

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLVIII. Band.

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

11. Heft. 1911. 1. Juni.

### Wasserschlag in Lokomotivdampfzylindern.

Von Dr.-Ing. M. Osthoff, Regierungsbaumeister in Hattingen, Ruhr.

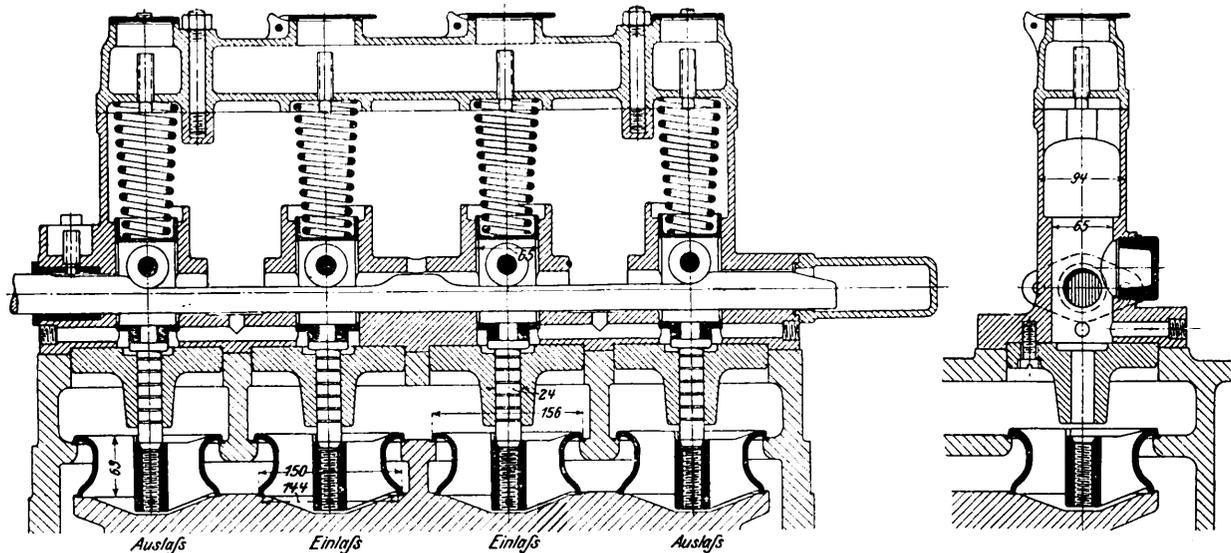
(Schluß von Seite 169.)

#### V. 5. Doppelsitzventile.

Zu den Flach- und Kolben-Schiebern hat sich in allerneuester Zeit als Steuerungsteil für Lokomotiven auch das an ortsfesten Maschinen bereits seit langen Jahren bewährte Doppelsitzventil gesellt. Bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen,

deren Verwaltung wie seiner Zeit bei der Einführung der Dampfüberhitzer auch hier bereitwilliges Entgegenkommen gezeigt hat, sind bereits eine größere Anzahl von Lokomotiven mit Lentz-Ventilsteuern, und einige mit Stumpf-Steuerung im Betriebe. Bei den Lentz-Ventil-Lokomotiven\*) werden Ein-

Abb. 27.



und Auslaß (vergl. Textabb. 27) durch je ein Ventil (Textabb. 28) gesteuert.

Die Stumpf-Lokomotiven\*) sind nach dem Vorbilde der Gleichstromdampfmaschine\*\*) gebaut, bei der der Zylinder etwa doppelt so lang ist, wie der Kolbenhub, und der Kolben etwa so breit wie sein Hub. Sie haben als Auslässe Auspuffschlitze, die unveränderliche Vorausströmung von 10 bis 12% und Pressung von 90 bis 88% bedingen. Als Einlässe dienen gewöhnliche Doppelsitzventile. Der Antrieb erfolgt wie bei

Lentz durch eine Stange, nur befinden sich hier die Hubbogen an den Ventilschneidköpfen und die Rollen an der Antriebsstange.

Bei einer Gleichstromlokomotive ist zwar der größte Auslaßquerschnitt der Schlitze etwa dreimal so groß wie bei gewöhnlichen Lokomotiven, dagegen ist bei ersterer die Zeit für den Auspuff nicht halb so groß wie bei letzterer. Bei den Gleichstromlokomotiven mit 12% Vorausströmung und 88% Pressung ergibt sich die Dauer des Auspuffes auch bei den größten Füllungen zu nur etwa 0,233 der für eine Treibradumdrehung erforderlichen Zeit  $t$ , bei gewöhnlichen Schwingen-

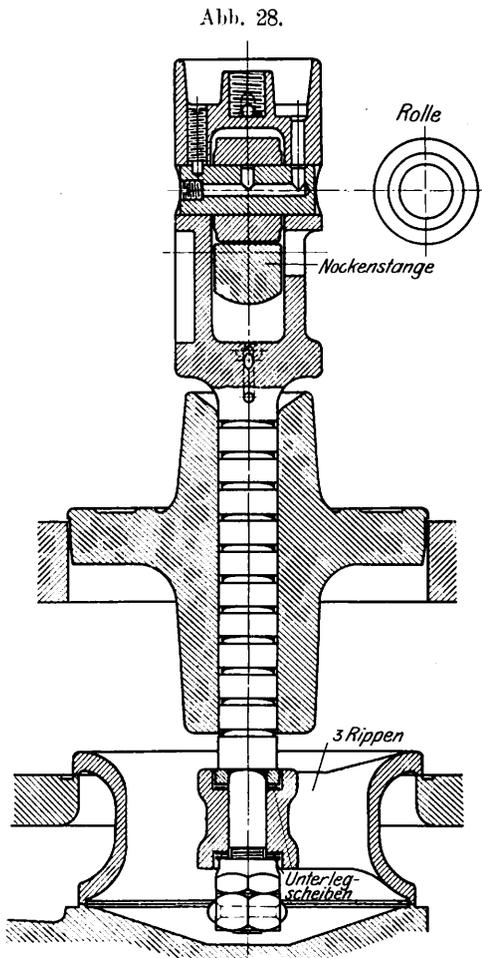
\*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1909, Hefte 28 und 38; Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes 1910, Nr. 3. Organ 1910, S. 335, 355.

\*\*) Bei Lokomotiven zuerst angewendet von der Intercolonial Bahn in Kanada, Railroad Gazette 1901, Seite 395.

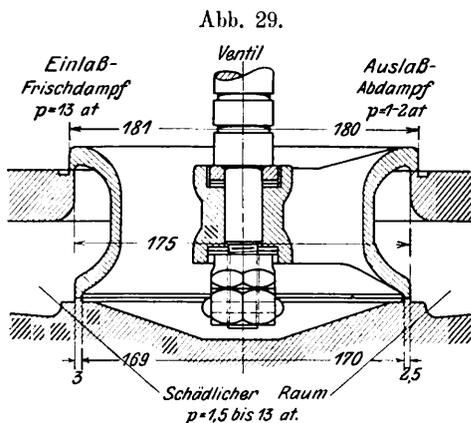
\*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, Heft 17, 21 und 26; Organ 1909, Seite 358, 372, 391; Dingler, Polytechnisches Journal 1909, Heft 10 bis 17.

steuerungen mit etwa 9,5% Pressung und 11,5% Vorausströmung bei 70% Füllung dagegen zu 0,51 t. Tritt beim Anfahren einer Gleichstromlokomotive bei etwa 70% Füllung Schleudern ein, so dürfte schon für die große Dampfmenge die Zeit zum Auspuffen knapp sein. Vor allem aber dürfte das viel trägere Wasser kaum Zeit haben, in solch genügender Menge durch die zwar sehr günstig liegenden, weiten Auspuffschlitze ausfließen zu können, daß Wasserschläge schon allein durch die Verwendung der Schlitzauslaß-Steuerung vermieden werden.

Um die beiden Gattungen der Ventillokomotiven hinsichtlich ihres Verhaltens bei Wasserschlag zu untersuchen, soll vorerst die Wirkungsweise eines Doppelsitz- und zwar zunächst des Auslaß-Ventiles von Lentz beispielsweise an einer G<sub>8</sub>-Lokomotive betrachtet werden. Die Doppelsitzventile sind nicht vollständig entlastet, da der obere Sitz (Textabb. 29)



Um die beiden Gattungen der Ventillokomotiven hinsichtlich ihres Verhaltens bei Wasserschlag zu untersuchen, soll vorerst die Wirkungsweise eines Doppelsitz- und zwar zunächst des Auslaß-Ventiles von Lentz beispielsweise an einer G<sub>8</sub>-Lokomotive betrachtet werden. Die Doppelsitzventile sind nicht vollständig entlastet, da der obere Sitz (Textabb. 29)



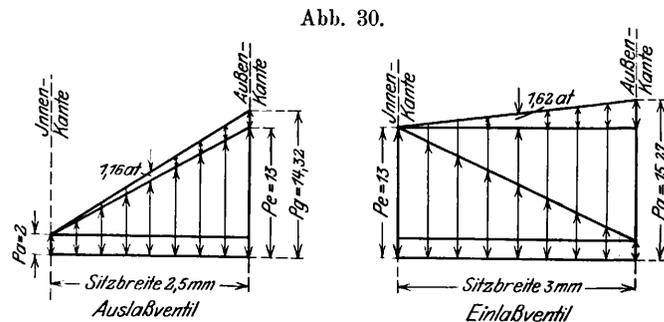
zwecks Durchsteckens des Ventiles einen größeren Durchmesser hat, als der untere.

Nach zeichnerischer Untersuchung\*) der auf ein Lentz-Auslaß-Ventil an Lokomotiven wirkenden Kräfte ist allein der

\*) Dingler, Polytechnisches Journal 1909, S. 215.

Dampfdruck auf die Ventilringfläche während der Einströmung von Frischdampf mit 13 at Spannung oder der Pressung und das Ventiltgewicht für die Berechnung der Auslaßventilfeder maßgebend.

Hierfür soll angenommen werden,\*) daß von Innenkante des Auslaßventiles bis zur Außenkante (Textabb. 30) ein



gleichmäßiger Abfall der Dampfspannung von p<sub>e</sub> = 13 at auf p<sub>a</sub> = 1 at erfolgt, also eine mittlere Spannung von p<sub>m</sub> = p<sub>a</sub> +  $\frac{p_e - p_a}{2}$  = 7 at ab, oder ein Überdruck p von p<sub>m</sub> - p<sub>a</sub> = 6 at auf jeder der beiden Ringflächen lastet.

Bei der sehr geringen Breite dieser Flächen von nur 2,5 mm kann dieser Wert von p als ziemlich genau betrachtet werden, und ist dementsprechend der Sicherheitszuschlag zwecks Vermeidung von Dampfverlusten in der Federvorspannung zu nur 20 kg gewählt. Bei breiteren Ventilsitzflächen hängt es ganz von deren jeweiligem Zustande ab, ob sie tatsächlich in ihrer ganzen Breite gleichmäßig zur Abdichtung beitragen oder nicht. Es kann vorkommen, daß die Abdichtung vorwiegend durch die innere oder äußere Zone der Ringfläche bewirkt wird. Im ersten Falle würde p kleiner, im zweiten größer, als 6 at werden. Letzterm Umstände müßte man durch einen größeren Sicherheitszuschlag zu der Federvorspannung Rechnung tragen.

Der Dampfdruck auf die beiden Ringflächen des Lentz-Auslaßventiles von zusammen 27,5 qcm ergibt sich zu 165 kg. und demgemäß die Federvorspannung bei der Annahme, daß das Gewicht des Ventiles zur Überwindung seines Reibungswiderstandes erforderlich ist, zu 165 + 20 = 185 kg. Zur Überwindung der Sicherheitsspannung von 20 kg + 6 kg Ventiltgewicht + 6 kg Reibung = 32 kg ist ein mittlerer Überdruck von  $\frac{32}{27,5} = 1,16$  at erforderlich. Die Spannung im Zylinder muß also um mindestens 2 · 1,16 = 2,32 at, also auf 14,32 at erhöht werden, damit das Ventil durch den Druck des Gemisches geöffnet wird.

Bei einem Lentz-Einlaßventile nach Textabb. 29 links, wo der Dampfdruck auf die Ringfläche auf Schluß des Ventiles wirkt, wird die Größe der Federspannung durch Massenkräfte bedingt\*\*). Man erhält hier bei der G<sub>8</sub>-Lokomotive eine Vorspannung der Feder von etwa 96 kg. Hat der Gemischdruck vom Zylinder her die Höhe der Dampfspannung im Ventilkasten erreicht, so könnte man das Ventil frei bewegen, falls nicht noch andere Kräfte darauf wirkten, nämlich: auf

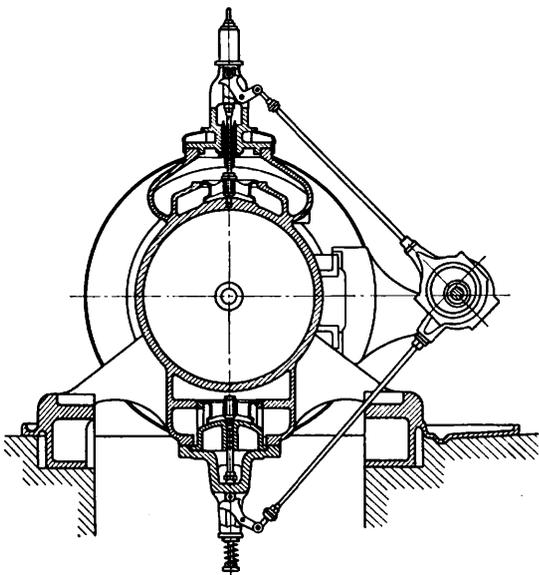
\*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 403.

\*\*) Dingler, Polytechnisches Journal 1909, S. 214.

Öffnen wirkend der Dampfdruck von 54,2 kg auf die Ventilschindel, ferner auf Schluß wirkend die Federspannung von 96 kg, das Ventilgewicht von 6 kg und der Reibungswiderstand von 6 kg. Um das Einlaßventil zu öffnen, muß also der Gemischdruck auf die 3 mm breiten Ringflächen von 33 qcm eine Kraft von  $96 + 6 + 6 - 54,2 = 54,2$  kg überwinden. Hierzu ist ein mittlerer Überdruck von 1,63 at auf die Ringfläche erforderlich. Zum Öffnen des Ventiles muß daher die Spannung im Zylinder um mindestens  $2 \cdot 1,63 = 3,27$  at also auf 15,27 at erhöht werden.

Dieses Ergebnis stimmt sehr gut mit den Beobachtungen von ter Meer an Lentz-Einlaßventilen einer liegenden Dampfmaschine überein\*). Es sei hier bemerkt, daß sich die Lentz-Auslaßventile an einer liegenden Maschine nach Textabb. 31, deren Bauart das Ausfließen des Wassers wegen der

Abb. 31.



tiefen Lage der Ventile während der Ausströmung zwar begünstigt, bei Wasserschlag nicht öffnen können, weil der Wasserdampfdruck auf Schluß dieser Ventile wirkt.

Bei den für die  $G_3$ -Gleichstromlokomotive verwendeten, nur 150 mm großen Einlaßventilen, über die nähere Angaben fehlen, soll der zum Öffnen erforderliche Überdruck nach ähnlichen Ausführungen von Lentz-Ventilen auf etwa 3,5 at, also der Gemischdruck auf 15,5 at geschätzt werden.

In den vorstehenden Untersuchungen ist die zum Öffnen erforderliche Zeit\*\*) bisher nicht berücksichtigt; auf rechtzeitiges Öffnen des Ventiles kommt es zur Vermeidung von Überspannungen aber wesentlich an. Eine gewisse Zeit ist erforderlich, bis der mittlere Druck auf die Ringfläche soweit erhöht ist, daß das Ventil sich abheben kann. Dampf kann wegen seiner Dünflüssigkeit viel eher, als Wasser, zwischen die Sitzflächen treten, und so ein frühzeitiges Abheben des Ventiles bewirken. Beim Lentz-Auslaßventile befindet sich zwischen den Sitzflächen stets Dampf, der vom Prefsraum her in das Blasrohr zu entweichen sucht. Bei dem Lentz-

\*\*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905. S. 79.

\*\*\*) Die Versuche von ter Meer scheinen bei niedrigen Umlaufzahlen ausgeführt zu sein.

und Stumpf-Einlaßventile befindet sich zwischen den Sitzflächen während des ersten Teiles der Pressung nur Wasser. Bei Wasserschlag hat nämlich das gegen den Dampfstrom etwas verspätete Wasser das Ventilinnere ausgefüllt, und sucht nun vom Kesselüberdrucke getrieben zwischen den Sitzflächen hindurch in den Zylinder zu entweichen. Aus diesen Gründen wird das Öffnen der Lentz- und Stumpf-Einlaßventile später beginnen, als das der Auslaßventile. Auch die Breite des Ventilsitzes dürfte auf den Zeitbedarf zum Öffnen der Ventile Einfluß haben.

Bei einem 17,5 cm weiten Lentz-Ventile mit 1,3 cm Hub beträgt der freie Durchflußquerschnitt 143 qcm. Die Lentz- und Stumpf-Ventile dürften in Wirklichkeit bei hohen Wasserdrukken eine größere als die durch die Form der Nocken bedingte Hubhöhe haben, welche hier für eine Vergleichsrechnung bei beiden Ventilen zu 1,3 cm angenommen werde. Die Ventile können sich nämlich soweit abheben, bis die Spindelköpfe von unten her gegen die Nocken- oder Rollenstange stoßen. Rechnet man bei den Lentz-Ein- und Auslaß-Ventilen wegen der Einschnürung nur die Hälfte der Durchflußquerschnitte, so ergibt sich  $f$  zu 143 qcm, das ist  $\frac{1}{20}$  der Kolbenfläche  $F$  von 2827 qcm.

Nimmt man an, daß beide Lentz-Ventile Auslaßventile und um 1,3 cm bei Wasserschlag geöffnet wären, so ist bei einem Druckunterschiede zwischen Zylinder und Blasrohr von etwa 14 at = 140 m Wassersäule die Wassergeschwindigkeit  $v =$  etwa 53 m/sek. Läßt man gegen Ende der Pressung das Gesetz  $F \cdot c = f \cdot v$  gelten, so darf die Kolbengeschwindigkeit bei  $f = 0,05 F$  während des Schleuderns  $53 : 20 = 2,66$  m/sek betragen, ohne daß eine wesentliche Drucksteigerung des Gemisches entsteht. Sind die beiden Lentz-Ventile dagegen unter denselben Verhältnissen Einlaßventile, beträgt also der Druckunterschied zwischen Zylinder und Ventilkasten nur etwa 2,5 at, so ergibt sich eine Wassergeschwindigkeit  $v$  von nur etwa 22,4 und eine dieser entsprechende Kolbengeschwindigkeit  $c$  von nur 1,12 m/sek.

Da nun stets ein Ein- und ein Auslaß-Ventil vorhanden sind, so liegt die Größe der zulässigen Kolbengeschwindigkeit in Wirklichkeit zwischen den errechneten Zahlen. Man sieht hieraus, daß ein Auslaßventil, das sich eher öffnet und auch bei größerem  $v$  mehr Wasser ausläßt, die Lokomotive viel wirksamer gegen Beschädigungen durch Wasserschlag schützt, als ein Einlaßventil.

Bei dem Stumpf-Ventile ergibt sich unter Berücksichtigung einer Einschnürung von 50% die größte Öffnung  $f$  zu  $F : 46$ . Bei einem Druckunterschiede von nur etwa 3,5 at für das Einlaßventil beträgt die Wasserausflußgeschwindigkeit  $v$  etwa 26,5 m/sek und die dem Gesetze  $f \cdot v = F \cdot c$  entsprechende Kolbengeschwindigkeit  $c$  etwa 0,58 m/sek.

Lehrreich erscheint hier ein Vergleich der Gleichstrommit der belgischen Lokomotive auf S. 155. Behält man unter der Annahme, daß die größere Einschnürung des Stumpf-Ventiles mit zwei Öffnungen gegenüber nur einer bei dem belgischen Sicherheitsventile durch die Möglichkeit größerem Ventilhubes als 1,3 cm ausgeglichen wird, die Größen  $f = F : 46$  und  $F : 61$  und demgemäß auch  $c = 0,58$  und 1 m/sek als Vergleichszahlen bei, so ergibt sich, daß sich die Gleichstrom-

\*) Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1905, S. 79.

lokomotive bei gleicher GröÙe der schädlichen Räume und bei gleich großen Mengen des in den Prefsräumen eingeschlossenen Wassers bei Wasserschlag ungünstiger verhalten dürfte, als die belgische Lokomotive.\*)

Tatsächlich sind an den  $G_3$ -Gleichstrom-Heißdampf-Lokomotiven mehrfach Zylinderdeckelbrüche vorgekommen, die nicht nur auf Spannungen durch Wärmeunterschiede im Deckel, sondern auch wohl auf Wasserschlag beim Schleudern zurückzuführen sein dürften.

Bei den seit einigen Jahren im Betriebe befindlichen Lentz-Ventil-Lokomotiven für Nafs- und für Heißdampf, deren Zahl 40 übersteigt, ist bisher keine Beschädigung des Triebwerkes durch Wasserschlag vorgekommen. Diese Tatsache und die vorstehenden Überlegungen berechtigen zu der Annahme, daß bei der Lentz-Lokomotivsteuerung dank dem Vorhandensein von auf Öffnen beanspruchten Auslaßventilen eine freie Auslaßöffnung frühzeitig genug in solcher GröÙe entsteht, daß dem Wasser rascher Abfluß möglich ist und das Triebwerk vor größerer Überlastung geschützt wird.

In allerneuester Zeit hat sich das die Lentz-Lokomotivsteuerung ausführende Werk veranlaßt gesehen, die Dampf-führung im Ventilzylinder so einzurichten, daß der Dampfdruck auf die Ringfläche der Auslaßventile auf Schließen der Ventile wirkt. Diese Änderung hat folgende Vorteile: die Auslaßventile werden während der Einströmung von Frischdampf und der Pressung statt durch die Federn durch den Dampfdruck stets mit Sicherheit geschlossen gehalten, so daß Dampfverluste als Folge des Erlahmens der Federn ausgeschlossen sind\*\*). Ferner können erheblich schwächere Auslaßfedern verwendet werden, wodurch die Betriebsicherheit der Steuerung erhöht wird. Bei den älteren, auf Öffnen beanspruchten Auslaßventilen betrug die Vorspannung der Federn bis zu 300 kg. Die hierdurch in die Steuerung gebrachten großen Kräfte haben zu starker Abnutzung oder zum Fressen der Nockenstangen, Rollen, Rollenbolzen und Spindelköpfe nebst Führungen Veranlassung gegeben. Als Nachteil ist dagegen zu bezeichnen, daß die Wirkung der Auslaßventile als Sicherheitsventile bei Wasserschlag durch die veränderte Dampf-führung aufgehoben ist. Es kann sich bei der neuen Ventilanordnung jetzt nur noch das Einlaßventil genau wie bei Stumpf durch Überdruck vom Zylinder her öffnen.

Vergleicht man die neue Anordnung der Lentz- mit der Stumpf-Steuerung, so erkennt man die Überlegenheit der letzteren, bei der trotz der geringern Zeitdauer des Auspuffes wenigstens ein Teil des übergerissenen Wassers durch die tief-liegenden Schlitze ausgeblasen wird, was bei den hochsitzenden Lentz-Auslaßventilen ausgeschlossen ist. Somit dürfte, abgesehen von der ältern, nicht mehr ausgeführten Lentz-Steuerung, die Gleichstromsteuerung mit Einlaßventilen und an tiefster Stelle der Zylinder befindlichen Auslaßschlitzen die bezüglich Wasserschlag zur Zeit betriebsicherste Steuerung für Heißdampflokomotiven sein.

\*) Vergleiche S. 155.

\*\*\*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1910, S. 456.

## VI. Schlufsbetrachtungen.

Faßt man den Inhalt vorstehender Untersuchungen zusammen, so kommt man zu folgendem Ergebnisse:

Während des Anfahrens, besonders, wenn Schleudern eintritt, kann in allen Lokomotivkesseln starkes Wassermitreifen eintreten. Besonders ungünstig verhalten sich in dieser Beziehung die Heißdampflokomotiven, deren Überhitzer erstens einen großen Rauminhalt besitzt und zweitens einen Wassersack bildet, aus dem das Wasser nicht abgelassen werden kann. Beim Übertreten des Wassers in die Zylinder kann eine Überbeanspruchung des Triebwerkes erfolgen, die starke Abnutzung bewirkt, also hohe Unterhaltungskosten verursacht. Bei starken Wasserschlägen können betriebsgefährliche Brüche auftreten, die hohe Kosten mit sich bringen.

Verstärkungen des Triebwerkes können unter Umständen die Betriebsicherheit vergrößern, dürften aber zugleich auch die laufenden Unterhaltungskosten durch stärkere Abnutzung erhöhen.

Zur Vermeidung der Wasserschläge ist es erforderlich, das Übel an der Wurzel zu fassen. Hierzu bieten sich etwa folgende Möglichkeiten: Verwendung von nur vorzüglichem, natürlichem oder gut gereinigtem Speisewasser in Verbindung mit häufigem Auswaschen der Kessel; Verwendung möglichst hoher Dampfspannung im Kessel; Vergrößerung des Wasserspiegels; Vergrößerung der Dampf-räume unmittelbar über den Stellen der stärksten Verdampfung zwecks wirksamerer Wasserabscheidung; Einschaltung des genau einstellbaren Reglers etwa wie beim Pielock-Überhitzer zwischen Überhitzer und Schieberkasten; wo dies nicht möglich, Verwendung von Reglern, durch die beim Öffnen der Spannungsausgleich zwischen Kessel und Überhitzer nebst den sonstigen Räumen nur sehr langsam vor sich gehen kann; ferner zur Vermeidung des Schleuderns: Verkleinerung der Zylinderdurchmesser, wodurch die größte Kolbenkraft in bessere Übereinstimmung mit der Reibungszugkraft gebracht wird.

Bei dem derzeitigen Stande des Lokomotivbaues lassen sich die vorstehenden Änderungsvorschläge nicht soweit durchführen, daß das Wasserüberreißen völlig verhütet wird. Man muß dieses als unvermeidliches Übel hinnehmen und für rechtzeitigen und genügenden Abfluß des Wassers aus den Zylindern sorgen. Dies läßt sich mit folgenden Mitteln erreichen: Verwendung von Überhitzern, die keinen Wassersack bilden, wie bei Lanz, oder aus denen das Wasser durch Ventile abgelassen werden kann, wie bei Coale; Vergrößerung der Zylinderablaßventile und der schädlichen Räume; bei allen Lokomotiven Verwendung von an tiefster Stelle der Zylinder liegenden Steuerungsteilen, durch die das Wasser schon beim Auspuffe abfließen kann; bei Nafs-dampflokomotiven: Verwendung von Flachschiebern, die sich genügend weit abheben können; bei vorhandenen Kolbenschieber-lokomotiven: Verwendung von möglichst großen Zylinder-Sicherheitsventilen; bei neu zu bauenden Lokomotiven, insbesondere solchen mit Heißdampftrieb, statt der bisherigen Kolbenschiebersteuerung, die zur Verhütung von Überlastungen des Triebwerkes sehr große und daher unbequeme Sicherheitsventile erfordert, Verwendung von Ventilsteuerung in Verbindung mit an tiefster Stelle der Zylinder befindlichen Auspuffschlitzen.

Sache des Lokomotivgenieurs ist es, diese ganz einseitig, lediglich mit Rücksicht auf Verhütung von Wasserschlag aufgestellten Forderungen von Fall zu Fall mit den aus anderen Rücksichten folgenden, sich vielfach widersprechenden Forderungen in Einklang zu bringen.

Durch den vorstehenden Aufsatz hofft der Verfasser etwas Licht in ein bisher wenig beachtetes, aber darum nicht weniger wichtiges Gebiet des Lokomotivbaues und Betriebes gebracht zu haben. Er würde sich freuen, wenn hierdurch Anregung zu weiteren Untersuchungen gegeben würde.

### Ein Beitrag zur Lehre von den Gegengewichten der Lokomotive.

Von J. Jahn, Professor an der Technischen Hochschule zu Danzig.

(Fortsetzung von Seite 173.)

#### III. Ausdehnung der Untersuchung auf beide oder mehrere Triebwerke.

Eine Lokomotive hat mindestens zwei Triebwerke.

Zählt man die gleichzeitig wirkenden K-Kräfte der Triebwerke zusammen, so erhält man die Zuckkräfte der Lokomotive.

Bildet man aus ihnen die Momentengleichung, indem man als Hebelarm den Abstand des Triebwerkes von der Mittellinie der Lokomotive einführt, so erhält man die Schlingermomente.

Nur die auf Schienen laufende Lokomotive soll untersucht werden. P soll von vornherein gleich Null gesetzt werden, so daß nur die Massenkräfte in Erscheinung treten.

#### III. A. Bauart mit zwei um 90° versetzten Triebwerken, deren Massen gleich sind, Zwillingslokomotive.

##### A. 1. Zuckkräfte.

Wenn keine Gegengewichte vorhanden sind, so ist Gl. 9) zu verwenden. Aus dem K dieser Gleichung und dem vom zweiten Triebwerke herrührenden, bei dem der Kurbelwinkel =  $\varphi + 90^\circ$  ist, ist die Summe zu bilden.

Man erhält

$$\Sigma K_s = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [\cos \varphi + \cos (\varphi + 90^\circ)] - \mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} [\sin 2\varphi + \sin 2(\varphi + 90^\circ)].$$

Mit Hilfe der Beziehungen  $\cos (\varphi + 90^\circ) = -\sin \varphi$ ,  $\sin 2(\varphi + 90^\circ) = -\sin 2\varphi$  geht diese Gleichung über in

Gl. 17) . . .  $\Sigma K_s = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} (\cos \varphi - \sin \varphi).$

Das zweite Glied, das nach den Bemerkungen zu Gl. 9) den Einfluß der Abstützung der Lokomotive auf den Schienen angibt, verschwindet also für den üblichen Kurbelversetzungswinkel von  $90^\circ$ , und wenn die Gestängemassen rechts und links gleich groß sind\*). Die Lokomotive dieser Anordnung ist also denselben Zuckkräften unterworfen, wie eine schwebende. Diese für die üblichen Lokomotivbauarten gewissermaßen zufällig zutreffende Tatsache hat den Irrtum möglich gemacht, daß man die Untersuchung der störenden Bewegungen einer Lokomotive auf dem bekannten Grundsatz von der Nichtverschiebbarkeit des Schwerpunktes einer Massen- gruppe durch innere Kräfte aufbauen kann. Es wird sich zeigen, daß ein solches Verfahren schon bei der in Rede stehenden einfachsten Bauart versagt, wenn man die Einwirkung der Massenkräfte auf das Schlingern untersucht.

\*) Vergleiche die Bemerkungen hierzu von Lihotzky in seiner eingangs angeführten Arbeit.

Weitere Fehlschlüsse kommen zu Stande, wenn die Triebwerk- massen rechts und links verschieden sind, wie bei Verbund- lokomotiven, oder wenn die Anordnung hinsichtlich der Kurbel- versetzungswinkel vom Herkömmlichen abweicht.

Wenn die hin- und hergehenden Massen durch Gegen- gewichte ausgeglichen sind, so ist Gl. 15) maßgebend und ebenso wie Gl. 9) zu behandeln. Sie unterscheidet sich von Gl. 9) durch Ausfall des Gliedes  $\mathfrak{M} \frac{v^2}{r} \cos \varphi$ . Die Entwicklung der Gl. 17) und Gl. 9) zeigt, daß sich dann ergeben muß Gl. 18) . . . . .  $\Sigma K_{sm} = 0.$

##### A. 2. Schlingermomente.

Die Triebwerke beider Seiten mögen um 2 t von einander abstehen. Die Gegengewichte können in der Ebene der Trieb- werke liegend angenommen werden. Unterscheidet man die Seite der nacheilenden und voreilenden Kurbel durch die Zeiger n und v, so ist das Schlingermoment  $M = K_n t - K_v t = (K_n - K_v) t.$

Wenn keine Gegengewichte vorhanden sind, so erhält man aus Gl. 9)

$$M = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [\cos \varphi - \cos (\varphi + 90^\circ)] t - \mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} [\sin 2\varphi - \sin 2(\varphi + 90^\circ)] t.$$

Gl. 19) . . .  $M = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [\sin \varphi + \cos \varphi] t - \mathfrak{M} \frac{v^2}{R} \sin 2\varphi \times t.$

Wenn die hin- und hergehenden Massen vollständig aus- geglichen werden, so hat man statt Gl. 9) Gl. 15) zu be- nutzen. In dieser fehlt das erste Glied der Gl. 9), also er- hält man statt Gl. 19)

Gl. 20) . . . .  $M_m = - \mathfrak{M} \frac{v^2}{R} \sin 2\varphi \times t.$

Bei Lokomotiven mit um  $90^\circ$  versetzten Trieb- werken ist ohne Rücksicht auf die endliche Länge der Pleuelstange vollständige Beseitigung der Zuckkräfte, soweit sie von Massenwirkungen her- rühren, möglich [Gl. 18)]. Die Schlingermomente hingegen können durch Gegengewichte nur hin- sichtlich des Einflusses der Schwerpunktsver- schiebung, nicht aber hinsichtlich des Einflusses der Abstützung beseitigt werden.

#### III. B. Bauart mit zwei um 90° versetzten Triebwerken, deren Massen verschieden sind, Verbundlokomotiven.

Bei Verbundlokomotiven sind die Massen beider Trieb- werke nicht gleich. Es sei die hin- und hergehende Masse

der Niederdruckseite  $n$ -mal so groß, wie die der Hochdruckseite.  $n$  wird etwa 1,3 sein. Die Niederdruckseite eile vor.

### B. 1. Zuckkräfte.

Durchläuft man die Entwicklung, die zur Aufstellung der Gl. 17) führte, so erhält man statt deren jetzt

$$\text{Gl. 21) } \Sigma K_S = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} (\cos \varphi - n \sin \varphi) - \mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} \sin 2\varphi (1 - n).$$

Das zweite Glied hebt sich also nicht heraus.

Ausgleich der hin- und hergehenden Massen führt nur zur Beseitigung des ersten Gliedes, wie durch den früheren entsprechende Überlegungen und Ableitungen festgestellt werden kann. Bei vollständigem Ausgleich der hin- und hergehenden Massen verbleibt also gleichwohl eine Zuckkraft

$$\text{Gl. 22) } \Sigma K_{Sm} = -\mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} \sin 2\varphi (1 - n).$$

### B. 2. Schlingermomente.

Die sinngemäße Änderung der Ableitung von Gl. 19) und 20) ergibt:

Wenn  $\mathfrak{M}$  nicht ausgeglichen wird

$$\text{Gl. 23) } M = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [n \sin \varphi + \cos \varphi] t - \mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} \sin 2\varphi (1 + n) t,$$

und wenn Massenausgleich vorgenommen ist

$$\text{Gl. 24) } M_m = -\mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} \sin 2\varphi (1 + n) t.$$

Bei Lokomotiven mit ungleich schweren Triebwerken auf beiden Seiten kann durch Gegengewichte also weder das Zucken noch das Schlingern vollständig beseitigt werden.

### III. C. Lokomotiven mit drei um $120^\circ$ versetzten Triebwerken, deren Massen gleich groß sind.

Die Voraussetzung gleich schwerer Triebwerke trifft für die Dreizylinderlokomotive mit einfacher Dampfdehnung, wie auch sehr annähernd für die Verbundbauart mit innen liegendem Hochdruckzylinder zu. Eine besondere Besprechung für den Fall verschieden schwerer Triebwerke ist also nicht nötig. Übrigens sind die betreffenden Formeln nach dem Gesagten nötigen Falles abzuleiten.

#### C. 1. Zuckkräfte.

Gegengewichte seien nicht vorhanden [Gl. 9)].

$$\Sigma K_S = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [\cos \varphi + \cos (\varphi + 120^\circ) + \cos (\varphi + 240^\circ)] - \mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} [\sin 2\varphi + \sin 2(\varphi + 120^\circ) + \sin 2(\varphi + 240^\circ)].$$

$$\text{Gl. 25) } \Sigma K_{Sm} = 0.$$

In dieser Gleichung ist eine bekannte Eigenschaft der Dreizylinderlokomotive mit  $120^\circ$  Kurbelversetzungswinkel dargestellt.

Der Ausgleich der hin- und hergehenden Massengewichte ist, soweit es sich um die Beseitigung der Zuckkräfte handelt, also überhaupt überflüssig, denn nach Gl. 25) ist  $\Sigma K$  so wie so für die Dreizylinderlokomotive gleich Null, solange man die endliche Triebstangenlänge unberücksichtigt läßt.

#### C. 2. Schlingermomente.

Die beiden äußeren Triebwerke haben wieder den Abstand  $2t$ , das innere liegt in der Mittelebene, kann also kein Schlingermoment hervorrufen.

Sind keine Gegengewichte vorhanden, so führt Gl. 9) mit Hilfe der Gleichung  $M = (K_n - K_v)t$  auf

$$\begin{aligned} M &= \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [\cos \varphi - \cos (\varphi + 240^\circ)] t \\ &- \mathfrak{M} \frac{v^2}{2R} [\sin 2\varphi - \sin 2(\varphi + 240^\circ)] t. \end{aligned}$$

$$\text{Gl. 26) } M = \mathfrak{M} \frac{v^2}{2r} [3 \cos \varphi - \sqrt{3} \sin \varphi] t - \mathfrak{M} \frac{v^2}{4R} [3 \sin 2\varphi - \sqrt{3} \cos 2\varphi] t.$$

Wenn die hin- und hergehenden Massen durch Gegengewichte vollständig ausgeglichen sind, so entfällt wieder das erste Glied der Gl. 26) und man erhält

$$\text{Gl. 27) } M_m = -\mathfrak{M} \frac{v^2}{4R} [3 \sin 2\varphi - \sqrt{3} \cos 2\varphi] t.$$

Die Dreizylinderlokomotive mit drei um  $120^\circ$  versetzten Kurbeln und gleich schweren Triebwerken ist auch dann von Zuckkräften frei, wenn keine Gegengewichte angewandt werden [Gl. 25)]. Die Beseitigung der Schlingermomente hingegen kann durch Gegengewichte nur soweit bewirkt werden, wie die Kräfte von der Schwerpunktsverschiebung der Massen, nicht aber, soweit sie von der Abstützung auf den Schienen herrühren.

### III D. Lokomotiven mit vier Triebwerken, von denen je zwei an einer Seite liegende um $180^\circ$ gegen einander versetzt sind.

Diese heute weit verbreitete Bauart ist nichts anderes, als die Zusammensetzung einer Innen- und einer Außenzylinderlokomotive mit Versetzung der Triebwerke um  $180^\circ$ . Berücksichtigt man dies, so gehen die Gleichungen ohne weiteres aus den Gleichungen für die Zweizylinderlokomotive hervor. Es werde vorausgesetzt, daß die Massen der Innen- und Aufsentriebwerke gleich groß sind.

#### D. 1. Zuckkräfte.

Aus Gl. 17) folgt:

$$\begin{aligned} \Sigma K_S &= \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [(\cos \varphi - \sin \varphi) + (\cos (\varphi + 180^\circ) \\ &- \sin (\varphi + 180^\circ))] = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} [(\cos \varphi - \sin \varphi) \\ &+ (-\cos \varphi + \sin \varphi)]. \end{aligned}$$

$$\text{Gl. 28) } \Sigma K_S = 0.$$

Auch ohne Verwendung von Gegengewichten sind also die Zuckkräfte vermieden.

#### D. 2. Schlingermomente.

Die Aufsentriebwerke mögen den Abstand  $2t_a$ , die Innentriebwerke den Abstand  $2t_i$  von einander haben.

Mit Gl. 19) erhält man

$$M = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} \left[ (\sin \varphi + \cos \varphi) t_a + (\sin (\varphi + 180^\circ) + \cos (\varphi + 180^\circ)) t_i \right] - \mathfrak{M} \frac{v^2}{R} \left[ \sin 2 \varphi \times t_a + \sin 2 (\varphi + 180^\circ) t_i \right].$$

$$\text{Gl. 29) . . . } M = \mathfrak{M} \frac{v^2}{r} (\sin \varphi + \cos \varphi) (t_a - t_i) - \mathfrak{M} \frac{v^2}{R} \sin 2 \varphi (t_a + t_i),$$

In dieser Gleichung kommt eine bemerkenswerte Tatsache dadurch zum Ausdruck, daß das erste Glied  $t_a - t_i$ , das zweite  $t_a + t_i$  enthält, das heißt: Durch Anordnung von vier Triebwerken ist eine Milderung der Schlingermomente nur soweit erzielt, als die Schwerpunktverschiebung die Ursache dieser Momente ist, nicht aber hinsichtlich der durch die Abstützung nach außen wachgerufenen Momente.

Wenn die hin- und hergehenden Massen durch Gegengewichte ausgeglichen werden, so verschwindet das erste Glied der Gl. 29) und man erhält

$$\text{Gl. 30) . . } M_m = - \mathfrak{M} \frac{v^2}{R} \sin 2 \varphi (t_a + t_i).$$

Die Vierzylinderlokomotive mit vier Triebwerken, deren je zwei an einer Maschinenseite um  $180^\circ$  gegen einander versetzt sind, ist auch dann von Zuckkräften frei, wenn keine Gegengewichte angewandt werden [Gl. 28)]. Zur Milderung der Schlingermomente sind jedoch Gegengewichte erforderlich. Jedoch gelingt nur die Beseitigung des durch die Schwerpunktverschiebung hervorgerufenen Anteiles dieser Momente.

(Schluß folgt.)

## Die im Zuge der Fogaras-Brassóer Eisenbahnlinie ausgeführten Eisenbeton-Hochbrücken.

Von Dr.-Ing. J. Kossalka, Königlicher Baurat und Privatdozent in Budapest.\*)

Hierzu Zeichnungen Abb. 31 bis 45 auf Tafel XXII.

(Schluß von Seite 176.)

### B. Die „zweite“ Hochbrücke.

(Abb. 31 bis 42, Tafel XXII.)

Die »zweite« Hochbrücke liegt bei km 30,3, also ungefähr 1 km von der »ersten«. Die allgemeine Anordnung geht aus Abb. 31 bis 35, Taf. XXII hervor.

Das Gleis liegt auf dieser im endgültigen Entwurfe auch in drei Teile geteilten Brücke in einer Krümmung von 250 m Halbmesser. Die mit einem seitlichen Anlaufe 1:10 angeordneten Bogen haben 0,5 m Breite bei 1,15 m Höhe im Scheitel und 1,90 m an den Kämpfern.

Die Bogen und deren Querverbindungen haben abweichend von der »ersten« Brücke keinen Kopfgurt und die Querverbindungen sind hier nicht rechtwinkelig, sondern senkrecht angeordnet. Diese Abweichungen sind dadurch bedingt, daß der Windverband nicht entlang dem Bogen, sondern in der Ebene der Fahrbahnplatte angeordnet ist. Die Gurtung dieses Windverbandes wird von den  $25 \times 25$  cm starken Balken gebildet, die die Fahrbahnplatte säumen.

Die über dem Bogen liegenden Joche, Längs- und Querträger und die Fahrbahnplatte sind im wesentlichen ebenso ausgeführt wie unter A.

Die Widerlager der Bogen liegen auf der einen Seite auf schotterigem Untergrunde, auf der andern in Schiefer.

Die Anordnung der Bewehrung (Abb. 36 bis 42, Taf. XXII) ist im Allgemeinen dieselbe wie bei der ersten Brücke. Der wesentlichste Unterschied in der Bewehrung liegt in der Anordnung des Windträgers in der Fahrbahnplatte. So fehlen hier die Eiseneinlagen, die beim ersten Bogen und dessen Querverbindungen in den Kopfgurtplatten angeordnet waren: dagegen liegen in dem  $25 \times 25$  cm starken Gurte der Fahrbahnplatte Eiseneinlagen, welche dort nicht vorkamen. Diese Eisen sind aus mehreren Stücken durch einfaches Übergreifen ge-

stossen, die Enden sind zur Erzielung größern Haftwiderstandes abgebogen.

Der über die Endjoche hinausragende Kragteil der Fahrbahnplatte ist verstärkt, um einerseits die 22 mm starken, in der Ebene der Platte liegenden Gurteisen des Windträgers über den Endjochen des Bogens in die Platte führen zu können (Abb. 42, Taf. XXII), andererseits um den Widerstand des wagerechten Trägers den Querkräften gegenüber zu vergrößern.

Die Berechnung dieser Brücke ist nach denselben Grundsätzen durchgeführt, wie die der »ersten«.

Der Windträger ist als 36 m langer, 5,0 m hoher Träger betrachtet, der sich auf die Endjoche des Bogens stützt.

Die Verteilung der wagerechten Windkraft auf die einzelnen Teile des Endjoches geschah in derselben Weise wie bei den Jochen der »ersten« Brücke.

### C. Baustoffe und Arbeitsausführung.

#### C. I) Beschaffenheit des Eisens, des Zementes und des Betons.

Die Eiseneinlagen bestehen aus basischem Martin-Flusseisen von 3600 kg/qcm Festigkeit, das den üblichen Biegeproben entsprechen mußte.

Das auf der Baustelle anstehende Gemisch von Sand und Schotter enthielt ziemlich viel Glimmer. Es schien zweifelhaft, ob es zur Erzeugung eines frostbeständigen Beton von der nötigen Festigkeit geeignet sei. Deshalb ist der Beton außer den Festigkeitsproben auch Frostproben unterworfen, die günstige Erfolge geliefert haben, indem die Probekörper ein 25 maliges Gefrieren gut bestanden.

Portlandzement wurde von Labátlan bezogen.

Der einzubauende Beton sollte in Würfeln von 30 cm Kantenlänge nach drei Monaten 200 kg/qcm Druckfestigkeit

\*) Aus dem Ungarischen übersetzt von Ingenieur F. Thoma in Budapest.

nachweisen, die für Erfüllung dieser Bedingung nötige Menge an Zement wurde vorher durch Versuche mit den im Bauwerke zu verwendenden Stoffen festgestellt. Dabei wurde reichlich Wasser verwendet, weil der Beton in den Teilen der Brücken, in denen viele Eiseneinlagen liegen, sehr naß sein mußte, damit alle Lücken sicher ausgefüllt und die Einlagen vollkommen umhüllt werden.

Die Probewürfel wurden in Kästen hergestellt, die aus je fünf gehobelten gußeisernen Platten gebildet wurden. Dabei war tunlichst dieselbe Stampfarbeit anzuwenden, die für den Bau geboten schien, nämlich mit schmalen, flachen Eisenstangen.

Die Versuche ergaben, daß zur Erreichung der vorgeschriebenen Festigkeit zu 1 cbm des eingebauten Beton mindestens 376 kg Zement nötig seien, wenn der Wasserzusatz nicht größer ist, als 48 % des Zementgewichtes. Danach wurden Mischung und Anmachung des Beton geregelt. Der höchste Wasserzusatz von 48 % des Zementgewichtes wurde jedoch nur selten und an solchen Stellen verwendet, wo die Umstände es unbedingt erforderten.

Die Proben mit Mörtel aus 1 Zement von Labátlan und 3 Sand nach Gewicht gemengt ergaben nach 28 Tagen eine Festigkeit von 31,5 kg/qcm auf Zug und von 343 kg/qcm auf Druck.

Die Festigkeit der aus elf verschiedenen Zement-Lieferungen angefertigten Mörtelproben betrug:

kg/qcm nach . . .	7 Tagen		28 Tagen	
	Zug	Druck	Zug	Druck
Durchschnittlich . . . . .	22,6	240	31,9	369
Mindestens . . . . .	17,1	176	26,1	264
Höchstens . . . . .	29,7	324	71*)	568

Zur Untersuchung der Beschaffenheit des eingebauten Beton sind zwei Wege eingeschlagen.

Erstens sind aus dem einzubauenden Beton Probewürfel von 30 cm Kantenlänge auf dem Bauplatze gemacht und zwar womöglich mit derselben Stampfarbeit, die zu derselben Zeit im Bauwerke angewendet wurde.

Zweitens wurde die Schalung einzelner Teile, des Bogens, der Joche, der Fahrbahnplatte, derart ausgeführt, daß hervorstehende, kleine, nach der Ausschalung abzunehmende Betonklötze mit eingestampft werden konnten, die von vorn herein durch dünne Bleche abgetrennt wurden. Aus diesen Klötzen wurden dann mit Diamantsägen je zwei Würfel von 20 cm Kantenlänge geschnitten, von denen der eine an der Druckfläche geschliffen, der andere 8 bis 10 Tage vor der Druckprobe mit einer dünnen ausgleichenden Zementschicht versehen wurde. Letztere sind nicht als maßgebend betrachtet; sie wurden nur versuchsweise hergestellt, um den Erfolg der verschiedenen Ausführung der Druckflächen zu erkennen.

Die geschliffenen und die mit Zement glatt gestrichenen Würfel ergaben nahezu vollkommene Übereinstimmung, wenn der Zementstrich so dünn, etwa 1—2 mm dick, angebracht war,

\*) Der nächst niedrige Wert war jedoch 41.

daß er grade nur die Unebenheiten der gesägten Oberfläche ausglich.

Alle 18 Probewürfel von 30 cm Kantenlänge waren zur Zeit der Druckprobe 90 Tage alt, ihre durchschnittliche Druckfestigkeit betrug 201 kg/qcm, die größte 279 kg/qcm, die kleinste 128 kg/qcm.

Das Alter der 27 Probewürfel von 20 cm Kantenlänge lag zur Zeit der Druckproben zwischen 91 und 156 Tagen, die durchschnittliche Druckfestigkeit betrug 220 kg/qcm bei einem Alter von 156 Tagen, die kleinste 174 kg/qcm bei einem Alter von 91 Tagen. Da die 20 cm-Würfel tatsächlich aus dem Beton der Bauwerke stammen, können sie als maßgebend betrachtet werden. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die durchschnittliche Druckfestigkeit des Beton die ausbedungene von 200 kg/qcm zur Zeit der Probebelastung überholt hat.

Allerdings gab es Würfel, deren Festigkeit den vorgeschriebenen Wert nicht erreichte. Diese mindere Festigkeit ist jedoch nach Meinung des Verfassers auf zweierlei Ursachen zurückzuführen. Erstens war die Festigkeit der Normalmörtelproben eines Teiles des verwendeten Zementes kleiner, als die der Vorversuche, zweitens mußte ein Teil des Schotter-Sand-Gemisches gewaschen werden, wobei die feinkörnigen Sandteile abhanden kamen. Mit Rücksicht auf diese beiden Umstände hätte jener Beton, um die ausbedungene Festigkeit zu erreichen, mit größerem Zementzusatz angefertigt werden sollen, was jedoch tatsächlich nicht geschah.

## C. II. Die Bauausführung.

Die empfindlichsten Teile der Hochbrücken, die Bogen, wurden in folgender Weise ausgeführt.

Vor allem wurden die beiden Bogen betoniert, wobei mit dem Betonieren an je sechs Stellen eines jeden Bogen begonnen wurde.

Auf Vorschlag des Verfassers wurden an jeder Ausgangsstelle zwei, rechtwinkelig zum Bogen stehende, Bretterwände in 60 cm Abstand aus wagrecht auf einander gekanteten Brettern aufgestellt, deren aus dem Bogen hervorstehende Enden an der Verschalung befestigt und so in rechtwinkliger Stellung festgehalten wurden (Abb. 43, Taf. XXII), außerdem waren je zwei Bretterwände gegeneinander abgestützt. Jede obere Wand eines solchen Paares hatte den Zweck, den oberhalb einzustampfenden Beton zu stützen, die untere dagegen begrenzte den unmittelbar unter ihr liegenden Bogenteil. Ohne die untere Wand jedes Paares hätte der obere Abschluß des Bogenteiles nicht rechtwinkelig zur Druckrichtung abgeschlossen werden können. Beide Bretterwände hatten Schlitz für die Durchführung der Eiseneinlagen.

Zuerst wurden gleichzeitig die Teile I, II und III (Abb. 43, Taf. XXII) des Bogens betoniert, nach 5 bis 6 Tagen wurden die Bretterwände entfernt, die Anschlußflächen des Beton gereinigt, mit dem Steinmeißel bearbeitet, angefeuchtet und die Zwischenteile besonders sorgfältig mit ziemlich trockenem Beton vollgestampft.

Da der Beton der aneinander schließenden Teile an den Stellen der Bretterwände nicht gleichen Alters ist, muß trotz der sorgfältigsten Arbeit damit gerechnet werden, daß die

Zugfestigkeit des Beton in den Anschlussflächen geringer ist, als an anderen Stellen. Daher sind an diesen Stellen außer der gewöhnlichen Bewehrung noch acht besondere Eisenstäbe von 25 mm Durchmesser eingelegt, die die benachbarten Träger- teile verbinden, obwohl der Zug in der Berechnung vernachlässigt ist.

Die beiden mit III bezeichneten Teile des Bogens trafen im Scheitel ohne Fuge als ein Stück zusammen.

Die Betonierung der Teile I, II und III des »ersten« Bogens (Abb. 43, Taf. XXII) war für zwei vollständige Tage ohne Arbeitsunterbrechung geplant. Wegen zweimaliger Betriebsunfähigkeit der Benzinmaschine des Mischers und eines heftigen Regens mußte die Arbeit jedoch dreimal unterbrochen werden, so daß die Betonierung des ersten Bogens, statt der geplanten zwei, vier Tage in Anspruch nahm. Die Teile I, II und III des »zweiten« Bogens wurden in zwei Tagen eingestampft.

Die Querverbindungen der Bogenträger und der die Bogen am Scheitel verbindende Teil der Fahrbahn wurden nicht gleichzeitig mit den Bogen gestampft, weil man befürchtete, daß sich das Lehrgerüst unter den beiden Bogen nicht in gleichem Maße senken würde und daher der während der Arbeit schon teilweise erhärtete Beton der Querverbindungen Risse bekommen könnte.

Die Schalung der Bogen war nur nach oben offen, an den Seitenwänden waren nur einzelne Öffnungen für den Verkehr der Arbeiter gelassen. Die mit dem Einstampfen des Beton beschäftigten Arbeiter standen in dem zu bearbeitenden Trägerraum selbst, wobei sie sich auf die Querbügel des Bogens stützten. Letztere sind in solcher Zahl angeordnet, daß sich die Arbeiter stets unmittelbar über dem zu bearbeitenden Beton aufstellen konnten.

Bei Tageslicht konnten die Arbeiter in der Verschalung ungehindert arbeiten, in den Nachtstunden mußte für künstliche Beleuchtung gesorgt werden.

Nach den Bogen wurden in erster Reihe deren Querträger, dann der Reihe nach die Joche, die Längsträger und die Fahrbahnplatte gestampft.

Das Lehrgerüst der »ersten« Brücke wurde 58 Tage, das der »zweiten« 30 Tage nach Schluß der Einstampfung gesenkt und entfernt.

Die Anordnung der um 5 cm überhöhten Lehrgerüste ist in Abb. 43, Taf. XXII dargestellt.

Das Lehrgerüst des größern Bogens senkte sich während des Stampfens unter dem einen Träger um 23,5 mm, unter dem andern um 19,3 mm, die Senkungen des kleinern Lehrbogens betragen 8,1 mm und 9,5 mm.

Das Lösen der Lehrgerüste wurde mittels der in Abb. 44, Taf. XXII gezeichneten Schemel im Wesentlichen wie bei der 85,0 m weiten Isonzo-Brücke bei Salcano bewerkstelligt.

Diese unten in ihren mittleren Teilen mit 10 cm hohen Ausschnitten versehenen Schemel wurden längs der Geraden I und II (Abb. 44, Taf. XXII) von oben nach unten durchsägt, wodurch sie auf Kanten zu liegen kamen, die wegen des großen Druckes nachgaben und das Gerüst allmählig und in vollkommen gelungener Weise zum Senken brachten. Die während des Sägens frei gewordenen, in Abb. 44, Taf. XXII

mit a und b bezeichneten Teile des Schemels mußten immer wieder beseitigt werden, weil sie sonst die Säge eingeklemmt hätten.

Beim Herablassen der Gerüste senkte sich der Scheitel der größern Bogen um 2,2 mm, bei den kleinern war kaum eine Bewegung zu bemerken, ein Zeichen, daß diese zur Zeit des Senkens der Gerüste ihre Eigenlast schon selbst trugen.

Der Beton des »ersten« Bogens wurde teils mit Maschinen, teils von Hand, der des »zweiten« nur von Hand gemischt. Bei der Handmischung wurde das trockene Gemisch dreimal, das feuchte weitere viermal umgeschauvelt.

In den Anschlußteilen der Brücken wurde mit der Einstampfung der Längsträger erst nach der Verlegung aller Einlagen des Fahrbahngerippes begonnen. Die Bearbeitung des Beton geschah von oben und sein Wasserzusatz näherte sich hier dem Höchstwerte, um die Lücken der dicht angeordneten Eiseneinlagen gut auszufüllen. Nachträglich mußte der bereits erhärtete Beton der von Fogaras aus ersten Anschlußöffnung abgetragen werden, bei welcher Gelegenheit festgestellt werden konnte, daß der Beton tatsächlich die kleinsten Lücken ausgefüllt hatte.

### C. III. Die Seitenöffnungen der ersten Brücke nach Fogaras zu.

Ursprünglich war der Seitenteil von Fogaras mit drei Öffnungen geplant (Abb. 1, Taf. XXII), dabei wäre der den Damm abschließende Böschungskegel fast zweimal so hoch geworden als der jetzige ist.

Der Bau war diesem Plane gemäß auch bereits ausgeführt und auch der hohe Böschungskegel war nahezu vollendet, als die unter dem Kegel liegende obere Schicht um ungefähr 2 m abrutschte. Schon zur Zeit, als nur ein kleiner Teil des Kegels angeschüttet war, und nur die Joche der Brücke ohne Längsträger und Platte fertig standen, konnte festgestellt werden, daß sich die in dem Kegel stehenden Joche aus der Senkrechten gegen das Tal neigten. Diese Neigung hatte am oberen Ende des letzten Joches eine Längsverschiebung von ungefähr 30 cm gegen das Tal zur Folge.

Da der Gründungsklotz auf zuverlässigem, tragfähigem Boden ruhte, mußte angenommen werden, daß sich die Gründung nicht bewegt hatte und die Ausbiegung des Joches entweder durch ein Kippen seiner Sohlenplatte auf der Gründung entstanden sei, oder daß auch die Sohlplatte unbewegt blieb und die beträchtliche Ausbiegung die Folge von inneren Spannungen sei.

Im ersten Falle hätte zwischen der Sohlplatte und der Gründung eine Fuge entstehen müssen, im zweiten Falle wären die inneren Spannungen so groß gewesen, daß der im Erdkegel steckende Teil des Joches unbedingt hätte reißen müssen. Mit Rücksicht hierauf tauchte schon damals der Gedanke auf, die Längsträger dieser Öffnungen vorläufig nicht einzustampfen, sondern den angeschütteten Teil des Kegels wieder abzutragen und die Brücke zu verlängern. Die Bauunternehmung war jedoch der Meinung, daß sich der Kegel gar nicht bewegte, da sichere Beobachtungen damals noch fehlten und die Durchbiegung der Joche bloß von der natürlichen Senkung des Kegels

verursacht wären. Die Unternehmung erwartete, daß nach dem Aufhören dieser Senkung ein Gleichgewichtszustand eintreten würde und die Risse der Joche dann nachträglich ohne Schwierigkeit auszubessern sein würden. Auf Grund dieser Annahme liefs die Unternehmung die Längsträger und die Platte auf eigene Verantwortung einstampfen.

Während der Bauausführung wurden die 5 cm weiten Wärmelücken zwischen den Längsträgern mit hölzernen Keilen ausgespreizt um die Längsträger der Seitenöffnungen gegen den bereits fertiggestellten mittlern Teil der Brücke zu stützen. Außerdem wurden die gefährdeten Joche in ihrer halben Höhe mit besonderen Stützen gegen das Bogenwiderlager gepölzt.

Leider erwies sich die Annahme der Unternehmung als irrig. Die späteren Beobachtungen bestätigten, daß der Teil des Kegels auf der rechten Seite der Brücke tatsächlich in Rutschung geraten sei und zwar war seine größte Verschiebung 2,0 m. Durch diese Verschiebung gegen das Tal entstanden ungefähr 15 m vom Kegelfuße Faltungen des Geländes, ein sicheres Zeichen der Bewegung der oberen ungefähr 1,0 m dicken Schicht des Erdreiches. Dieser Bewegung des Kegels konnten die Joche nicht folgen, da sie an drei Punkten: unten, mitten und oben festgehalten waren. Der vom Kegel auf die Joche ausgeübte Druck rief in den Säulen der Joche bedeutende Risse hervor, sogar beide Längsträger der letzten Öffnung wurden beschädigt.

Besonders an dem in der Richtung Fogaras-Brassó zweiten Joche konnten mehrere durchgehende Sprünge betrachtet werden (Abb. 45, Taf. XXII).

Unter den obwaltenden Umständen blieb nun nur das Abtragen des Kegels und das Verlängern des Bauwerkes um zwei weitere Öffnungen übrig.

Nach dem Abtragen des Kegels wurden die Längsträger und die Fahrbahnplatte der letzten Öffnung, sowie auch der obere 45 cm starke Querbalken des letzten Joches zerstört, so daß letzterer ganz frei wurde. Hierdurch wurden die schädlichen Nebenspannungen aus der Rutschung vollständig beseitigt.

Die durch die Rutschung gleichfalls sehr beschädigten Säulen des zweiten Joches wurden von den schädlichen Nebenspannungen dadurch befreit, daß der Beton an den Stellen der größten Risse, nach entsprechender Unterpöhlung des untersten Jochquerverbandes entfernt wurde bis die Eiseneinlagen ganz frei lagen. Die entstandenen Lücken wurden dann nach Annässung der Anschlußflächen mit ziemlich trockenem Beton sorgfältig ausgestampft.

Die Mittellinien der so ausgebesserten Säulen des zweiten Joches sind an den in Abb. 45, Taf. XXII mit A bezeichneten Stelle gebrochen, so daß sie nur über dieser Stelle senkrecht sind. Um den schädlichen Einfluß dieser Bruchstelle auszugleichen ist der im Erdreiche stehende Teil jeder Jochsäule mit einem kräftig bewehrten Betonmantel versehen, der sich auf die entsprechend abgestufte Sohlplatte des Joches stützt. Damit die nachträglich angebauten Mäntel mit den Säulen möglichst als ein Körper arbeiten, wurden die Oberflächen der Säulen an den Anschlußstellen der Mäntel 3 cm tief unregelmäßig behauen, außerdem die Eiseneinlagen des

Mantels durch Bügel mit den stellenweise vom Beton befreiten Längseisen der Säule verbunden.

Beim Abtragen der letzten Öffnung wurde die Bewehrung kaum beschädigt, so daß abgesehen von einer geringen Ergänzung der Eisen und der durch die Verlängerung der Brücke nötig gewordenen Abbiegung einzelner Stäbe, die alte Bewehrung verwendbar blieb.

Bei dem Abtragen der beschädigten Teile bot sich Gelegenheit, festzustellen, daß im Beton keine Hohlräume geblieben sind, der Beton sogar die Stellen vollkommen ausgefüllt hat, wo zwei Rundeisen unmittelbar über einander liegen.

#### C. IV. Verlauf der Ausführung und Massen.

Das Einstampfen der Widerlager des größern Bogens wurde am 25. November 1907 begonnen und am 17. Dezember desselben Jahres beendet, alle übrigen Arbeiten wurden im Jahre 1908 zu Ende geführt.

Die Gründungsklotze beider Brücken wurden vom 6. März bis zum 8. April hergestellt und die Lehrgerüste in der Zeit vom 18. Januar bis zum 20. März abgebunden und aufgerichtet.

Das Einstampfen der Eisenbetonteile begann am 16. März, das des größern Bogens am 5. Juni, des kleinern Bogens am 13. Juni. Beide Brücken wurden Mitte August 1908 vollendet. In demselben Monate wurde die Verlängerung der ersten Brücke um zwei Öffnungen beschlossen, bis Ende September war die Verlängerung mit den wichtigsten Ausbesserungsarbeiten fertig gestellt.

In die Gründung der ersten Brücke wurden 510 cbm Beton eingebaut, die Eisenbetonteile enthalten 930 cbm, die ganze Bewehrung wiegt 140 t. Zu dem Lehrgerüste des größern Bogens (Abb. 43, Taf. XXII) wurden 270 cbm Holz verwendet, der ganze Bedarf an Holz betrug für die erste Brücke ungefähr 1000 cbm.

Die Gründung der zweiten Brücke erforderte 294 cbm Beton, in deren Eisenbetonteile wurden 520 cbm Beton und 80 t Eisen eingebaut. Der Holzbedarf des kleinern Lehrgerüstes war 162 cbm, der der ganzen zweiten Brücke 600 cbm.

Die behördliche Beaufsichtigung aller Arbeiten war dem Verfasser übertragen, unter dessen Aufsicht F. Thoma, Ingenieur der ungarischen Staatseisenbahnen, mit Hilfe zweier ihm unterstellter Bauaufseher die ständige Überwachung an Ort und Stelle ausübte.

#### D. Die Probelastung.

Zur Probelastung wurde ein Zug aus zwei Lokomotiven und einseitig angereichten Lastwagen (Abb. 28a, Taf. XXII) verwendet, der schwerste zur Zeit verfügbare.

Mittels der für die Durchbiegungen der zu beobachtenden Punkte der Bogen gezeichneten Einflußlinien wurden die Laststellungen festgestellt, die die größten Durchbiegungen ergaben.

Gemessen sind die senkrechten und die wagerechten Längs-Verschiebungen des Scheitels, der Viertelpunkte und der über den Kämpfern liegenden Bogenpunkte, außerdem auch die wagerechten Seitenschwankungen des Scheitels bei der Schnellfahrprobe.

Nur durch die Beobachtung der Kämpfer war es möglich, die etwaige Bewegung der Widerlager unter der Belastung festzustellen. Die diesbezüglichen Beobachtungen hatten ein günstiges Ergebnis, indem nur federnde Bewegungen beobachtet werden konnten.

Die größte, am größern Bogen beobachtete Durchbiegung war 2,5 mm, die wagerechte Verschiebung in der Längsrichtung 2,3 mm und die Seitenschwankung 0,6 mm, für den kleinern Bogen ergaben sich die entsprechenden Zahlenwerte mit 1,2 mm, 2,0 mm und 0,7 mm.

In den Seitenöffnungen wurden die senkrechten Durchbiegungen der Längsträger in der Mitte der Öffnung und über

den Jochen und außerdem noch deren Querschwankung bei der Schnellfahrprobe beobachtet. Die größte Durchbiegung der Längsträger war bei der ersten Brücke 2,1 mm, bei der zweiten 1,9 mm, die Seitenschwankung erreichte einen Wert von 0,8 mm.

Die genauen Beobachtungen während der Belastungsproben zeigten, daß die Proben an den Bauwerken nicht die geringsten Sprünge verursacht hatten.

Die Belastungsproben fanden am 28. und 29. Oktober 1908 statt; auf Grund der günstigen Ergebnisse wurden beide Brücken gleichzeitig auch mit der Bahn Fogaras-Brassó am 7. November 1908 dem öffentlichen Verkehr übergeben.

### B. II. t. P-Lokomotive. Klein-Lokomotive der Hannover'schen Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals G. Egestorff, Linden-Hannover.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XXIII.

Für den Entwurf der Lokomotive sind die folgenden Gesichtspunkte maßgebend gewesen.

1. Erzielung eines Reibungsgewichtes von 10 bis 12 t unter solcher Verteilung, daß die Lokomotive auch auf deutschen Nebenbahnen verkehren kann.
2. Bequeme Bedienung, nötigen Falles durch einen Mann\*).
3. Sparsames Arbeiten.
4. Zulässige Geschwindigkeit 50 km/St.

Diese Forderungen sind wie folgt berücksichtigt:

Zu 1. Das Reibungsgewicht beträgt bei leeren Behältern . . . . . 10 t,  
bei vollen Behältern . . . . . 12 t,

die Reibungszugkraft ist bei der Reibungsziffer 0,15 = 1500 bis 1800 kg.

Zu 2. Der Wasserinhalt des Kessels ist möglichst groß gemacht, so daß der Kraftvorrat im Kessel weniger häufiges Feuern erfordert. Der Heizer oder Führer kann dies meist während eines Aufenthaltes besorgen.

Das Führerhaus ist sehr geräumig, alle Ausrüstungsteile sind auf der rechten Lokomotivseite dem Führer bequem zur Hand angeordnet und zwar so, daß er sie an der rechten Seite zwischen Kessel und Wand stehend bequem zur Hand hat, gleichgültig ob er nach vorn oder nach hinten sieht. Das Führerhaus ist reichlich mit Fenstern versehen, so daß der Führer guten Überblick über die Strecke und während des Haltens auch über den Bahnhof hat.

Zu 3. Großer Wert ist auf guten Wärmeschutz des Kessels und auf Erzielung möglichst trockenen Dampfes gelegt. Aus diesem Grunde ist der Dom im Verhältnisse zum Kessel sehr reichlich bemessen und mit einem Wasserabscheider versehen.

Der Dampfüberdruck von 20 at erfordert bei so kleinen Kesseln keine ungewöhnliche Wandstärke. Da bei diesem Überdrucke geringe Undichtheiten in der Steuerung wesentliche Verluste bedingen, ist die Lentz-Ventilsteuerung benutzt.

Zu 4. Bei einem Raddurchmesser von 1100 mm ergeben sich bei 50 km/St Geschwindigkeit 242 Umdrehungen in der

\*) Über einmännige Bedienung. Bulletin des Internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes 1910, S. 133.

Minute, eine Zahl, die nach § 102 der T.V. noch erheblich überschritten werden kann.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Spurweite . . . . .	1435 mm
Zylinderdurchmesser d . . . . .	225 »
Kolbenhub h . . . . .	400 »
Raddurchmesser D . . . . .	1100 »
Rostfläche R . . . . .	0,4 qm
Feuerberührte Heizfläche der Feuerkiste . . . . .	2,5 »
» » » Heizrohre . . . . .	14,5 »
» » » im Ganzen H . . . . .	17 »
Dampfüberdruck p . . . . .	20 atm
Achsstand . . . . .	2850 mm
Leergewicht . . . . .	15 t
Dienstgewicht . . . . .	21,5 t
Reibungsgewicht $G_1$ { bei vollen Behältern . . . . .	12 t
» » » » leeren » . . . . .	10 »
Zugkraft $Z = 0,6 \frac{20 \cdot 22,5^2 \cdot 40}{110} =$ . . . . .	2200 kg
Verhältnis H : R . . . . .	42,5
» H : $G_1$ . . . . .	1,7 t/qm
» Z : H . . . . .	130 kg/qm
» Z : $G_1$ . . . . .	220 kg/t
Wasserraum . . . . .	4 cbm
Kohlenraum . . . . .	1000 kg

#### Leistungen der Lokomotive.

Zugkraft aus der Kesselleistung.

Nach den in der Eisenbahntechnik der Gegenwart gegebenen Zahlen kann man auf etwa folgende Kesselleistungen rechnen:

Geschwindigkeit km/St . . . . .	10	20	30	40
Umdrehungen in der Sekunde . . . . .	0,80	1,61	2,42	3,22
Leistung in PS . . . . .	59	71	79	83
Zugkraft in kg . . . . .	1595	957	711	561

#### Zugkraft aus der Reibung.

Vorräte . . . . .	voll	halb	leer
Reibungswert $\frac{1}{7}$ . . . . .	1714	1571	1430
» $\frac{1}{6}$ . . . . .	2000	1833	1667
Zugkraft aus den Zylindern nach $Z = \frac{\alpha p d^2 h}{D}$ . . . . .			
für $\alpha = 0,6$ . . . . .	0,5	0,4	0,3
Zugkraft in kg 2205 . . . . .	1840	1470	1100
			30*

Aus den Kesselleistungen folgen unter Annahme eines Widerstandes der Lokomotive von  $8 + \frac{(V \text{ km/St})^2}{1000}$  und der Wagen von  $\frac{3,0 + V^2}{1000} \cdot 3 + \frac{(V \text{ km/St})^2}{1000}$  auf gerader Strecke folgende Schleppleistungen in t:

Steigung ‰	V km/St.			
	10	20	30	40
0 . . . . .	468	234	138	83
10 . . . . .	97	45	25	13
20 . . . . .	43	18	7	0

## Nachrichten aus dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Auszug aus der Verhandlungs-Niederschrift der Vereinsversammlung zu Budapest am 6. bis 8. September 1910.

Aus der 31 Gegenstände enthaltenden Tagesordnung berichten wir hier namentlich über die Beschlüsse, die betreffs der vom Technischen Ausschusse und der Techniker-Versammlung vorbereiteten Angelegenheiten gefasst wurden.

Von 66 dem Vereine angehörenden oder angeschlossenen Verwaltungen waren 56 durch 88 Abgeordnete vertreten, außerdem waren die Schriftleiter der Vereinszeitung und der technischen Vereinszeitschrift, sowie der Generalsekretär des Vereines anwesend.

Nach Eröffnung der Sitzung durch den Vorsitzenden Herrn Eisenbahn-Direktionspräsident Behrendt wurde die Versammlung durch Ansprachen Seiner Exellenz des Königlich Ungarischen Landesverteidigungsministers Herrn S. Hazai, des Oberbürgermeisters der Haupt- und Residenz-Stadt Budapest, Herrn Fülepp, des Präsidenten der Königlich Ungarischen Staatsbahnen Herrn von Marx und durch ein Telegramm Seiner Exellenz des Herrn Handelsministers von Hieronymi aus Karlsbad in warmer Weise begrüßt, wobei der Entwicklung des ungarischen Verkehrswesens gedacht wurde. Der Herr Vorsitzende brachte erwidern den Dank der Versammlung für den mit bekannter ungarischer Gastfreundschaft dargebrachten Empfang zum Ausdrucke.

Die fünfzehn ersten Punkte der Tagesordnung betreffen die allgemeine Verwaltung des Vereines und Angelegenheiten der Ausschüsse für die Satzungen, die Preisverteilungen, den Güterverkehr und die gegenseitige Wagenbenutzung.

III betrifft die Zuständigkeit des Technischen Ausschusses zur selbstständigen Vorbereitung von Anträgen auf Änderung technischer Bestimmungen des V. W. Ü. für die Beschlussfassung der Vereinsversammlung\*).

Die Angelegenheit wird durch Vereinsbeschluss in folgender Weise geregelt.

Alle das V. W. Ü. berührenden Angelegenheiten sind einheitlich zu behandeln, deshalb müssen alle Änderungen durch den Wagenausschuss geprüft werden. Rein technische Angelegenheiten, die keine Rückwirkung auf das Verfahren bei gegenseitiger Wagenbenutzung haben, können dem technischen Ausschusse von der geschäftsführenden Verwaltung zur selbstständigen Vorbereitung der Beschlussfassung der Vereinsversammlung überwiesen werden. Etwaige Änderungen des V. W. Ü. sind jedoch dem Wagenausschusse zur Zustimmung vorher mitzuteilen. Bei Meinungsverschiedenheiten hat jeder Ausschuss an die Vereinsversammlung zu berichten. Die Entscheidung darüber, ob es sich um rein technische Angelegenheiten handelt, steht der geschäftsführenden Verwaltung allein zu.

XVI. Antrag der Direktion der Warschau-Wiener Eisenbahn auf Abänderung des § 64, Abs. 4, der T. V., betreffend das auf 1 m Wagenlänge entfallende Gewicht.

\*) Organ 1910, S. 352, Ziffer XV.

In der im Technischen Ausschusse vorbereiteten\*) Angelegenheit wird folgender Beschluss gefasst:

§ 64.

### Raddruck und Radfolge.

Abs. 1 bleibt wie bisher.

Abs. 2: <sup>2</sup> Bei Lokomotiven mit Gegengewichten nach § 102, Absatz 2 und mit Drehgestellen oder einstellbaren Achsen nach § 88, Absatz 1, 2 und 3 und § 90, Absatz 2, ferner bei Wagen, die ausschließlich in Züge mit höchstens 50 km Fahrgeschwindigkeit in der Stunde eingestellt werden, ist ein Raddruck von 7,5 t, im Stillstand gemessen, zulässig.

Abs. 3 bleibt wie bisher.

Abs. 4: <sup>4</sup> Das auf ein Meter Wagenlänge einschließlich der Puffer entfallende Gesamtgewicht (Eigengewicht und Ladegewicht) soll in der Regel nicht über 3,6 t betragen.

§ 140.

### Anschriften an den Wagen, Richtungsschilder. Blatt XXII.

Abs. 1a bis d bleibt wie bisher.

Abs. 1e: e) das auf ein Meter Wagenlänge einschließlich der Puffer entfallende Gesamtgewicht (Eigengewicht und Ladegewicht) in Tonnen, wenn es über 3,1 t überschreitet\*\*). Es wird empfohlen, diese Anschrift auf weissen Grund in schwarzer Farbe und mit schwarzer, rechteckiger Umrahmung anzubringen.

Die übrigen Festsetzungen des § 140 bleiben unverändert.

Anmerkung auf Seite 70 der T. V.:\*\*) erforderlich wegen bestehender Brücken.

XVII. Antrag der österreichischen Südbahngesellschaft auf Einführung einer verstärkten Schraubenkuppelung.

Die Einführung der Verstärkung der Kuppelung wird beschlossen. Der Wortlaut des Beschlusses mit den zugehörigen Zeichnungen ist bereits früher\*\*\*) mitgeteilt.

XVIII. Antrag der Generaldirektion der badi-schen Staatsbahnen auf Festsetzung einheitlicher Vorschriften für die Anbringung von Seilhaken an Güterwagen.

Der Antrag des technischen Ausschusses wird in der früher†) mitgeteilten Fassung genehmigt.

XIX. Antrag der Direktion Erfurt auf Abänderung des § 116, Abs. 3, der T. V. betreffend die Höhenmaße über Schienenoberkante der durch die Breite des Radreifens gedeckten Wagenteile.

Der Antrag wird mit dem Wortlaute der Bearbeitung im technischen Ausschusse ††) genehmigt.

\*) IX der 86. Sitzung, Organ 1908, S. 342; IV der 89. Sitzung, Organ 1910, S. 35; VI der 90. Sitzung, Organ 1910, S. 348.

\*\*\*) Organ 1911, S. 15.

†) Organ 1909, S. 299, Ziffer III.

††) Organ 1910, S. 36, Ziffer II.

XX. Antrag der Direktion Berlin auf Änderungen der Bestimmungen des § 140, Abs. 3 c, d und n, der T. V. betreffend die Anschriften der Eigengewichte an Güterwagen.

Der über den Antrag gefasste Beschluss entspricht dem im technischen Ausschusse festgestellten Wortlaute\*).

XXI. Antrag des österreichischen Eisenbahnministerium auf Feststellung von Bestimmungen über die Gestaltung der Achsformen.

Der Antrag des technischen Ausschusses\*\*) geht dahin, zur Zeit von der Aufnahme von Bestimmungen über die Gestaltung der Achsen in die T. V. abzusehen, aber die vom Antragsteller vorgeschlagene Achsform den Verwaltungen zu eingehender Erprobung zu empfehlen.

Beide Teile dieses Antrages werden angenommen.

XXII. Antrag der Direktion Magdeburg auf Ergänzung des § 138 der T. V. durch Bestimmungen über einen einheitlichen Ring für die Glühkörper in den mit hängendem Gasglühlichte ausgerüsteten Personenwagen.

Der Antrag kommt durch Annahme der vom technischen Ausschusse vorgeschlagenen\*\*\*) Ergänzungen der T. V. zur Erledigung.

XXIII. Antrag der Direktion der Warschau-Wiener Eisenbahn auf Ergänzung der T. V. durch Bestimmungen über die Hochkuppelung der Luftsaugbremsen.

Der Antrag wird entsprechend dem Vorschlage des technischen Ausschusses abgelehnt.

XXIV. Antrag der Direktion Magdeburg auf Herbeiführung der Übereinstimmung der vom V. d. E. V. herausgegebenen »Sicherheitsvorschriften für die Einrichtung elektrischer Beleuchtung in Eisenbahnwagen« mit den Sicherheitsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker†).

Die Versammlung stimmt den vom technischen Ausschusse ausgearbeiteten neuen »Sicherheitsvorschriften für die Einrichtung elektrischer Beleuchtung in Eisenbahnwagen« zu, empfiehlt sie den Vereinsverwaltungen, statt der älteren Vorschriften zur Anwendung und ersucht die geschäftsführende Verwaltung, die Drucklegung zu veranlassen.

XXV. Bericht über das Ergebnis der seit der Vereinsversammlung in Danzig 1904 mit selbsttätigen Kuppelungen verschiedener Bauart angestellten Versuche.

\*) Organ 1910, S. 35, Ziffer I.

\*\*) Organ 1909, S. 299, Ziffer X.

\*\*\*) Organ 1910, S. 350, Ziffer X.

†) Organ 1910, S. 349, Ziffer IV.

Gemäß dem Antrage des technischen Ausschusses\*) und der Technikerversammlung\*\*) beschließt die Vereinsversammlung, bis auf Weiteres von der Verfolgung der Frage über die Versuche zur Einführung einer selbsttätigen Kuppelung abzusehen.

XXVI. Antrag der Südbahngesellschaft betreffend die Frage der Bauart der Weichen und Kreuzungen.

Die bereits\*\*\*) mitgeteilten »Leitsätze für den Bau von Weichen und Kreuzungen in Hauptgleisen, die mit großer Geschwindigkeit befahren werden«, werden den Vereinsverwaltungen zur Beachtung empfohlen. Die Leitsätze sollen als besondere Drucksache von der geschäftsführenden Verwaltung herausgegeben werden.

XXVII. Antrag des bayerischen Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten auf Begutachtung wichtiger Fragen der Bahn-Unterhaltung und Bewachung.

Das Gutachten, dessen Wortlaut wir bereits mitgeteilt haben†), wird gebilligt, außerdem wird beschlossen, den Vereinsverwaltungen zu empfehlen, bei den Staatsregierungen auf eine Minderung der bestehenden gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Zahl der vorzunehmenden Streckenuntersuchungen hinzuwirken, um dem wirtschaftlichen Gesichtspunkte mehr Rechnung tragen zu können.

Die geschäftsführende Verwaltung wird das dem Beschlusse entsprechende veranlassen.

XXVIII. Antrag des technischen Ausschusses auf Änderung der von der Vereinsversammlung in Danzig 1904 genehmigten Meldebogen für die Güterprobenstatistik hinsichtlich der Zeichnungen der Zerreibprobestäbe.

Die vom technischen Ausschusse vorgeschlagenen Änderungen††) der Meldebogen für Güterproben werden genehmigt.

Die weiteren Punkte der Tagesordnung betreffen die Rechnung der Vereinskasse und der Versorgungskasse für Vereinsbeamte.

XXXI. Die nächste Vereinsversammlung soll auf Einladung der württembergischen Staatsbahnverwaltung im Jahre 1912 zu Stuttgart abgehalten werden.

\*) Organ 1909, S. 299, Ziffer VI.

\*\*) Organ 1910, S. 367, Ziffer III.

\*\*\*) Organ 1911, S. 15; 1910, S. 367, Ziffer II.

†) Organ 1910, S. 367, Ziffer I; 1910, S. 421 und 444.

††) Organ 1909, S. 301, Ziffer XVI.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

#### Paris als Seehafen.

(Engineering, 2. Dezember 1910, S. 588.)

Seit einiger Zeit beschäftigt die Ausbaggerung der Seine von Rouen bis Paris die städtischen Behörden. Der schon öfter erörterte Gedanke hat seit der Überschwemmung von Paris im Jahre 1909 an Bedeutung gewonnen, die bessere Entwässerung mit der Eröffnung des Seeverkehres zu verbinden. Unter Abschneidung der großen Seinebogen will man dem neuen etwa 185 km langen Kanale 6,20 bis 8 m Tiefe bei durchschnittlich 35 m, stellenweise 45 m Breite geben. Der

Hafen soll zwischen den Vororten Saint-Denis und Clichy angelegt, die Ufer sollen dort mit 60 Millionen cbm Baggergut erhöht werden. Die Kosten dieser Arbeiten sind auf 200 bis 240 Millionen M veranschlagt, so daß der Stadtverwaltung bei einer mit ziemlicher Sicherheit zu erwartenden jährlichen Schiffsbewegung von 6 bis 7 Millionen t ungefähr 14,6 Millionen M Abgaben zufließen, der Aufwand also genügend verzinst wird, so daß der Staatshaushalt durch diese für den Handel von Frankreich wichtigen Frage nicht in Anspruch genommen zu werden braucht. Ein großes Hindernis für die Durchführung

bilden die zahlreichen Seinebrücken, im Abschnitte Rouen-Paris, die alle höher gelegt oder durch bewegliche ersetzt werden müssen, und hohen Aufwand bedingen. Sollten diese für den ebenfalls schon seit lange geplanten Kanal von der Seine zur Marne um vieles billiger werden, so wird wohl die Ausführung dieses Planes vor dem Flußbettkanale Rouen-Paris den Vorzug verdienen.

G. W. K.

### Splügen- und Greina-Bahn. \*)

Von U. Ancona. Professor am Polytechnikum zu Mailand. (Ingegneria Ferroviaria 1910. 16. Juli, Nr. 14. S. 212. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel XXII.

Für die von der Schweiz geplante Eisenbahn über die Alpen östlich vom Gotthard bestehen zwei Pläne. Nach dem einen muß die Bahn den Greina, nach dem andern den Splügen durchqueren. Abb. 1, Taf. XXII zeigt den Längsschnitt der beiden Linien. Die Greina-Bahn liegt ganz auf schweizerischem, die Splügen-Bahn halb auf schweizerischem, halb auf italienischem Gebiete.

Die Greina-Bahn zweigt bei Biasca von der Gotthard-Bahn ab, steigt mit 25 ‰ bis Olivone, tritt in einen ungefähr 20 km langen Tunnel, verläßt ihn bei Somvix, wendet sich dem Vorderrheine folgend nach Osten und führt nach Chur, dem gemeinsamen Endpunkte der beiden Linien.

Die Splügen-Bahn beginnt bei Chiavenna, dem Endpunkte der Linie Lecco—Colico—Chiavenna, steigt ebenfalls mit 25 ‰ durch das Bergell, tritt bei Vho in einen ungefähr 24 km langen Tunnel, aus diesem bei Andeer in das Tal des Hinterrheines und führt durch dieses nach Chur. Die Grenze befindet sich in der Mitte des Tunnels.

Die Splügen-Bahn läuft ganz in der für einen Alpen-Übergang günstigsten, nordsüdlichen Richtung. Die Greina-

\*) Organ 1908. S. 124.

## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

### Zentralbahnhof Washington. \*)

(Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongressverbandes 1910. Bd. 24, Nr. 8 bis 9, S. 3524. Mit Zeichnung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Tafel XXIII.

Das Kopf-Empfangsgebäude ist als romanischer Bau in weißem Granit ausgeführt und bei 189 m Länge zwischen 19,8 und 36,6 m hoch. In der Mitte befindet sich ein allgemeiner Warteraum von 40 m Breite und 67 m Länge, in dessen nächster Nähe Fahrkartenschalter und Gepäckabfertigungen liegen. Die oberen Geschosse des Gebäudes enthalten Geschäfts- und Diensträume, das untere Geschoss dient fast ganz zur Bewältigung des Gepäck- und Post-Verkehrs, im Ganzen entspricht das Gebäude bekannten amerikanischen Mustern.

In der Ebene der Bahnsteighalle liegen 20 Kopfgleise, im Erdgeschoss 8 Ferngleise, die von einem Tunnel aus zugänglich sind und 3 Aufstellgleise an der Ostseite für Post- und Gepäck-Wagen. Die Gleise der oberen Gleisebene sind von 13 Bahnsteigen mit Regenschutzdächern zugänglich, 5 davon dienen ausschließlich zur Abfertigung des Gepäcks und der Post. Zwischen den 8 unteren Gleisen sind 5 Bahnsteige angeordnet. Die Bahnsteige sind 280 m lang und 6,29 m breit

\*) Organ 1909, S. 37 und 303.

Bahn hat dagegen zuerst südnördliche, geht dann plötzlich in westöstliche Richtung über.

Die Neigung der Südrampe ist bei beiden Linien gleich, die Nordrampe der Splügen-Bahn hat steilere Neigung, da der Splügen-Tunnel höher liegt, als der Greina-Tunnel.

Wenn man von der Greina-Bahn von Biasca aus die italienischen Haupt-Verbindungslinien über Mailand erreichen will, so muß man über Bellinzona in 292 m Meereshöhe über den auf 475 m Meereshöhe liegenden Ceneri hinauf- und herabsteigen.

Vom Ende der Splügen-Bahn in Chiavenna ab sind dagegen auf der Linie Colico, Lecco, Mailand keine Höhen mehr zu überwinden.

Die Hauptangaben der beiden Linien sind folgende:

	Splügen	Greina
Verfasser des Entwurfes	Locher und Rigoni	Moser
Jahr der Entstehung des Entwurfes	1909	1905
Endpunkte	Chiavenna—Chur	Biasca—Chur
Länge		
Im Ganzen	88 km	97 km
Auf schweizerischem Gebiete	50 „	97 „
Auf italienischem Gebiete	38 „	—
Meereshöhe des Scheitels	1033 m	918 m
Steilste Neigung	25 ‰	25 ‰
Länge des Tunnels	24 290 m	20 350 m
Veranschlagte Kosten	120 Millionen M	99 Millionen M
Zufuhrlinien	Lecco—Chiavenna	Novara—Pino Mailand—Chiasso
Grenze	Mitte Tunnel	Pino und Chiasso
Von Coira bis zur italienischen Grenze	50 km	142 km bis Pino 172 „ „ Chiasso
		B—s.

und mit zahlreichen Aufzügen ausgerüstet, die das Gepäck nach unten befördern.

Vor dem Personenbahnhofe liegen ein Aufstellungs- und ein Lokomotiv-Bahnhof, deren Anordnung aus dem Plane Abb. 4, Taf. XXIII mit der zugehörigen Beschreibung der Teile folgt.

Schr.

### Weichenschloß der Strafsenbahn zu Hot Springs in Arkansas.

(Electric Railway Journal 1910. 14. Mai, Band XXXV, Nr. 20, S. 878. Mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel XXIV.

Die Strafsenbahn zu Hot Springs in Arkansas verwendet das in Abb. 7, Taf. XXIV dargestellte, von ihrem Verkehrsleiter E. Hardin entworfene Weichenschloß zur Verhütung der Bewegung der Weichenzunge, außer durch den üblichen Stab des Wagenführers. An der Weichenzunge ist ein Durchbolzen angebracht, der eine an einer starken Blattfeder befestigte Rolle trägt. Diese stößt gegen eine ähnliche Rolle an der Innenseite des das Weichenschloß enthaltenden Kastens. Bei der Bewegung der Weiche hebt sich die bewegliche Rolle gegen den Druck der Feder und rollt über die feste Rolle in ihre zweite Stellung. Die Feder ist auf einem Stellblocke befestigt, durch den ihre Spannung geregelt werden kann; B—s.

## Maschinen und Wagen.

### Schotter-Trichterwagen der Queensland-Bahnen.

(Engineering 1910, 28. Januar, Band LXXXIX, Nr. 2300, S. 109.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXIV.

Auf den Queensland-Staatsbahnen sind gegenwärtig 200 stählerne Schotter-Trichterwagen (Abb. 1 bis 3, Taf. XXIV) in Gebrauch. Die Seiten- und End-Wände des Trichters sind unter  $45^\circ$  geneigt. Der Trichter mißt oben  $4,48 \times 2,65$  m. Der untere Teil des Trichters ist durch eine mittlere Querwand geteilt. Die Zugstange geht durch und ist innerhalb des Trichters durch ein dachförmig angeordnetes Winkeleisen geschützt. Ähnlich werden die die Entleerungskappen betätigenden Triebwellen gesichert. Das Untergestell besteht aus 229 mm hohen  $\square$ -Eisen. In 48 cm Entfernung von jeder Kopfschwelle sind Querträger aus  $\square$ -Eisen derselben Höhe angebracht. Der Trichter ist an diesen Querträgern und an den Langträgern durch Knotenbleche und Winkeleisen befestigt. An jedem Ende ist oben auf dem Rahmen ein Deckblech, auf der Unterseite sind Knotenbleche angebracht. Die Unterkante des Trichters liegt 229 mm über Schienen-Oberkante. Der Trichter hat an jeder Seite zwei in die Mitte des Gleises entleerende untere Klappen. Diese sind an der Innenseite mit Holzbelag versehen und werden von der Seite aus durch Handrad-Schraubenge triebe betätigt. Die Hauptabmessungen des Trichterwagens sind:

Achsstand . . . . .	2438 mm
Raddurchmesser . . . . .	1118 »
Spurweite . . . . .	1067 »
Länge zwischen den Stofsflächen . . . . .	5613 »
Breite zwischen den Enden der Kopfschwellen . . . . .	2337 »

B—s.

### Wagen der »Bloomington und Normal«-Bahn in Illinois.

(Electric Railway Journal 1910, 14. Mai, Band XXXV, Nr. 20, S. 879.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 2 auf Tafel XXII.

Abb. 2, Taf. XXIII zeigt den Grundriß neuer mit Zahlkasten ausgerüsteter Wagen der »Bloomington und Normal«-Bahn in Illinois. Der Wagen hat 13 690 mm innere Länge und 9 144 mm Länge ohne Vorräume bei 2 470 mm innerer Breite. Er hat zwei Reihen 914 mm langer Quersitze mit einem 641 mm breiten Mittelgange. Zur Erleichterung des Ein- und Aussteigens sind an den Enden Längssitze angeordnet. An jedem Wagenende führen vom Vorraume zwei Türen in den Wagen, die in eine mittlere Wand geschoben werden. Die äußere Schiebetür des Vorraumes, die in Verbindung mit einer Klappstufe bewegt wird, wird in eine Wand am Ende des Wagens geschoben. Die Öffnungen an der gegenüber liegenden Seite des Vorraumes haben Flügeltüren. Das Rohrgeländer des Vorraumes kann abgenommen und als Schutzgeländer für den Wagenführer benutzt werden.

Der Wagenkasten ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen. Der ganze Achsstand beträgt 13 716 mm. Die Achsen haben 127 mm, die Räder 838 mm Durchmesser. Die Drehgestelle tragen vier Triebmaschinen. Die Bremsausrüstung enthält

Westinghouse-Luftbremsen, auf senkrechte Zahnstangen wirkende Handräder und Prefsluft-Sandstreuer.

Der Wagen hat 36 Sitzplätze. Sein Gewicht einschließlich der Drehgestelle, elektrischen Ausrüstung und Luftbremsen beträgt 23,5 t, also 0,65 t für den Sitzplatz. Das Gewicht der Drehgestelle beträgt 9,0 t, das der elektrischen Ausrüstung 5,8 t.

B—s.

### Amerikanischer Rauchröhrenüberhitzer.

(Engineer, Dezember 1909, S. 615. Mit Abbildung. Génie civil, April 1910, Nr. 24, S. 471. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 6 auf Tafel XXIV.

Eine neue Überhitzerbauart, ähnlich der von Schmidt, ist von der »Amerikanischen Lokomotiv-Baugesellschaft« bei zwei D-Personenzuglokomotiven der Westbahn von Havana und bei einer neuen 1 D-Lokomotive der Wabash-Pittsburg-Bahn verwendet worden. In die Mitten der Rohrwände münden drei Reihen von je vier Rauchrohren mit 133 mm Durchmesser, die je vier Überhitzerrohre von 38 mm Durchmesser enthalten. Diese reichen bis auf 813 mm von der Feuerbüchsenrohrwand in die Rauchrohre hinein und sind dort paarweise durch Stahlgufskappen verbunden. Vor der Rauchkammerrohrwand sind sie je zur Hälfte nach rechts und links abgebogen und nach Abb. 6, Taf. XXIV an die beiden Dampfsammelnkästen angeschlossen. Die Form dieser Stahlgufskästen, die Anordnung der Trennwände zwischen Nafsdampf- und Heißdampf-Kammern und die Strömungsrichtung des Dampfes zeigt Abb. 5, Taf. XXIV.

Bemerkenswert ist der Anschluß der Rohre. Die Rohrenden sind kräftig gestaucht, der Rand ist nach einer Kugelfläche bearbeitet und dichtet gegen den ebenfalls kugelig versenkten Lochrand des Kastens ab. Je zwei zusammengehörige Rohre stecken in einer Anschlußplatte, die in der Mitte durch einen zwischen den Trennwänden der Dampfkammern hindurchgehenden Bolzen an den Sammelkasten angezogen wird. Die Bolzen halten gleichzeitig letztere an den im Innern der Rauchkammerseitenwände senkrecht befestigten Sattelstücken fest und lassen sich durch besondere Luken im Rauchkammermantel lösen (Abb. 6, Taf. XXIV). Diese Anordnung ermöglicht große Nachgiebigkeit den Wärmespannungen gegenüber und verhindert Undichtheiten. Den Durchtritt der heißen Gase zu den Überhitzerrohren regelt eine wagerecht angeordnete Klappe K, die nach Abb. 4, Taf. XXIV zwischen die Rauchkammerrohrwand und das Schutzblech G eingebaut ist, und durch eine Dampfsteuervorrichtung geöffnet wird, sobald Dampf in die Zylinder gegeben wird.

A. Z.

### Feuerkiste Bauart Jacobs-Shupert.

(Génie civil 1910, März, Band LVI, Nr. 19, S. 357. Mit Zeichnungen und Abbildungen; Railroad Age Gazette, Mai 1909, Nr. 22, S. 1126. Mit Abb.; Engineer, September 1909, S. 316. Mit Abb.; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, September 1909, Nr. 37, S. 1515. Mit Abb.: Ingegneria ferroviaria, Januar 1910, Nr. 2, S. 21. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 3 auf Tafel XXII.

Bei der in Abb. 3, Taf. XXII dargestellten Feuerkiste von Jacobs-Shupert sind Seitenwände, Decke und Mantel

aus einer Reihe U-förmiger Bänder  $bb_1$  gebildet, die durch Niete verbunden werden. Zwischen den Flanschen je zweier benachbarter Bänder befindet sich ein Stehblech  $s$ , das die sonst durch Stehbolzen bewirkte Verbindung zwischen Feuerkiste und Mantel herstellt. Die unteren Enden der Stehbleche werden mit dem Grundringe verbunden. In den Stehblechen ist eine Anzahl von Öffnungen vorgesehen, die dem Wasser und Dampfe freien Umlauf gestatten; die größte, als Mannloch gedachte Öffnung dieser Bleche befindet sich über der Feuerkistendecke. Kesselstirn und Feuerkistenrückwand sowie Stiefelknechtplatte und vordere Rohrwand sind in üblicher Weise durch Stehbolzen gegeneinander abgesteift. Die kräftige Bauart der Feuerkiste gestattet ihre Verwendung auch für den hohen Kesselüberdruck der Verbund-Lokomotiven.

Diese Feuerkiste soll die mit der Verwendung von Stehbolzen in Feuerkisten verbundenen Übelstände beseitigen. Als Vorzüge werden seitens der Erfinder angeführt: Erhöhte Betrieb-

sicherheit, weil größere ebene Flächen vermieden sind; Vermeidung schädlicher Spannungen, weil sich die Wandungen ungehindert ausdehnen können; Dichthalten der Vernietungen, weil die Niete der Einwirkung des Feuers entzogen sind und die Köpfe nicht abbrennen können; Verminderung der Unterhaltungskosten um 40%, weil die Decken-Stehbolzen und -Anker fortfallen; Erhöhung der Verdampfungsziffer, weil die geringere Wandstärke den Wärmedurchgang erleichtert; Verringerung des Kesselsteinansatzes, weil mit der lebhafteren Verdampfung ein beschleunigter Wasserumlauf verbunden ist; Verminderung des Kohlenverbrauches um 12%; Verkürzung der Ausbesserungszeiten.

Die Atchison, Topeka und Santa Fé-Bahn hat eine 2 B + C 1-Verbund Schnellzug-Lokomotive mit einer Feuerkiste von Jacobs-Shupert ausgerüstet, die aus zwölf Bändern gebildet wurde. Aus derselben Anzahl ist der Mantel zusammengesetzt. —k.

## S i g n a l e.

### Selbsttätige Blocksignale und Zughbremsen auf der eingleisigen Städtebahn der Wasserkraft-Gesellschaft zu Washington.

(Electric Railway Journal 1910, 17. Dezember, Band XXXVI, Nr. 25, S. 1182. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 3 auf Tafel XXIII.

Die Wasserkraft-Gesellschaft zu Washington hat kürzlich die 19,8 km lange eingleisige Städtebahn von Spokane nach Medical Lake mit der in Cheney Junction, 11,3 km von Spokane abzweigenden 13,8 km langen Zweigbahn nach Cheney mit selbsttätigen Blocksignalen und Zughbremsen ausgerüstet.

Ungefähr in der Mitte der Bahn, bei Jameison ist ein Unterwerk angeordnet, wo den Leitungen Dreiwellenstrom von 66 000 Volt und 60 Wellen in der Sekunde entnommen und durch Triebmaschinen-Erzeuger in Gleichstrom von 600 Volt für den Fahrbetrieb umgeformt wird. Der Strom für die Schienen-Stromkreise, Signal-Triebmaschinen, Signallampen und Magnetschalter wird von einer Welle der Leitung von 66 000 Volt durch einen Abspanner erhalten, der Einwellenstrom von 2 200 Volt und 60 Wellen in der Sekunde nach dem Signal-Schaltbrette liefert. Jede Signalleitung ist durch selbsttätige Ölshalter geschützt, die mit Zeit-Magnetschaltern und Lärmglocken ausgerüstet sind. An jeder Signal- und jeder Schienenspeise-Stelle sind Signal-Abspanner an hölzernen Pfählen angebracht. Die Signalleitungen sind in ungefähr 800 m Teilung mit Hochspannungs-Blitzableitern versehen.

An jeder Signalstelle haben die Fahrschienen stromdichte Stöße, damit der für die Schienen-Stromkreise verwendete Wechselstrom nicht über die Grenzen der Blockstrecke fließen kann. Für den Betriebs-Rückstrom ist ein Weg durch Widerstands-Stoßüberbrückungen vorgesehen. Gleisabschnitte bis ungefähr 1200 m Länge werden von einem Ende, längere ungefähr von der Mitte ihrer Länge aus gespeist. Um den Stromfluß zu begrenzen, wenn die Fahrschienen durch einen Wagen in der Blockstrecke kurz geschlossen werden, sind Rostwiderstände mit den Schienen-Niederspannungs-Wicklungen der Abspanner und den Schienenverbindungen in Reihe geschaltet. Die beiden Fahrschienen sind mit der einen

Wicklung eines Zweiwellen-Magnetschalters verbunden, durch den dauernd Strom fließt, außer wenn der Schienen-Stromkreis unterbrochen ist oder ein Wagen in der Blockstrecke Kurzschluss bildet.

Die Widerstands-Verbindungen an den Enden der Blockstrecken bestehen aus einem stromdicht geschützten Kupferleiter von großer Leitfähigkeit, der um einen eisernen Kern gewunden und in Öl in einem in die Bettung zwischen den Schwellen gesetzten eisernen Kasten getaucht ist. Die Enden der Wicklung sind mit den beiden Fahrschienen auf derselben Seite der stromdichten Stöße verbunden. Eine ähnliche Verbindung ist zwischen die beiden Schienen des angrenzenden Gleisabschnittes eingelegt, und beide Verbindungen sind durch einen Schützenschalter von der Mitte der Wicklung jeder Verbindung verbunden. Da ein von einem Widerstandsunterschiede der Fahrschienen herrührender Unterschied im Flusse des Betriebs-Rückstromes durch die beiden Hälften einer Verbindung den Eisenkern magnetisch zu machen, und den Widerstand zu verändern streben würde, ist in dem magnetischen Stromkreise der Verbindung ein verstellbarer Luftspalt vorgesehen, durch den jede Ungleichheit berichtigt werden kann. Die Blocklängen schwanken ungefähr von 50 bis 4600 m. Abzweigungen sind bis zum Abstandpfähle in die selbsttätige Sicherung einbezogen.

An den Schienenspeise- und den Signal-Stellen werden gleiche Abspanner verwendet. Sie haben Ölkühlung und unabhängige Niederspannungs-Wicklungen für den Schienen-Stromkreis und den Signal-Triebmaschinen-, Signallampen- und Magnetschalter-Stromkreis. Die Niederspannungs-Wicklung für die Schienen-Stromkreise ist für die verschiedenen Längen und Widerstände der letzteren mit drei Schützenschaltern versehen, die 1,5, 5 und 8 Volt geben, die Signal-Niederspannungs-Wicklung hat einen Schützenschalter von 220 Volt für die Signal-Triebmaschine, einen von 55 Volt für die Signallampen und einen von 28 Volt für die Magnetschalter-Ortswicklungen. Alle Schützenschalter sind mit einem Schaltbrette zur Verbindung mit den äußeren Stromkreisen verbunden.

Die zur Überwachung der Betätigung der Signale verwendeten Zweiwellen-Magnetschalter haben je zwei Sätze feststehender Wicklungen. Die eine ist mit den Fahrschienen in Reihe geschaltet und erhält ihre Arbeit durch den Schienen-Stromkreis, der von einem entfernt angeordneten Abspanner gespeist wird. Die andere Wicklung wird von der Signal-Niederspannungs-Wicklung eines Ortsabspanners gespeist, mit dem eine Vorrichtung in Reihe geschaltet ist, die eine Wellenverschiebung von ungefähr  $90^\circ$  erzeugt. Durch diese Anordnung wird der größte Teil der Arbeit von einer Ortsquelle mit geringem Verluste und nur ein kleiner Arbeitsbetrag durch den Schienen-Stromkreis, wo die Verluste hoch sind, geliefert. Wenn die Schienen-Stromkreis- oder die Ortsabspanner-Wicklung kurz geschlossen wird, öffnet sich der Magnetschalter. Durch wechselweise Umkehrung der Verbindungen der Schienen-Niederspannungs-Wicklungen der Abspanner mit den Schienen wird ein Wellenunterschied von  $180^\circ$  erzeugt, so daß bei zerstörter Stromdichtigkeit eines Schienenstosses die Schienenwicklung des Magnetschalters des angrenzenden Gleisabschnittes durch Strom von entgegengesetzter Welle erregt und dadurch eine falsche Betätigung des Magnetschalters verhütet würde.

Jedes Signal wird von dem beim nächst vorliegenden Ortsignale angebrachten Abspanner unmittelbar durch den Überwachungsdraht, ohne Verwendung eines Hilfs-Magnetschalters gespeist. Die Länge dieser Triebmaschinen betätigenden Stromkreise schwankt ungefähr von 100 bis 11000 m. In der längsten Blockstrecke arbeitet die Signal-Triebmaschine mit einem Stromkreise mit einem Leitungswiderstande von fast 74 Ohm im Ganzen.

Die Welle der Signal-Triebmaschine ist unmittelbar mit der Welle des Signalfügels verbunden, und die Triebmaschine hält das Signal in der »Fahrt«-Stellung fest. Wenn der Triebmaschinen-Stromkreis durch den Schienen-Magnetschalter oder durch Versagen eines der Leitungsdrähte unterbrochen wird, kehrt der Signalfügel durch die Schwerkraft in die »Halt«-Stellung zurück.

Die Signal-Stromkreise sind mit Überdeckung angeordnet, so daß beim Einfahren eines Wagens in eine Blockstrecke nicht nur das Signal am Eingange und das die Fahrten entgegengesetzter Richtung regelnde Signal am Ausgange die »Halt«-Stellung annehmen, sondern auch das nächst rückliegende Ortsignal und ein zwischenliegendes Vorsignal in der »Halt«-Stellung bleiben, bis der Wagen aus der nächsten, vor der befahrenen liegenden Blockstrecke, oder wenn die Überdeckung weniger, als eine ganze Blockstrecke beträgt, aus dem für die Überdeckung bestimmten Teile der zweiten Blockstrecke herausgefahren ist. Ein Wagen ist immer durch wenigstens zwei rückliegende und wenigstens ein vorliegendes Ortsignal geschützt. Für einen von zwei herankommenden Wagen wird immer um eine Blockstrecke von dem am meisten vorgerückten Wagen entfernt ein »Halt«-Signal gestellt. Bei gleichzeitigem Einfahren in die von ihnen abhängenden Abschnitte erhalten beide Wagen »Halt«-Signal.

Abb. 3, Taf. XXIII zeigt die Schaltübersicht eines Stromkreises für die Überwachung und Betätigung der Signale für eine Blockstrecke. Der das Ortsignal 23 in der »Fahrt«-Stellung

haltende Strom fließt durch Überwachungsdraht 23, Stromschließer M, Draht N, Signal-Triebmaschine nach dem gemeinsamen Drahte. Der Triebmaschinen-Stromkreis des Vorsignales 21 geht vom Abspanner T durch Stromschließer C, Draht X, Weichenkasten, Überwachungsdraht 21, Triebmaschine nach dem gemeinsamen Drahte. Der Triebmaschinen-Stromkreis des Ortsignales 19 geht vom Abspanner T durch den Stromschließer S des Magnetschalters 1, Stromschließer am Magnetschalter 2, Weichenkasten, Draht Y, Stromschließer am Magnetschalter 3, Überwachungsdraht 19, Stromschließer am Magnetschalter 4, Signal-Triebmaschine nach dem gemeinsamen Drahte. Wenn ein Wagen das Signal 23 überfährt, schließt er die Schienenwicklung des Magnetschalters 1 kurz, wodurch sich die Stromschließer M und S öffnen. Durch das Öffnen des Stromschließers M wird der Triebmaschinen-Stromkreis des Signales 23 unterbrochen, der Signalfügel fällt auf »Halt«. Die Bewegung dieses Signalfügels öffnet den mit dem Signalfügel verbundenen Stromschließer C. Hierdurch öffnet sich der Triebmaschinen-Stromkreis des Vorsignales 21, das daher in der »Achtung«-Stellung bleibt, solange das Ortsignal 23 auf »Halt« steht. Das Öffnen des Stromschließers S am Magnetschalter 1 unterbricht den Triebmaschinen-Stromkreis des Signales 19.

Signal 19 wurde durch Öffnen des Stromschließers am Magnetschalter 4 auf »Halt« gestellt, als der Wagen das Signal 19 überfuhr, und nachher durch Öffnen des Stromschließers am Magnetschalter 3 und 2 in der »Halt«-Stellung festgehalten, als der Wagen nach Signal 23 vorgerückt war. Als der Wagen das Signal 21 überfuhr, stellte das Öffnen eines in der Schaltübersicht nicht dargestellten Stromschließers am Magnetschalter 2 das Signal 21 auf »Achtung«, und das Öffnen des Stromschließers C am Signale 23 hält das Vorsignal 21 in der »Achtung«-Stellung fest, nachdem der Wagen aus dem Schienen-Stromkreise gefahren ist, durch den das Signal 21 unmittelbar geregelt wird, bis er über den Überwachungspunkt des Signales 23 hinausgefahren ist.

Sobald der Wagen aus der Blockstrecke hinausfährt, wird der Magnetschalter 1 erregt und schließt die Stromschließer S und M. Hierdurch wird der Triebmaschinen-Stromkreis des Signales 19 wieder geschlossen, wodurch dieses auf »Fahrt« gestellt wird, und sobald das Ortsignal 23 den Stromschließer C schließt, geht auch das Vorsignal 21 in die »Fahrt«-Stellung. Das Signal für entgegengesetzte Fahrten am Ausgange der Blockstrecke wird durch einen in der Schaltübersicht nicht dargestellten Stromschließer am Magnetschalter 1 ebenfalls überwacht und daher durch die Einfahrt des Wagens in die Blockstrecke auf »Halt« gestellt.

An jedem Ortsignalmaste ist eine selbsttätige Zugbremse angebracht. Diese besteht aus einem drehbaren, über das Gleis reichenden metallenen Arme, der sich bei wagerechter Lage eben über den Dächern der Wagen befindet. Der Arm ist mechanisch mit dem Signalfügel verbunden und bewegt sich mit ihm auf und ab. Auf dem Dache jedes Triebwagens steht eine oben versiegelte und unten durch ein Rohr mit der Prefsluftbremse des Zuges verbundene Glasröhre. Wenn Signalfügel und Bremsarm wagerecht liegen, wird die Glasröhre auf

einem durchfahrenden Wagen abgebrochen, und die Preßluft in der Bremsleitung entweicht, wodurch die Bremsen selbsttätig mit halber Kraft angelegt werden. Sie können erst wieder gelöst werden, wenn eine neue Röhre aufgestellt ist. Wenn Signal und Bremsarm wegen Unordnung in den Vorrichtungen oder den Stromkreisen nicht auf »Fahrt« gestellt werden können, kann der Bremsarm durch einen in ein Not-schloß nahe dem Fufse des Mastes einzuführenden Schlüssel

von Hand gehoben werden. Der Schlüssel kann erst wieder herausgezogen werden, wenn die Notauslösung wieder hergestellt und in ihrer Grundstellung verschlossen ist. Jeder Triebwagen ist mit zwei überzähligen Glasröhren versehen.

An jedem Ortsignale ist ein Fernsprecher angebracht, so daß die Zugmannschaften an jedem »Halt«-Signale mit dem Fahrdienstleiter in Verbindung treten und Befehle zum Weiterfahren oder Warten erhalten können. B—s.

### Besondere Eisenbahntypen.

**Stromabnehmer der Triebwagen der Stadtbahn in Paris.**

(Génie Civil 1910. 12. November. Band LVIII, Nr. 2, S. 31. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 und 9 auf Tafel XXIV.

Jeder Triebwagen hat an jeder Seite zwei Stromabnehmer. Die vier Stromabnehmer sind je unter einem Balken aus mit Paraffin getränktem Holze befestigt, der zwischen den Achsbüchsen ein und derselben Seite jedes der beiden zweiachsigen

Drehgestelle angebracht ist. Der Stromabnehmer besteht aus einem Schuhe, der an zwei in Führungen gleitende Gelenkglieder angelenkt ist und bei den ältesten Wagen (Abb. 8, Taf. XXIV) durch sein Eigengewicht, bei den neueren (Abb. 9, Taf. XXIV) durch dieses und zwei um die Gelenkglieder gelegte Federn auf die Stromschiene gedrückt wird. Er kann mittels eines senkrechten, über dem Schuhe aufgehängten Riemens gehoben und eingerückt werden. B—s.

## Bücherbesprechungen.

**Die Größenbestimmung reiner Versand- und Empfang-Schuppen.** von Dr.-Ing. K. Remy, 75 Seiten mit 33 Textabbildungen. Wiesbaden, C. W. Kreidel, 1910.

Zu den schwierigsten Fragen der Eisenbahntechnik gehört die zweckmäßige Gestaltung und Größenbemessung der Güterschuppen. Denn ihre Lösung hängt von der Berücksichtigung sehr verwickelter Verkehrsvorgänge ab, deren Beobachtung noch dadurch erschwert wird, daß die vorhandenen verschiedenartigen und oft nicht sehr zweckmäßigen Anlagen auf die Erscheinungsformen der Verkehrsvorgänge einen wesentlichen Einfluß üben. So ist es mit Dank zu begrüßen, daß der Verfasser sich in seiner Doktorarbeit der Bearbeitung dieser schwierigen Aufgabe gewidmet und sie, wie hier gleich bemerkt werden mag, auf dem Wege zu ihrer Lösung ein wesentliches Stück gefördert hat.

Nach einleitenden Abschnitten, in denen Zweck und Einteilung der Güterschuppen erörtert und die bisher vorliegenden Grundsätze für die Größenbestimmung von Güterschuppen besprochen werden, folgt in dem etwa vier Fünftel des ganzen Umfanges der Arbeit umfassenden Hauptabschnitte die eigentliche Untersuchung, in der der Verfasser mit Umsicht und Sorgfalt unter Berücksichtigung der Litteratur und auf Grund vielfacher eigener Beobachtungen und Stoffsammlungen aus den verschiedenen in Betracht kommenden Umständen schließlich seine Folgerungen zieht. Der Verfasser hat seine Aufgabe, um ihre Lösung nicht gar zu schwierig zu machen, begrenzt; er hat Eilgutschuppen, Zollschuppen und Schuppen für besondere Zecke von der Untersuchung ausgeschlossen und ferner nur je reine Versandschuppen und Empfangschuppen der Betrachtung unterzogen, während, wie er selbst hervorhebt, nicht nur die Anlagen mit gemischtem Betriebe viel zahlreicher sind, sondern auch auf den meisten Versandschuppen in mehr oder weniger großem Maße Umladung vorkommt. Diese Selbstbeschränkung ist zu billigen, denn sie erleichtert es, zutreffende Ergebnisse zu erhalten, bei deren Anwendung auf wirkliche Fälle jeder leicht die erforderlichen Zusammenstellungen und Ergänzungen vornehmen kann. Dagegen wäre es erwünscht gewesen, wenn sich der Verfasser bei Ermittlung der Längen der Karrwege und der Schuppengrößen nicht auf die bei uns übliche Schuppenform mit Längsteigen an den Außenseiten beschränkt, sondern untersucht hätte, wie sich in dieser Beziehung Schuppen mit Innengleisen verhalten, sowie Schuppen, bei denen die Ladegleise in die Ladebühnen eingeschritten sind, und dabei die Länge der Ladegleise im Vergleiche zur Schuppenlänge vergrößert ist. Bei der Größenbemessung der Versandschuppen spielt eine wesentliche Rolle die Frage, ob

man die Güter von der Wage weg unmittelbar in die Eisenbahnwagen verkarrt, oder ob man sie zuvor nach Richtungen und tunlich nach Wagen geordnet im Schuppen lagert. Diese Frage, zu der der Verfasser freimütig auch gegen das herrschende Verfahren sprechende Gesichtspunkte anführt, die aber, wie er hervorhebt, einer eingehenden Untersuchung bedürfen würde, bringt er nicht zur Entscheidung und berücksichtigt daher in seinen Ermittlungen beide Fälle.

Im Einzelnen beruht der Wert der Arbeit von Remy in den eingehenden Untersuchungen, die er über die Verkehrsverhältnisse bei Güterschuppen und über die Handhabung des Betriebes angestellt hat, wenn auch einzelne seiner Schlussfolgerungen anfechtbar sind. So sind besonders wichtig die Ermittlungen über den Zusammenhang zwischen Tonnen-, Frachtbrief- und Stück-Zahl, über die Schwankungen des Verkehrs die an mehreren Schuppen beobachtet sind, über die Verhältnisse bei der Anfuhr, Vorprüfung, Annahme und Verladung, sowie bei der Entladung, Lagerung und Abfuhr, die Untersuchungen über die Karrweglängen, die allerdings nicht ganz zutreffend festgestellt erscheinen, da sie die Schuppenbreite nicht enthalten, und endlich die eigentliche Ermittlung der Schuppenflächen. Letztere ermittelt er zutreffend nicht nach dem durchschnittlichen Verkehre und für Lagerfläche, Karrbahnen und sonstigen Bedarf im Ganzen, sondern nach dem größten Verkehre und nach den Lagerflächen, Karrbahnflächen und sonstigem Bedarfe gesondert.

Nicht zuzustimmen ist dem Verfasser, wenn er überall Durchschnittswerte als maßgebend für die Praxis ermitteln will. Geht doch aus seinen eigenen Untersuchungen hervor, wie verschieden die besonderen Verhältnisse sein können, und haben doch seine Untersuchungen, so gründlich sie angestellt sind, sich nur auf eine beschränkte Anzahl von Fällen erstreckt: zudem sind, wie oben erwähnt, gewisse Schuppenformen nicht mit in Betracht gezogen. Darum ist es auch bedenklich, wenn er die Ergebnisse seiner Untersuchungen überall und wiederholt am Schlusse der Arbeit in starre Lehrsätze zusammenfaßt. Das ist für gedankenlose Anwendung sehr bequem, aber grade darum gefährlich, namentlich, wenn Anfänger sich dadurch irreführen lassen. Der Verfasser hat sich hier wohl durch die auch sonst in der neueren technischen Litteratur hier und da bemerkbare Neigung zum Dogmatisieren beeinflussen lassen. Das günstige Urteil über den Wert seiner Arbeit wird durch diese Ausstellung nicht beeinträchtigt. Er liegt in der ganzen Behandlungsweise des schwierigen Stoffes und in den dabei geförderten Ergebnissen. Ihr eingehendes Studium kann warm empfohlen werden. Cauer.