licht gesorgt, die Rauchbelästigung gemildert und die Aussicht wenigstens nicht ganz versperrt.

Die üblichen Anordnungen eines Schneedaches zeigten Abb. 6 und 7, Taf. LX. In Abständen von 2,44 m stehen Binder, die aus den senkrechten Pfosten a, den Querträgern b und den Doppelstreben c bestehen. Der Längsverband wird durch die in jedem zwölften Felde vorgesehenen Streben d gebildet. Die Holzverschalung wird in der Decke von Längshölzern, in den Seiten von Pfosten getragen, die nach außen schräg stehen.

Bei den an steilen Hängen liegenden Schneedächern, die einen großen Teil der Anlagen ausmachen, ist man zu einer zweckmäßigen Querschnittsgestaltung des Daches erst nach langen Versuchen gekommen. Im Anfange gab man den Dächern nach Abb. 8, Taf. LX einen Querschnitt mit senkrechten Wänden, hierbei sammelte sich aber der Schnee in dem Zwischenraume bei a und verdrückte das ganze Dach nach außen, sodaß es die gestrichelte Lage annahm und in die Umrisslinie hineinragte. Um die Vordrückung zu verhindern, wurde die am ansteigenden Hange liegende Wand nach Abb. 9, Taf. LX verankert, aber Schnee und Geröll lasteten auf den Ankerstangen und bogen sie durch, sodaß das Schneedach nach der andern Seite verdrückt wurde. Endlich gab man den Pfosten die in Abb. 6 und 10, Taf. LX dargestellte Neigung nach außen. Der Schnee wird im Sommer bei m aufgegraben und gleitet über das Dach ab, und der in dem Raume a zurückbleibende Schnee findet an der schrägen Wand nicht genügend Widerstand, um eine Vordrückung des Daches hervorrufen zu können. Der Neigungswinkel der Wand wird nach der Tiefe des Einschnittes und der Neigung des Hanges verschieden bemessen, wozu sorgfältige Versuche angestellt worden sind.

Die in dieser Weise erbauten Schneedächer der Süd-Pacific-Bahn bewähren sich nach Angabe des Ober-Ingenieurs sehr gut und sollen erhalten bleiben und noch auf weiteren Strecken hergestellt werden.

25 Personenwagen III. Klasse mit Westinghouse-Schnellbremse. Diese Wagen hatten ein Durchschnittsgewicht von etwa 15 t und vertraten bei den Versuchen die beladenen Güterwagen;

15 gedeckte leere Güterwagen, ebenfalls mit Westinghouse-Schnellbremse; ihr Durchschnittsgewicht betrug 9,6 t;

10 gedeckte leere Güterwagen mit Bremsleitung und einem Durchschnittsgewichte von 7,8 t.

Alle Wagen waren zweiachsig und mit Übertragungsventilen\*) ausgerüstet, damit die Verteilung der Brems- und Leitungswagen nach Belieben ohne Umstellen geändert werden konnte. Bei den auf Leitung zu stellenden Wagen wurde dieses Ventil geöffnet und das Steuerventil ausgeschaltet, während bei den zu bremsenden Wagen der umgekehrte Vorgang eingehalten wurde.

\*) Organ 1904, S. 87, Tafel XXI.

Das Ende des Wagenzuges bildete ein dreiachsiger Personenwagen von 15,4 t, in welchem ein Kapteyn'sches Schreibwerk aufgestellt war und welches zur selbsttätigen Aufschreibung der Drucke in der Hauptleitung, im Hülfluftbehälter und Bremszylinder diente. Außerdem war er mittels Kabel-Leitung mit den elektrischen Stromschleifern des Bremshahnes auf der Lokomotive verbunden, um auch den Zeitpunkt des Bremsens und des LöSENS der Bremse aufzuschreiben.

Eine Sekunden-Uhr merkte auf dem Papierstreifen die Zeit an, und ein selbsttätiger Wegmesser diente zur genauen Feststellung der Bremswege.

Drei Spannungsmesser zeigten außerdem die Drucke in der Hauptleitung, im Hülfluftbehälter und im Bremszylinder an.

Dieser Versuchswagen war mit der Lokomotive durch Fernsprecher verbunden.

Ein zweiter Versuchswagen von 15,3 t mit sehr genau zeigendem Geschwindigkeitsmesser, Bauart Digeon, wurde

blofs bei den Versuchen auf der Gefällstrecke als letzter Wagen dem Zuge beigegeben.

Das Gewicht des Wagenzuges schwankte je nach der Zusammenstellung zwischen 583 und 614 t, die Länge zwischen 510 und 532 m.

Die Versuchszüge beförderte eine 3/3 gekuppelte Güterzug-Verbund-Lokomotive mit dreiachsigem Tender. Das Dienstgewicht betrug  $42,5 + 25,5 = 68$  t. Nur der Tender hatte die Westinghouse-Schnellbremse, die Lokomotive war nicht gebremst.

Um möglichst rasches Lösen aller Bremsen und schnelles Auffüllen der langen Luftleitung und aller Hülfluftbehälter zu erzielen, wurde an der Lokomotive ein zweiter Hauptluftbehälter angebracht; der Rauminhalt beider Hauptluftbehälter zusammen betrug 700 l.

Die Angaben über die Gewichts- und Brems-Verhältnisse der verwendeten Fahrbetriebsmittel sind in nachstehender Zusammenstellung enthalten.

Bezeichnung des Fahrzeuges	Durchschnitts-Gewicht t	Über- setzungs- Verhältnis des Brems- gestänges	Kolbenhub durchschnittlich 150 mm		Bei 4 at Brems- zylinder-Druck werden vom Eigengewichte gebremst %
			Kolben- Durchmesser des Bremszylinders mm	Kolben- fläche qcm	
Lokomotive . . . . .	42,500	—	—	—	—
Tender . . . . .	25,500	1:4,90	330,2	856	66 %
Personenwagen III. Klasse mit Brems-Einrichtung . . . . .	15,00	1:9,25	203,2	324	80 % *)
Gedeckter Güterwagen mit Brems-Einrichtung . . . . .	9,60	1:6,48	203,2	324	87,6 %
Gedeckter Güterwagen mit Brems-Leitung . . . . .	7,82	—	—	—	—
Versuchswagen mit Kapteyn'scher Einrichtung, Nr. 1586 . . . . .	15,38	1:6,20	203,2	324	52,2 % **)
Versuchswagen mit Digeon'schem Geschwindigkeitsmesser, Nr. 131	15,28	—	—	—	—

\*) Bei tatsächlicher Verwendung beladener Güterwagen, welche mit etwa 90% des Leergewichtes gebremst werden, würde die Verhältniszahl zum ganzen gebremsten Gewichte entsprechend geringer werden.

\*\*) Auf das ganze Eigengewicht des dreiachsigen Wagens bezogen, an dem blofs die beiden Endachsen gebremst waren.

Bei Zugbildung A (Abb. 3, Tafel LXI) waren die schweren Wagen gleichmäfsig verteilt, bei B befanden sich die schweren Wagen überwiegend in der einen Zughälfte, bei C vorwiegend in der Mitte des Zuges, bei D wurden die schweren Wagen ebenfalls ziemlich gleichmäfsig im Zuge verteilt, wie dies im Betriebe häufig vorkommt.

Die Verteilung der Bremsen erfolgte nach den Betriebsvorschriften auch tunlichst gleichmäfsig, die Bremsverteilungen sind in Abb. 3, Taf. LXI mit Ia, Ib, IIa, IIb u. s. w. bezeichnet. Bei den mit dem Zeichen a versehenen Verteilungen sind vorwiegend schwere Wagen, in den mit b bezeichneten vorwiegend leichte Wagen gebremst worden.

Wie aus Abb. 3, Taf. LXI ersichtlich ist, wurden bei den Versuchszügen nach Zugbildung A, B, C bei Bremsverteilung

Ia und Ib	ungefähr	13 %
IIa < IIb	<	24 <
IIIa < IIIb	<	32 <
IVa < IVb	<	42 <

bei dem Zuge der Bildung D bei Bremsverteilung

I	ungefähr	9 %
II	<	13 <
III	<	24 <

vom Gewichte des Wagenzuges gebremst.

### 3. Art der Versuche.

Die Bremsversuche fanden auf der nahezu wagerechten Strecke Budapest-Czegléd und auf der nahezu 36 km langen Strecke Jánoshegy-Garam Berzencze mit 16 %/0 Gefälle statt (Abb. 1 und 2, Taf. LXI).

Auf ersterer Strecke wurden ausschliesslich Schnellbremsungen vorgenommen, auf letzterer hauptsächlich Betriebsbremsungen zum Zwecke der Regelung der Geschwindigkeiten.

### 4. Schnellbremsversuche auf der Strecke Budapest-Szegléd.

Der Versuchszug, mit welchem auf der Strecke Budapest-Czegléd ausschliesslich Schnellbremsungen vorgenommen wurden, bestand bei Zugbildung A, B und C aus 103 Achsen, bei D hatte er blofs 99 Achsen, dabei waren alle Wagen lose gekuppelt.

Die Ergebnisse der während dieser Fahrten vorgenommenen Schnellbremsungen sind in der Zusammenstellung I enthalten.

Die Fahrten Nr. I, II und III wurden mit Zugbildung B, Nr. IV und V mit A, Nr. VI, VII, VIII und IX mit C und Nr. X und XI mit D vorgenommen.

Versuchsfahrt Nr. I von Budapest

Nr. des Versuches	Lokomotive und Tender			Des Wagenzuges				Vom Wagenzuge gebremst					Bremsverteilung der Zugbildung	Leitungsdruck		Bremszylinderdruck <small>Zeit vom Umlegen des Brems- hahnes bis zu Eintritt der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens</small>	Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremsahnes	Bremszeit	Bremsweg	
	Gewicht	hiervon gebremst		Achsenzahl			Gewicht	Gewicht	Achsen		%	vor		nach						
		t	%	un- be- laden	be- laden	im gan- zen			un- be- laden	be- laden					des Gewichtes					der Achsen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	142,97	20	6	23,3	25,25	II b	4,9	0,2	3,8	4,50	24	18	100
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	"	3,8	4,50	24	17	91
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	"	3,8	4,50	30,5	22	145
4	"	"	"	"	"	"	"	146,28	8	14	23,9	21,4	II a	4,9	"	3,7	4,50	54	45	433
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,7	4,50	27,5	15	93
6	"	"	"	"	"	"	"	74,6	12	2	12,18	13,6	I b	5,0	"	3,8	4,30	24	21	107
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,6	4,38	37	42	279
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,6	4,37	44,5	58	460
9	"	"	"	"	"	"	"	76,14	6	6	12,45	11,65	I a	4,9	"	3,7	4,37	48	64	526
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,7	"	3,5	4,37	27	27	135
11	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	"	3,7	4,37	15	15	54

Versuchsfahrt Nr. II von Czepléd

1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	142,97	20	6	23,3	25,25	II b	4,8	0,2	3,6	4,41	38	25	195
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,7	4,50	28	14	104
3	"	"	"	"	"	"	"	76,14	6	6	12,45	11,65	I a	4,5	"	3,4	4,40	31	30	186
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,6	4,24	18	16	66
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,2	"	3,7	4,60	43	46	360
6	"	"	"	"	"	"	"	74,6	12	2	12,18	13,6	I b	5,0	"	3,7	4,30	38	49	337
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	"	3,7	4,39	43	54	407
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,7	4,42	32	37	215
9	"	"	"	"	"	"	"	146,28	8	14	23,9	21,4	II a	5,1	"	3,8	4,37	46	38	331
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,6	4,40	44	32	267

Versuchsfahrt Nr. III von Budapest

1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	251,86	30	14	41,1	42,75	IV b	4,8	0,3	3,7	4,30	25,5	9	61
2	"	"	"	"	"	"	"	255,80	12	26	41,7	36,9	IV a	4,8	"	3,7	4,20	51	26	265
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,8	4,10	18	6	35
4	"	"	"	"	"	"	"	201,75	26	10	32,9	34,95	III b	5,0	"	3,8	4,25	35	18	137
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,7	4,17	36	21	162
6	"	"	"	"	"	"	"	201,17	10	20	32,8	29,15	III a	5,0	"	3,7	4,17	46	31	279
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,7	4,18	50	30	286
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	"	3,7	4,18	13	5	26

\*) Alle in Zusammenstellung I enthaltenen Bremsungen sind Schnellbremsungen.

stellung I.\*)

bildung B.

nach Czepléd am 28. X. 1904.

Ort des Versuches			Verzögerung bei Schnellbremsungen %	Bremsweg auf die Wage- rechte umgerechnet m	Witte- rung	Zustand der Schienen	Bemerkungen		
Station oder km	Steig- ung ‰	Ge- fälle					Besondere Vorkommnisse: Zugzerfahrungen, Schleifen der Räder	Beobachtungen	
								vorn auf der Lokomotive	hinten im Versuchswagen
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Köbánya	—	—	2,26	100	Regen, Windstill	Feucht	—	Ein Ruck vor dem An- halten	Zwei Stöße
Szt.-Lörincz	3,47	—	2,14	106	—	—	—	Stoßfrei	Eine kleine Schwankung
282,7	—	2,49	2,77	132	—	—	—	Ein Ruck vor dem An- halten	Zwei kleinere Stöße
Vecsés	—	—	2,64	433	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	Stoßfrei	Stoßfrei
Üllő	2,5	—	2,95	101	—	—	—	Schwacher Ruck	"
297,1	—	0,48	2,17	104	—	—	—	Stoßfrei	Ein schwacher Stoß
Monor	0,41	—	1,89	284	—	—	—	"	Stoßfrei
Pilis	—	1,84	1,88	413	—	—	—	"	"
Alberti-Irsa	—	—	1,72	526	—	—	—	"	"
328,4	0,6	—	2,06	139	—	—	—	"	"
Czepléd	—	—	1,64	54	—	—	—	"	"

nach Budapest am 28. X. 1904.

326,4	0,1	—	2,9	196	Regen, Windstill	Feucht	—	Stoßfrei	Stoßfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,96	104	—	—	—	"	"
Pilis	1,84	—	1,85	204	—	—	—	"	"
314,1	1,84	—	1,75	73	—	—	—	"	"
Monor	—	0,41	2,06	353	—	—	—	"	Eine kleine Schwan- kung
301,5	—	1,18	1,81	314	—	—	—	"	Stoßfrei
Üllő	—	2,5	2,04	356	—	—	—	"	"
Vecsés	—	—	1,88	215	—	—	—	"	"
Szt.-Lörincz	—	3,47	2,87	289	—	—	—	Ein Ruck vor dem An- halten	Eine kleine Schwan- kung
Köbánya	—	—	2,85	267	—	—	—	"	Ein kleiner Stoß

nach Czepléd am 29. X. 1904.

Szt.-Lörincz	3,47	—	3,84	67	Heiter und windig + 10° C.	Trocken	Bruch der Schraubenkup- pelung zwischen 13. und 14. Wagen, alter Anbruch	Stoßfrei	Ein kleiner Stoß beim Anhalten
Vecsés	—	—	3,85	265	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 ‰ Gefälle	"	Stoßfrei
Üllő	2,5	—	3,38	38	—	Schienen mit Laub bedeckt	Schleifen der Räder wegen Laubes auf den Schienen	"	"
Monor	0,41	—	3,48	138	—	—	Bruch der Schraubenkup- pelung zwischen 42. und 43. Wagen, frischer Anbruch	Schwache Stöße	Zwei mittlere Stöße
Pilis	—	1,84	3,32	154	—	—	—	"	Stoßfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,98	279	—	—	—	"	"
334,0	—	4,07	3,84	256	—	—	—	Stoßfrei	"
Czepléd	—	—	2,56	26	—	—	—	"	"

**Zug-  
Versuchsfahrt Nr. IV von Budapest**

Nr. des Versuches	Lokomotive und Tender				Des Wagenzuges				Vom Wagenzuge gebremst				Bremsverteilung der Zugbildung	Leitungsdruck		Bremszylinderdruck	Zeit vom Umlegen des Bremsbühnes bis zum Eintritt der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens	Fahrtgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremsbühnes	Bremszeit	Bremsweg											
	Gewicht	hiervon gebremst			Achsenzahl			Gewicht	Gewicht	Achsen		%		vor	nach						der Bremsung	at	at	Sek	km/St	vom Umlegen des Bremsbühnes bis zum Stillstande des Zuges	Sek	m			
		t	%	unbeladen	beladen	im ganzen	t			t	unbeladen																		beladen	des Gewichtes	der Achsen
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	251,81	30	14	41,1	42,75	IV b	4,9	0,3	3,7	5,10	25	14	66											
2	"	"	"	"	"	"	"	256,62	12	26	41,9	36,9	IV a	4,9	0,3	3,7	4,75	52,5	32	286											
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	0,3	3,8	4,55	29	16	81											
4	"	"	"	"	"	"	"	202,65	26	10	33,0	34,95	III b	4,95	0,3	3,8	4,45	33	21	118											
5	"	"	"	"	"	"	"	201,82	10	20	32,9	29,15	III a	4,9	0,3	3,75	4,60	35	23	137											
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,1	0,3	3,9	4,37	37,5	26	168											
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	0,3	3,75	4,37	43,5	36	278											
8	"	"	"	"	"	"	"	"	20	20	23,45	25,25	II b	5,0	0,2	3,8	4,40	45	35	254											
9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,0	0,2	3,8	4,27	54	52	454											

**Zug-  
Versuchsfahrt Nr. V von Czepléd**

1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	146,43	8	14	23,9	21,4	II a	4,8	0,2	3,6	4,25	36	27	203
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,20	33	21	148
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,5	4,25	25	14	95
4	"	"	"	"	"	"	"	74,75	12	2	12,2	13,6	I b	4,8	0,2	3,6	4,25	48	64	515
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,25	44	62	434
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	4,27	35,5	41	271
7	"	"	"	"	"	"	"	76,08	6	6	12,4	11,65	I a	4,9	0,2	3,5	4,27	43	63	527

**Zug-  
Versuchsfahrt Nr. VI von Budapest**

1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	201,71	10	20	32,85	29,15	III a	4,7	0,3	3,5	4,80	30	14	97
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,7	0,3	3,5	4,85	28	14	93
3	"	"	"	"	"	"	"	201,99	26	10	32,9	34,95	III b	4,9	0,3	3,6	4,85	56	34	360
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,0	31	16	112
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,85	32	13	103
6	"	"	"	"	"	"	"	256,37	12	26	41,9	36,9	IV a	4,9	0,3	3,6	4,80	36	15	129
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,75	48	21	216
8	"	"	"	"	"	"	"	251,71	30	14	41,1	42,75	IV b	4,7	0,3	3,5	5,06	52	25	226
9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,80	62	32	362
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,80	8,5	38	15

**Zug-  
Versuchsfahrt Nr. VII von Czepléd**

1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	201,71	10	20	32,85	29,15	III a	4,8	0,3	3,5	4,70	40	21	175
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,3	3,6	4,70	30	15	103
3	"	"	"	"	"	"	"	201,99	26	10	32,9	34,95	III b	4,9	0,3	3,6	4,85	23	10	62
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,85	31	14	99
5	"	"	"	"	"	"	"	256,37	12	26	41,9	36,9	IV a	4,9	0,3	3,6	4,75	48	22	220
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,65	48	22	215
7	"	"	"	"	"	"	"	251,71	30	14	31,1	42,75	IV b	4,9	0,3	3,6	4,85	37	18	157
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,6	4,95	51,5	29	303

## bildung A.

nach Czegléd am 31. X. 1904.

Ort des Versuches					Witte- rung	Zustand der Schienen	Bemerkungen		
Station oder km	Steig- ung ‰	Ge- fälle	Verzögerung bei Schnellbremsungen ‰	Bremsweg auf die Wage- rechte umgerechnet m			Besondere Vorkommnisse: Zugzerreißen, Schleifen der Räder	Beobachtungen	
								vorn auf der Lokomotive	hinten im Versuchswagen
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Szt.-Lörincz	3,47	—	3,37	73	Nebel + 5° C.	—	—	Kleine Schwankung	Ein Stofs beim Anhalten
Vecsés	—	—	3,78	286	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125‰ Gefälle	Mittlerer Ruck	Stofsfrei
Üllő	2,5	—	3,83	86	—	—	—	Ein großer Ruck	"
Monor	0,41	—	3,59	119	—	—	—	Starker Ruck	Kleine Schwankungen
311,8	—	—	3,52	137	—	—	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Pilis	—	1,84	3,46	159	—	—	—	"	"
Alberti-Irsa	—	—	3,32	278	—	—	—	"	"
326,0	0,1	—	3,12	255	—	—	—	"	"
333,5	—	4,07	2,93	390	—	—	—	"	"

nach Budapest am 31. X. 1904.

328,0	—	0,6	2,57	198	Nebel	—	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,89	148	—	—	—	"	"
Pilis	1,84	—	2,40	103	—	—	—	Ein kleiner Ruck	Eine kleine Schwankung
Monor	—	0,41	1,80	502	—	—	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Üllő	—	2,5	2,00	381	—	—	—	"	"
Vecsés	—	—	1,83	271	—	—	—	"	"
Szt.-Lörincz	—	3,47	1,73	420	—	—	—	"	"

## bildung C.

nach Czegléd am 2. XI. 1904.

Szt.-Lörincz	3,47	—	3,30	108	Bewölkt + 8° C. Windstill	trocken	—	Stofsfrei	Ein schwacher Stofs beim Anhalten
282,6	—	2,49	3,58	86	—	—	—	"	Stofsfrei
Vecsés	—	—	3,43	360	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125‰ Gefälle	"	Kleine Schwankung
289,2	—	2,0	3,58	106	—	—	—	"	Stofsfrei
Üllő	2,5	—	3,66	110	—	—	—	"	"
Monor	0,41	—	3,92	130	—	—	—	"	"
Pilis	—	1,84	4,38	207	—	—	—	"	"
Alberti-Irsa	—	—	4,00	266	—	—	—	"	"
333,6	—	4,07	4,60	327	—	—	—	"	"
Czegléd	—	—	1,90	15	—	—	—	"	"

nach Budapest am 2. XI. 1904.

327,8	—	0,65	3,67	172	Bewölkt Windstill	Trocken	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Alberti-Irsa	—	—	3,42	108	—	—	—	"	"
320,6	1,0	—	3,26	64	—	—	Bruch der Schraubenkupplung zwischen 5. u. 6. Wagen	Starker Ruck	Ein starker Stofs
Pilis	1,84	—	3,63	104	—	—	—	"	Eine Schwankung
Monor	—	0,41	4,16	218	—	—	—	Stofsfrei	Stofsfrei
Üllő	—	2,5	4,46	203	—	—	—	"	"
Vecsés	—	—	3,42	157	—	—	—	Zwei mittlere Stöße	Zwei Schwankungen
Szt.-Lörincz	—	3,47	3,78	267	—	—	—	Drei mittlere Stöße	Eine Schwankung

## Versuchsfahrt Nr. VIII von Budapest

Nr. des Versuches	Lokomotive und Tender				Des Wagenzuges				Vom Wagenzuge gebremst				Bremsverteilung der Zugbildung	Leitungsdruck		Bremszylinderdruck Zeit vom Umlegen des Brems- hahnes bis zum Eintritt der Luft in den Bremszylinder des letzten Wagens Fahrtgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremsahnes	Bremszeit vom Umlegen des Bremsahnes bis zum Stillstande des Zuges	Bremsweg								
	Ge- wicht	hiervon gebremst			Achsenzahl			Ge- wicht	Ge- wicht	Achsen		%		vor	nach				zylin- der- druck	Sek	km/St	Sek	m			
		t	%	%	un- be- la- den	be- la- den	im gan- zen			un- be- laden	be- laden	des Ge- wich- tes												der Ach- sen	der Bremsung at	at
1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	76,16	6	6	12,45	11,65	I a	4,9	0,2	3,6	5,00	27	30	140						
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,85	33	40	291						
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,90	25	27	113						
4	"	"	"	"	"	"	"	74,78	12	2	12,2	13,6	I b	4,9	0,2	3,6	5,00	38,5	48	300						
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	54	79	700						
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	33	50	315						
7	"	"	"	"	"	"	"	146,7	8	14	23,9	21,4	II a	4,9	0,2	3,6	5,00	32	23	132						
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,5	5,00	38	28	174						
9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,10	45,5	50	267						
10	"	"	"	"	"	"	"	143,9	20	6	23,5	25,25	II b	4,8	0,2	3,6	5,00	51	43	367						
11	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,10	40,5	38	212						
12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,00	18	13	34						

## Versuchsfahrt Nr. IX von Czepléd

1	68,0	25,5	37,5	53	50	103	614,08	76,16	6	6	12,45	11,65	I a	4,9	0,2	3,6	5,00	32	34	209
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	26	24	125
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	4,90	25,5	21	121
4	"	"	"	"	"	"	"	74,78	12	2	12,2	13,6	I b	4,95	0,2	3,6	5,15	17	19	51
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	5,00	46	54	440
6	"	"	"	"	"	"	"	146,7	8	14	23,9	21,4	II a	4,9	0,2	3,6	5,00	42,5	35	288
7	"	"	"	"	"	"	"	143,9	20	6	23,5	25,25	II b	4,8	0,2	3,6	5,00	33	22	156
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,95	0,2	3,6	5,10	48	40	365

Zug-

## Versuchsfahrt Nr. X von Budapest

1	68,0	25,5	37,5	53	46	99	583,79	80,02	10	4	13,7	14,16	II	4,9	0,2	3,6	4,50	22	21	93
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,6	4,40	56	92	773
3	"	"	"	"	"	"	"	55,52	8	2	9,52	10,1	I	4,9	0,2	3,6	4,60	25	38	171
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,6	4,26	35	50	292
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,5	4,30	45	110	780
6	"	"	"	"	"	"	"	144,21	14	10	24,7	24,3	III	4,85	0,2	3,5	4,26	47	47	390
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,5	4,30	56	62	607
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,2	3,6	4,20	18	12	54

## Versuchsfahrt Nr. XI von Budapest

1	68,0	25,5	37,5	53	46	99	583,79	80,02	10	4	13,7	14,16	III	4,8	0,3	3,6	4,75	25	27	104
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,9	0,3	3,65	4,85	52	72	594
3	"	"	"	"	"	"	"	55,52	8	2	9,52	10,1	I	4,85	0,2	3,6	4,80	30	41	203
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,85	0,2	3,6	4,85	40	59	365
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,55	4,90	29	52	244
6	"	"	"	"	"	"	"	144,21	14	10	24,7	24,3	III	4,75	0,2	3,55	5,24	44	37	272
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,55	5,30	54	51	456
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,8	0,2	3,6	5,30	15	12	35

## nach Czepléd am 3. XI. 1904.

Ort des Versuches			Verzögerung bei Schnellbremsungen 0/0	Bremsweg auf die Wagerechte umgerechnet m	Witterung	Zustand der Schienen	Bemerkungen		
Station oder km	Steigung 0/00	Gefälle 0/00					Besondere Vorkommnisse: Zugzerreißen, Schleifen der Räder	Beobachtungen	
								vorn auf der Lokomotive	hinten im Versuchswagen
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Köbánya Einfahrt	—	—	2,06	140	Bewölkt Windstill + 7° C.	Trocken	—	Stoßfrei	Stoßfrei
276,8	0,7	—	2,00	215	—	—	—	"	"
Szt.-Lőrincz	3,47	—	1,82	135	—	—	—	"	"
283,2	0,94	—	1,86	313	—	—	—	"	"
Vecsés	—	—	1,64	700	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 0/00 Gefälle	"	"
290,6	—	—	1,36	315	—	—	—	"	"
Üllő	2,5	—	2,31	143	—	—	—	"	Eine kleine Schwankung
Monor	0,41	—	3,23	176	—	—	—	"	"
Pilis	—	1,84	3,22	264	—	—	—	"	"
Alberti-Irsa	—	—	2,80	367	—	—	—	"	Stoßfrei
323,3	0,65	—	3,00	215	—	—	—	"	"
Czepléd	—	—	1,96	34	—	—	—	"	"

## nach Budapest am 3. XI. 1904.

323,8	—	—	1,93	209	Bewölkt Windstill	Trocken	—	Stoßfrei	Stoßfrei
Alberti-Irsa	—	—	2,13	125	—	—	—	"	"
320,0	3,31	—	1,79	143	—	—	—	"	"
Pilis	1,84	—	1,69	67	—	—	—	"	"
Monor	—	0,41	1,93	433	—	—	—	"	"
Üllő	—	2,5	2,72	262	—	—	—	"	"
Vecsés	—	—	2,76	156	—	—	—	Ein kleiner Ruck	"
Szt.-Lőrincz	—	3,47	2,83	320	—	—	—	Stoßfrei	"

## bildung D.

## nach Czepléd am 4. XI. 1904.

Szt.-Lőrincz	3,47	—	1,70	113	Bewölkt + 8° C. Windig	Trocken	—	Stoßfrei	Stoßfrei
Vecsés	—	—	1,60	773	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 0/00 Gefälle	"	"
Üllő	2,5	—	1,19	208	—	—	—	"	"
Monor	0,41	—	1,62	298	Heiter, Wind	—	—	"	"
Pilis	—	1,84	1,20	662	—	—	—	"	"
Alberti-Irsa	—	—	2,24	390	—	—	—	"	"
334 0	—	4,07	2,44	510	—	—	—	Ein Ruck	"
Czepléd	—	—	2,37	54	—	—	—	Stoßfrei	"

## nach Czepléd am 13. XI. 1904.

Szt.-Lőrincz	3,47	—	2,03	121	Rechter Seitenwind im Rücken	Trocken	Fahrt mit losen Schraubenkuppelungen	Stoßfrei	Stoßfrei
Vecsés	—	—	1,81	594	—	—	Ein Teil des Zuges in 3,125 0/00 Gefälle	"	"
Üllő	2,5	—	1,50	237	—	—	—	"	"
Monor	0,41	—	1,69	373	—	—	—	"	"
Pilis	—	1,84	1,56	212	Regen	Feucht	—	"	"
Alberti-Irsa	—	—	2,83	272	—	—	—	Ein Ruck	Eine Schwankung
334,0	—	4,07	2,94	391	—	—	—	"	Eine größere Schwankung
Czepléd	—	—	2,53	35	—	—	Die Zeit vom Lösen der Bremse bis zur Umsteuerung des An- stellventiles am letzten Wagen war durchschnittlich 30 Sek.	Stoßfrei	Stoßfrei

Die Spalten 1 bis 13 der Zusammenstellung I enthalten die Gewichte und Bremsangaben der Versuchszüge bei den verschiedenen Bremsverteilungen.

Spalte 14 zeigt die betreffende Bremsverteilung an gemäß Abb. 3, Taf. LXI.

Die Angaben in den Spalten 15 bis 21 enthalten die während des Bremsens gemachten Beobachtungen: Leitungs- und Bremszylinder-Druck, Übertragungsgeschwindigkeit der Bremswirkung, Fahrgeschwindigkeit, Bremszeit und Bremsweg.

In den Spalten 22 bis 24 ist der Ort der Bremsung und dessen Neigungsverhältnisse angegeben, die aus Abb. 1 und 2, Taf. LXI folgen.

Spalte 25 enthält die Angaben über die Größe der Verzögerung  $X$  in  $\%$  während der Schnellbremsungen; diese Zahl ist gleich dem Mittelwerte der verzögernd wirkenden Kräfte in  $\%$  des Zuggewichtes, und wurde nach folgender Formel berechnet:

$$X \% = 0,393 \frac{(v^{km/St})^2}{s^m} \pm 0,1 i \text{‰}.$$

Es bezeichnet

$v^{km/St}$  die Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Führer-Brems-  
hahnes in die Bremsstellung,

$s^m$  den tatsächlichen Bremsweg,

$i \text{‰}$  die Neigung des Ortes der Bremsung, wobei  $+$  für Ge-  
fälle,  $-$  für Steigungen gilt.

Spalte 26 enthält den auf die Wagerechte umgerechneten Bremsweg, um die auf verschiedenen Neigungen gefundenen Bremswege miteinander vergleichen zu können.

Diese Umrechnung geschah mit Hilfe der oben ermittelten Verzögerung nach folgender Formel:

$$S^m = 0,393 \frac{(v^{km/St})^2}{X \%},$$

darin bezeichnet  $S^m$  den auf die Wagerechte umgerechneten Bremsweg,  $X \%$  und  $v^{km/St}$  dieselben Größen wie oben.

Die Angaben der Spalten 27 bis 31 beziehen sich auf verschiedene Beobachtungen: Witterung, Zustand der Schienen, besondere Vorkommnisse, Wahrnehmungen während des Bremsens auf der Lokomotive und im letzten Wagen.

Zu den einzelnen Versuchsfahrten wird noch folgendes bemerkt.

Bei den Versuchsfahrten Nr. I, II und III mit Zugbildung B befanden sich die schweren Wagen überwiegend in der einen Zughälfte. Die Bremsverteilungen Ia und Ib mit etwa 13  $\%$  gebremsten Zuggewichtes ergaben sowohl auf der Lokomotive als auch im letzten Wagen stoffsreies Anhalten. Auch die Schnellbremsungen bei Bremsverteilung IIa und IIb mit etwa 24  $\%$  gebremsten Zuggewichtes verliefen, von einzelnen Stößen und Schwankungen abgesehen, ebenfalls noch ziemlich ruhig, die wahrgenommenen Stöße traten aller Wahrscheinlichkeit nach infolge des durch feuchte Schienen und durch welches Laub verursachten Räderschleifens auf, was wiederholt beobachtet wurde.

Die Bremsverteilungen IIIa und IIIb mit etwa 33  $\%$  gebremsten Gewichtes und auch die IVa und IVb mit etwa 42  $\%$  gebremsten Gewichtes ergaben während der auf der Fahrt III vorgenommenen Schnellbremsungen ebenfalls ziemlich

stoffsreies Anhalten. Trotzdem traten bei Versuch Nr. 1 und 4 dieser Fahrt Kuppelungsbrüche ein, im ersten Falle wegen alten Anbruches des Schraubenkuppel-Bügels.

Die Versuchsfahrten Nr. IV und V erfolgten mit Zugbildung A, bei der die schweren Wagen gleichmäßig verteilt waren. Die Bremsverteilungen Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa und IIIb ergaben größtenteils stoffsreies Anhalten, in vereinzelt Fällen traten unbedeutende Stöße auf. Bei Bremsverteilung IVa und IVb mit 42  $\%$  gebremsten Gewichtes wurden während der Schnellbremsungen stärkere Stöße wahrgenommen, besonders auf der Lokomotive. Kuppelungsbrüche kamen jedoch nicht vor.

Die Versuchsfahrten Nr. VI bis IX wurden mit Zugbildung C vorgenommen, bei der die schweren Wagen vorwiegend in der Mitte des Zuges standen. Die Bremsverteilungen Ia, Ib mit 13  $\%$  und IIa, IIb mit 24  $\%$  gebremsten Gewichtes ergaben ziemlich stoffsreies Anhalten. Bei den Versuchsfahrten Nr. VIII und IX und den Bremsverteilungen IIIa und IIIb mit 33  $\%$ , sowie bei IVa und IVb mit 42  $\%$  gebremsten Gewichtes traten während der Schnellbremsungen Stöße auf, die besonders auf der Lokomotive fühlbar waren. Unter den Versuchsfahrten Nr. VI und VII trat bei Versuch 3 der Fahrt Nr. VII auch ein Kuppelungsbruch ein, Hängekuppel und Schlauchverbindung blieben jedoch unversehrt. Von diesem Bruche abgesehen können die Schnellbremsungen auch bei diesen höheren Bremsverhältnissen und dieser Zugbildung als gut gelungen bezeichnet werden.

Die Versuchsfahrten Nr. X und XI mit Zugbildung D und dreierlei Bremsverteilungen mit 9  $\%$ , 13  $\%$  und 24  $\%$  gebremsten Gewichtes verliefen bezüglich des stoffsreien Anhaltens mittels Schnellbremsung völlig zufriedenstellend. Es wird bemerkt, daß bei diesen letzteren Versuchen vorwiegend schwere Wagen gebremst wurden, wie es den tatsächlichen Betriebsverhältnissen am meisten entspricht und daß bei Nr. XI alle Wagen lose gekuppelt waren.

Gelegentlich der in Rede stehenden Versuchsfahrten wurden vereinzelt, besonders bei Einfahrt in die Endstationen, auch Betriebs-Bremsungen vorgenommen, die zwar planmäßig nicht aufgenommen waren, und über welche deshalb auch keine besonderen Aufnahmen gemacht wurden. Es wurde jedoch festgestellt, daß das Anhalten mittels dieser Betriebsbremsungen auch bei den höheren Bremsverhältnissen stoffsfrei und anstandslos vor sich ging.

Aus den Ergebnissen dieser auf der Strecke Budapest-Czegléd vorgenommenen Bremsfahrten kann man folgende Schlüsse ziehen.

Die Schnellbremsungen sind bei allen Bremsverteilungen gelungen, die Schnellbremswirkung trat jedesmal auch noch beim letzten Wagen tadellos auf, jedenfalls infolge der zuverlässigen Wirkung der Übertragungsventile an den Leitungswagen.

Auch wurde durch Stehversuche festgestellt, daß die Schnellwirkung bis zum letzten Wagen auch unmittelbar nach einer Betriebsbremsung erfolgt, wenn dabei die Abnahme des Leitungsdruckes nicht mehr als 1 at betragen hat. Bei größeren Druckverminderungen trat in einem solchen Falle am letzten Wagen statt Schnellbremsung bloß eine Vollbremsung ein, also

rasches Ansteigen des Bremszylinder-Druckes bis zum Ausgleiche mit dem Drucke im Hülfsluftbehälter ohne Voreinströmung von Druckluft aus der Hauptleitung in den Bremszylinder.

Bezüglich der bei Schnellbremsungen beobachteten Stöße kann festgestellt werden, daß sie erst bei hohen Bremsverhältnissen und ungünstiger Verteilung der schweren und leichten Wagen in stärkerem Maße auftraten; auch müssen diese Stöße und die durch sie bewirkten Kuppelungsbrüche teilweise dem Umstande zugeschrieben werden, daß vom Eigengewichte der leeren Güterwagen ein verhältnismäßig großer Teil, nämlich 87,6% bei 4 at Bremszylinder-Druck, gebremst wurde.

Die bei hohen Bremsverhältnissen von 33% und 42% eingetretenen starken Stöße und vereinzelt Zugtrennungen werden im Betriebe kaum vorkommen, weil so lange Züge nicht so hoch gebremst werden. Güterzüge mit größeren Geschwindig-

keiten werden zwar mit so hoher Bremswirkung gefahren, doch sind sie dann kürzer, und bei geringerer Zuglänge werden auch höhere Bremsverhältnisse keine betriebsgefährlichen Stöße und Zugtrennungen verursachen. Für Gefällstrecken gilt dasselbe.

Die Verhältnisse dürften sich teilweise anders gestalten, wenn statt der schweren Personenwagen, welche, mit 80% des Eigengewichtes gebremst die beladenen Güterwagen vertraten, tatsächlich beladene Güterwagen gebremst werden, bei welchen die Bremsung nur etwa 90% des Leergewichtes beträgt. Die Schnellbremsungen werden dabei noch stoßfreier gelingen, weil nach bereits gemachten Erfahrungen schwächer gebremste Wagen ein sanfteres Anhalten bewirken. Die Zahl der verwendeten Bremsen wird also wohl entsprechend erhöht werden müssen, wenn man dieselben Bremswege erzielen will.

(Schluß folgt.)

## Stromverbrauch bei Wechselstrombahnen.

Von Pforr, Regierungsbaumeister a. D., Oberingenieur der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel LX.

Der Aufsatz von Cserháti auf S. 175 enthält Angaben über den Stromverbrauch von Wechselstrombahnen, zu denen einige Bemerkungen angebracht sein dürften.

Zunächst mögen einige Angaben über die Bedingungen vorausgeschickt werden, die den Stromverbrauch beeinflussen, um auch denjenigen Lesern dieser Zeitschrift, die sich noch nicht eingehend mit dem Gegenstande befassen konnten, einen richtigen Maßstab für die Beurteilung der Cserhatischen Angaben zu liefern.

Der Stromverbrauch wird neuerdings meist für 1 tkm Förderleistung angegeben. Auf ebener Strecke ist für die Beförderung nur der Zugwiderstand zu überwinden, dessen Größe sich für unsere Zwecke genügend genau aus der Formel

$$W_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,001 (V_{\text{km/St.}})^2$$

ermitteln läßt, worin  $w$  den Widerstand und  $V$  die Geschwindigkeit des Zuges bedeutet. So würde der Widerstand = 4 kg/t, wenn der Zug mit 38,7 km/Std. fährt. Die mechanische Arbeit für 1 tkm wird dann

$$4000 \text{ mkg} = \frac{4000}{60 \cdot 60 \cdot 75} = 0,0148 \text{ P. S. St.}$$

betragen, und da eine P. S. St. gleich 736 W. St. ist, so würde der Stromverbrauch 10,9 W. St./tkm am Zuge gemessen betragen, wenn der Wirkungsgrad der elektrischen Ausrüstung = 1 wäre.

Kommen Steigungen auf der Strecke vor, so erfordert 1 m Hebung einer t.  $1000 \text{ mkg} = 2,73 \text{ W. St.}$ , also bei 45% Steigung oder 45 m Hebung auf 1 km  $2,73 \cdot 45 = 123 \text{ W. St.}$ , sodaß auf einer solchen Strecke ein Zug, der mit 38,7 km/Std. fährt,  $123 + 10,9 = 133,9 \text{ W. St./tkm}$  verbraucht, immer bei einem Wirkungsgrade der Ausrüstung = 1.

Ein weiterer Zuschlag muß für die Bremsungen gemacht werden.

Bei jeder Bremsung wird eine bestimmte Menge von Arbeit in Wärme umgesetzt, und geht in dieser Form ver-

loren. Diese Arbeit muß vorher von den Triebmaschinen geleistet werden. Bremst man beispielsweise aus einer Geschwindigkeit von 38,7 km/Std., so ist die vernichtete Arbeit unter Vernachlässigung des Zugwiderstandes für diese eine Bremsung

$$\frac{1000}{9,81} \cdot \frac{38,7 \cdot 38,7}{3,6 \cdot 3,6 \cdot 2} = 5900 \text{ mkg} = 16,2 \text{ W. St.}$$

Da bei den elektrischen Bahnen meist häufig gehalten wird, wie auf Stadtbahnen, so spielt bei ihnen die Bremsarbeit eine hervorragende Rolle. Es würde sich beispielsweise auf einer Stadtbahn, bei der regelmäßig aus 38,7 km/Std. gebremst würde, bei zwei Haltestellen auf 1 km der Stromverbrauch von 10,9 auf  $10,9 + 2 \cdot 16,2 = 43,3 \text{ W. St./tkm}$  erhöhen, wenn der Wirkungsgrad der Ausrüstung = 1 wäre.

Wenn aus geringerer Geschwindigkeit etwa von 15 km/Std. gebremst wird, so verringert sich der Arbeitsverbrauch für die einzelne Bremsung auf

$$\frac{1000}{9,81} \cdot \frac{15 \cdot 15}{3,6 \cdot 3,6 \cdot 2} = 890 \text{ mkg} = 2,43 \text{ W. St.}$$

und für 1 tkm bei zwei Haltestellen auf  $10,9 + 2 \cdot 2,43 = 15,76 \text{ W. St.}$

Man kann also dieselbe Strecke mit derselben Anzahl von Haltestellen mit großem oder mit kleinem Stromverbrauche durchfahren. Das hängt nur davon ab, ob man genügend Zeit zur Verfügung hat, um die langsame Fahrt, die sich aus der allmählich abnehmenden Geschwindigkeit vor der Bremsung ergibt, in den Kauf nehmen zu können. Der Stromverbrauch auf Stadtbahnstrecken ist also in allererster Linie von der Fahrzeit abhängig. Diese Verhältnisse macht Abb. 1, Taf. LX anschaulich.

Die Schaulinien für die Geschwindigkeit sind darin einmal auf den Weg bezogen, der bei allen Fahrten derselbe ist, sodann auch auf die Zeit, die für alle Fahrten verschieden ist, je nach der Geschwindigkeit, aus der gebremst wird. Die Schaulinien sind berechnet, und zwar zur Wahrung einwandfreier Prüfung unter der Annahme von Gleichstrom-Trieb-

maschinen der Gattung GE 66, wie sie auf der Anhalter Vorortbahn laufen. Die Abb. 1, Taf. LX beigegebene Zusammenstellung zeigt, daß Angaben über den Stromverbrauch bei Stadtbahnen nur dann Sinn haben, wenn auch die Fahrzeit angegeben wird.

Alle Schaulinien der Abb. 1, Taf. LX sind für dieselben Anfahrverhältnisse berechnet. Nun ist es klar, daß man einen Teil der verlorenen Fahrzeit durch schnelleres Anfahren wieder einholen kann. Der Einfluß der Anfahr-Beschleunigung auf den Stromverbrauch ist nicht ganz so einfach zu berechnen\*). Das Ergebnis solcher Rechnungen für eine bestimmte Reisegeschwindigkeit habe ich einer anderen Veröffentlichung\*\*) entnommen und in Abb. 2, Taf. LX wiedergegeben.  $\gamma$  bedeutet darin das Verhältnis der ganzen aufgewendeten Arbeit zu der für die Überwindung des Zugwiderstandes gebrauchten.

Der Zugwiderstand ist für die Schaulinien mit 3,75 kg/t angenommen worden, der Stromverbrauch für die Überwindung dieses Widerstandes beträgt demnach  $\frac{3,75}{4} \cdot 10,9 = 10,2 \text{ W.St./tkm}$ , woraus sich der wirkliche Stromverbrauch unter Verwendung des Wertes  $\gamma$  berechnen läßt. Dabei ist immer noch der Wirkungsgrad = 1 angenommen.

Aus der Schaulinie geht zweifellos hervor, daß diejenige elektrische Betriebsart bei Stadtbahnen den geringsten Stromverbrauch haben wird, welche, zunächst abgesehen vom Wirkungsgrade der Triebmaschinen, die größte Anfahrbeschleunigung gestattet.

Schließlich gibt es bei elektrischen Bahnen noch ein anderes Mittel, den Stromverbrauch herabzudrücken, nämlich die Rückgewinnung der Bremsarbeit, die bei allen Stromarten: Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom, verhältnismäßig leicht verwendbar bei langen Talfahrten, schwer verwendbar bei Bremsungen bis zum Stillstande ist. Es hat auch bisher immer nur bei langen Talfahrten Anwendung gefunden, aber nicht immer mit großem Erfolge. Der Hauptgrund gegen seine häufige Anwendung ist der, daß die Triebmaschinen reichlicher zu bemessen sind, wenn auch die Bremsarbeit noch ihren Weg durch sie nimmt, als ohne dies.

Bisher ist angenommen, daß der Wirkungsgrad der elektrischen Ausrüstung = 1 wäre, die gefundenen Werte müssen deshalb noch gemäß dem Wirkungsgrade erhöht werden.

Nach diesen Betrachtungen können wir zu den Vergleichen übergehen, die Cserháti zwischen den Stromverbräuchen von Drehstrom- und Wechselstrom-Bahnen anstellt.

1. Die Stubaitalbahn ist eine Gebirgsbahn, ihr Längenschnitt ist in Abb. 3, Taf. LX dargestellt.

Der tiefste Punkt, Wilten, liegt 589,5 m, der höchste, Telfes, 1006,7 m hoch, dann fällt die Bahn wieder bis Fulpmes auf 935,3 m.

Der Höhenunterschied zwischen Wilten und Telfes beträgt 417,2, zwischen Telfes und Fulpmes 71,4 m, und für die

Hebung einer Tonne von Wilten bis Telfes sind erforderlich  $417,2 \cdot 2,73 = 1140 \text{ W.St.}$

Die Gefällarbeit von Telfes bis Fulpmes beträgt  $71,4 \cdot 2,73 = 195 \text{ W.St.}$

Die Stubaitalbahn hat 1 m Spur und besteht aus einer fast ununterbrochenen Reihenfolge von Krümmungen, die meist nur 40 m Halbmesser haben. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt im Mittel etwa 20 km/St. Die »Hütte« gibt den Zugwiderstand der Wagen bei 1 m Spur zu

$$W \text{ kg/t} = 2,6 + 0,0003 (V \text{ km/St.})^2$$

an, das liefert 2,72 kg/t. Sie gibt aber ferner an, daß in den Krümmungen ein Zuschlag von

$$(400 : [r^m - 20^m]) \text{ kg/t},$$

also bei 40 m Halbmesser ein Zuschlag von 20 kg/t zu machen ist. Nach Eröffnung der Stubaitalbahn sind Messungen vorgenommen worden, und diese haben ergeben, daß der mittlere Zugwiderstand etwa 6—7 kg/t beträgt, das stimmt mit den Werten der »Hütte« auch einigermaßen überein.

Die Krümmungsverhältnisse muß nun Cserháti bei seinen Berechnungen vernachlässigt haben, sonst lassen sich seine Werte nicht erklären. Nimmt man das aber an, und rechnet nach der Formel der »Hütte« für gerades Gleis, dann beträgt die Zugwiderstands-Arbeit für 1 t der Zuglast bei 2,72 kg/t statt 4 kg/t Widerstand:

von Wilten bis Telfes auf 16,2 km =  $16,2 \cdot 10,9 \cdot 2,72 : 4 = 120 \text{ W.St.}$  und

« Telfes « Fulpmes auf 2,0 « =  $2,0 \cdot 10,9 \cdot 2,72 : 4 = 15 \text{ W.St.}$ ,

für den Wirkungsgrad der elektrischen Ausrüstung = 1.

Setzt man nun auch noch voraus, daß die ganze Bremsarbeit ohne Verlust an das Netz zurückgegeben wird, so beträgt der Stromverbrauch für eine Bergfahrt:

Hebungs-Arbeit von Wilten bis Fulpmes  $417,2 \cdot 2,73 = 1140 \text{ W.St.}$

Widerstands-Arbeit von Wilten bis Telfes . . = 120 «

« « Telfes « Fulpmes . . = 15 «

zusammen 1275 W.St.

Rückgewinn durch Gefällarbeit  $71,4 \cdot 2,73 . . = 195 \text{ «}$

bleiben 1080 W.St.

Die Strecke ist 18,2 km lang, der Stromverbrauch für 1 tkm daher

$$\frac{1080}{18,2} = 59,3 \text{ W.St.}$$

Cserháti hat aber nicht diesen rein theoretischen Verbrauch berechnen wollen, sondern den, der bei Drehstrom wirklich eintreten würde; dieser muß um die Verluste in den Triebmaschinen größer sein. Cserháti schreibt:

»Die Rechnung ergibt für eine volle Hin- und Rückfahrt einen durchschnittlichen Verbrauch von 29,4 W.St./tkm im »Wagen, also rund 31 W.St./tkm am Speisepunkte. Diese »günstige Ziffer rührt daher, daß während der Bergfahrt »57 W.St./tkm verbraucht, aber bei der Talfahrt 27,6 W.St./tkm »zurückgewonnen werden.«

Wenn man die Formel der »Hütte« zu Grunde legt, müßten also die Triebmaschinen, die Cserháti anwendet,

\*) Wittenberg, Organ 1905, S. 193.

\*\*) Pforr, Glasers Annalen 1901, Band I, S. 217.

einen Wirkungsgrad von 104<sup>0</sup>/<sub>100</sub> gehabt haben. An anderer Stelle gibt er allerdings an, daß der Wirkungsgrad 85<sup>0</sup>/<sub>100</sub> beim Fahren und 80<sup>0</sup>/<sub>100</sub> bei der Rückgewinnung ist. Legt man diese Angaben zu Grunde, die gewiß nicht zu ungünstig sind, dann berechnet sich der Stromverbrauch für die Bergfahrt wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Strecke Wilten-Telfes } & \left( \frac{1140 + 120}{0,85} \right) = 1480 \text{ W.St.} \\ > \text{ Telfes-Fulpmes } & (195 - 15) \cdot 0,8 = 142 \text{ <} \\ \text{also für eine Bergfahrt } & \dots \dots \dots = 1338 \text{ W.St.} \\ & = \frac{1338}{18,2} = 73,5 \text{ W.St./tkm.} \end{aligned}$$

Cserháti muß sich demnach in seinen Berechnungen, abgesehen vom Zugwiderstand, irgendwo um etwa 30<sup>0</sup>/<sub>100</sub> zu seinen Gunsten geirrt haben.

Nun erörtern wir die Rückgewinnung von Arbeit. Die Stubaitalbahn bezieht ihren Strom aus den Sillwerken, die mit Wasserkraft betrieben werden und Wasser im Überflusse haben. Sie bezahlt den Strom nicht nach K.W./St., sondern zahlt einen Jahresbetrag, wofür eine bestimmte Anzahl von Triebwagen gleichzeitig auf der Strecke arbeiten darf. Unter diesen Verhältnissen würde jeder Versuch einer Arbeits-Rückgewinnung Torheit gewesen sein, die denn auch unterblieb. Ob Drehstrom oder Wechselstrom verwendet wird, ist dabei belanglos. Was sollen also die diesbezüglichen Berechnungen?

Sollte Cserháti vielleicht von der Meinung ausgehen, daß die Arbeits-Rückgewinnung nur bei Drehstrom möglich sei? Das ist kaum anzunehmen. Für alle Fälle möchte ich nur festlegen, daß sie auch bei Wechselstrom bequem durchführbar ist, und daß sie von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft auch schon mit gutem Erfolge erprobt wurde.

Die 70 W.St./tkm, die auf der Stubaitalbahn verbraucht werden, sind unter diesen Umständen nicht nur kein schlechter Wert, sondern können gut neben irgend welchen anderen Zahlen bestehen. Rechnet man mit dem tatsächlichen Zugwiderstande von 6,5 kg/t und unter Vernachlässigung aller Rückgewinnung mit dem Wirkungsgrade 1 für die elektrische Ausrüstung, dann müßte der Stromverbrauch für eine volle Hin- und Rückfahrt und für 1 t

$$\begin{aligned} 1140 + 195 + (120 + 15) \cdot \frac{6,5}{2,72} & = 1657 \text{ W.St.} \\ \text{also für 1 tkm } & \frac{1657}{2 \cdot 18,2} = \text{rd } 46 \text{ W.St.} \end{aligned}$$

betragen, wobei das Anfahren in den Stationen bei der Talfahrt und auf wagerechten Strecken noch nicht berücksichtigt ist, ebenso wenig wie der Arbeits-Aufwand für die Bremsluft-erzeugung. Schlägt man dafür noch 2 W.St./tkm hinzu, was sicherlich nicht zu viel ist, so erhält man einen Stromverbrauch von 48 W.St./tkm am Wagen gemessen. Wenn nun der Stromverbrauch am Speisepunkte 70 W.St./tkm beträgt, so heißt das, die Wagenausrüstung und Strecke haben zusammen einen Wirkungsgrad von 68<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, was gewiß kein schlechtes Ergebnis ist, besonders wenn man die hohe Wechselzahl von 42 berücksichtigt. Vielleicht wäre ja mit Drehstrom

von 16 Wellen, wie er bei der Valtelinabahn verwendet wird, das Ergebnis noch etwas günstiger geworden, sicherlich aber nicht so viel, daß dieser Vorteil den Nachteil einer doppelten Oberleitung, besonders bei den scharfen Kurven hätte ausgleichen können.

2. Die Spindlersfeld-Bahn liegt in der Ebene und hat Stadtbahnart. Die Fahrt\*), auf die Cserháti Bezug nimmt, ist in Abb. 4, Taf. LX wiedergegeben, weil die von Cserháti daraus entnommenen Angaben nicht richtig sind. 34,4 km ist nicht die Höchstgeschwindigkeit, sondern die mittlere. Das Zuggewicht beträgt nicht 170 t, sondern für die Schaulinie 52 t. Der Stationsabstand ist nicht 908 m, sondern 985 m. Ich nehme jedoch an, daß dieses Versehen sind, die nur bei der Niederschrift vorgekommen sind, nicht aber auch bei der Vergleichsberechnung, die Cserháti angestellt hat. Leider bin ich aber nicht in der Lage, diese Annahme auch nachzuprüfen, da Cserháti seine Berechnungen nicht beigelegt hat. Das ist um so bedauerlicher, als er unterlassen hat, die Fahrzeit anzugeben, für die seine Berechnungen aufgestellt sind. Wie wir aber aus den vorausgeschickten Betrachtungen wissen, hat grade diese den größten Einfluß auf den Stromverbrauch. Abb. 1, Taf. LX ist sogar für den vorliegenden Fall bei der Spindlersfeld-Bahn selbst gezeichnet worden, und der mit der Fahrzeit von 19,3 bis zu 55,8 W.St./tkm schwankende Verbrauch kennzeichnet deutlich die Größe der von Cserháti begangenen Unterlassung.

Vielleicht holt Cserháti das Versäumte noch nach. Für diesen Fall wäre es erwünscht, wenn er die vollen Fahr-schaulinien veröffentlichte, die seinen Berechnungen zu Grunde liegen, oder wenigstens die Beschleunigung, die er für das Anfahren gewählt hat. Wir haben ja gesehen, daß eine größere Beschleunigung den Stromverbrauch unter sonst gleichen Umständen noch herabdrücken kann. In dem Spindlersfelder Beispiele ist sie zufällig ziemlich klein, da die Triebmaschinen in diesem Falle nicht für große Beschleunigung gebaut sind. Die Angabe der Beschleunigung wäre um so erwünschter, als sie im allgemeinen bei Drehstrom kleiner sein wird, als bei Wechselstrom, und es doch nicht angängig sein dürfte, den Zufallswert der Spindlersfelder Fahr-schaulinie mit dem wohl gewählten Werte eines ganz bestimmten Entwurfes in Vergleich zu stellen.

3. Die Ballstonlinie. Die von Cserháti benutzten Angaben sind einer anderen Veröffentlichung\*\*), aber mit einem erheblichen Irrtum entnommen. Die Veröffentlichung gibt den Verbrauch in V.A.St. an, Cserháti liest das für W.St., obwohl sich unmittelbar unter der Verbrauchsangabe folgende Stelle findet:

»Der geringere Verbrauch von V.A.St. für die Tonnen-»Meile bei Gleichstrom ist zum Teil dem bessern Wirkungs-»grade und Leistungsfaktor zuzuschreiben, den der kom-»pensierte Motor beim Betriebe mit Gleichstrom hat, teils »aber auch der größeren Beschleunigung, die ein längeres »stromloses Auslaufen gestattet«.

\*) Glasers Annalen 1904, Nr. 651.

\*\*) Street Railway Journal 1904, 27. August (nicht 24. August),

Ich habe in diesem Satze das Wort »Leistungsfaktor« unterstrichen. Die Leistungsziffer ist bekanntlich die Zahl, mit der die V.A.St. erst noch vervielfältigt werden müssen, um die W.St. zu finden. Sie ist für Gleichstrom allerdings immer = 1, für Dreh- und Wechselstrom aber immer  $< 1$ . In jener Veröffentlichung ist sie allerdings nicht angegeben, aber vernachlässigt werden darf sie nicht.

Noch eine andere Kleinigkeit hat Cserhádi bei dieser Betrachtung übersehen. Die Triebmaschinen der Ballston-Linie sind nicht reine Wechselstrommaschinen, sondern für Wechselstrom und Gleichstrom gebaut. Welche Zugstände man bei dieser Bauart dem Wirkungsgrade für die eine oder die andere Stromart zu machen gezwungen war, darüber enthält die Veröffentlichung keine Angaben. Zu einem Vergleiche zwischen den Stromverbräuchen bei Drehstrom und Wechselstrom ist das gewählte Beispiel deshalb durchaus ungeeignet, und der Schluß, den Cserhádi hieraus auf den Mehrverbrauch der reinen Wechselstrommaschinen zieht, schwebt in der Luft.

Damit sind die Beispiele erschöpft, mit denen Cserhádi die Überlegenheit der Drehstrommaschine über die Wechselstrommaschine im Stromverbräuche begründen wollte. Man kann nicht behaupten, daß sie glücklich gewählt wären.

Es liegt auch tatsächlich kein Grund vor, weshalb der Stromverbrauch bei den Drehstrombahnen so viel günstiger sein sollte, als bei den Wechselstrombahnen. Wenn auch der Wirkungsgrad der Maschinen vielleicht ein etwas besserer ist, so ist dagegen der Wirkungsgrad beim Anfahren schlechter. Der geringere Stromverbrauch wird also bald auf der einen, bald auf der anderen Seite sein, je nachdem mehr oder weniger häufig angefahren werden muß. Auf die Arbeits-Rückgewinnung zu rechnen, ist in beiden Fällen in gleichem Maße statthaft.

Ob der auf der Valtelinabahn erzielte Stromverbrauch von 31 W.St./tkm am Wagen gemessen und 44 W.St./tkm im Kraftwerke gemessen, tatsächlich ein niedriger Wert ist, läßt sich nur beurteilen, wenn man den Fahrplan, die Zugstärke und die Neigungs- und Krümmungsverhältnisse genau kennt. Da sie eine Vollbahn ist, die früher mit Dampf betrieben wurde, die also keine allzu großen Steigungen und Krümmungen haben kann, und auf der auch heute noch lange Züge gefahren werden, so kann der Wert jedenfalls nicht von Hause aus als niedrig bezeichnet werden. Es wäre also sehr dankenswert, wenn Cserhádi seine diesbezügliche Behauptung durch Beweismittel unterstützte.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahnhofs-Einrichtungen.

#### Über Blockperren.

(Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1905, Aug., Nr. 59, S. 877, Nr. 60, S. 894. Mit Abbildungen.)

In Ergänzung der früheren Ausführungen\*) werden noch

\*) Organ 1905, S. 31.

einige Einzelfragen erörtert und bestimmte Sonderfälle besprochen, die bei der Streckenblockung vorkommen. Zur Erleichterung des Verständnisses dienen zahlreiche Abbildungen. —k.

### Maschinen- und Wagenwesen.

#### Lokomotivleistungen im Verschiebedienste\*).

Master Mechanics' Association, Juni 1904\*\*).

Die in der vorjährigen Versammlung geplanten Versuche zur genaueren Ermittlung der Leistung von Verschiebelokomotiven

\*) Organ 1904, S. 175.

\*\*\*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87.

scheinen erfolglos gewesen zu sein. Um wenigstens eine vergleichende Statistik zu ermöglichen, wurde beschlossen, diese Leistungen nach Tonnenstunden zu berechnen und zwar nach dem Produkte aus Reibungsgewicht in t und Dienststundenzahl. Die Tonnenstunde wird dabei auf 200 ton-miles, also 322 tkm im Zugdienste geschätzt. Dies entspricht etwa einer Leistung

#### Zusammenstellung I.

#### Abmessungen von Verschiebe-Lokomotiven.

B a h n	Zentralbahn von New Jersey	Great Northern	Süd Pacific	Erie	Union Pacific	Cheasepeake und Ohio-Bahn	Preussische Staatsbahn	
B a u a r t	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	4/4	3/3	3/4
Zylinderdurchmesser . . . . . mm	457	483	508	483	508	533	350	450
Kolbenhub . . . . . "	610	660	660	660	660	711	550	630
Triebraddurchmesser . . . . . "	1295	1244	1448	1270	1448	1295	1100	1350
Rostfläche . . . . . qm	6,3	2,8	2,8	4,83	2,8	2,8	1,3	1,5
Heizfläche (innen) . . . . . "	110	157	151	157	149	216	60	110,0
Dienstgewicht (ohne Tender) . . . t	56,2	62,6	65,8	65,8	68,0	77,6	31	60,2
Zugkraft z. 0,5 p $\frac{d^2 l}{D}$ . . . . . kg	6200	8620	7330	8120	7330	9900	3650	5650
Zugkraft : Dienstgewicht . . . . .	111	138	112	123,4	108	128	118	94
Wasserinhalt . . . . . cbm	15,1	15,1	15,1	17	15,1	22,7	4,0	7,0
Dienstgewicht des Tenders . . . . . t	—	—	—	42,7	—	54,9	—	2,0

von 6 bis 9 km/Std. unter Annahme einer Zugkraft von 0,143 des Reibungsgewichtes.

Als Verschiebelokomotiven finden in Amerika meist 3/3 gekuppelte Lokomotiven mit besonderem, nach hinten abgeschrägtem Tender Verwendung. Die Achsdrücke der Triebachsen gehen bis zu 22 t. Die Zusammenstellung I gibt die Hauptabmessungen einiger neuer amerikanischer Verschiebelokomotiven. Vergleichsweise sind die Abmessungen der hier vielfach zum Verschiebedienste verwendeten 3/3 gekuppelten Nebenbahn-Tenderlokomotive und der 3/4 gekuppelten Tenderlokomotive der preussischen Staatsbahnen mit aufgeführt.

M—n.

### Bewährung schwerer Lokomotiven.

Master Mechanics' Association, Juni 1904.

Bei dem schnellen Wachstum der amerikanischen Güterzuglokomotive sind vielfach Bedenken aufgestiegen, ob die Verwendung schwerer Lokomotiven von 300 bis 500 qm Heizfläche, die Güterzüge von 1000 bis 3000 t zu schleppen vermögen, bezüglich der Betriebs- und Unterhaltungskosten wirtschaftlich sei.

Auf Grund der Zusammenstellung I kann dies bejaht werden.

Bei den beiden angeführten Bahnen ist der Kohlenverbrauch für das Lokomotivkilometer trotz der Steigerung der Leistung um rund 31 % und 96 % nur um 16 % und 60 % gestiegen.

Zusammenstellung I.

	Norfolk und West-Bahn Gebirgsbahn				Flachlandbahn			
	1897	1903	Zu- nahme in %	Ab- nahme in %	1897	1903	Zu- nahme in %	Ab- nahme in %
Zahl der Güterzuglokomotiven . . . . .	316	433	37	—	291	292	0,34	—
Durchschnittliche Zugkraft einer Lokomotive . . . kg	9900	13050	30,7	—	6940	13560	96	—
Geförderte Nutzlast für eine Lokomotive . . . 1000 tkm	4500	6130	36,2	—	6480	11900	84	—
Durchschnittsleistung für eine Lokomotive . . . km	39500	44710	13,2	—	47510	52370	10	—
Kohlenverbrauch für 1 Lokomotiv/km . . . . . kg	43	50	16	—	14,8	23,6	60	—
Kohlenverbrauch für 1000 tkm Nutzlast . . . . . „	172,3	165,3	—	4,1	98,5	94,7	—	3,8
Ausbesserungskosten für 100 Lokomotiv/km . . . . M	16,92	17,26	2,03	—	14,40	30,50*)	112*)	—
Ausbesserungskosten für 1000 tkm Nutzlast . . . . „	0,671	0,570	—	15	0,476	0,602*)	27*)	—
Durchschnittliche Nutzlast des Zuges . . . . . t	322	486	51	—	336	638	90	—
Durchschnittliche Nutzlast für die Lokomotive . . . „	251	303	21	—	301	504	67	—

\*) Hierin sind im Gegensatz zu den Angaben der Norfolk und West-Bahn auch die Kosten für Beschaffung neuer Lokomotiven eingerechnet. Diese Ziffern lassen also Vergleiche nicht zu.

Auf die geförderten Nutzlastkilometer gerechnet, ist er in beiden Fällen um etwa 4 % gesunken. Besonders bemerkenswert ist auch das Sinken der auf die geförderte Nutzlast bezogenen Kosten der Ausbesserung.

Die Verwendung schwerer Lokomotiven erscheint daher in wirtschaftlicher Beziehung durchaus gerechtfertigt, zumal neben den Ersparnissen an Heizstoff- und Ausbesserungskosten eine erhebliche Ersparnis an Kosten für die Bedienungsmannschaft eintritt. Auffällig ist übrigens, daß, wie aus dem Vergleiche der letzten beiden Reihen der Zusammenstellung I hervorgeht, trotz der Vergrößerung der Zugkraft der einzelnen Lokomotiven keine Verminderung an Vorspann eingetreten ist. Der Verkehr ist also mindestens in demselben Verhältnisse gestiegen, wie die Zugkraft. Die Einführung schwererer Lokomotiven bringt ferner den Vorteil mit sich, daß sich die Zahl der Kreuzungen und Überholungen vermindert, allerdings brauchen die Züge mehr Zeit zum Einfahren in die Nebengleise und diese müssen länger sein. Mit der Schwere der Züge nimmt auch der bei Schäden entstehende Verlust durch Verspätung der Güter zu; es wird daher gerade für die schweren Lokomotiven äußerste Sorgfalt im Bau empfohlen. Auch sollen die Kessel im Verhältnisse zu den Zylindern möglichst groß gewählt werden, selbst wenn das Gewicht schwer belastete Laufachsen bedingt. Während bei europäischen Lokomotiven das Verhältnis des Zylinderinhaltes

zur Heizfläche meist zwischen 0,85 und 1,05 liegt, zeigen die in St. Louis 1904 ausgestellten 3/4 und 4/5 gekuppelten Güterzuglokomotiven Werte von 0,63 bis 0,93 und im Mittel 0,76. Die neuen amerikanischen Lokomotiven haben daher für gleichen Zylinderinhalt etwa 20 % mehr Heizfläche. Das Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche ist dabei ungefähr dasselbe, wie hier. Es beträgt bei den vorerwähnten Lokomotiven im ungünstigsten Falle 1 : 72. Von den früher mehrfach ausgeführten Verhältnissen von R : H bis 1 : 94 scheint man in Amerika zurückzukommen. Bei den in Deutschland viel verwendeten 4/4 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven, die meist noch unter  $4 \times 14 = 56$  t wiegen, könnte bei Ausnutzung des jetzt zulässigen Achsdruckes von 16 t ein erheblich größerer Kessel verwendet werden, der eine höhere Leistung der Lokomotive, als bisher, oder bei gleicher Leistung eine geringere Beanspruchung der Heizfläche und entsprechend sparsames Arbeiten ermöglichen würde. Auch der Raddurchmesser, der jetzt meist 1250 mm beträgt, könnte vergrößert und dadurch die zulässige Höchstgeschwindigkeit erhöht werden. Die in St. Louis ausgestellten 4/5 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven hatten Triebraddurchmesser von 1420 bis 1600 mm. Die entsprechende Vergrößerung des Achsstandes bildet keine Schwierigkeit, nachdem sich namentlich in Österreich die 5/5 gekuppelten Güterzug-Lokomotiven mit Gölsdorfscher Achsanordnung bewährt haben,

Übrigens finden auch bei einer Reihe der europäischen Bahnverwaltungen schwerere Güterzug-Lokomotiven immer mehr Eingang. Einige neuere Ausführungen zeigt Zusammenstellung II.

## Zusammenstellung II.

Nr.	Kup- pelung	Güterzug-Lokomotiven der	Rost- fläche qm	Heiz- fläche qm	Dienst- gewicht t	Bemerkungen
1	4/5	sächsischen Staatsbahn . . . . .	13,1	190	72	Verbinder-Überhitzer.
2	4/5	norwegischen Staatsbahn . . . . .	2,8	178	72	—
3	4/5	schweizerischen Bundesbahnen, vierzylindrig . . . . .	2,8	178	74	Schweizerische Bauzeitung 1902, S. 147.
4	4/5	französischen Südbahn . . . . .	2,8	256	72	Serve-Rohre, Organ 1903, S. 24.
5	4/5	Great Western Bahn . . . . .	2,5	191	70	—
6	4/6	italienischen Mittelmeerbahn . . . . .	4,4	162	76	—
7	5/5	österreichischen Staatsbahn und Südbahn, Gölsdorf'sche Achsenanordnung . . . . .	3,0	185	66	—
8	5/5	württembergischen Staatsbahn, Gölsdorf'sche Achsenanordnung	2,8	262	75	Serve-Rohre.
9	5/5	sächsischen Staatsbahn . . . . .	13,3	196	70	—
10	5/6	Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen, vierzylindrig . . . . .	2,8	256	78	Serve-Rohre, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1904, S. 1630.

M—n.

## Technische Litteratur.

**Über die Untersuchung und das Weichmachen des Kesselspeisewassers:** Von Ing. mech. E. Wehrenfennig, Oberinspektor der österreichischen Nordwestbahn in Wien unter Mitwirkung des Ing. chem. F. Wehrenfennig, Fabrikdirektor in Eggenberg b. Graz. 2. gänzlich umgearbeitete Auflage. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1905. Preis 7,50 M.

Aus früheren Veröffentlichungen im »Organ« und in der »Eisenbahntechnik der Gegenwart«, sowie durch den Ruf in Fachkreisen ist bekannt, mit welcher Hingabe und Ausdauer sich der Verfasser der Frage der Wasserreinigung gewidmet hat, insbesondere der Feststellung solcher Verfahren, welche bei genügender Wirksamkeit einfach genug sind, um sich für den Kesselbetrieb im großen zu eignen, und um die Durchführung seitens technisch und chemisch ungebildeter Angestellter zu gestatten. Dieses Ziel ist erreicht, und zwar nun, wie die ganz neue Gestalt des Buches erkennen läßt, unter Beachtung der neuesten Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnis. In letzterer Beziehung wird der neue Mitarbeiter das seinige beigetragen haben. Da zahlreiche ausgeführte Reinigungsanlagen dargestellt und beschrieben sind, so hat das Werk auch unmittelbaren Wert als Vorlage für den im Betriebe Stehenden.

Auf die Wichtigkeit des Gegenstandes brauchen wir unsern Leserkreis nicht erst hinzuweisen, gehören doch die Folgen der Verwendung schlechten Speisewassers zu den meist beklagten Übelständen des Eisenbahnbetriebes, um so mehr aber freuen wir uns, den Fachgenossen das Wiedererscheinen dieses wichtigen Helfers in der Not bekannt zu geben.

Dem trefflichen Inhalte des Werkes entspricht die bekannte gediegene, und bei aller Anspruchslosigkeit würdige Ausstattung seitens des Verlegers.

**Die ersten 25 Jahre des Elektrotechnischen Vereines.** 1879 bis 1904. Herausgegeben von E. Naglo,zeitigem Vorsitzenden des Vereines. Berlin 1904.

Die Festschrift der Jubelfeier bringt eine Übersicht über Ursprung und Geschieke des Elektrotechnischen Vereines und damit über die Entstehung eines der wichtigsten Gebiete heutiger Technik.

**Transversal-Dampfturbinen** für elastische Kraftmittel: Wasserdampf, Luft, schweflige Säure, Kraftgas u. dgl. von A. Patschke, Ingenieur in Mülheim a. d. Ruhr. Mülheim (Ruhr), M. Röder. Preis 2,0 M.

Die Schrift bringt aufer der Darstellung der Dampfturbinen des Verfassers mit schraubenförmiger Umfangsbeaufschlagung eines Schaufelzylinders eine Theorie der Zurückwerfung elastischer Strahlen, welche auch auf das Lichtrad von Crookes angewendet wird. Bei der täglich wachsenden Bedeutung der Dampfturbinen überhaupt, und insbesondere einfacher und dauerhafter machen wir auf diese erste Veröffentlichung des Erfinders besonders aufmerksam.

**Das deutsche Landhaus,** Wochenschrift für Heimkultur. Berlin S. W. 12, herausgegeben vom Hempelschen Verlage.

Die Zeitschrift stellt sich die Aufgabe, den Sinn für zweckmäßigen und gefälligen Landhausbau mit allem, was dazu gehört, wie Gartenanlagen, zu pflegen und zu verbreiten.