

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LIII. Band.

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

6. Heft. 1916. 15. März.

### Beitrag zur Berechnung des stofslosen Gleises.

H. Kayser, Professor in Darmstadt.

#### I. Einleitung.

Die Herstellung des stofslosen Gleises hat im Strafsenbahnbetriebe bereits große Fortschritte gemacht und sich hier hinsichtlich der Schonung der Fahrzeuge und der Annehmlichkeit des Fahrens bewährt. Daher ist auch die Prüfung der Frage mit Recht wiederholt angeregt worden, ob sich nicht ein stofsloses Gleis auch bei Hauptbahnen, Untergrundbahnen oder Nebenbahnen ausführen lasse.

Mitteilungen über das Schweißen der Schienenstöße bei Hauptbahnen und die für Schienen in Betracht kommenden Wärmestufen findet man im «Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes».\*)

Aus ihnen geht hervor, daß man sich mit der Frage des Schweißens der Schienenstöße auch bei Hauptbahnen ernsthaft beschäftigt hat, daß man aber wegen der Schwierigkeiten beim Baue und der Gefährdung des Gleises durch Knicken und Spannungen bei höchster Wärme über die allerersten Versuche nicht hinausgekommen ist. Eingehende wissenschaftliche Untersuchungen der Bedingungen für ein stofsloses Gleis scheinen noch nicht angestellt zu sein.

Bei Strafsenbahngleisen liegen freilich die Verhältnisse wesentlich günstiger, als bei den Gleisen der Hauptbahnen, da die Erwärmung der ersteren, die geschützt in der Strafsenfläche liegen, bedeutend geringer ist, als die des Hauptbahngleises. Für letzteres muß man für die mitteleuropäischen Wärmeunterschiede unter den ungünstigsten Verhältnissen bei sehr scharfer Kälte mit  $-25^{\circ}$  und bei stärkstem Sonnenbrande mit  $+60^{\circ}$  C rechnen.\*\*)

Das Strafsenbahngleis ist ferner vielfach mit der Unterlage aus Grobmörtel oder mit der Strafsenbefestigung in mehr oder weniger feste Verbindung gebracht und wird sonach durch ein beträchtliches Gewicht niedergehalten, sodafs die bei Wärmersteigerung eintretende Druckspannung das gefürchtete Ausknicken nach oben nicht bewirken kann. Auch Bewegungen in Gleisbogen bei Wärmeänderungen sind bei dem Strafsenbahngleise nicht zu befürchten, da es in der Strafsendecke auch im Bogen ausreichenden Widerstand findet. Ferner sind

\*) 1909, S. 1428; 1910, S. 163; 1911, S. 2468.

\*\*) Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes 1910, S. 163.

die Beanspruchungen durch die Verkehrslasten bei Strafsenbahngleisen wesentlich geringer, als bei Hauptbahngleisen, da erstere in der Regel stetig gestützt sind, also nur kleine Biegebeanspruchungen erfahren. Ähnlich günstig, wie bei Strafsenbahnen liegen auch die Verhältnisse bei Untergrundbahnen und es dürfte sich daher lohnen, auch bei diesen Versuche mit dem stofslosen Gleise anzustellen.

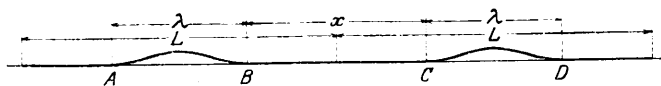
Daß die Bestrebungen zur Herstellung stofslosen Überbaues bei den Hauptbahngleisen noch keine großen Fortschritte gemacht haben, liegt neben den angedeuteten Schwierigkeiten wohl auch daran, daß eine einigermaßen zuverlässige Berechnung der Knicksicherheit des stofslosen Gleises bei Wärmeerhöhung bis jetzt nicht vorhanden ist. Daher soll im Folgenden der Versuch gemacht werden, rechnerisch nachzuweisen, wie schwer ein stofsloses Gleis sein muß, damit es bei der größten zu erwartenden Erwärmung weder lotrecht noch wagerecht ausknickt; lotrecht wirkt das Gewicht des Gleises, wagerecht die Reibung auf der Bettung dem Knicken entgegen. In beiden Fällen liegt ein sehr langer Druckstab vor, der durch seitliche Kräfte gestützt und dadurch knicksicher gemacht werden kann.

#### II. Ableitung der Gleichungen.

##### II. A) Senkrechtes Knicken des Gleises.

Da das Gleis nach unten nicht ausweichen kann, ist nur eine Knicklinie nach Textabb. 1 möglich, wobei auf eine aus-

Abb. 1.



knickende Strecke von der Länge  $\lambda$  eine gerade bleibende Strecke von der Länge  $x$  folgt.

Im Folgenden bezeichnet

$F$  qcm den Querschnitt,

$J$  cm<sup>4</sup> das Trägheitsmoment,

$g$  kg/cm das Gewicht der Schiene,

$t^{\circ}$  die Zunahme der Wärme gegen den Zustand beim Schweißen der Stöße,

$\epsilon$  cm/cm die Dehnziffer 0,0000117 für  $1^{\circ}$  Zunahme der Wärme,

$E$  kg/qcm das Elastizitätsmaß 2 150 000 kg/qcm,

$n$  den Grad der Sicherheit gegen Knicken.

Beim Knicken des Gleises ist die frei werdende innere Druckerarbeit gleich der geleisteten Biegearbeit. Da beim Ausknicken einer gewissen Gleisstrecke die Nachbarstrecke auf die ausknickenden Enden den im ganzen Gleise herrschenden Druck ausübt, so ist die in Betracht kommende Druckkraft  $nP = n \cdot \epsilon \cdot E \cdot F \cdot t$ .

Die beim Ausknicken verfügbare Arbeit wird hiernach

$$n \cdot P \cdot \Delta \lambda = n \cdot \epsilon \cdot E \cdot F \cdot t \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda,$$

wenn  $\lambda$  die Länge der durch Knicken ausbiegenden Gleisstrecke bedeutet.

Diese Arbeit wird gleich der Biegearbeit gesetzt, die aus der Knickarbeit des Schienenstranges von der Länge  $\lambda$  und der beim Ausknicken auf Hebung des Schienenstranges verwendeten Arbeit des Gewichtes besteht. \*)

Unter der Voraussetzung, dafs das der Knickstelle benachbarte Gleis auf unnachgiebigem Untergrunde liegt, wird sich beim Knicken eine Welle ausbilden, die an den Anfang- und

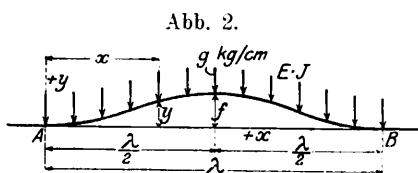


Abb. 2.

End-Punkten wagerecht in das Gleis übergeht. (Textabb. 2.)

Die Biegearbeit erhält man aus der Knickkraft des eingespannten Stabes nach Euler, vervielfältigt mit der Weglänge des Stabendes. Diese beträgt aber, wenn die Zusammendrückung beim Ausknicken vollständig verschwindet,  $\Delta \lambda = \epsilon \cdot t \cdot \lambda$ .

Die Biegearbeit wird also:

$$A_B = \frac{4 \pi^2 E J}{\lambda^2} \cdot \Delta \lambda = \frac{4 \pi^2 E J}{\lambda^2} \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda,$$

\*) Man könnte einwenden, dafs nur die für eine gewisse Gleisstrecke aufgespeicherte innere Druckerarbeit  $P \cdot \Delta \lambda : 2$  zur Verfügung stehe, und nicht, wie oben angegeben, der doppelte Wert; folgende Überlegung dürfte jedoch die Richtigkeit der gemachten Annahme beweisen. Falls sich eine gröfsere Gleisstrecke im Ganzen an der Knickgrenze befindet, wird auf eine ausknickende Strecke  $\lambda$  immer eine gerade Strecke  $x$  folgen. (Textabb. 1.)

Betrachtet man für den Zustand des unständigen Gleichgewichtes unmittelbar vor dem Knicken die Strecke  $L = \lambda + x$  des Gleises, so ist die in dieser Strecke aufgespeicherte Druckerarbeit  $A_L = P(\Delta \lambda + \Delta x) : 2$ . Knickt nun die Strecke  $\lambda$  aus, so wird die Arbeit  $A_L$  teils in Biegearbeit umgesetzt, teils durch die Reibung in der gerade bleibenden Strecke aufgenommen. Die Länge der Strecke  $x$  ergibt sich aus der Bedingung für die gerade Strecke  $P \cdot \Delta x : 2 = P \cdot \Delta \lambda : 2 + R \cdot \Delta x : 2$ , worin  $R$  die Reibung des Gleises auf der Bettung bedeutet. Setzt man für  $\Delta x$  den Wert  $\epsilon \cdot t \cdot x$  und für  $R$  den Wert  $\mu \cdot G \cdot x$ , worin  $\mu$  die Reibungsziffer und  $G$  das Gleisgewicht für die Längeneinheit angibt, so erhält man für  $x$  die Gleichung:

$$\frac{P \cdot \epsilon \cdot t \cdot x}{2} = \frac{P \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda}{2} + \frac{\mu \cdot G \cdot x \cdot \epsilon \cdot t \cdot x}{2}, \quad x^2 - \frac{P}{\mu \cdot G} \cdot x + \frac{P}{\mu \cdot G} \cdot \lambda = 0.$$

Mit  $P = \epsilon E \cdot F \cdot t$  wird:

$$x^2 - \frac{\epsilon E \cdot F \cdot t}{\mu \cdot G} \cdot x + \frac{\epsilon E \cdot F \cdot t \cdot \lambda}{\mu \cdot G} = 0.$$

Knickt nun die Strecke  $\lambda$  aus, so stehen ihre Endpunkte noch unter dem Drucke  $P = \epsilon E \cdot F \cdot t$  und bewegen sich nach der Knickstelle. Hierdurch wird aus der anschließenden geraden Strecke die für die zu leistende Biegearbeit fehlende innere Druckerarbeit  $P \cdot \Delta \lambda : 2$  frei. Die gerade Strecke behält eine gewisse, von der Reibung  $\mu \cdot G$  abhängende Druckspannung. Die Strecke  $x$  mufs also immer länger sein, als die ausknickende Strecke  $\lambda$ .

hierzu kommt noch Arbeit des Gewichtes, die bei der Höhe  $y$  der Knickbiegeline an der Stelle  $x$  berechnet werden kann aus:

$$A_g = g \int_0^\lambda y \, dx.$$

Mit  $y = \frac{f}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$  wird  $A_g = \frac{g \cdot \lambda \cdot f}{2}$ .

Die ganze beim Ausknicken zu leistende Arbeit beträgt also:

$$A_i = A_B + A_g = \frac{4 \pi^2 E \cdot J}{\lambda^2} \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda + \frac{g \cdot \lambda \cdot f}{2}.$$

Die Schiene befindet sich in unzeitigem Gleichgewichte, sie kann ausknicken, wenn die verfügbare Druckerarbeit gleich der innern Biegearbeit ist, also:

Gl. 1)  $n \cdot \epsilon E \cdot F \cdot t \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda = \frac{4 \pi^2 E \cdot J}{\lambda^2} \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda + \frac{g \cdot \lambda \cdot f}{2}$ .

Der Sicherheitsgrad gegen Knicken wird

$$n = \frac{A_i}{P \cdot \Delta \lambda} = \frac{\frac{4 \pi^2 E J}{\lambda^2} \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda + \frac{g \cdot \lambda \cdot f}{2}}{P \cdot \epsilon \cdot t \cdot \lambda} = \frac{4 \pi^2 E J}{P \cdot \lambda^2} + \frac{g \cdot f}{P \cdot 2 \cdot \epsilon \cdot t}.$$

Zwischen der Bewegung  $\Delta \lambda$  des Stabendes und der Ausbiegung  $f$  besteht die Beziehung:

Gl. 2)  $\Delta \lambda = \frac{\pi^2 \cdot f^2}{4 \lambda}$  \*)

Also wird:  $f = 2 \cdot \sqrt{\lambda \cdot \Delta \lambda} : \pi = 2 \cdot \lambda \cdot \sqrt{\epsilon \cdot t} : \pi$  und nach Einsetzung dieses Wertes in  $n$ :

Gl. 3)  $n \cdot P = \frac{\pi^2 E J}{\lambda^2} + \frac{g}{\pi} \cdot \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon \cdot t}}$ .

Nun ist noch die Wellenlänge  $\lambda$  zu bestimmen, für die  $n$  oder  $nP$  ein Kleinstwert wird, also:

$$\frac{\partial (nP)}{\partial \lambda} = 0 \quad 0 = -\frac{8 \pi^2 E J}{\lambda^3} + \frac{g}{\pi \sqrt{\epsilon \cdot t}}$$

Gl. 4)  $\lambda = 2 \cdot \pi \sqrt[3]{\frac{E \cdot J \cdot \sqrt{\epsilon \cdot t}}{g}}$ .

Die hiernach zu berechnende Wellenlänge kann in Gl. 3) eingesetzt werden und diese dann zur Bestimmung des Gewichtes  $g$  benutzt werden, für das die Bedingungsgleichung erfüllt wird. Man erhält:

$$n \cdot \epsilon E \cdot F \cdot t = \sqrt[3]{g^2} \left( \sqrt[3]{\frac{E \cdot J}{\epsilon \cdot t}} + 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{E \cdot J}{\epsilon \cdot t}} \right)$$

Gl. 5)  $g = \frac{(\epsilon t)^2}{3} \cdot E \cdot \sqrt[3]{\frac{n^3 \cdot F^3}{J}}$ .

Das erforderliche Gewicht des Gleises hängt darnach vom Quadrate der Wärme und von der zweiten Wurzel aus  $F^3 : J$  ab. Wenn man für  $\sqrt[3]{J} : F$  den Trägheitshalbmesser  $i$  einführt, so lautet Gl. 5):

Gl. 6)  $g = \frac{(\epsilon t)^2}{3} \cdot \frac{E \cdot F}{i} \sqrt[3]{\frac{n^3}{J}}$ .

\*) Diese Beziehung folgt aus:

$$\Delta \lambda = \frac{1}{2} \int_0^\lambda \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 dx,$$

wenn man für  $y = \frac{f}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$  einsetzt und die Integration zwischen den Grenzen 0 und  $\lambda$  durchführt.

Zur Verringerung der Knickgefahr eines Gleises muß also der Wert  $F:i$  bei gegebenem Gewichte tunlich klein gehalten werden, soweit dies die übrigen technischen Anforderungen an die Schiene zulassen, oder das Gewicht muß nach Gl. 5) oder 6) festgesetzt werden.

Mit Gl. 5) sind für die Schienen Nr. 6 bis 16 in Zusammenstellung I die zur Sicherung des Gleises nötigen Gewichte angegeben. Die Berechnung erfolgte für die Sicherheitsgraden = 1, 2 und 3. Aus den gleichfalls angegebenen Gewichten der Schienen und der Holzschwellen von  $16 \times 26$  cm

Zusammenstellung I.

Kleinstgewichte für eine Schiene des stofslosen Gleises.

Die Werte sind für das Gleisgewicht mit 2 zu vervielfältigen.

$$\text{Gewicht } g = \frac{E(\epsilon t)^2}{3} \cdot \sqrt{\frac{n^3 F^3}{3 J}} = \frac{E(\epsilon t)^2}{9} \cdot \frac{F}{i} \sqrt{3 n^3}, \text{ Wellenlänge } \lambda = 2\pi \sqrt{\frac{E J I' \epsilon t}{g}}, t = 40^\circ, \epsilon = 117 \cdot 10^{-7}, E = 2150000 \text{ kg/qcm}$$

Holzschwellen  $16 \times 26$  cm 2,70 cm lang in 0,60 m Teilung.

Schiene Nr.	F qcm	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	J <sub>F</sub> = i <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>	i cm	Nötiges Gewicht g und Wellenlänge λ						Vorhandenes Gewicht		Schiene Nr.
					n = 1		n = 2		n = 3		ohne Schwellen kg/cm	mit Schwellen kg/cm	
6	42,53	1036,6	24,36	4,93	0,775	1620	2,19	1115	4,03	911	0,334	1,304	6
7	47,44	1063,0	22,45	4,73	0,903	1510	2,56	1070	4,69	872	0,372	1,342	7
8	52,30	1351,6	25,80	5,08	0,935	1620	2,64	1145	4,85	932	0,410	1,380	8
9	55,32	1362,5	24,62	4,96	1,02	1580	2,88	1117	5,29	911	0,434	1,404	9
15	57,39	1582,9	27,60	5,25	0,986	1660	2,78	1185	5,13	971	0,451	1,421	15
16	60,24	1597,7	26,50	5,15	1,06	1640	3,01	1160	5,52	946	0,473	1,443	16

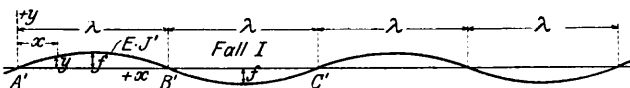
in 60 cm Teilung geht hervor, daß bei den jetzigen Gewichten der Schienen nur eine etwas mehr als einfache Sicherheit vorhanden ist, wenn man mit der größten Zunahme der Wärme um 40° C rechnet, die sich aus + 20° Luftwärme beim Schweißen und der Erwärmung auf + 60° in der Sonne ergibt. Dieser Sicherheitsgrad genügt nicht; der Sicherheitsgrad 2 müßte erstrebt werden, was dadurch möglich wäre, daß man das Gleis schwerer ausgestattete.

Bei der Berechnung der Gewichte ist die Reibung der Schwellen an der Bettung nicht berücksichtigt. Dagegen werden die berechneten Gewichte bei 50° Wärmeunterschied  $50^2:40^2 = 1,56$  mal, also rund 50%, größer, da sie nach Gl. 5) mit dem Quadrate der Zunahme der Wärme wachsen.

II. B) Wagerechtes Knicken des Gleises.

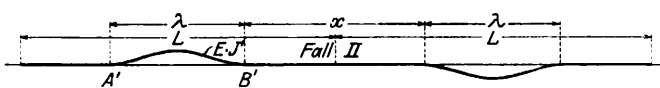
Das bei Erwärmung unter Druck stehende, stofslose Gleis muß auch wagerecht knicksicher sein. Dem seitlichen Ausbiegen widersteht der Biege- und Reibwiderstand des Gleises und die Reibung der Schwellen. Zwei mögliche Fälle des Knickens sind zu unterscheiden. Im Falle I bilden sich gleichzeitig für eine größere Gleisstrecke Wellen nach Textabb. 3) aus,

Abb. 3.



im Falle II schließen gewisse gerade bleibende Gleisstrecken einzelne Knickstellen ein. (Textabb. 4.)

Abb. 4.



Der Beurteilung der Sicherheit des Gleises muß der ungünstigere Fall zu Grunde gelegt werden.

B) 1. Fall I. (Textabb. 3.)

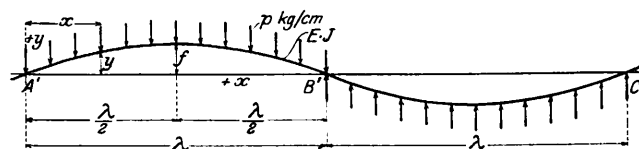
Für die Wellenlänge λ lautet die Gleichung der Mittellinie des ausgeknickten Gleises:

$$y = f \sin(\pi x : \lambda).$$

Die Bezeichnungen bleiben die des Abschnittes A), nur beziehen sich alle Werte nicht auf die Schiene, sondern auf das Gleis. J<sub>h</sub> ist das Trägheitsmoment beider Schienen für die Mitte des Gleises. Dann wird das gegen die Biegung wirksame Trägheitsmoment des Gleises J' = α · J<sub>h</sub> sein, wobei α < 1 von der Schwellenteilung, der Art der Befestigung der Schienen auf den Schwellen und manchen anderen Einflüssen abhängt. Die Größe von α wäre für vorliegende Fälle am einfachsten durch den Biegeversuch fest zu stellen.

p<sup>kg/cm</sup> ist der Reibungswiderstand = μ · G. (Textabb. 5.)

Abb. 5.



Wird wieder die Arbeit aus Druck bei Erhöhung der Wärme gleich der aus Biegung und Reibung gesetzt, so folgt

$$\text{Gl. 7) } \frac{n \cdot \epsilon E \cdot F' \cdot t \cdot \Delta \lambda^*}{2} = \frac{\pi^2 \cdot E J'}{\lambda^2} \cdot \Delta \lambda + \frac{2}{\pi} \cdot p \cdot f \cdot \lambda.$$

Mit  $\Delta \lambda = \epsilon \cdot t \cdot \lambda$  und  $\Delta \lambda = \pi^2 \cdot f^2 : 4 \lambda$  oder  $f = 2 \cdot \sqrt{\lambda \cdot \Delta \lambda} : \pi = 2 \cdot \lambda \cdot \sqrt{\epsilon t} : \pi$  findet man

$$\text{Gl. 8) } \frac{n \cdot \epsilon E \cdot F' \cdot t}{2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J'}{\lambda^2} + \frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{p \cdot \lambda}{\sqrt{\epsilon t}}.$$

Der Wert λ folgt aus der Bedingung, daß der Sicherheitsgrad n ein Kleinstwert sein soll:

\*) Hierbei ist als innere Druckarbeit im Gegensatz zu der obigen Ableitung auf S. 92 der Wert  $P \cdot \Delta \lambda : 2$  einzuführen, da angenommen ist, daß die Nachbarstrecke des Gleises gleichzeitig seitlich ausknickt. Von der Nachbarstrecke kann also in diesem Falle keine aufgespeicherte Druckarbeit abgegeben werden.

$$\frac{\delta n}{\delta \lambda} = 0, \text{ oder } \frac{\delta(n \varepsilon E \cdot F' \cdot t)}{2 \delta \lambda} = -\frac{2 \pi^2 E J'}{\lambda^3} + \frac{4}{\pi^2 \sqrt{\varepsilon t}} \cdot p = 0.$$

$$\text{Gl. 9) } \dots \lambda = \pi \sqrt[3]{\frac{\pi}{2} \cdot \frac{E \cdot J'}{p} \cdot \sqrt{\varepsilon t}}.$$

Setzt man diesen Wert in Gl. 8) ein, so erhält man die Gleichung zur Bestimmung von p, nämlich:

$$\frac{n \cdot \varepsilon E \cdot F' \cdot t}{2} = \frac{\pi^2 \cdot E J'}{\pi^2 \sqrt[3]{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{E J'}{p} \sqrt{\varepsilon t}\right)^2}} + \frac{4p}{\pi^2 \sqrt{\varepsilon t}}$$

$$\pi \sqrt[3]{\frac{\pi}{2} \cdot \frac{E J'}{p} \sqrt{\varepsilon t}} = \sqrt[3]{p^2 \left[ \sqrt[4]{\frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{E J'}{\varepsilon t}} + 2 \sqrt[3]{\frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{E J'}{\varepsilon t}} \right]}$$

$$\text{Gl. 10) } \dots p = \frac{(\varepsilon t)^2}{4} \cdot E \cdot \sqrt[3]{\frac{n^3 \cdot F'^3}{6 \cdot J'}}$$

und mit Einführung des Trägheitshalbmessers  $i' = \sqrt{J' : F'}$

$$\text{Gl. 11) } \dots p = \frac{(\varepsilon t)^2}{4} \cdot \frac{E \cdot F'}{i'} \cdot \sqrt[3]{\frac{n^3}{6}}$$

B. 2). Fall II. (Textabb. 4.)

Dieser Fall entspricht dem im Abschnitt A) behandelten des lotrechten Ausknickens, man kann also (Gl. 5) und 6) unmittelbar verwenden, wenn man für g die Reibung p und für J das Trägheitsmoment J' für die lotrechte Gleisachse einführt. Dann wird:

$$\text{Gl. 12) } \dots p' = \frac{(\varepsilon t)^2}{3} \cdot E \cdot \sqrt[3]{\frac{n^3 \cdot F'^3}{3 \cdot J'}}$$

Vergleicht man die für die Fälle I und II gefundenen Gleichungen 10 und 12, so wird  $p' : p = (4 \cdot \sqrt{6}) : (3 \cdot \sqrt{3}) = 9,80 : 5,20 = 1,89$ ; das Gewicht des Gleises muß im Falle II beinahe zweimal so groß sein, wie im Falle I, somit ist der Fall II der Berechnung des Gleises gegen wagerechtes Knicken zu Grunde zu legen. Gl. 12) lautet nach Einführung von  $\sqrt{J' : F'} = i'$ :

$$\text{Gl. 13) } \dots p' = \frac{(\varepsilon t)^2}{3} \cdot \frac{E \cdot F'}{i'} \cdot \sqrt[3]{\frac{n^3}{3}}$$

Bei der Berechnung von p' ist zu beachten, daß der Beiwert der Reibung der Schwellen in der Bettung ziemlich groß ist, und daß die Bettung vor den Köpfen der Schwellen beim Knicken weggeschoben werden muß. p' wird also nicht viel kleiner sein, als das Gleisgewicht für die Längeneinheit. Da aber  $\alpha \cdot J_h = J'$  sehr viel größer ist, als das Trägheitsmoment der Schienen

für ihre wagerechte Achse beim lotrechten Knicken, so ergibt der Vergleich mit der ähnlichen Gl. 5), daß die Gefahr des wagerechten Knickens nicht vorliegt, wenn das Gleis gegen lotrechtes Knicken sicher ist. Brauchbare Zahlenwerte kann man aus (Gl. 12) erst herleiten, wenn die Reibungszahlen des Gleises und der Beiwert a durch Versuche festgestellt sind.

Wenn der Strang bei Zunahme der Wärme nach oben ausknickt, wird die seitliche Reibung vermindert, dann wird seine Seitensteifigkeit allein nicht mehr ausreichen, um die Knickkraft aufzunehmen. Das Gleis wird also zunächst nach oben ausknicken und sich dann seitlich verschieben, wenn die Einleitung dieser Erscheinung nicht durch genügendes Gewicht verhindert wird.

III. Zusammenfassung.

Die vorstehenden Berechnungen zeigen, wie man das zur Sicherung der Lage bei den höchsten zu erwartenden Wärmestufen nötige Gewicht eines stofslosen Gleises berechnen kann. Die Ergebnisse stellen für weitere Versuche mit dem stofslosen Gleise auch bei Hauptbahnen Erfolg in Aussicht. Die Schwierigkeiten bei der Durchführung in Bogen, Bahnhöfen und Weichen sollen nicht verkannt werden. Andererseits wären aber die Vorteile für Bau und Betrieb sehr groß.

Das nötige Gewicht könnte in verschiedener Weise geschaffen werden: durch künstliche Belastung der Schwellen, durch Heranziehung der Bettung zur Beschwerung, durch Verankerung einzelner Schwellen und andere Mittel. Die nötigen Maßnahmen würden nicht unbeträchtliche Kosten verursachen, zumal auch für die Arbeiten bei der Verlegung und Erhaltung des stofslosen Gleises besondere Einrichtungen und Maschinen nötig werden. Man wird also an die Einführung dieses Gleises zunächst nur für besonders geeignete Strecken, wie Schnell- und Untergrund-Bahnen, denken können.

Es könnte noch eingewendet werden, daß die inneren Spannungen durch die Druckkräfte im Gleise zu groß würden. Die Berechnung zeigt, daß bei 40° Erhöhung der Wärme im geraden Gleise etwa 1000 kg/qcm Druck auftreten, dazu kämen die Biegespannungen und die Spannungen aus Brems-, Flieh- und Zug-Kräften. Zur Minderung dieser Spannungen müßten also ebenfalls besondere Maßnahmen getroffen werden, soweit sie nicht eben schon durch den Fortfall der Stofs-lücken erzielt wird.

**Das Eisenbahnwesen auf der Baltischen Ausstellung in Malmö 1914.**

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 19 auf Tafel 19.

(Fortsetzung von Seite 84.)

A) III. Die elektrischen Triebwagen der deutschen Bahnen\*).

Die preussisch-hessische Staatsbahnverwaltung hatte bis Mai 1915 an elektrischen Vollbahn-Triebwagen beschafft: 182 zwei- und dreiteilige Züge aus Speichertriebwagen, drei mit Diesel-elektrischen, 20 mit benzol-elektrischen Triebwagen und eine große Anzahl Triebwagen mit Stromzuführung durch Streckenleitungen, nämlich 30 Gleichstrom-Triebwagen für die Strecke Berlin-Großlichterfelde-Ost, 140 Wechselstrom-

Triebwagen für die Stadt- und Vorort-Bahn Blankenese-Hamburg-Ohlsdorf und sechs dreiteilige Triebwagenzüge für die Gebirgstrecke Lauban-Königszelt und die Abzweigungen. Hierzu kommen noch einige Triebwagen für Sonderzwecke, wie Tunnel- und Strecken-Untersuchung. Die mit eigener Kraftquelle ausgerüsteten Triebwagen haben für längere Fahrten durchweg Aborte, Gepäck-, Post- und Hunde-Abteile erhalten. Die Zahl der Plätze wurde durch Einstellung dreiteiliger Triebwagenzüge oder zeitweilige Beigabe von Anhängewagen erhöht. Bei den Speichertriebwagen wurde der Fahrbereich durch Einbau größerer Speicher bis 180 km auf ebener Strecke erweitert, auf den

\*) Organ 1909, S. 250; 1910, S. 93, 21, 41, 61, 79, 99; 1911, S. 91, 207, 211, 224; 1912, S. 289; 1913, S. 225, 311; 1914, S. 103, 373; 1915, S. 18, 197; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1915, II, S. 704, 737; Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1915, S. 51.

Gebirgstrecken durch Stromrückgewinnung bei der Talfahrt und beim Bremsen gesteigert, und weitere Erhöhung durch Einbau leichter Speicher nach Edison angestrebt.

Die Wagen mit mittelbarem Antriebe durch Verbrennungsmaschinen erhielten gegen frühere Ausführungen leistungsfähigere Stromerzeuger und grössere Vorräte an Heizstoff für 350 km Reichweite. Als Heizstoff wird neben Benzol auch Teeröl verwendet.

Die in Malmö ausgestellten Triebwagen werden nachstehend näher beschrieben.

1.) Fünfsachsiger Diesel-elektrischer Triebwagen mit zweiachsigen Anhängewagen III. Klasse, gebaut von der Wagenbauanstalt Gebrüder Gastell in Mainz-Mombach, der Maschinenbauanstalt Gebrüder Sulzer in Ludwigshafen a. Rh. und Brown, Boveri u. G. in Mannheim-Käferthal. (Abb. 1 und 2, Taf. 19.) Der Triebwagen hat 30 Sitzplätze II. und 31 III., der Anhängewagen 30 III. Klasse, außerdem an den Längsseiten des Gepäckraumes und im vordern Führerraum Klappsitze. Den Verkehr vermitteln Seitentüren an den Führerständen und Schiebetüren an den Stirnseiten der Abteile. Zwischen den Abteilen und Aborten liegen Drehtüren. Die Türen und Übergangbrücken an den Kuppelseiten der beiden Wagen sind für die Fahrgäste gesperrt. Das Kastengerippe besteht aus Holz, das Untergestell aus Eisen. Ausrüstung und Lüftung entsprechen den Regelformen, die Beleuchtung ist elektrisch, zur Heizung wird das Kühlwasser der Diesel-Maschine benutzt.

Die Verbrennungsmaschine ist mit dem unmittelbar gekuppelten Stromerzeuger und dessen Erregermaschine auf einem besonders vom Wagen unabhängigen Rahmen federnd in dem dreiachsigen Drehgestelle an der Vorderseite des Triebwagens untergebracht. Zum Schutze des Maschinensatzes dient eine über die Puffer ausziehbare Haube. Das hintere zweiachsige Drehgestell trägt die elektrische Doppelmaschine, die die beiden Achsen mit Blindwelle, Zahnradvorgelege und Kuppelstangen antreibt. Die Doppelmaschine von 360 PS Stunden- und 160 PS Dauer-Leistung ist mit dem Stromerzeuger durch Schaltung nach Leonard verbunden. Ihre Geschwindigkeit wird durch Regeln der Spannung im Stromerzeuger geändert, wobei stofsloses und sparsames Arbeiten erreicht und die Zahl der Starkstromleitungen verringert wird. Die Hüpferschalter und Fahrtwender der Steuerung unter dem Triebwagen werden von den Führerständen aus elektrisch durch Fahrschalter bedient. Den Lichtstrom liefert die Erregermaschine, oder ein von dieser geladener Speicher unter dem Rahmen.

Die von Sulzer gebaute Diesel-Maschine hat sechs im Viertakte arbeitende Zylinder mit 260 mm Durchmesser und 300 mm Hub, die in zwei Reihen zu je drei unter 30° gegen die Lotrechte geneigt angeordnet sind. Unter ihnen liegt die Triebwelle in der Längsachse des Fahrzeuges mit drei um 120° versetzten Kurbeln und einer für die Luftpumpe am vordern Ende. Am andern Ende ist ein Flansch zur Befestigung des Schwungrades und zur Verbindung mit der Ankerwelle des Stromerzeugers angeschmiedet. Die dreistufige Luftpumpe mit Zwischenkühlern liefert Preßluft zum Einblasen des Heizstoffes, zum Anlassen und zum Bremsen. Die vier zugehörigen Luft-

behälter sind aus Stahl ohne Naht gezogen und liegen zu beiden Seiten der Arbeitzylinder. Über der Maschine liegt der runde Behälter für 450 l Heizstoff, aus dem das Teeröl den einzelnen Zylindern durch eine Brennstoffpumpe zugeführt wird; eine Zusatzpumpe fördert das Zündöl zur Einleitung der Verbrennung. Unter dem Behälter und zwischen den Zylindern ist der geräumige Schalldämpfer angeordnet. Eine Ölpumpe mit acht Preßkolben zur Schmierung der Arbeit- und Luftpumpen-Zylinder ist in den vordern Teil des Maschinensatzes eingebaut. Das Kühlwasser wird durch eine besondere Pumpe aus dem Behälter für 300 l durch die Kühlmäntel der Zylinder nach einem Röhrenkühler auf dem Dache und von da wieder zum Behälter befördert; es kann auch zur Heizung des Wagens benutzt werden. Die Umlaufzahl der Diesel-Maschine ist durch Regelung der Zufuhr an Heizstoff von 450 bis 200 in der Minute einzustellen, um auf Talfahrten und bei Stillstand Heizstoff zu sparen. Die Preßluft zum Anlassen hat 50 at. An dem gußstählernen Schwungrade befindet sich ein Schaltzahnkranz zum Drehen der Maschine in Anlaßstellung. Ein geschütztes Verfahren ermöglicht rauch- und stofsreihe Verbrennung in den Arbeitzylindern bei jeder Höhe und Änderung der Belastung. Zu jedem Zylinder gehört je ein Einlaß-, Auspuff-, Heizstoff- und Anlaß-Ventil, die von einer wagerechten Welle durch Nocken, Rollen und Hebel gesteuert werden.

Die Lager der Kurbeln und Stangen und die Teile der Steuerung im Kurbelgehäuse der Diesel-Maschine haben Preßschmierung. Das staubdichte Gehäuse besteht aus Flußeisenformguß.

Triebwagen und Anhänger sind mit einer Einkammer-Luftbremse nach Knorr, Handbremse und Preßluft-Sandstreuern ausgerüstet, die von jedem Führerstande aus bedient werden können. Der unbesetzte Triebwagen wiegt 62 t, der Anhängewagen 16 t, die größte Geschwindigkeit des Triebwagens allein beträgt 75, mit dem Anhängewagen 56 km/St.

2.) Vierachsiger benzol-elektrischer Triebwagen mit zweiachsigen Beiwagen, von der «Aktiengesellschaft für Fabrikation von Eisenbahnmateriale» zu Görlitz und den Bergmann-Elektrizitäts-Werken in Berlin (Abb. 3 und 4, Taf. 19). Der Triebwagen enthält 68 Sitz- und 35 Steh-Plätze, der Anhängewagen 48 Sitz- und 28 Steh-Plätze. Der Gepäckraum kann auch als Abteil IV. Klasse dienen. Der Triebwagen hat Führerstände an beiden, der Beiwagen nur einen am freien Ende. An den Kuppelseiten sind beide Wagen durch Übergangbrücken und Faltenbälge verbunden. Die Fahrgäste gehen durch den Führerstand II oder den Vorraum des Anhängewagens in die Abteile III., durch die Führerstände I und III in die IV. Klasse.

Das Kastengerippe beider Fahrzeuge besteht aus Holz, die Seitenwände sind mit 2 mm starkem Bleche verkleidet. Die Abteile III. Klasse haben Sitze aus Eschenlatten, halbhohe Zwischenwände und darüber Gepäcknetze, deren Tragteile Querversteifungen des Wagenkastens bilden. Alle Fallfenster haben Rahmen aus Aluminium und Druckrahmen aus Metall. An den Stirnseiten der Führerstände sind Doppelfenster vorgesehen, deren drehbare Innenscheibe herausgenommen werden kann. Zur elektrischen Beleuchtung dienen elf Deckenlampen

im Triebwagen, neun im Anhänger, die Signallaternen an den Stirnwänden sind für elektrische Beleuchtung eingerichtet. Zur Heizung wird das warme Kühlwasser der Triebmaschine durch Rohrleitungen unter den Sitzbänken geleitet.

Der Triebwagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und ist dreifach abgefedert; außerdem liegen zwischen dem Kasten und dem eisernen Untergestelle 20 mm starke Filzplatten. Im vordern Drehgestelle liegen die Verbrennungsmaschine und der Stromerzeuger auf einem besonders abgefederten Rahmen, der die Erschütterungen der Triebmaschine abschwächt. Eine verschiebbare Haube aus Aluminium schützt den Maschinensatz, daran schließt an der Stirnwand eine feste Haube aus Stahlblech mit den Werkzeugkästen im untern, dem Abzugrohr der Verbrennungsmaschine und dem Kühler im obern Teile. Das Maschinen-Drehgestell kann zu größeren Ausbesserungen vom Untergestelle gelöst und unter dem Wagen hervorgezogen werden. Die Benzolmaschine ist von der «Gasmotorenfabrik Deutz» geliefert. Sie hat sechs im Viertakte arbeitende Zylinder und leistet bei 700 Umläufen in der Minute 170 PS. Bauart und Ausrüstung stimmen mit früheren Ausführungen\*) überein.

Der unmittelbar damit gekuppelte Stromerzeuger ist eine vollständig gekapselte mit Wendepolen und Ausgleichwicklung ausgerüstete Gleichstrom-Nebenschlußmaschine von 115 KW Dauerleistung bei 700 Umläufen in der Minute und 310 V Klemmenspannung. Die beiden in das hintere Drehgestell eingebauten Gleichstrom-Triebmaschinen von je 130 PS Stundenleistung haben ebenfalls Wendepole. Sie werden ausschließlich durch Änderung der Erregung des Stromerzeugers geregelt, wodurch die Spannung beeinflusst wird. Da der Erregerstrom nur schwach ist, bedingt die Regelung nur geringe Verluste und da auch der Wirkungsgrad der Triebmaschinen bei den verschiedenen Spannungen nahezu gleich ist, so bleibt der Wirkungsgrad im Ganzen bei allen vorkommenden Geschwindigkeiten gut.

Ein Speicher für 76 Amp St bei dreistündiger Entladung und 72 V ist in das Untergestell eingebaut. Er dient zur Beleuchtung des Wagens, zur Erregung des Stromerzeugers während der Fahrt und des selbsttätigen Hauptausschalters, ferner zur Bedienung der elektrischen Zündvorrichtung für die Benzol-Triebmaschine und der Schallsignale. Der Speicher kann beim Stillstande des Wagens aufgeladen werden. Der Fahrschalter enthält einen Druckknopf, der beim Loslassen den Strom abschaltet und die Luftbremse anzieht. Die weitere Ausrüstung umfaßt ein Signalhorn von Bergmann, ein Läutewerk und eine Klingel zur Verständigung zwischen Führer und Zugbegleiter.

Am Maschinendrehgestelle werden alle, am Triebdrehgestelle eine, am Beiwagen beide Achsen doppelseitig gebremst. Hierzu sind eine Knorr- und eine Handspindel-Bremse vorgesehen. In den Abteilen sind Notbremszüge angebracht. Das Präsluftgebläse wird von der Benzolmaschine unmittelbar angetrieben.

Der Triebwagen wiegt leer 53, der Beiwagen 16 t, die

größte Geschwindigkeit beträgt 70 bis 80 km/St ohne, 55 bis 65 km/St mit dem Beiwagen.

3.) Vierachsiger benzol-elektrischer Schmalspur-Triebwagen für die ostdeutsche Eisenbahn-Gesellschaft in Königsberg i. Pr., von der «Waggonfabrik L. Steinfurt» in Königsberg und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. Der Wagen enthält nach Abb. 5 und 6, Taf. 19 je ein Abteil II. und III. Klasse mit 11 und 13 Sitzplätzen zwischen den geschlossenen Führerständen. Der hölzerne Wagenkasten ruht auf besonders langen, weichen Tragfedern. Das vordere der beiden zweiachsigen Drehgestelle trägt die Kraftanlage mit Benzoltriebmaschine, Stromerzeuger und Erregermaschine, das hintere die beiden elektrischen Triebmaschinen. Der besondere Rahmen des Maschinensatzes ist auf dem Drehgestelle drehbar gelagert und im Rahmen des Untergestelles lotrecht geführt. Seitlich auf dem Maschinenrahmen sitzen die Blattfedern des Wagenkastens. Diese geschützte Bauart erreicht, daß der Maschinensatz nur lotrechte Bewegungen gegen den Wagenkasten ausführen kann und doch die Abfederung des letztern ermöglicht wird. Die Erschütterungen werden hierbei im Wageninnern kaum bemerkt. Eine zweiteilige Blechhaube mit großen Klappen, seitlichen Lüftschlitzen und Abzugschlot schützt den Maschinensatz gegen die Witterung. Der Vorderteil der Haube ist auf Rollen ausziehbar. Das ganze Drehgestell kann aus dem Wagen herausgefahren werden.

Die Benzoltriebmaschine hat vier Zylinder von 136 mm Durchmesser und 180 mm Hub, die paarweise zusammen gegossen sind. Sie leistet bei 900 Umläufen in der Minute dauernd 55 PS. Die Pleueln sind um 180° versetzt. Das Pleuelgehäuse ist vollständig geschlossen und durch große Seitenklappen zugänglich. Der Unterteil dient als Ölbehälter für die Pleuelschmierung. Die Ein- und Auslaß-Ventile sind gleich und austauschbar. Sie liegen alle auf einer Seite und werden von einer gemeinsamen Welle gesteuert. Der Einspritzvergaser eignet sich für Betrieb mit Benzin, Benzol oder Schwerbenzin. Durch die Regelung wird die Gemischmenge geändert. Der Hochspann-Magnetzünder für die Lichtbogenzündung ist von Bosch geliefert. Das Kühlwasser wird von einer Kreiselpumpe durch kupferne Rippenrohre auf dem Dache mit 75 qm Kühlfläche getrieben. Im Winter preßt die Pumpe das mit etwa 70° abfließende Wasser durch die Heizkörper des Wagens zum Kühler. Der mit nachgiebiger Kuppelung angeschlossene Stromerzeuger hat 28 KW Dauerleistung, 900 Umläufe in der Minute und 500 V Klemmenspannung. Die Stromstärke kann beim Anfahren auf kurze Zeit 120 Amp erreichen. Die Maschine hat Wendepole und wird durch eine Maschine von 115 V erregt, die von der Reglerwelle der Benzoltriebmaschine angetrieben wird, und auch den Strom für die Beleuchtung liefert, der zum Ausgleich der Spannungsschwankungen über Nernst-Widerstände zu den Lampen geführt wird. Die beiden Bahntriebmaschinen haben je 26,8 PS Stundenleistung und sind mit dem Stromerzeuger durch Leonard-Schaltung verbunden. Durch einen vom Fahrschalter gesteuerten Widerstand kann die Felderregung und damit die Klemmenspannung in weiten Grenzen stufen-

\*) Organ 1912, S. 289.

weise geregelt werden. Der Stromerzeuger liefert hierbei große Stromstärken mit geringer Spannung und umgekehrt, so daß die Benzoltriebmachine nahezu mit gleichbleibender Belastung, also wirtschaftlich günstig arbeiten kann.

Zum Anfahren drückt der Führer auf einen Knopf an der Fahrschalterkurbel, schließt damit den Erregerstromkreis und erzeugt dadurch Spannung im Stromerzeuger. Durch Drehen der Hauptkurbel in die erste Fahrstellung werden die Triebmaschinen angelassen, das Fahrzeug setzt sich langsam in Bewegung. Wird dann auf die nächsten Fahrstufen weiter geschaltet, so verringert sich der Widerstand im Erregerstromkreise, die Spannung des Stromerzeugers und die Drehzahl der Triebmaschinen wird erhöht. An den Spannung- und Strom-Messern übersieht der Führer ständig die Leistung der Triebmaschinen und kann durch Schalten der Fahrkurbel die günstigste Belastung erreichen. Mit einer Stellvorrichtung für die Umlaufzahl kann überdies die Geschwindigkeit der Benzolmaschine bei kurzem Stillstande des Wagens wesentlich verringert und dadurch an Benzol gespart werden.

Zur Ausrüstung gehören: Luftbremse nach Knorr mit einer von einer Achse angetriebenen Prefschleuse, Handbremse, Prefschleuse, Prefschleuse, Prefschleuse, eine elektrisch angetriebene Hupe auf dem Wagendache, Tretglocken und selbsttätige Scharfenberg-Kuppelung\*). Das Fahrzeug wiegt im Ganzen 17,4 t, hat 750 mm Spur und läuft mit einem Beiwagen und voller Belastung mit 45 t auf ebener Strecke 30 km/St.

4.) Dreiteiliger Speicher-Triebwagenzug mit acht Achsen, gebaut von van der Zypen und Charlier in Köln-Deutz, den Siemens-Schuckert-Werken und der «Akkumulatorenfabrik» in Berlin. Der Zug enthält Abteile II. bis IV. Klasse und besteht nach Abb. 7 und 8, Taf. 19 aus drei kurz gekuppelten Wagen. Die Speicher sind in Vorbauten an den freien Enden des Wagenzuges ähnlich untergebracht wie bei den bisher verwendeten Speicher-Doppeltriebwagen. Die beiden Triebmaschinen sind dagegen der bessern Verteilung der Last wegen auf die beiden Achsen des Mittelwagens gesetzt. Im Mittelwagen befinden sich noch ein Postraum und ein Gepäckabteil. Der Zugang erfolgt durch Seitentüren an den Führerständen am Vorraum des Mittelwagens. Im Ganzen sind 16, 40 und 32 Sitzplätze II., III. und IV. Klasse, in der letzten noch 30 Stehplätze vorhanden. Die Räume III. Klasse sind durch Übergangbrücken und Faltenbälge verbunden. Jeder Speichervorbau enthält 84 Zellen, die zu je 14 in sechs Holzkästen untergebracht sind. Der ganze Speicher wiegt 25,5 t und leistet 562 Amp St mit 310 V Entladespannung. Die Ladung reicht unter ungünstigen Verhältnissen für mindestens 100 km Fahrt auf ebener Strecke. Zum Laden können die Zellen je nach der Netzspannung der vorhandenen Ladeanlagen in einer, oder in zwei Reihen neben einander geladen werden. Der ausziehbare Deckel des Laderaumes und der Lüftaufbau gleichen früheren Ausführungen. Die beiden Hauptstrom-Triebmaschinen mit Wendepolen haben je 66 KW Stundenleistung. Sie treiben die Achsen des Mittelwagens mit Zahnradübersetzung 1 : 3 an. Die übrige elektrische Ausrüstung besteht

im Wesentlichen aus den zur Steuerung dienenden Hüpferschaltern, zwei Fahrtwendern und den Führerschaltern, die mit Vorrichtung zum Unterbrechen des Stromes und zum gleichzeitigen Anstellen der Bremsen beim Loslassen der Führerkurbel versehen sind. Der leere Wagenzug wiegt 83,88 t.

5.) Speicher-Triebwagenzug ähnlicher Einteilung und Bauart, wie 4.), jedoch von der «Aktiengesellschaft zur Fabrikation von Eisenbahnmateriale» zu Görlitz, den Bergmann-Elektrizitäts-Werken und der «Akkumulatoren-Fabrik» in Berlin erbaut. Der Speicher leistet 790 Amp St bei 310 V Entladespannung, wodurch sich der Fahrbereich auf 180 km vergrößert. Das Gewicht des Speichers ist durch Anwendung von Gitterplatten am + Pole statt der Oberflächenplatten beim Wagen 4) auf 23,5 t verringert.

6.) Speicher-Doppeltriebwagen mit sechs Achsen von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau, der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der «Akkumulatoren-Fabrik» in Berlin. Der Wagen entspricht nach Grundriss, Ausbildung des Untergestelles und Kastenaufbaues, Anordnung der Achsen, der Bremse und elektrischen Beleuchtung den früheren Ausführungen. Er enthält in je einem Abteile II., III. und IV. Klasse 8, 31 und 33 Sitzplätze, in dem letzten noch 12 Stehplätze. Der Speicher ist auf eine Leistung von 562 Amp-St bei zweistündiger Entladung für 180 km Fahrt vergrößert. Die beiden Hälften sind hinter einander geschaltet, können aber im Notfalle auch einzeln zum Speisen der Triebmaschinen dienen. Statt der früher verwendeten zwei Hauptstrommaschinen sind hier zum Antriebe zwei Verbundmaschinen verwendet. Sie ermöglichen bei Talfahrten und beim Bremsen die Rückgewinnung von Strom ebenso, wie die sonst zu gleichem Zwecke verwendeten Nebenschlussmaschinen, da sie dann mit der Nebenschlusswicklung als Stromerzeuger arbeiten. Die Hauptstromwicklung verhindert dagegen übermäßige Ungleichheiten in der Belastung, die bei Verwendung reiner Nebenschlussmaschinen zu Schwierigkeiten geführt, und die ihre Schaltung zu zweien neben einander unmöglich gemacht haben würden. Jede Triebmaschine leistet 83 PS bei 630 Umläufen in der Minute. Sie ist federnd am Untergestelle aufgehängt und treibt die Wagenachse mit Zahnrad-Vorgelegen. Beim Anfahren mit voll erregtem Felde wird die Spannung im Ankerstromkreise mit der zwölfstufigen Hauptwalze des Fahrschalters allmähig erhöht und damit auch die Geschwindigkeit des Ankers durch Reihen-Neben-Schaltung der Triebmaschinen und durch Abschalten von Widerständen gesteigert. Weitere Zunahme der Geschwindigkeit ist durch Einschalten von Widerständen in die Nebenschlusswicklung durch eine Nebenwalze mit vierzehn Stufen zu erreichen. Die Rückspeisung im Gefälle beginnt selbsttätig, wenn der Wagen die mit der Fahrkurbel eingestellte Geschwindigkeit überschreitet; beim Bremsen wird die Rückgewinnung durch Zurückdrehen der Fahrkurbel eingeleitet. Eine Nutzbremse ist bei Schaltung der Maschinen neben oder hinter einander und dann bei Geschwindigkeiten von 17 oder 35 km/St an möglich. Als Fahrtwender dient eine Umschaltwalze, die die Richtung des Ankerstromes und damit die Drehrichtung des Ankers umkehrt. Fehlschaltungen sind durch gegenseitige Verriegelung der Schaltwalzen ausgeschlossen.

\*) Organ 1911, S. 20.

Die elektrische Ausrüstung umfasst ferner den elektrischen Antrieb der Luftpumpe, je ein Läutewerk und Horn mit elektrischem Antriebe, Widerstände für die Triebmaschinen und die Beleuchtung, deren Stromkreise von jeder Speichershälfte aus gespeist werden können.

Der leere Wagen wiegt 68, der Speicher 25,5 t. Der Doppelwagen ist im Ganzen 25,95 m lang und erreicht die größte Geschwindigkeit von 60 km/St.

7.) Dreiteiliger Triebwagenzug mit Edison-Speicher und Antrieb durch drei Hauptstrommaschinen von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau und den Bergmann-Elektrizitäts-Werken in Berlin (Abb. 9 und 10, Taf. 19).

Der Zug besteht aus drei zweiachsigen Wagen, die durch Langkuppelung der Regelbauart und Übergangbrücken verbunden sind. Die Untergestelle sind aus Eisen, die Kasten gerippe aus Holz mit gewölbtem Dache ohne Oberlichtaufbau. In der Mitte jedes Untergestelles ist ein Speicher einheitlicher Größe in Holzkasten untergebracht. Eine Achse jedes Wagens wird angetrieben, hat deshalb Blatt- und Schrauben-Federn. Der Mittelwagen hat zwei, jeder Endwagen nur am Aufseneende einen Führerstand. Das ermöglicht Verwendung kleinerer oder, da durchgehende Steuerung für alle Führerstände vorgesehen ist, auch Zusammensetzung größerer Zugeinheiten. Die Abteile II., III. und IV. Klasse enthalten 8, 52 und 54 Sitzplätze, das letzte noch 30 Stehplätze. Der Gepäckraum ist mit einfachen Sitzbänken versehen, um auch als Abteil IV. Klasse dienen zu können. Unter den Sitzen liegen von aussen bediente Prefskohlen-Heizkörper.

Aufser dem Speicher und den Hauptstrom-Triebmaschinen gehören zur elektrischen Ausrüstung die Steuereinrichtungen, je ein elektrisch betriebenes Horn und Läutewerk, die Beleuchtung des Innern und die Signallaternen, die in Gruppen auf die Fahrtrichtung geschaltet werden können. Die Bremsluft wird von einer unter dem Mittelwagen liegenden Schieberluftpumpe nach Knorr mit selbsttätigem Druckregler und elektrischem Antriebe erzeugt.

Um den Triebwagenzug für den Verkehr auf Strecken mit zahlreichen Neigungen geeigneter zu machen, ist der erheblich leichtere Speicher nach Edison eingebaut. Seine sonstigen Vorzüge sollen sein: große Lebensdauer, leichte Erhaltung und geringe Empfindlichkeit gegen Erschütterungen und Stöße; die ganz aus stark vernickeltem Stahle hergestellten Zellen sind statt der schädlichen und unangenehmen Schwefelsäure mit Kalilauge gefüllt, die 9 bis 12 Monate hält: die Ladung ist in kürzerer Zeit möglich: der geladene Speicher kann ohne Schaden unbenutzt stehen bleiben. Ob diese Vorzüge gegen die bisher üblichen Bleispeicher die Nachteile wesentlich höherer Neukosten und geringern Wirkungsgrades überwiegen, muß die Erfahrung lehren.

Der Speicher eines Wagens hat 270 Zellen mit 300 Amp St und rund 330 V. Die drei Speicher des dreiteiligen Zuges leisten also 900 Amp St, wiegen zusammen nur 10,8 t und reichen für 210 km Fahrt auf ebener Strecke. Die Zellen sind unter den Wagen in je vier Holzkasten untergebracht und in Gruppen leicht heraus zu ziehen. Die Speicher eines Zuges können zum Laden neben einander geschaltet werden, die

270 Zellen jedes Wagens werden dabei je nach der Spannung der Ladeanlage alle hinter einander, oder in zwei Hälften neben einander geschaltet.

Die drei Triebmaschinen sind Wendepol-Reihenschlussmaschinen von je 90 PS Stundenleistung bei 310 V und 740 Umläufen in der Minute. Textabb. 1 und 2 zeigen

Abb. 1. Kennlinie der Triebmaschine.

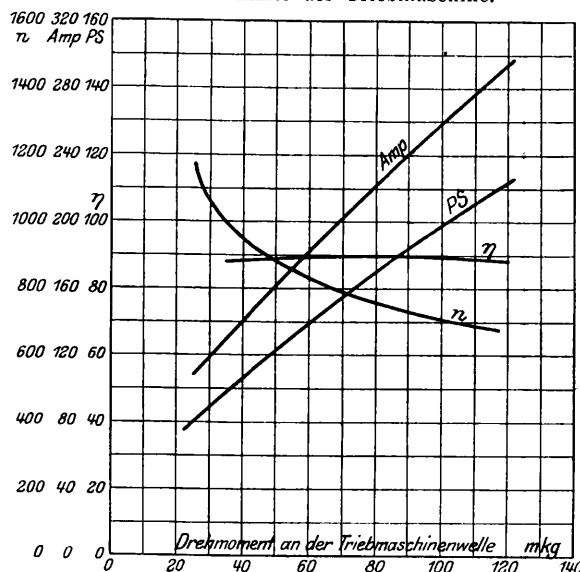
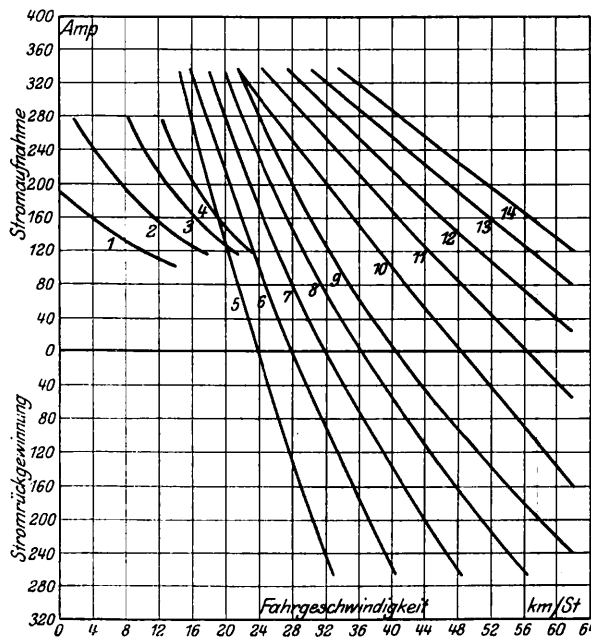


Abb. 2. Fahrlinie der Triebmaschine.



ihre Kenn- und Fahr-Linien, letztere bei Strom-Aufnahme und Rückgewinnung. An jedem Wagen speist nach Abb. 11, Taf. 19 der Speicher nur die zugehörige Triebmaschine. Eine besondere Schaltung, deren Schutz die Bergmann-Elektrizitätswerke angemeldet haben, ermöglicht trotz Verwendung der für Bahnzwecke besonders günstigen Hauptstrommaschinen die Rückgewinnung von Strom bei Fahrten im Gefälle und seine Aufspeicherung. Der Speicher wird beim Anfahren mit zwei neben einander geschalteten Hälften an die Triebmaschine gelegt, wodurch die Verluste in den Anfahrwiderständen verringert werden. Haben die Maschinen Strom von der halben



Speicherspannung erhalten, so werden die Widerstände auf den folgenden Schaltstufen allmählich durch Hüpfer kurz geschlossen, bis die Triebmaschinen den Regelgang erreicht haben. Will man sie weiter beschleunigen oder auf Gefällen Strom gewinnen, so wird der größte Teil des Speichers auf weiteren Schaltstufen durch einen besondern Hüpfschalter unmittelbar an den Anker, der übrige Teil an das Feld gelegt, so daß die Triebmaschine nun die Eigenschaften einer Nebenschlussmaschine mit Fremderregung erhält. Die Feldstärke bleibt dann dieselbe, mag der Anker Strom aus dem Speicher aufnehmen oder an ihn abgeben.

Alle Schaltvorrichtungen mit Fernbedienung vom Führerstande aus, wie Hüpfer, Fahrtwender und Umschalter für die Speicher, werden elektromagnetisch mit einem Steuerstrom von 155 V aus der einen Speicherhälfte betrieben. Die Hüpfer sind zu je fünf in einem eisernen Gestelle unter dem Wagenfußboden aufgehängt und gegen einander, die Fahrtwender und die Speicherschalter elektrisch verriegelt. Jeder Hüpfer hat kräftige Funkenlöschung. Beim Loslassen eines Druckknopfes am Führerschalter wird der Steuerstrom unterbrochen und nach 7 Sek die Luftbremse angezogen. Der Wagenzug wiegt im Ganzen 78,75 t und erreicht 70 km/St größte Fahrgeschwindigkeit.

8.) Dreiteiliger Wechselstrom-Triebwagenzug mit neun Achsen, erbaut von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin (Abb. 12 und 13, Taf. 19). Der Triebwagenzug ist mit fünf weiteren Zügen gleicher Art auf den mit Wechselstrom von 15 000 V und  $16\frac{2}{3}$  Schwingungen in der Sekunde gespeisten, niederschlesischen Gebirgstrecken Niedersalzbrunn - Halbstadt und Hirschberg-Grünthal, Zweigen der Hauptstrecke Lauban-Königszelt, bestimmt.

Er besteht aus dem kürzern, in der Mitte liegenden Triebwagen und zwei Beiwagen, an deren äußeren Enden die Führerräume liegen. Die Wagenkasten sind aus Holz und haben einen Lüftaufbau. Jeder hat ein zweiachsiges Drehgestell und eine Einzelachse. Alle Drehgestellachsen werden durch eine Knorr-Bremse gebremst, die Drehgestelle der Beiwagen außerdem durch Handspindeln vom darüber liegenden Führerstande aus. Vor und hinter den Rädern des Triebgestelles, das mit einer Doppeltriebmaschine unter dem Mittelwagen liegt, sind Prefluftsandstreuer mit elektrischer Auslösung von der Knorr-Bremsengesellschaft in Berlin eingebaut.

Der Mittelwagen enthält eine Kammer für Hochspannung, Schränke für die Kleider der Schaffner, für Signalgeräte und eine elektrische Wärmplatte für Speisen.

Im Ganzen sind 213 Sitzplätze vorhanden. Die Abteile haben die in neuester Zeit übliche Ausstattung und mit Rücksicht auf die landschaftlich schöne Gegend große Fenster mit Metallrahmen. In den Räumen II. Klasse besteht das Leistenwerk aus ostafrikanischem Zedernholze. Jeder Abort hat Wasserspülung der II. Klasse Wascheinrichtung. Zur Sicherung der Fahrgäste sind alle sichtbaren Beschlagteile im Inneren der Wagen geerdet und die Dächer über der Deckenleinwand mit einem geerdeten Belage aus verbleitem Eisen-

bleche versehen. Heizung und Beleuchtung sind elektrisch. Für letztere wird Gleichstrom von 60 V aus einem Lichtumformer verwendet, für den aushilfsweise ein kleiner Stromspeicher eintreten kann. Diese Einrichtungen sind in einem der Beiwagen untergebracht.

Die Einzelachsen sind freie Lenkachsen. Sie haben doppelte Federn und unter  $45^\circ$  geneigte Federgehänge, um eine geringe Nachgiebigkeit der Achsen in der Fahrriechung zuzulassen und die Schienenstöße so weniger fühlbar zu machen. Die Laufdrehgestelle haben Regelbauart, doch ist die Wiege mit Federung fortgelassen und das Untergestell nicht mit Gleitstücken, sondern mit Stützpendeln auf dem Drehgestellrahmen gelagert.

Das Triebdrehgestell ist nach einer neuen, den Linke-Hofmann-Werken geschützten Bauart ausgeführt. Zwei in einem Gehäuse vereinte Triebmaschinen sind fest mit dem Drehgestellrahmen verbunden, deren Ankerritzel auf eine gemeinsame, auch fest im Rahmen gelagerte Vorgelegewelle arbeiten. Durch Kurbeln und Schlitzkuppelstangen werden die beiden Achsen von der Vorgelegewelle angetrieben. Zum Ausbaue der Maschinen, die den ganzen Raum zwischen den Achsgabelrahmen einnehmen, sind die Blattfedern über den Achsen schräg zur Ebene der Achshalter angeordnet. Sie sind außerdem zum Ausgleich der Achsdrücke durch lange Ausgleichhebel verbunden. Das Drehpfannenlager mit ausschwenkbarer Pfanne befindet sich an dem einen Ende des Drehgestellrahmens, am andern ist er mit dem Wagenuntergestelle durch Pendelstützen verbunden.

Der hochgespannte Wechselstrom wird dem Fahrdrachte durch zwei mit Prefluft bediente Scheren-Stromabnehmer entnommen, fließt über eine Drosselspule zum Ölschalter in der Hochspannkammer und tritt dann in die Hochspannwickelung des Abspanners, der in einem mit seitlichen Kühltaschen versehenen Ölkasten am mittlern Teile des Wagengestelles hängt. Die Hochspannkammer ist mit Blech und Asbestschiefer ausgekleidet und kann nur nach Niederlegen der Stromabnehmer geöffnet werden. Die beiden Reihen-Triebmaschinen mit Stromsampler und 12 Polen haben zusammen 500 PS Stunden- oder 300 PS Dauer-Leistung bei 40 km/St Fahrgeschwindigkeit. Sie werden durch ein besonderes Gebläse unter einer Bank im Gepäckabteile gekühlt. Ihre Geschwindigkeit wird durch Veränderung der Spannung geregelt. Hierzu dienen Hüpfschalter, die vom Fahrschalter aus mit Steuerstrom von 200 V bedient werden und in vier Kasten neben dem Abspanner untergebracht sind.

Die Beiwagen sind mit durchgehender Zugsteuerung ausgerüstet, die die Steuerung mehrerer zu einem Zuge gekuppelter vollständiger Triebwagenzüge von einem Führerstande aus ermöglicht. Im Fahrschalter liegt neben der Hauptwalze mit der Druckknopfvorrichtung eine Fahrriechungswalze. Neben dem Fahrschalter ist ein kleiner walzenförmiger Schalter mit zwei Handgriffen angeordnet. Von diesen bedient der obere das Prefluftventil für die Stromabnehmer, der untere einen elektromagnetischen Drehschieber zum Ein- und Aus-Schalten des Ölschalters.

Der Wagenzug wiegt leer 98,5 t, seine größte Geschwindigkeit ist 60 km/St\*).

9.) Dreiachsiger Wagen zur Untersuchung von Tunneln, mit Stromspeicher, gebaut von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau und der «Akkumulatoren-Fabrik» in Berlin. Der schon 1911 in Turin vorgeführte Beleuchtungswagen für die Untersuchung von Tunneln hat sich sehr gut bewährt. Die ständige Überwachung und Erhaltung aller Tunnel bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen machte die Beschaffung von zwei weiteren Fahrzeugen dieser Sonderbauart erforderlich, von denen eines in Malmö ausgestellt war (Abb. 14 bis 16. Taf. 19). Die Mefsvorrichtungen, wie die umlegbare Lehre zum Nachprüfen des Tunnelquerschnittes und die Vorrichtung zum Aufzeichnen des lichten Tunnelraumes gleichen denen der ersten Ausführung. Der Führerstand am offenen Ende ist überdacht. Der Aufenthaltsraum ist mit einem Lüftaufbaue, Luftsaugern und Luftschiebern versehen. Die gut gedichteten, aufklappbaren Kasten des Speichers für den Lichtstrom sind als Sitzbänke ausgebildet. Der mit Klappsitzen ausgestattete Beobachtungsstand auf dem Dache des Raumes für den Speicher des Triebstromes in der Mitte des Wagens steht mit dem geschlossenen Führerstand durch ein Sprachrohr in Verbindung.

Auf den beiden Endachsen sind die beiden Hauptstrom-Triebmaschinen von je 30 PS Stundenleistung bei 150 V mittlerer Spannung im Speicher und 35 km/St Geschwindigkeit federnd aufgehängt. An den Wagenstirnen ist zwischen den Signallaternen noch je ein kräftiger Scheinwerfer mit vier Lampen angebracht.

Der 37 t schwere Wagen kann mit aufgeladenem Speicher in der Ebene etwa 35 km zurücklegen. Die Wege vom Standorte bis zu dem der Tunnelstrecke nächsten Bahnhofe werden bei größeren Entfernungen am Schlusse eines fahrplanmäßigen Zuges zurückgelegt. Erst von da wird mit eigener Kraft gefahren.

10.) Benzolelektrischer Triebwagen für Untersuchungen der Leitungen von der Eisenbahndirektion Halle a. S. und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. Dieser Dienstwagen wird zur Untersuchung der Leitungen auf der elektrisch betriebenen Hauptbahnstrecke Magdeburg-Leipzig-Halle benutzt und ist hierzu aus einem Triebwagen umgebaut, der früher im Bezirke der Eisenbahndirektion Köln zur Beförderung von Fahrgästen diente. Statt der alten Verbrennungsmaschine mit sechs Zylindern wurde von der «Gasmotorenfabrik Deutz» eine neue Benzolmaschine

\*) Weitere Angaben: Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1915, S. 51.

von 90 PS mit drei Zylindern eingebaut. Triebmaschine und Stromerzeuger sind im Innern des Wagens untergebracht, das frühere Maschinengestell ist weggefallen. Im Wagenkasten ist für die Mannschaft, die Maschinen, die Umformer und die Werkstatt je ein Abteil vorgesehen. Über dem Maschinenraume in der Mitte liegt eine drehbare Arbeitbühne, zu der man aus der Werkstatt über eine Treppe gelangt. Den Betriebsstrom liefert ein mit der Benzoltriebmaschine gekuppelter Gleichstromerzeuger mit Fremderregung von 80 KW Stundenleistung bei etwa 700 Umläufen in der Minute. Die beiden Maschinen für den Antrieb der Achsen mit Zahnradvorgelege haben je 54 PS Stundenleistung. Sie sind mit dem Stromerzeuger durch Schaltung nach Ward-Leonard verbunden.

Den Prüfstrom für die Leitung liefert ein umlaufender Gleichstrom-Einwellenwechselstrom-Umformer von etwa 8 PS Stundenleistung. Der Wechselstrom wird dann von 200 auf 30 000 bis 60 000 V und 50 Schwingungen in der Sekunde gespannt. Eine blanke auf Glocken verlegte Leitung führt den hochgespannten Strom auf das Wagendach zum Prüfseile. Der Anschlussbügel am andern Ende des Prüfseiles wird mit einer gegen Stromübergang geschützten Bambusstange in spannungslosem Zustande über die Oberleitung gelegt, die hierzu ausgeschaltet und durch zwei auf dem Wagendache angeordnete Bügel geerdet wird.

Die elektrische Ausrüstung umfasst weiter einen neben die Erregermaschine geschalteten Speicher für Licht, ein unter dem Mannschaftsraume angeordnetes Gebläse mit elektrischem Antriebe für die Rückkühlung des Kühlwassers aus der Benzolmaschine, einen beweglichen Scheinwerfer mit Bogenlampe und die erforderlichen Schalt- und Mefsvorrichtungen.

Der Wagen ist mit einer Zweikammer-Luftbremse versehen. Die Prüfluftpumpe ist mit der Verbrennungsmaschine zusammengebaut.

11.) Straßenbahnwagen-Untergestell mit zweiachsigem Radgestelle für Regelspur von van der Zypen und Charlier in Köln-Deutz (Abb. 17 bis 19, Taf. 19).

Das Gestell hat den erprobten, geschlossenen, eisernen Rahmen zur Aufnahme des Wagenkastens. Die Längsträger bestehen aus Prefsblechen, deren oberer Flansch als Scheuerleiste ausgebildet ist. Die Träger der Endbühnen bestehen auch aus Prefsblechen und sind an den Kopf- und mittleren Quer-Trägern befestigt. Der Rahmen ruht mit vier Blattfedern auf dem Radgestelle. Die Federn sind aus nur drei Blättern zusammengesetzt und nehmen auch leichte Stöße auf. Auch das zweiachsige Radgestell ist aus Prefsblechen gebildet, die mit ihren breiten Flanschen ohne Knotenbleche unmittelbar zusammengenietet sind.

A. Z.

(Fortsetzung folgt.)

## Erprobung von Lagermetallen durch Reibungsversuche.

Ingenieur Scherrl, Maschinen-Adjunkt in Laibach

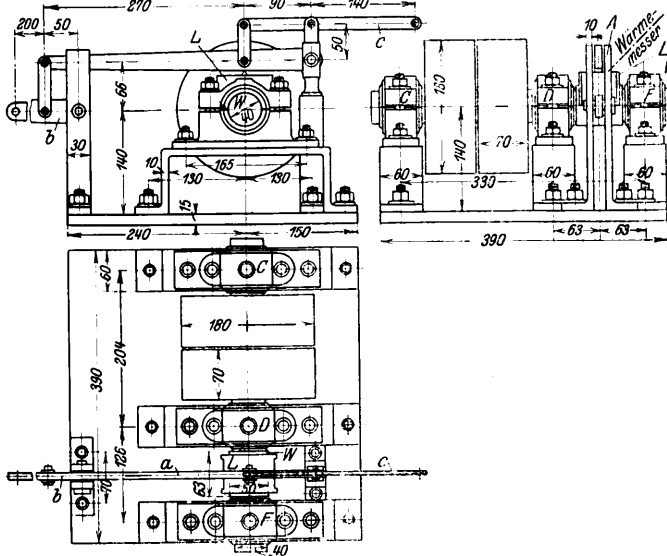
Die im Bahnbetriebe verwendeten Lagermetalle können nach ihrer Zusammensetzung in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden, je nachdem Zinn oder Blei als Grundstoff vorherrscht. Da die Kosten der Lagermetalle bei den hohen Zinnpreisen nur durch den Zinngehalt bedingt sind, so ist die Feststellung

von wirtschaftlichem Werte, ob hoher Zinngehalt gegen hohen Bleigehalt wirklich so wesentliche Vorteile bietet, daß dadurch die Mehrkosten von etwa 70% gerechtfertigt werden, beziehungsweise, wie weit man das Zinn ersetzen kann, ohne die Sicherheit herabzusetzen. Die zu diesem Zwecke an-

gestellten Versuche erstreckten sich auf eine Zinnmischung von 77% Zinn mit 9,5% Kupfer und 13,5% Antimon und eine Bleimischung von 79% Blei mit 4% Zinn und 17% Antimon.

Für die Güte eines Lagermetalles ist der Einheitsdruck  $\sigma$  kg/qcm vervielfältigt mit der Umfangsgeschwindigkeit  $v$  des Lagerzapfens  $\sigma \cdot v$  als Maßstab der Ergebnisse aus der in Textabb. 1 dargestellten Prüfvorrichtung gewählt. Diese be-

Abb. 1. Prüfvorrichtung.



steht aus einer Welle  $W$ , auf die das Versuchstück  $I$  als Lagerschale gesetzt wird. Die Schale ist mit der zu erprobenden Mischung ausgegossen und kann durch ein gegengewogenes Hebelwerk  $a b c$  verschiedener Belastung ausgesetzt werden, so daß man die Werte  $\sigma \cdot v$  fallweise festlegen kann. Die Umfangsgeschwindigkeit  $v$  beträgt an der Lauffläche des Versuchstückes 12 m/Sek. Die reichliche Schmierung der Seitenlager  $C D F$  erfolgt durch Selbstschmierer, dem Versuchslager  $L$  werden etwa 20 Tropfen in der Minute durch einen Tropföler zugeführt. Die ganze Anlage ist aus Altteilen hergestellt.

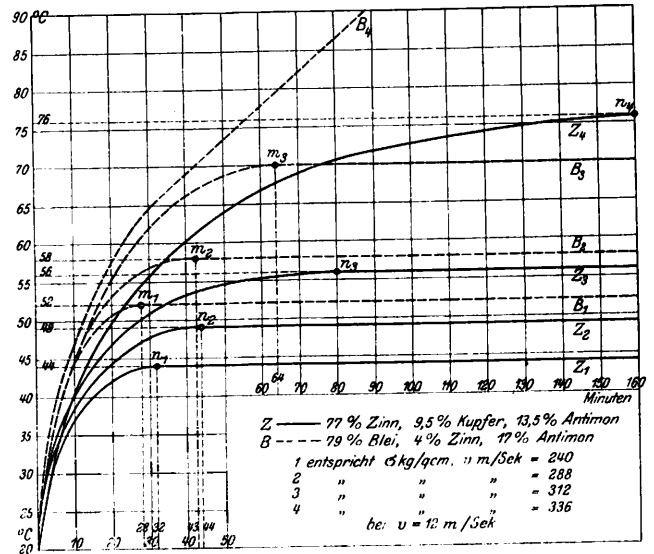
Vor Beginn jedes Versuches wurden die Probelager  $L$  einer vier- bis fünfstündigen Laufprobe unterzogen und durch Schaben solange aufgepaßt, bis die Laufflächen schlicht waren. Da die Vorrichtung zu vergleichenden Versuchen dienen soll, ist für die unmittelbare Messung der Reibungsarbeit nichts vorgesehen, sondern die Wärmezunahme des Lagers bei unveränderlichem  $\sigma \cdot v$  wird als Maßstab für die Güte des Probestückes benutzt, zu deren Ermittlung bei  $A$  ein Wärmemesser angeordnet ist, dessen Kugel etwa 5 mm über der Lauffläche in einem Ölbad steckt.

Da bei sonst gleichen Verhältnissen einer höhern Lagerwärme eine größere Reibungsarbeit entspricht, so ist das Lagermetall das beste, das in gleichen Zeiten unter gleichen Verhältnissen die geringste Steigerung der Wärme ergibt, und diese ist in Textabb. 2 für acht Fälle, nämlich für die beiden Mischungen je unter vier verschiedenen Belastungen mit den Zeiten als Längen und den Wärmestufen als Höhen dargestellt, wobei jedesmal das Mittel aus etwa 60 Versuchen benutzt

wurde. Die vier Werte  $\sigma \cdot v$  sind 240, 288, 312 und 336  $\frac{\text{kgm}}{\text{cm}^2 \text{Sek}}$ , die von  $\sigma$  also bei  $v = 12$  m/Sek  $\sigma = 20, 24, 26$  und  $28$  kg/qcm. Zum Vergleiche sei angeführt, daß  $\sigma \cdot v$  bei Lagern von Lokomotiven und Tendern für  $v = 4$  m/Sek und  $\sigma = 10$  bis  $15$  kg/qcm zwischen  $40$  und  $60$  kg/m liegt.

Die Schaulinie  $Z_1$  für Zinnmischung und  $v = 12$ ,  $\sigma = 20$ ,  $\sigma \cdot v = 240$  erreicht den Beharrungszustand in  $n_1$  nach etwa

Abb. 2. Darstellung der Steigerung der Wärme.



32 Minuten bei 44° C, die unter denselben Verhältnissen erprobte Bleimischung  $B_1$  in  $m_1$  nach 28 Minuten erst bei 52° C. Bei nur 8° C Unterschied der Erwärmung kann man die beiden Metalle unter diesen Umständen als gleichwertig bezeichnen. Ähnlich sind die Verhältnisse der Linien  $Z_2$  und  $B_2$  für  $\sigma \cdot v = 288$ ,  $\sigma = 24$  kg/qcm,  $v = 12$  m/Sek und der Linien  $Z_3$  und  $B_3$  für  $\sigma \cdot v = 312$ ,  $\sigma = 26$  kg/qcm,  $v = 12$  m/Sek.

Andere Ergebnisse liefern die Linien  $Z_4$  und  $B_4$  für  $\sigma \cdot v = 336$ ,  $\sigma = 28$  kg/qcm,  $v = 12$  m/Sek.

Für Zinn  $Z_1$  tritt der Beharrungszustand nach 160 Minuten bei 76° C ein, während die Bleimischung  $B_4$  der Beanspruchung nicht mehr stand hält und dem Ausschmelzen entgegen geht.

Die Versuche lehren also, daß die Bleimischung bis zu 20 kg/qcm Belastung und 12 m/Sek Umfangsgeschwindigkeit der Mischung mit 77% Zinn fast gleichwertig ist; erst von etwa  $\sigma \cdot v = 300$  an ist die Zinnmischung erkennbar überlegen.

Ein Lager mit zinnreichem Metalle kann sich bei nachlässiger Wartung verhältnismäßig rasch erholen, bei bleireichen Lagern ist das Ausschmelzen dabei fast unvermeidlich. Dieser Umstand dürfte auch die Ursache sein, weshalb die meisten Bahnverwaltungen Lager mit teurerer Zinnmischung verwenden, obwohl bei guter Wartung und sorgfältigem Aufpassen der Laufflächen auch bleireiche Lager genügen, zumal die Grenze  $\sigma \cdot v = 300$  bei Lokomotiv- und Tender-Lagern nicht erreicht wird.

Nach diesen Ergebnissen und den Erfahrungen des Betriebes ist zu erwägen, ob man die kostspielige Zinnmischung nicht größtenteils durch eine etwa 70% billigere Bleimischung ersetzen kann, ohne die Betriebsicherheit zu gefährden, und die Kosten der Zugkraft wesentlich zu erhöhen.

# Nachrichten aus dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

## Die preussisch-hessischen Staatseisenbahnen im Rechnungsjahre 1914.

Dem wegen des Krieges erheblich gekürzten «Bericht über die Ergebnisse des Betriebes der vereinigten preussischen und hessischen Staatseisenbahnen im Rechnungsjahre 1914» ist folgendes zu entnehmen.

Am Ende des Berichtsjahres, 31. März 1915, betrug die Eigentumslänge der dem öffentlichen Verkehre dienenden Bahnstrecken 39534,73 km, und zwar:

Eigentümer	Hauptbahnen. km	Nebenbahnen. km	Zusammen km
Preußen . . . . .	21716,16	16503,92	38220,08
Hessen . . . . .	801,41	472,58	1273,99
Baden . . . . .	40,66	—	40,66
Zusammen . . . . .	22558,23	16976,50	39534,73

Davon waren:

regelspurig . . . . . km	22558,23	16737,59	39295,82
oder %	57,4	42,6	100
schmalspurig, preussisch, km	—	238,91	238,91
eingleisig . . . . . "	5506,92	16355,32	21862,24
zweigleisig . . . . . "	16685,31	621,18	17306,49
dreigleisig . . . . . "	56,84	—	56,84
viergleisig . . . . . "	303,81	—	303,81
fünfgleisig . . . . . "	5,35	—	5,35

Hierzu kommen noch 217,04 km regelspurige und 1,28 km schmalspurige Anschlussbahnen ohne öffentlichen Verkehr.

Die Betriebslänge der dem öffentlichen Verkehre dienenden Bahnen betrug am Ende des Jahres

	km
1. für Regelspurbahnen	
a) im Ganzen . . . . .	39 633,15
b) Hauptbahnen . . . . .	22 629,90
c) Nebenbahnen . . . . .	17 003,25
d) für Personenverkehr . . . . .	38 341,31
e) für Güterverkehr . . . . .	39 285,56
2. für Schmalspurbahnen	
a) im Ganzen, sowie für Güterverkehr . . . . .	238,91
b) für Personenverkehr . . . . .	80,83
3. Zusammen	
a) im Ganzen . . . . .	39 872,06
b) für Personenverkehr . . . . .	38 422,14
c) für Güterverkehr . . . . .	39 524,47

Die bis Ende März 1915 aufgewendeten Anlagekosten betragen für:

	im Ganzen M	auf 1 km Bahnlänge M
Vollspurbahnen . . . . .	13 050 527 623	330 103
Schmalspurbahnen . . . . .	19 760 238	82 710
Vollspurige Anschlussbahnen ohne öffentlichen Verkehr . . . . .	12 349 133	56 564
Zusammen . . . . .	13 082 636 994	327 132

Die eigenen Lokomotiven und Triebwagen haben auf eigenen und fremden Betriebstrecken, sowie auf eigenen Neubaustrecken geleistet:

473 227 555	Nutzkm, jede Lokomotive durchschnittlich 21806,
60 337 178	Leerkm,
26 376 127	Stunden Verschiebedienst,
2 435 464	Stunden Dienst beim Vorheizen der Personenzüge, beim Entseuchen der Viehwagen und beim Wasserpumpen,

22 349 165 Stunden Bereitschaftsdienst und Ruhe im Feuer, also im Ganzen 821 680 643 Lokomotivkm für die Berechnung der Unterhaltungskosten der Lokomotiven und Triebwagen, wobei 1 Stunde Verschiebe- und sonstiger Stations-Dienst = 10 km gerechnet ist, und

722 321 018 Lokomotivkm für die Berechnung der Kosten der Züge, wobei 1 Stunde Verschiebe- und sonstiger Stations-Dienst = 5 und 1 Stunde Bereitschaftsdienst = 2 km gerechnet wurde.

Auf eigenen Betriebstrecken leisteten eigene und fremde Lokomotiven und Triebwagen folgendes:

471 831 134	Nutzkm, davon 14 371 994 im Vorspann- und Verschiebedienste,
60 157 358	Leerfahrtskm,
26 141 452	Stunden Verschiebedienst,
2 386 137	Stunden Dienst beim Vorheizen der Personenzüge, beim Entseuchen der Viehwagen und beim Wasserpumpen, und
6 949 650	Stunden Bereitschaftsdienst,
15 266 702	» Ruhe im Feuer, im Ganzen also
793 403 012	Lokomotivkm zur Berechnung der Kosten für die Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues, wobei 1 Stunde Verschiebedienst mit 10 km in Ansatz gebracht ist.

Von den Wagen sind geleistet:

Auf eigenen Betriebstrecken	Personenwagen km	Gepäckwagen km	Güterwagen km	Postwagen km
von eigenen Wagen . . . . .	5712963034	1190494263	14148078999	—
von fremden, auch Postwagen . . . . .	184765016	36167016	434588448	346538997
Zusammen . . . . .	5897728050	1226661279	14582667447	346538997
	22053595773			
darunter leer auf 1 km durchschnittlicher Betriebslänge . . . . .	—	—	4414773895	741328
	154069	32045	370311	9053
	= 555149			
auf fremden Betriebstrecken und auf Neubaustrecken:				
von eigenen Wagen . . . . .	176059771	32523480	3455616*)	
Ganze Leistung der eigenen Wagen †) . . . . .	5889059052	1223170023	15768466893**)	
	= 22880695968.			

\*) Nur auf Neubaustrecken.

\*\*\*) Nach dem Verhältnisse errechnet, in dem in früheren Jahren die Leistungen aller Güterwagen auf den eigenen Betriebstrecken zu den Leistungen der eigenen Güterwagen auf eigenen und fremden Betriebstrecken und auf Neubaustrecken standen.

†) Als eigene Güterwagen gelten die Güterwagen aller dem deutschen Staatsbahn-Wagenverbände angehörenden Verwaltungen, als fremde die übrigen.

Die Leistung in den einzelnen Zugattungen betrug:

Leistung in	Bei einer durchschnittlichen Zugstärke von Achsen	Lokomotiv-Zugkm	Wagen-achskm
Schnell- und Eil-Zügen . . . . .	31,56	49940992	1575974556
Personenzügen mit Einschluß der Triebwagenfahrten . . . . .	23,91	178284477	4263353222
Truppenzügen . . . . .	57,58	55186812	3177724881
Eilgüterzügen . . . . .	37,66	14714498	554151586
Güterzügen . . . . .	79,76	153284402	12225966152
Werkstättenprobe-, Überwachungs-, Hilfs- und sonstigen dienstlichen Sonderzügen . . . . .	22,00	1280450	28165062
Arbeits- und Baustoff-Zügen . . . . .	47,88	4767509	228260314
Zusammen . . . . .	48,21	457459140	22053595773

Die Einnahmen haben im Ganzen 2 275 096 025 *M* oder 57270 *M*/km betragen und zwar aus

	im Ganzen <i>M</i>	auf 1 km durchschnittlicher Betriebslänge <i>M</i>
Personen- und Gepäck-Verkehr . . . . .	587455279	15346
Güterverkehr . . . . .	1508703241	38312
sonstigen Quellen . . . . .	178937505	4504

Die Ausgaben betragen im Ganzen 1 813 577 506 *M* oder 45 653 *M*/km, oder 79,71 % der Einnahme und zwar

	im Ganzen <i>M</i>	auf 1 km durchschnittlicher Betriebslänge <i>M</i>
an Löhnen und Gehältern . . . . .	915300914	23041
an sachlichen Kosten . . . . .	898276592	22612

Der Überschuf betrug 461 518 519 *M*, oder 11 617 *M*/km, oder 3,59 % der Anlagekosten. —k.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

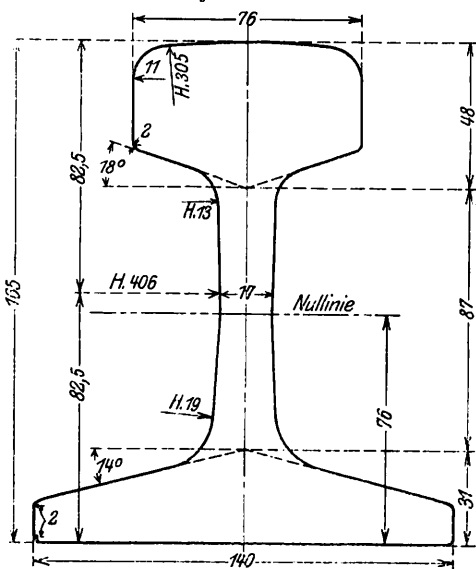
### O b e r b a u.

#### 62 kg/m schwere Schiene der Pennsylvania-Bahn.

(Railway Age Gazette 1915 II, Bd. 59, Heft 4, 23. Juli, S. 165; Engineering News 1915 II, Bd. 74, Heft 16, 14. Oktober, S. 761. Beide Quellen mit Abbildung.)

Textabb. 1 zeigt den Querschnitt der neuen, 62 kg/m schweren Schiene der Pennsylvania-Bahn, von 78,38 qcm, 30,52 qcm oder 38,9 % im Kopfe, 15,93 qcm oder 20,3 % im Stege, 31,93 qcm oder 40,8 % im Fulse. Das Trägheitsmoment ist 2859 cm<sup>4</sup>, das Widerstandsmoment für die Oberkante 321, für die Unterkante 375 cm<sup>3</sup>. Die Höhe ist 165 mm, die Fußbreite 140 mm. Der 76 mm breite Kopf hat senkrechte Seiten, seine obere Fläche 305 mm Halbmesser und 11 mm Halbmesser die Eckabrundung. Die in der Höhenmitte der Schiene liegende geringste Stegstärke ist 17 mm. Die Laschen-Anschlußflächen des Kopfes sind 18°, die des Fulses 14° geneigt.

Abb. 1. 62 kg/m schwere Schiene der Pennsylvania-Bahn.



B s.

#### Bedingungen der Pennsylvania-Bahn für Kohlenstahl-Schienen, 1915.

(Railway Age Gazette 1915, II, Bd. 59, Heft 4, 23. Juli, S. 165. Mit Abbildungen; Engineering News 1915, II, Bd. 74, Heft 9, 26. August, S. 397.)

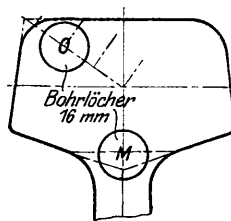
Die 49,6 kg/m schweren Kohlenstahl-Schienen der Penn-

sylvania-Bahn sollen je nach Vorschrift in der Bessemer-Birne oder im sauern Ofen hergestellt werden. Die aus jeder Stahlschmelzung gewalzten Schienen sollen enthalten:

	Birnenstahl %	Ofenstahl %
Kohlenstoff . . . . .	0,45 bis 0,1	0,6 bis 0,75
Phosphor, höchstens . . . . .	0,55	0,04
Mangan . . . . .	0,8 bis 1,1	0,6 bis 0,9
Silizium . . . . .	0,05 » 0,2	0,1 » 0,3.

Nickel und Chrom gelten bis zu den Beträgen von 1 % und 0,35 % als gleichwertig mit 0,07 % Kohlenstoff. Der Kohlenstoffgehalt einer ganzen Schienenlieferung soll durchschnittlich annähernd den mittlern Wert zwischen der oberen und untern Grenze haben. Bei Birnenstahl sollen dem Abnahmebeamten täglich die Kohlenstoffbestimmung für jede Schmelzung vor Versendung der Schienen und zwei die Durchschnittsgehalte des Stahles an Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor und Schwefel angegebende Untersuchungen, eine für Tag- und Nacht-Schicht, geliefert werden: die zu zerlegenden Proben sollen Bohrungen wenigstens 3 mm unter der Oberfläche der Löffelprobe entnommen sein. Bei Ofenstahl wird eine Bestimmung auf Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor und

Abb. 1. Lage der Bohrlöcher.



Schwefel für jede Schmelzung gefordert, außerdem macht der Käufer eine Untersuchung eines Schienenstückes aus einer Schmelzung, wenn die Schienen nach Gefüge und Festigkeit als genügend erkannt sind. Der Abnahmebeamte kann die Lieferung von Spänen aus Bohrungen mit einem Flachbohrer von 16 mm Durchmesser entlang der Schienenachse bei O (Textabb. 1) an einer Schiene der Schmelzung verlangen; wenn diese den obigen Anforderungen nicht genügen, kann die Schmelzung verworfen werden. Von derselben Schiene werden

Bohrspäne bei M (Textabb. 1) genommen, deren Kohlenstoffgehalt höchstens 12 ‰ von dem bei O gefundenen abweichen darf. Wenn die Probe aus der obersten Schiene dieser Forderung nicht genügt, sollen alle obersten Schienen der Schmelzung verworfen werden. Dann folgt dieselbe Behandlung der zweit und dritt obersten Schienen der Schmelzung. Genügt die dritt oberste nicht, so wird die Schmelzung verworfen. Wenn irgend eine Schiene einer Walzung bei M mehr als 25 ‰ Seigerung zeigt, wird die Prüfung der zweiten und dritten Schienen bei keiner nachfolgenden Schmelzung gestattet, sondern gleich beim Versagen der obersten Schiene die ganze Schmelzung verworfen.

Gefüge und Festigkeit werden mit der Schlagprobe festgestellt. Der Bär soll 0,9 t wiegen und eine nach 127 mm Halbmesser gewölbte Schlagfläche haben. Der Amboss soll 9 t wiegen und auf Federn ruhen. Die mit 127 mm Halbmesser gewölbten Auflager der Probestücke sollen 914 mm Mittenabstand haben und einen festen Teil des Ambosses bilden. Die Probestücke sollen 1,22 bis 1,83 m lang, vom obern Ende der obersten Schiene des Blockes geschnitten und am Fusse mit Maßmarken in 2,5 cm Teilung auf 7,5 cm Länge beiderseits der Mitte des Probestückes zum Messen der Dehnung versehen sein. Die Wärme der Probestücke soll 16 bis 49 ° betragen. Das Probestück wird mit dem Kopfe nach oben auf die Lager gelegt, der Bär fällt frei aus 5,5 m Höhe. Die Schiene soll nach einem oder mehr Schlägen wenigstens 6 ‰ Dehnung auf 2,5 cm oder je 5 ‰ auf zwei einander folgende 2,5 cm der 15 cm langen Teilung zeigen. Die ganze Dehnung des Probestückes wenigstens jeder fünften Birnen- und eines von je drei Probestücken einer Ofen-Schmelzung soll durch eine genügende Anzahl von Schlägen bestimmt werden. Die bleibende Durchbiegung nach einem Schlage darf für Schienen erster Klasse nicht über 5 cm betragen, bei größerer Durchbiegung gelten

die Schienen als solche zweiter Klasse, zu denen auch die mit scharfen Knicken oder größerer Durchbiegung, als 10 cm auf ihre 10,06 m betragende Länge zu den Richtpressen kommenden Schienen gezählt werden; solche werden bis 5 ‰ der ganzen Lieferung angenommen, sollen an den Enden weiß gestrichen sein, und zwei nicht von den Laschen bedeckte Körnermarken am Stege nahe dem Ende der Schiene haben. Die nicht unter dem ersten oder den folgenden Schlägen brechenden Probestücke sollen zur Bestimmung der innern Beschaffenheit eingekerbt und durchgebrochen werden.

Bei Birnenstahl soll ein Probestück aus jeder Schmelzung, bei Ofenstahl je eines aus dem zweiten, mittelsten und letzten vollen Blocke jeder Schmelzung gewählt, und alle sollen geprüft werden. Wenn ein Probestück beim ersten Schlage bricht, nicht die verlangte Dehnung gibt, oder innern Fehler zeigt, sollen alle obersten Schienen aus der Schmelzung verworfen, und ein oder drei Probestücke von den oberen Enden zweiter Schienen derselben Schmelzung, vorzugsweise derselben Blöcke geprüft werden. Wenn hierbei ein Probestück versagt, folgt dieselbe Behandlung der dritten Schienen vorzugsweise derselben Blöcke, deren Versagen das Verwerfen aller übrigen Schienen der Schmelzung bedingt.

Die Bedingungen für die im Jahre 1915 vergebene. 62 kg/m schwere Schiene\*) unterscheiden sich von denen für die 49,6 kg/m schwere dadurch, daß die chemische Prüfung der im Ofen hergestellten, fertigen Schiene wegfällt. Sie unterscheiden sich von den zuerst im Jahre 1914 aufgestellten Bedingungen für die 62 kg/m schwere Schiene dadurch, daß die Grenzen des Kohlenstoffgehaltes mit 0,68 ‰ bis 0,82 ‰ um 10 ‰ geringer festgesetzt sind.

B—s.

\*) Organ 1916, Seite 103.

## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

**Schwellentränke der Louisville- und Nashville-Bahn in Guthrie, Kentucky.** (Engineering News 1914, II. Bd. 72, Heft 13, 24. September, S. 622. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 13 auf Tafel 20.

Die seit März 1914 betriebene Schwellentränke der Louisville- und Nashville-Bahn in Guthrie, Kentucky, nimmt mit dem Lager-Bahnhofe für 500 000 Schwellen ungefähr 12 ha ein. Der Bahnhof hat Löschleitungen mit Hähnen, ein 227 cbm fassender Hochbehälter gibt ungefähr 1,75 at Druck. Eine zweiachsige, 29,5 t schwere Lokomotive von 762 mm Spur dient zur Beförderung von Kohlen, Ölwagen, Schwellen und zum Ein- und Ausfahren der Schwellenzüge an den Zilindern. Das Vorderende ihres Rahmens hat einen starken Buffer zum Schieben der Wagen. Sie schiebt den Schwellenzug mit einer Stange in den Zylinder, so daß sie nicht auf die Schiebepöhlle fährt, und zieht ihn an einem über seine ganze Länge reichenden Kabel heraus.

Die Schwellenwagen bestehen aus genietetem Stahle, mit den untern Teil der Haltbügel für die Schwellen bildenden Rippen aus geprefstem Stahle. Die Räder haben 305 mm Durchmesser. Jeder Schwellenzug besteht aus 15 Wagen mit je rund 45 Schwellen.

Die Anlage (Abb. 1, Taf. 20) liegt nahe dem Bahnhofe in Guthrie und ist am nördlichen Ende mit der Strecke Louis-

ville—Memphis, am südlichen mit der Strecke St. Louis—Nashville verbunden. Die Wagen zum Befördern der getränkten Schwellen werden auf zwei regelspurige Gleise gestellt, die so tief liegen, daß sie die Wagenbühnen ungefähr in die Höhe der Bahnhoffläche bringen. Diese Ladegrube (Abb. 2 bis 4, Taf. 20) ist 8,53 m breit und 1,22 m bis Schienenoberkante tief. Sie hat 2,13 m hohe, 15 cm dicke Eisenbetonmauern mit Strebepfeilern in ungefähr 3 m, und Dehnfugen in 26 m Teilung.

Die Tränkanstalt (Abb. 5 und 6, Taf. 20) an der nord-westlichen Ecke des Bahnhofes hat zwei Tränkezylinder, ein dritter kann in der jetzt vom Prüfzylinder eingenommenen Lage aufgestellt werden. Die Zylinder liegen in einer Seite eines Gebäudes, das auch den Kesselraum, den Betriebsraum und eine Werkstatt enthält. Auch die Arbeitbehälter sind in ihm untergebracht, aber es ist nicht hoch genug geführt, um diese Behälter zu überdachen. Statt dessen ist der über dem Dache befindliche Teil jedes Behälters von einem stählernen Mantel in 10 cm Abstand eingeschlossen, dessen unteres Ende sich in das Gebäude öffnet, während das obere ein Dach 10 cm über der Decke des Behälters trägt. Die Vorratbehälter stehen nahe dem Gebäude, außen, so daß die Verbindungsrohre kurz

sind. Diese liegen in bedeckten, leicht zugänglichen Betonkanälen. Alle Leitungen für Teeröl und Zinkchloridlösung bestehen aus gußeisernen Flanschrohren. Die beiden 39,62 m langen, 2,13 m weiten Tränkezylinder haben nur eine Safttrommel für die Austrocknung. Beide Enden haben Türen, die am südlichen Ende wird als Ladetür benutzt. Jede Tür wird nur von ihren beiden Gelenken getragen und durch 36 57 mm dicke Gelenkbolzen gesichert. Die stark bekleideten Zylinder ruhen mit Sätteln auf Betonpfeilern in 3,7 bis 4,9 m Teilung. Der mittlere Sattel ist verankert, die andern haben Rollen. Vor den beiden Zylindern befindet sich eine Grube für eine die Bahnhofsgleise mit dem Gleise des geöffneten Zylinders verbindende Schiebebühne. Dieses Ende des Gebäudes ist offen, der Zylinderraum aber durch eine Zwischenmauer an der hintern Seite der Grube abgeschlossen.

Teeröl wird in Behälterwagen mit Bodenentleerung geliefert. Jeder Wagen wird über eine Betongrube gestellt, von der ein 200 mm weites Rohr nach einem Empfangszylinder im Keller-geschosse führt. Aus diesem wird das Öl nach dem Vorrat-behälter gepumpt. Das Öl für die Tränkezylinder wird aus den Arbeitbehältern zugeführt und nach Tränkung einer Ladung in einen Entleerungszylinder im Keller-geschosse abgezogen, aus dem es nach den Vorrat- oder Arbeit-Behältern gepumpt wird.

Auch die Zinkchloridlösung wird in Behälterwagen, aber ohne Bodenentleerung geliefert. Ein tragbares Rohr wird mit dem obern Mannloche verbunden und die Lösung nach dem Vorratbehälter gepumpt. Das Messen des Öles und der Zinkchloridlösung geschieht durch Schwimmer.

Zu Versuchen dient ein 3,52 m langer, 1,1 m weiter, durch einen Mefsbühler bedienter Zylinder.

Abb. 7 bis 10, Taf. 20 zeigen Gleis und Heizanlage der Tränkezylinder. Der Dampf wird gußeisernen, an den Mantel des Zylinders nahe dem Boden gebolzten Sammelern zugeführt, von denen 20 mm weite Rohre in beiden Richtungen ausgehen. Diese sind in 50 mm weite, etwas längere Rohre eingeschlossen, durch die der Dampf zurückkehrt. Das Ende des größern Rohres ist mit einer starken Kappe geschlossen. Die Rohre werden stellenweise durch Sättel aus stählernen Stäben unterstützt und gehalten. Die Dampfsammler sind beiderseits der Mitte des Zylinders angeordnet, so daß der Boden für die Entwässerung des Zylinders frei bleibt.

Das Gleis im Zylinder besteht aus  $\perp$ -Eisen mit Platten-Leitschienen.

Die Heizanlage der Vorratbehälter (Abb. 11 bis 13, Taf. 20) ist ähnlich der für die Tränkezylinder, aber die Enden der größeren Rohre sind mit starken, an das Rohr geschweißten, für den Widerstand gegen Bruch durch den Dampf gewölbten Stöpseln geschlossen. Jeder Behälter hat zwei rechtwinkelig zu einander stehende Rohrsätze, die mit an Mannlöcher gebolzten Dampfsammelern verbunden sind.

Die Tränke enthält eine 250  $\times$  400  $\times$  300 mm große Doppel-Kurbel-Luftsaugpumpe mit Schwungrad, eine 300  $\times$  300  $\times$  300 mm große Doppel-Kolbenpumpe zum Pumpen des Tränke-mittels, eine 190  $\times$  220  $\times$  250 mm große Doppelpumpe zum Pumpen des Öles und der gelieferten Zinkchloridlösung, zwei 190  $\times$  110  $\times$  300 mm große Druckpumpen für die Lösung und

zwei Kessel-Speisepumpen. Ein kleiner Dampf-Stromerzeuger liefert Strom für die Beleuchtung des Gebäudes. Auf dem Mefsbühle im Betriebsraume befinden sich aufzeichnende Unterdruck- und Dampfspannung-Messer für jeden Zylinder. Wenn der Zylinder voll ist, stellt ein Schwimmer eine elektrische Glocke an.

Dampf liefern zwei wagerechte Wasserrohr-Kessel von je 200 PS, von denen einer für Notfälle dient. Im Kesselraume ist ferner ein großer, mit Abdampf geheizter Speisewasser-Vorwärmer aufgestellt. Kohlenwagen fahren über ein Betongerüst nach einem 90 t fassenden Betonbansen längs des Kesselhauses mit nach Öffnungen in der Mauer geneigtem Boden, so daß der Heizer die Kohle unmittelbar vom Bansen nach den Kesseln schaffen kann.

Schwellen für gerade Strecken, auf denen keine Unterlegplatten verwendet werden, werden mit Zinkchlorid, Schwellen für Bogen, die alle Unterlegplatten haben, mit Teeröl getränkt. Die Schwellen bestehen aus rotem Eichenholze, haben 18  $\times$  23 cm Querschnitt und 2,6 m Länge. Die Tränkung geschieht durch das Vollverfahren mit 420 kg/cbm Teeröl. Der Unterdruck von 610 mm Quecksilber wird in ungefähr 30 Minuten erlangt und dann zwei Stunden gehalten; dann wird das Teeröl eingelassen und 10,5 at Überdruck ungefähr drei Stunden gehalten. Darauf läßt man das Holz 15 Minuten abtropfen, bevor der Zylinder geöffnet und die Ladung herausgezogen wird. Die Tränkung mit Zinkchlorid ist ähnlich und gibt 26 kg/cbm trockenes Zinkchlorid. Die gelieferte Lösung hat 50 % die zur Tränkung verwendete 4 % Zinkchlorid.

Die Schwellen bleiben vor der Tränkung neun Monate auf dem Bahnhofe, wo sie zur Trocknung in Haufen von je 100 mit zweien auf dem Boden und zehn Lagen von je neun gestapelt werden. Die benachbarten Lagen berühren sich an einem Ende und sind am andern durch eine Querschwellen getrennt.

B—s.

#### Zusammenbau der Lokomotiven.

Im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure behandelte Regierungsbaumeister Landsberg\*) die verschiedenen, beim Zusammenbauen des Lokomotivrahmens mit dem Kessel, Trieb- und Lauf-Werke angewendeten Verfahren. Als Richtlinien dienen die folgenden beiden Grundsätze, die zwar nicht immer streng durchgeführt werden, deren Aufstellung aber doch das Verständnis der Vorgänge bei der großen Mannigfaltigkeit der Verfahren erleichtert, nämlich:

1. das Arbeiten nach Maß, bei dem alle genau einzu-passenden Teile in halbfertigem Zustande in der richtigen Lage zusammengebaut und für die endgültige Bearbeitung vorgezeichnet werden:

2. das Arbeiten nach Lehren, bei dem die Teile in den Teilwerkstätten nach genauen Lehren und Mefswerkzeugen möglichst weit fertig gestellt werden, so daß Nacharbeiten beim Zusammenbauen vermieden oder doch eingeschränkt werden. Die Durchführung dieses Grundsatzes hängt von der Erzeugung einer größern Zahl gleichartiger Lokomotiven ab, und verlangt einen Stand geschulter und zuverlässiger Arbeiter.

Für die Wahl des Verfahrens sind neben der Ansicht über seine Güte auch die Rücksichten auf andere Arbeitzweige, denen einzelne Abteilungen der Werkstätte gleichzeitig dienen, und auf die gegenseitige Lage der Teilwerkstätten maßgebend.

\*) Ausführlich in Glaser's Annalen.

Wichtig ist die regelmäßige zeichnerische Darstellung der Leistungen, die auch wichtige Aufschlüsse über die zweckmäßige Ausnutzung des Raumes, der Arbeitergruppen und der Werkzeugmaschinen, kurz über die Güte der Betriebsleitung gibt.

In der Besprechung der Mitteilungen wurde betont, daß man in Deutschland mit gutem Erfolge nur langsam und vorsichtig der Aufstellung von Regelbauarten der Lokomotiven näher getreten sei, nachdem Klarheit über den Wert der verschiedenen vertretenen Ansichten durch Erfahrungen im Betriebe gewonnen war.

Diese so entstandenen Musterentwürfe sind jedoch keine starren, sondern in steter Fortbildung gemäß den im Betriebe, in den Werkstätten und in den Bauanstalten gemachten Erfahrungen begriffen, so daß sie den Anforderungen des Verkehrs nicht nur dauernd gerecht werden, sondern ihnen tunlich voreilen. Die Verfolgung dieser Aufgabe ist dem Lokomotivausschusse zugewiesen, dem alle deutschen Staatsbahnverwaltungen und das Eisenbahnzentralamt als ausführende Behörde angehören. So werden die Erfahrungen in einem Umfange nutzbar gemacht, wie dies früher auch nicht entfernt der Fall war; auch werden alle Erfindungen und Verbesserungsvorschläge hier eingehend geprüft und nötigen Falles erprobt.

#### Auf ein Fenster gezeichnete Eisenbahnkarte.

Electric Railway Journal 1915 II, Bd. 46, Heft 19, 6. November, S. 946. Mit Abbildung.)

Die den elektrischen Eisenbahnbetrieb in Portland in Maine und Nachbarschaft führende «Cumberland County Power and Light Co.» erzielt eine wirksame Bekanntmachung des Planes des sich von Saco bis Waterville erstreckenden Netzes durch eine in Farben auf das Spiegelglas-Fenster der Wartehalle auf dem Monument-Platze in Portland gemalte Karte.

B—s.

#### Entgleiser.

(Railway Age Gazette 1914, II, Bd. 57, Heft 12, 18. September, S. 527. Mit Abbildungen.)

Der von der «Track Specialties Co.» in Neuyork eingeführte Entgleiser (Textabb. 1 und 2) besteht aus einem Haupt-Gußstücke und zwei Augenbolzen, deren einer einen Kopf zum

Durchstecken eines Verschlusbolzens mit Vorhängeschloß trägt. Der Entgleiser kann mit der Hand oder durch das Stellwerk aufgelegt werden. Zu seiner Anbringung braucht man nur die

Abb. 1. Entgleiser, außer Benutzung.

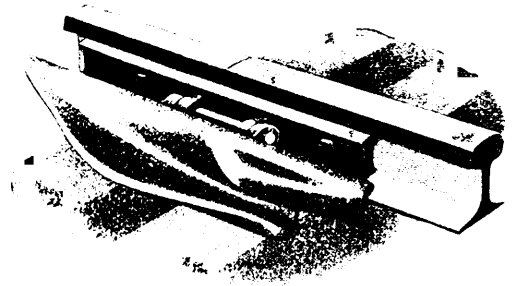
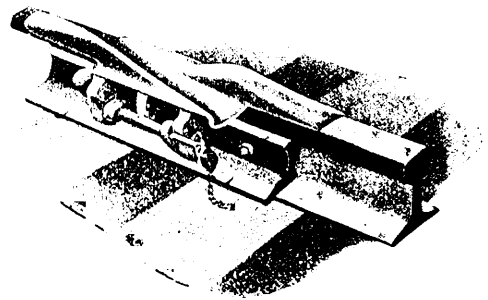


Abb. 2. Entgleiser, in Benutzung.



beiden mittleren Bolzen eines Schienenstosfes zu entfernen und sie durch die beiden mit dem Entgleiser gelieferten Augenbolzen zu ersetzen. Durch diese wird ein Stab gesteckt, an dem das Haupt-Gußstück drehbar hängt. Rückwärts fahrende Wagen können den Entgleiser überfahren, ohne zu entgleisen, während er bei Versuchen mit 48 km/St vorwärts fahrende, leere Güterwagen sicher zum Entgleisen brachte. Der Entgleiser kann an einem Weichenbocke, einer Signalscheibe oder andern Vorrichtung angebracht werden.

B—s.

## Maschinen und Wagen.

### Lagermetalle \*).

Für die in die Lagerkörper eingegossenen Lagermetalle ist zunächst die Güte des Schmieröles und dessen Leitung zwischen Lagermetall und Achsschenkel von Bedeutung. Das erstrebenswerte Ziel einer richtigen Lagerbauart ist «Schwimmlager». Bei Erfüllung der Bedingungen gegen Heißlaufen und übermäßige Abnutzung, nämlich geringem Flächendrucke, geringer Umfanggeschwindigkeit am Zapfen, richtiger Wahl des Schmieröles, namentlich bezüglich der Zähflüssigkeit, und

\*) Vortrag im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure von Halßmann; ausführlich in Glaser's Annalen.

richtiger Ausbildung des Schwimmlagers ist die Art des Lagermetalles gleichgültig. Früher hat man Lagermetalle von hoher Druckfestigkeit verwendet, mußte die Lager daher sehr sorgfältig aufpassen. Trotzdem wurde die Ölleitung durch Staub und Abnutzung bald verstopft, so daß Heißläufe vorkamen. Statt ihrer hat man daher Lagermetalle mit Vorteil verwendet, bei denen harte Körper in eine weiche nachgiebige Grundmasse eingebettet sind, so mit Antimon hergestellte Weißmetalle, die als Hauptbestandteil Zinn oder Blei enthalten; jedoch sind auch brauchbare antimonfreie Lagermetalle eingeführt.

## Besondere Eisenbahntypen.

### Oberleitung der Pennsylvania-Bahn bei Philadelphia.

(Electric Railway Journal 1915 II, Bd. 46, Heft 20, 13. November, S. 981; Railway Age Gazette 1915 II, Bd. 59, Heft 20, 12. November, S. 889; Engineering Record 1915 II, Bd. 72, Heft 20, 13. November, S. 590; Engineering News 1915, II, Bd. 74, Heft 20, 11. November, S. 930. Alle Quellen mit Abbildungen.)

Die Fahrdrähte der mit Einwellen-Strom von 11 000 V und 25 Schwingungen in der Sekunde betriebenen, 32 km langen Strecke Philadelphia - Paoli der Pennsylvania - Bahn

hängen an Querketten zwischen Pfählen aus verschiedenen, zusammengeschweißten Längen und Dicken stählerner Rohre auf beiden Seiten der Gleise. Die Pfähle stecken in Grobmörtelfüßen und sind durch je zwei mit Stahlgußstücken an ihnen befestigte stählerne Stangen mit Spannschlössern an einer mit alten Schienen bewehrten Grobmörtelplatte im Erdboden verankert. Wo die Ankerstangen durch den Erdboden gehen, sind sie durch ein stählernes, mit Mörtel gefülltes Rohr gegen



Rost geschützt. Jede Kettenbrücke ist durch eine in Koks eingegrabene Kupferplatte geerdet. Wo kein Raum für Ankerstangen ist, sind selbsttragende, genietete stählerne Pfähle angewendet. Die Querkette besteht aus zwei verzinkten stählernen Drähten, der obere ist gewöhnlich 19 mm, der untere 13 mm dick. Beide sind an jedem Ende eingehült und haben ein Spannschloß auf einer Seite. Die beiden Querdrähte sind an den Punkten, wo die die Längsdrähte tragenden stromdichten Halter angeordnet sind, durch eine senkrechte, 19 mm dicke Stange und Klammern aus schmiedbarem Gusse verbunden. Die Querketten haben in der Geraden ungefähr 90 m, in Bogen je nach deren Krümmung engere Teilung. Stromdichte Halter aus dreifachen Porzellanscheiben von 20 cm Durchmesser hängen über der Mitte jedes Gleises, in Bogen sind sie nach außen hin verschoben. An diesen Haltern hängt das 13 mm dicke, siebendrähtige Längstragkabel aus doppelt verzinktem Stahle mit 1,5 m Durchhang auf 90 m Spannweite. Der Tragdraht ist ungefähr alle 1600 m an einer der in etwa 800 m Teilung stehenden Signalbrücken eingehült und abgeschnitten. Er ist durch zwei oder mehr dreifache Porzellanscheiben von den Signalbrücken stromdicht getrennt. Alle 4,5 m in Bogen und 9 m in der Geraden trägt der Tragdraht an einer Hängestange einen der Oberleitung zweckmäßige Leitfähigkeit gebenden, runden, kupfernen Hilfsdraht, an dem der genutete, bronzene Fahrdrat mit zweiteiligen Klemmen in 4,5 m Teilung befestigt ist; die Hängestangen hängen in der Geraden mitten zwischen jedem zweiten Paare der Klemmen. In Bogen sind die schweißeisernen, 25 mm breiten, 5 mm dicken Hängestangen an die Klemmengußstücke gelötet. Sie haben eine Vierteldrehung in sich, um die dem Winde in der Richtung quer zu den Gleisen ausgesetzte Fläche auf das kleinste Maß zu beschränken und in Bogen Widerstand gegen Biegung zu bieten. In Bogen hängen die unteren beiden Drähte nicht lotrecht unter dem Tragdrahte, sondern die ganze Kette liegt in einer gebogenen Fläche im Gleichgewichte zwischen ihrem Gewichte und der Spannung in den Drähten. B—s.

**Verbindung der Untergrundgleise der Brückenschleife in Neuyork mit den Hochbahngleisen über die Brooklyn-Brücke.**  
(Engineering Record 1915. I. Bd. 71. Heft 3. 16. Januar, S. 76. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 14 auf Tafel 20.

Die Verbindung der Untergrundgleise der Brückenschleife in Neuyork (Abb. 14, Taf. 20) mit den Hochbahngleisen über die Brooklyn-Brücke umfaßte den Bau einer ungefähr 450 m langen zweigleisigen Strecke, die von der Höhe der Untergrundbahn beim Stadthause 21,64 m nach der Brücken-Fahrbahn hinaufsteigt, und das erste und zweite Geschloß des Manhattan-Bahnhofes durchschneidet. Dies erforderte die Entfernung einer großen Menge von Mauerwerk in den Gewölben und der Haupt-Fahrbahn der Brücken-Auffahrt ohne Sprengung, das Kreuzen der acht Endschleifen der Oberflächenbahnen, das Unterfangen vieler die Platte des zweiten Geschosses und die Hochbahngleise tragender Säulen und das Aufstellen neuen Stahlwerkes ohne Unterbrechung oder Gefährdung des dichten Verkehrs.

Die Haupt-Fahrbahn der geneigten Brücken-Auffahrt besteht in der Hauptsache aus 27 gestampften, 9 m weiten Gewölben mit innerer Bekleidung durch Backstein quer zur Brückenachse. Drei Straßen sind mit viel weiter gespannten Gewölben, Franklin-Square mit einer ungefähr 55 m weiten, stählernen Fachwerk-Deckbrücke überbrückt. Die Neigung der ursprünglichen Fahrbahn ist 37,5 ‰, die der neuen Gleise 54,54 ‰. Diese liegen gleichseitig zur Brückenachse, durchschneiden teilweise oder ganz alle alten Gewölbe und Pfeiler und gehen durch die den Raum unter der Brücken-Fahrbahn einnehmenden Speicher. Jedes Gleis liegt in einem Kanale von 3,81 m Lichtweite und verschiedener Tiefe unter der Brücken-Fahrbahn, die, wo die Höhe genügt, über dem Kanale auf eingestampften stählernen Quer- und Längs-Trägern ruht. Die Seiten des Kanales sind mit 20 cm dicken, in das alte Mauerwerk eingebundenen, auf I-Langträgern ruhenden Klittermauern verkleidet. Das in Bettung liegende Gleis ruht auf einer Platte aus bewehrtem Klitter auf den oberen Flanschen von ganz eingestampften, vollwandigen Trägern. B—s.

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

Preussisch-hessische Staatseisenbahnen.

Versetzt: Der Präsident der Eisenbahn-Direktion in Posen Bodenstein in gleicher Eigenschaft nach Königsberg (Pr.) und der Präsident der Eisenbahn-Direktion in Königsberg (Pr.)

Schultze in gleicher Eigenschaft nach Posen.

Württembergische Staatseisenbahnen.

Gestorben: Baurat Jori, Mitglied der Generaldirektion. —k.

## Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

**Diesel-Lokomotive mit unmittelbarem Antriebe.**

D. R. P. 289 073, J. Fritsch in Augsburg.

Die Eigenart der Diesel-Maschinen erschwert das Anfahren, außerdem muß an Raum und Gewicht gespart werden. Diesen Gesichtspunkten folgt die Diesel-Lokomotive mit unmittelbarem Antriebe. Die Triebmaschine und das mit ihr gekuppelte Triebpaar werden nach dem Anfahren durch vier Druckzylinder und zwei Hebel von den Schienen abgehoben, dadurch wird erstere auf Zündung und Regelgang gebracht, worauf sie die Antriebsleistung mit entsprechendem Drehmomente aufnehmen kann. Die allmähliche Einschaltung der beiden Räder und die Wiederherstellung der Reibung er-

folgt durch die nun entgegengesetzt wirkenden vier Druckzylinder und durch die Kraft der nach unten wirkenden Schraubenfedern des Lagerrahmens. Die vier Druckzylinder werden mit zwei Dreivegehähnen von Hand gesteuert. Die Lokomotive ist für Eilzüge mit hoher Geschwindigkeit und Leistung bestimmt. Voraussetzung ist die Verwendung liegender, doppeltwirkender Vierzylinder-Maschinen in einem gemeinsamen Mantel, wobei Zylinderdurchmesser bis zu 500 mm erreichbar sind. Da der übliche Kolbenhub der Schnellzuglokomotiven etwa 600 mm beträgt, sind diese Werte für die erforderlichen Leistungen von 1200 bis 2000 PS bei höchstens 300 Umläufen in der Minute sehr reichlich. B—n.

### Vorrichtung zum Befestigen von Roll- und Kugellager-Laufbüchsen auf Nutachsen von Eisenbahnfahrzeugen.

D. R. P. 288 091. G. und J. Jäger, G. m. b. H. in Elberfeld.

Um Nutachsen von Eisenbahnfahrzeugen für Roll- oder Kugel-Lager einzurichten, muß man die Achsen mit Laufbüchsen versehen. Diese wurden nun bisher entweder warm auf die Achse gezogen, oder mit Kappe und Schrauben an der Stirnfläche des Achsschenkels festgeklemmt. Im erstern Falle kann die Büchse leicht springen, im letztern wird der Achsschenkel durch die Schraubenlöcher so geschwächt, daß er für Gleitlager nicht mehr verwendet werden kann. Nach der Erfindung wird die Laufbüchse mit einem mehrteiligen Spannringsystem befestigt, der in die Nut des Achsschenkels eingreift, und sich mit einem die Achse umfassenden Flansche über das abgeschrägte Ende der Laufbüchse legt.

B—n.

### Schaltung für selbsttätige Zugsicherung.

D. R. P. 288 275. Siemens und Halske Aktiengesellschaft in Siemensstadt, Berlin.

Man erhält eine einfache selbsttätige Zugsicherung, wenn man in den aus beiden Schienen gebildeten Stromkreis einer Blockstrecke am Anfange eine grüne Erlaubnislampe, am Ende eine Stromquelle einschaltet. Ist die Blockstrecke frei, so leuchtet die Lampe im Schienenstromkreise, fährt eine Achse ein, so schließt sie den Kreis kurz und löscht die Lampe aus; dasselbe bewirkt ein Schienenbruch. Die Anlage leidet unter Feuchtigkeit, die die stromdichte Trennung der beiden Schienen schädigt. Deshalb fügt die Erfindung der ersten Stromquelle am Ende der Blockstrecke eine zweite am Anfange hinzu. Je nach der Schaltung dieser zweiten Stromquelle in bezug auf die erste kann man den in den Schienen fließenden Strom vermindern, oder aber bei unverändertem Strome die Spannung zwischen den beiden Schienenseiten verringern. Man kann auch durch eine Verbindung der beiden Schaltarten sowohl die Stromstärke, als auch die Spannung der Schienen herabsetzen. So wird es möglich, Undichtheiten zu begegnen.

B—n.

## Bücherbesprechungen.

**Das Holz als Baustoff**, sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden. Den Bau- und Forstleuten gewidmet von G. Lang, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover. Wiesbaden, 1915, C. W. Kreidel. Preis 10 M.

Der durch seine besondere Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit bekannte Verfasser hat in diesem Werke kurz vor seinem, durch eine Verletzung beim Unterrichte auf einem Flugplatze im Dienste des Vaterlandes veranlaßten, Tode die reichen Früchte langjähriger Beobachtung und Forschung über das Wesen des Holzes niedergelegt. Er gehört zu den Fachmännern, die die Wiedererhebung des Holzes als Baustoff auf die alte hohe Stufe durch Bekämpfung hergebrachter Mißbehandlung zu Gunsten einer dem Wesen des Stoffes entsprechenden Art der Verwendung erstrebt und auch schon teilweise erreicht haben. Zahlreiche Darstellungen angestellter Versuche begründen die von Lang entwickelten Grundsätze. Da die Betrachtung des verwickelt zusammengesetzten Stoffes schon am lebenden Baume im Walde mit Darstellung der Pflege, der Fehler des Wuchses und ihrer Gründe und der Behandlung zwecks Verwertung beginnt, ist das Buch auch für Forstleute höchst lehrreich.

Das Werk gehört zu den besten dieses Gebietes; möge es durch weite Verbreitung einen ehrenden Gedenkstein des zu früh geschiedenen, verdienstvollen Verfassers in der Fachwelt bilden.

**Die Eisenbahn-Technik der Gegenwart.** Herausgegeben von Barkhausen, Blum, Courtin und von Weils. Band V: Lagervorräte, Bau- und Betrieb-Stoffe. Zweiter, Schlufs-Teil. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1915. Preis 15 M.

Der Fortgang des großen, der deutschen Eisenbahn-Technik gewidmeten Werkes ist auch durch den Weltkrieg nicht aufgehalten worden. Dem im Jahre 1914 erschienenen 1. Teile des Bandes V ist im Anfange des Jahres 1915 der Schlufsteil gefolgt. Seine Bearbeiter sind Regierungs- und Baurat Fraenkel in Erfurt, Oberinspektor Großmann in Wien, Geheimer Baurat W. Kuntze in Berlin und Regierungs- und Baurat Lehnert in Halberstadt, Namen von gutem Klange in der Fachwelt. Als einziger Einfluß, den der große Krieg auf das Buch ausgeübt hat, ist zu erwähnen, daß die durch ihn hervorgerufene Änderung zahlreicher Verhältnisse und die Umwertung vieler Dinge sich auch auf die hier behandelten Lagervorräte und Bau- und Betrieb-Stoffe der Eisenbahnen in hohem Maße erstreckt hat. Daraus, daß infolgedessen manche

Angaben des Buches mit den augenblicklichen Verhältnissen nicht übereinstimmen und vielleicht auch nach dem Kriege nicht mehr zutreffen werden, ist den Verfassern kein Vorwurf zu machen.

Das Buch behandelt in sieben Abschnitten die Werkstätten-Vorräte, soweit sie nicht schon im ersten Teile besprochen sind, die Heiz- und Brenn-Stoffe, die Schmiermittel und Schmierstoffe, die anderen Betriebsvorräte der Eisenbahnen, die Telegraphen-Lagervorräte, die Nebenerzeugnisse und die Altstoffe. Der erste Abschnitt zählt 66 verschiedene Werkstätten-Vorräte auf, beschreibt sie in eingehender, klarer Darstellung, die durch zahlreiche, gut ausgeführte Abbildungen erläutert wird, und nennt die an ihre Verwendbarkeit zu stellenden Anforderungen. In gleicher Weise behandelt der vierte Abschnitt 38 verschiedene Betriebs-Vorräte. Der den Heiz- und Brenn-Stoffen gewidmete zweite Abschnitt befaßt sich beschreibend und vergleichend mit den festen, flüssigen und luftförmigen Brenn-Stoffen, soweit sie für die Eisenbahn und ihre Nebenbetriebe in Betracht kommen. Die ausführliche Behandlung der Schmierstoffe im dritten Abschnitte, ihre Einteilung, Verwendung, Prüfung und die Aufzählung der Lieferbedingungen verschiedener Eisenbahn-Verwaltungen wird vielen Beteiligten, die sich über dieses schwierige Gebiet unterrichten wollen, willkommen sein, ebenso wie der Inhalt des fünften Abschnittes über die Telegraphen-Lagervorräte. Der sechste Abschnitt gibt Aufschluß über die beim Betriebe der Eisenbahnen entfallenden Nebenerzeugnisse, von denen 19 eingehend behandelt werden, während der letzte Abschnitt sich mit den Altstoffen beschäftigt, ihre Entstehung, Ansammlung und Verwertung schildert und 33 verschiedene Altstoffe einzeln behandelt.

Die gleichen Vorzüge, die der erste Teil aufweist: fesselnde Bearbeitung, übersichtliche, einwandfreie Darstellung, gehoben durch deutliche Abbildungen und wertvolle Zusammenstellungen, sind auch dem Schlufsteile des Bandes V nachzurühmen. Er wird seinen Zweck in gleichem Maße erfüllen und eine wertvolle Bereicherung der Fachliteratur bilden. Mz.

**Bauausführungen der Siemens und Halske Aktiengesellschaft.** Trockenlegung von Baugruben. Senkung des Grundwasserspiegels.

Das reich mit Zeichnungen und Lichtbildern ausgestattete Werk bringt die erfolgreichen Bauten in durchlässigem Sandboden unter dem Grundwasserspiegel auf Strecken der Untergrundbahnen in Berlin zu lebensvoller Darstellung.

Wir werden auf den Inhalt in Sonderberichten noch zurückkommen.