

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LII. Band.

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

2. Heft. 1915. 15. Januar.

Die augenblickliche Drehachse bei der Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge in Bogen.

Boedecker, Geheimer Baurat in Berlin-Wilmersdorf.

Die hohen Werte, die dauernd durch die Abnutzung der Schienen und Räder vernichtet werden, und die Schwierigkeit, diese schädlichen Wirkungen durch reine Beobachtung zu verfolgen, geben Anlaß zu dem folgenden Versuche, auf wissenschaftlichem Wege in diese Verhältnisse einzudringen.

Die nahen Beziehungen der Gestalt der Laufflächen der Schienen und Radreifen zu den zwischen diesen auftretenden Kräften und deren Wirkungen machen es nötig, die Gestalt dieser Flächen soweit als möglich zu berücksichtigen, deshalb darf die durch jahrelange Erfahrung erprobte Regelform der Radreifen nicht außer acht gelassen werden.

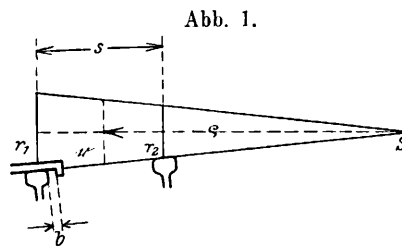
Die folgende Untersuchung ist nach der Theorie durchgeführt, die der Abhandlung über die Wirkungen zwischen Rad und Schiene*) zu Grunde liegt. Sie bezieht sich auf vierräderige Wagen mit gleich gerichteten Achsen, die mit unveränderlicher Geschwindigkeit in der Geschwindigkeit entsprechend überhöhten Gleisbogen laufen. Auf den Einfluss des Zuges in der Kuppelung wird dabei vorläufig nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich der Lage der augenblicklichen Drehachse bei diesen Wagen ist zu unterscheiden, ob Krümmungshalbmesser des Gleises und freier Spielraum der Spurkränze so klein sind, daß nicht nur die Vorderachse gegen die äußere Schiene, sondern gleichzeitig auch die Hinterachse gegen die innere Schiene anläuft, oder ob diese beiden Maße groß genug sind, um der Hinterachse freies Spiel zu gestatten. In letzterem Falle ist weiter zu unterscheiden, ob es sich um mehr oder weniger stark, oder um schwach gekrümmte Gleise handelt. Demnach sind drei Gebiete zu unterscheiden. Im ersten liegt die Drehachse zwischen den beiden Wagenachsen, im zweiten hinter der Hinterachse, im dritten bei großen Bogenhalbmessern wieder zwischen beiden Achsen.

Zur Erleichterung der Übersicht werden einige Formeln, die das oben bezeichnete Buch bereits enthält, zum Gebrauche bei der Untersuchung nochmals abgeleitet.

Ein einzelnes Räderpaar, das sich in der in Textabb. 1 angegebenen Stellung frei auf den Schienen bewegt, dreht sich um die Spitze S des durch die Rollkreishalbmesser r_1 und r_2

festgelegten Rollkegels. Bei der fortschreitenden Geschwindigkeit V der Mitte der Radachse und der Länge ϱ des Rollkegels ist $V : \varrho$ die Winkelgeschwindigkeit dieser Drehung. Die Länge ϱ



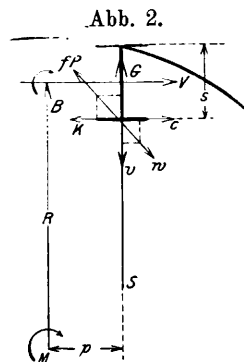
hängt von dem Längenunterschiede der beiden Rollkreishalbmesser, und dieser von der Verteilung des ganzen Spielraumes σ der Spurkränze auf die beiden Räder ab. Steht der Spurkranz des äußeren Rades um den Spielraum b von der äußeren Schiene ab, und ist die Lauffläche der Radreifen nach $1 : n$ gegen die Achse des Rollkegels geneigt, so ist

$$\text{Gl. 1) } \dots \dots \dots \varrho = \frac{nrs}{\sigma - 2b}^*),$$

wenn $r = (r_1 + r_2) : 2$ den mittlern Rollkreishalbmesser und b den Abstand der Ebenen der Rollkreise von einander bezeichnet.

Dieser Ausdruck ergibt für ϱ einen positiven Wert, und die Spitze des Rollkegels liegt auf der hohlen Seite der Gleiskrümmung, wenn $b < \frac{\sigma}{2}$; ϱ wird negativ und die Spitze des Rollkegels liegt auf der gewölbten Seite der Gleiskrümmung, wenn $b > \frac{\sigma}{2}$.

Befindet sich das Räderpaar unter einem Wagen, der mit der Geschwindigkeit V auf einem Gleisbogen vom Halbmesser R läuft, so wird es gezwungen, die Drehgeschwindigkeit $V : R$ anzunehmen. Dabei wickeln sich die Rollkreise der Halbmesser r_1 und r_2 nicht vollkommen auf den Schienen ab, vielmehr gleiten sie zusammen mit der Geschwindigkeit



$$s \left(\frac{V}{\varrho} - \frac{V}{R} \right)$$

in den Ebenen der Rollkreise.

*) Boedecker: Die Wirkungen zwischen Rad und Schiene. Hannover, Hahnsche Buchhandlung 1887.

*) Boedecker, Wirkungen zwischen Rad und Schiene, S. 28.

Textabb. 2 zeigt das Räderpaar in beliebiger Stellung auf dem Gleise. Hier bezeichnet:

c die in die Ebene des Rollkreises fallende,
v die in die Richtung der Radachse fallende,
w die sich aus c und v ergebende Gleitgeschwindigkeit eines Rades.

K ist der Reibungswiderstand, der c entspricht,
G der Reibungswiderstand, der v entspricht,
P die Radlast,

f die Wertziffer der gleitenden Reibung,
M der Krümmungsmittelpunkt des Gleises,
R der Krümmungshalbmesser der Gleisachse,
p der Abstand der Achse des Räderpaares vom Gleismittelpunkte und
S die Spitze des Rollkegels.

Wird angenommen, daß sich die ganze Gleitgeschwindigkeit $s \left(\frac{V}{\varrho} - \frac{V}{R} \right)$ gleichmäßig auf die beiden Räder verteilt, was bei dem geringen Längenunterschiede der Rollkreishalbmesser zulässig ist, so folgt

$$c = \frac{s}{2} \left(\frac{V}{\varrho} - \frac{V}{R} \right). \text{ Weiter ist } v = p \frac{V}{R}, w = \sqrt{c^2 + v^2},$$

$$K = fP \cdot \frac{c}{w}, G = fP \cdot \frac{v}{w},$$

und daraus

$$\text{Gl. 2) } K = f \cdot P \cdot \frac{\frac{s}{2} \left(\frac{R}{\varrho} - 1 \right)}{\sqrt{p^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho} - 1 \right)^2}},$$

$$\text{Gl. 3) } G = f \cdot P \cdot \frac{p}{\sqrt{p^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho} - 1 \right)^2}}.$$

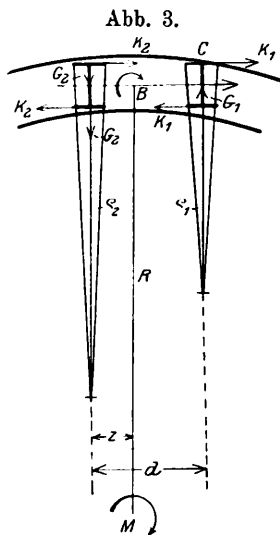
Textabb. 3 stellt die beiden Räderpaare eines Wagens vom Achsstande d im Grundrisse dar. Die Spitzen der beiden Räderpaare liegen, Textabb. 2 entsprechend, zwischen dem Mittelpunkt M und dem Gleise, und die Rechtwinkelige von M auf die Achse des Wagens trifft diese im augenblicklichen Drehpunkte B, in der Entfernung z vor der Hinterachse. Die der Lage der Rollkegelspitzen entsprechenden Gleitgeschwindigkeiten und Reibungswiderstände sind angedeutet. Werden nun mit K_1 und G_1 die am innern Vorder- und mit K_2 und G_2 die an den Hinterrädern auftretenden Gleitwiderstände bezeichnet, wird ferner bei der Vorderachse

$$P = P_1, p = d - z \text{ und } \varrho = \varrho_1$$

und bei der Hinterachse

$$P = P_2, p = z \text{ und } \varrho = \varrho_2$$

in 2) und 3) gesetzt, dann erhält man:



$$K_1 = fP_1 \cdot \frac{\frac{s}{2} \left(\frac{R}{\varrho_1} - 1 \right)}{\sqrt{(d-z)^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_1} - 1 \right)^2}},$$

$$K_2 = fP_2 \cdot \frac{\frac{s}{2} \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)}{\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)^2}},$$

$$G_2 = fP_2 \cdot \frac{z}{\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)^2}}.$$

Weiter ergibt sich für den Beharrungszustand die auf den Stützpunkt C des äußern Vorderrades bezogene Gleichgewichtsbedingung:

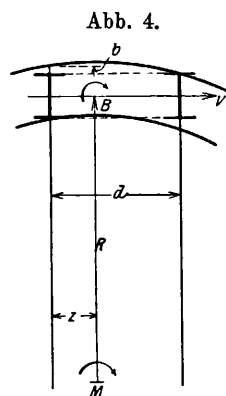
$$K_1 s + K_2 s - 2 G_2 \cdot d = 0.$$

Wird nun $P_1 = P_2$ angenommen und werden die vorstehenden Ausdrücke für K_1 , K_2 und G_2 in diese Gleichung eingesetzt, so folgt

$$\frac{\frac{s^2}{2} \frac{R}{\varrho_1} - 1}{\sqrt{(d-z)^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_1} - 1 \right)^2}} + \frac{\frac{s^2}{2} \left(\frac{R}{\varrho_1} - 1 \right)}{\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)^2}} - \frac{2d \cdot z}{\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)^2}} = 0,$$

und hieraus

$$\text{Gl. 4) } \dots z = \frac{s^2 \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)}{4d} + \frac{s^2 \left(\frac{R}{\varrho_1} - 1 \right) \sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_2} - 1 \right)^2}}{\left(d - z \right)^2 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{R}{\varrho_1} - 1 \right)^2}.$$



Über die Lage der augenblicklichen Drehachse und die Abgrenzung der bereits gekennzeichneten Zonen läßt sich nun das Folgende feststellen.

Textabb. 4 zeigt das Fahrzeug in einem Gleise des ersten Gebietes. Seine Stellung ist dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Vorderrad gegen die äußere, das innere Hinterrad gegen die innere Schiene anläuft. Die Lage der Drehachse wird hier allein durch R, σ und d bestimmt, von der Form der Radreifen ist sie unabhängig.

Man hat: $\sigma = \frac{(d-z)^2}{2R} - \frac{z^2}{2R}$ und daraus $z = \frac{d}{2} - \frac{R\sigma}{d}$. z wird hiernach kleiner, wenn R σ wächst und = 0 wenn

$$\text{Gl. 5) } \dots R\sigma = \frac{d^2}{2}.$$

Dieser Wert von R σ gibt die obere Grenze des ersten Gebietes an, die nächst größeren Werte von R σ gestatten der Hinterachse, frei zu spielen und legen die Drehachse hinter

die Hinterachse. Wird Gl. 4) für diesen in Textabb. 5 dargestellten Zustand umgeformt, so lautet sie

$$\text{Gl. 6). . . . } z = \frac{s^2}{4d} \left(1 - \frac{R}{\varrho_2}\right) + \frac{s^2}{4d} \left(1 - \frac{R}{\varrho_1}\right) \sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{\varrho_2}\right)^2 + (d+z)^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{\varrho_1}\right)^2}$$

Hier wird ϱ_2 in den scharfen Bogen, wo die Spitze S_2 des Rollkegels auf der gewölbten Seite des Bogens liegt, negativ; im Übrigen ist ϱ_2 stets größer als ϱ_1 . Daher ergibt diese Gleichung $z > 0$, das heißt, die Drehachse liegt in dem Abstände z hinter der Hinterachse, so lange ϱ_1 größer ist als R . Diesen Zustand zeigt Textabb. 5. Nähert sich die Spitze S_1 des Rollkegels der Vorderachse dem Gleise bis zur Entfernung $\varrho_1 = R$, dann verschwindet das zweite Glied in Gl. 6, und z nimmt den positiven Wert $z = \frac{s^2}{4d}$.

$\left(1 - \frac{R}{\varrho_2}\right)$ an, worin $\varrho_2 = R$.

Bei weiterer Annäherung der Spitze S_1 an die Gleisachse wird das zweite Glied < 0 , während das erste positiv bleibt, bis $\varrho_2 = R$ geworden ist. Weil aber die Wurzel im zweiten Gliede wegen der Kleinheit des Zählers $z^2 + \frac{s^2}{4} \left(1 - \frac{R}{\varrho_2}\right)^2$ sehr klein ist, so bleibt z bis in die nächste Nähe von $\varrho_2 = R$ noch > 0 . Ändert sich die Stellung der Hinterräder im Gleise weiter bis $\varrho_2 = R$ geworden ist, dann ist der Gleitwiderstand K_2 nicht mehr vorhanden und das hintere Räderpaar haftet mit dem vollen Reibungswiderstande $f 2 P$ gegen Verschieben in der Richtung seiner Achse auf den Schienen. Das in der Vorderachse wirkende Drehmoment $K_1 s$ kann also allein keine Verschiebung der Hinterachse erzeugen, und weil andere Kräfte hier nicht wirken, so muß sich die Hinterachse nach dem Mittelpunkte richten und $z = 0$ werden. Dadurch nimmt der Spielraum b in Gl. 1) zwischen dem äußeren Hinterrade und der äußeren Schiene die Größe

$$b = \frac{d^2}{2R}$$

Hinterachse die Länge

$$\varrho_2 = \frac{nrs}{\sigma - \frac{d^2}{R}}$$

an. Mithin wird $z = 0$, wenn $\frac{nrs}{\sigma - \frac{d^2}{R}} = R$ oder

$$\text{Gl. 7) } R\sigma = d^2 + nrs.$$

Dieser Wert von $R\sigma$ bildet die Grenze zwischen dem zweiten und dritten Gebiete.

Wenn $R\sigma > d^2 + nrs$, also ϱ_2 und $\varrho_1 < R$ (Textabb. 3),

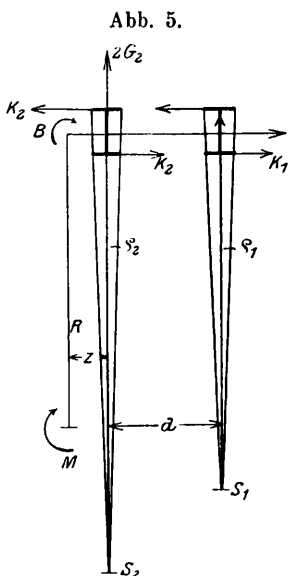


Abb. 5.

so ergibt Gl. 6) stets $z < 0$. Die Drehachse liegt also im dritten Gebiete, vor der Hinterachse.

Aus Gl. 6) folgt, daß sich die augenblickliche Drehachse im dritten Gebiete mit zunehmenden $R:\varrho_1$ und $R:\varrho_2$, das heißt mit wachsendem R , von der Hinterachse entfernt. Dieser Abstand wird am größten, wenn ϱ_2 den kleinsten möglichen Wert, nämlich $\varrho_2 = \varrho_1$ angenommen hat. Ist aber $\varrho_2 = \varrho_1$, dann trifft die Rechtwinkelige aus dem Mittelpunkte des Bogens auf die Achse des Wagens diese in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterachse. In Gl. 6) ist dann $z = -d:2$ und dementsprechend

$$-\frac{d}{2} = \frac{s^2}{2d} \left(1 - \frac{R}{\varrho_1}\right), \frac{R}{\varrho_1} = \frac{d^2 + s^2}{s^2}, \text{ und wenn darin } \varrho_1 = \varrho_2 = \frac{nrs}{\sigma} \text{ gesetzt wird,}$$

$$\text{Gl. 8) } R\sigma = nrs \frac{d^2 + s^2}{s} \text{ *)}$$

Diese Größe von $R\sigma$ bildet die obere Grenze des dritten Gebietes.

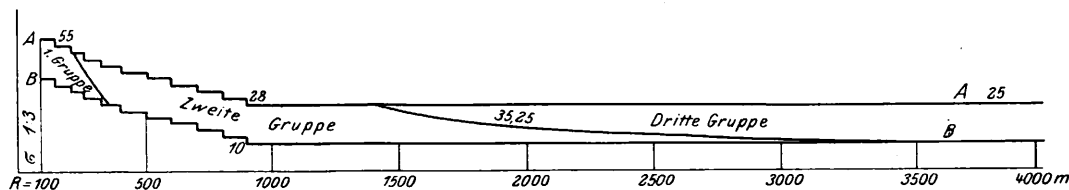
Hiernach ergeben sich für die im Kopfe der Zusammenstellung I angegebenen Achsstände die darunter stehenden Zahlenwerte als Abgrenzungen der Gebiete, wenn in Gl. 5), 7) und 8) $nrs = 10$ und $s = 1,5$ m gesetzt werden.

Zusammenstellung I.

d =	1,5 m	3,0 m	4,5 m	6,0 m	
$R\sigma =$	1,125	4,5	10,125	18	Grenze zwischen dem ersten und zweiten Gebiete.
$R\sigma =$	17,25	24	35,25	51	Grenze zwischen dem zweiten und dritten Gebiete.
$R\sigma =$	30	75	150	255	Obere Grenze des dritten Gebietes.

Textabb. 6 enthält die Zonengrenzen für den Achsstand $d = 4,5$ m. Hier sind über den Bogenhalbmessern als Längen die zugehörigen größten und kleinsten freien Spielräume als Höhen aufgetragen und so die, den freien Spielraum der Spurkränze nach oben und unten begrenzenden Linien AA und BB hergestellt. Weiter sind über den Bogenhalbmessern die aus $R\sigma = 10,125$ und $R\sigma = 35,25$ folgenden Spielräume σ

Abb. 6. Grenzen der Gruppen bei 4,5 m Achsstand.



aufgetragen und die gekrümmten Linien hergestellt, die die erste und die zweite Gruppe nach oben begrenzen. Die obere Grenze des dritten Gebietes liegt außerhalb des Bildes. Die Größe der zwischen AA und BB und den Gebietsgrenzen liegenden Flächen gibt einen Maßstab für die Ausdehnung der Gruppen.

*) Boedecker, Rad und Schiene, S. 95.

Zur Berechnung des Abstandes z von der Hinterachse ist folgende Umformung von Gl. 4) erforderlich.

Nach Textabb. 7 ist für das zweite Gebiet

$$b = \frac{(d+z)^2}{2R} - \frac{z^2}{2R} = \frac{d^2 + 2dz}{2R},$$

und daher nach Gl. 1) $\varrho_2 = R \cdot \frac{nrs}{R\sigma - d^2 - 2dz}$.

Hieraus folgt, daß $\varrho_2 < 0$ ist, die Spitze des Rollkegels der Hinterachse also auf der gewölbten Seite des Bogens liegt, wenn $R\sigma < d^2 + 2dz$, daß $\varrho = \infty$ wenn $R\sigma = d^2 + 2dz$, und daß $\varrho_2 > 0$ ist, die Spitze also auf der hohlen Seite des Gleises liegt, wenn $R\sigma > d^2 + 2dz$ wird.

Man hat weiter

$$1 - \frac{R}{\varrho_2} = \frac{nrs + d^2 + 2dz - R\sigma}{nrs},$$

$$1 - \frac{R}{\varrho_1} = \frac{nrs - R\sigma}{nrs}$$

und erhält durch Einsetzen dieser Ausdrücke in die Gl. 6)

$$\text{Gl. 9) } z = \frac{s}{2d} \cdot \frac{nrs + d^2 - R\sigma}{2nr - s} + \frac{s}{2d} \cdot \frac{nrs - R\sigma}{2nr - s} \cdot$$

$$\sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{nrs + d^2 + 2dz - R\sigma}{2nr}\right)^2}{(d+z)^2 + \left(\frac{nrs - R\sigma}{2nr}\right)^2}}$$

z ist hiernach von den Werten der Reibung zwischen Rad und Schiene unabhängig.

Bei der Entwicklung dieser Gleichung aus Gl. 6) ist vorausgesetzt, daß n bei allen vier Rädern dieselbe Größe hat, und daß am führenden Vorderrade ein Spurkranzdruck wirkt, der die Größe von ϱ_1 nicht beeinflusst. Bei der Entwicklung von Gl. 6) ist dieser gedachte Spurkranzdruck durch die Wahl des Drehpunktes beim Aufstellen der Gleichgewichtsbedingung ausgeschaltet.

Wird wieder $nr = 10$ und $s = 1,5$ m angenommen, so folgt

$$\text{Gl. 10) } z = \frac{s}{d} \cdot \frac{15 + d^2 - R\sigma}{37} + \frac{s}{d} \cdot \frac{15 - R\sigma}{37} \cdot$$

$$\sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{15 + d^2 + 2dz - R\sigma}{20}\right)^2}{(d+z)^2 + \left(\frac{15 - R\sigma}{20}\right)^2}}$$

Aus dieser Gleichung erhält man zur Berechnung von z bei den Achsständen $d = 1,5$ m, $3,0$ m, $4,5$ m und $6,0$ m: für $d = 1,5$ m

$$\text{Gl. 11) } z_1 = \frac{17,25 - R\sigma}{37} + \frac{15 - R\sigma}{37} \cdot$$

$$\sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{17,25 + 3z - R\sigma}{20}\right)^2}{(1,5 + z)^2 + \left(\frac{15 - R\sigma}{20}\right)^2}}$$

für $d = 3,0$ m

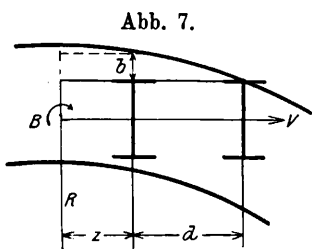


Abb. 7.

$$\text{Gl. 12) } z_2 = \frac{24 - R\sigma}{74} + \frac{15 - R\sigma}{74} \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{24 + 6z - R\sigma}{20}\right)^2}{(3+z)^2 + \left(\frac{15 - R\sigma}{20}\right)^2}}$$

für $d = 4,5$ m

$$\text{Gl. 13) } z_3 = \frac{35,25 - R\sigma}{111} + \frac{15 - R\sigma}{111} \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{35,25 + 9z - R\sigma}{20}\right)^2}{(4,5 + z)^2 + \left(\frac{15 - R\sigma}{20}\right)^2}}$$

für $d = 6,0$ m

$$\text{Gl. 14) } z_4 = \frac{51 - R\sigma}{148} + \frac{15 - R\sigma}{148} \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{51 + 12z - R\sigma}{20}\right)^2}{(6 + z)^2 + \left(\frac{15 - R\sigma}{20}\right)^2}}$$

Diese Ausdrücke ergeben, daß z bei demselben Achsstande und derselben Gestalt der Radreifen nur mit $R\sigma$ veränderlich ist.

Für das erste Gebiet folgen die Zahlenwerte von z aus der Gleichung

$$-z = \frac{d}{2} - \frac{R\sigma}{d},$$

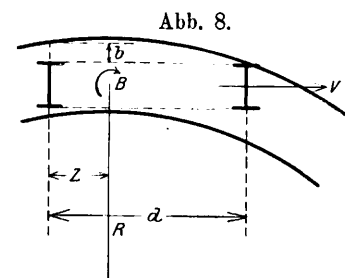


Abb. 8.

für das zweite und für das dritte gelten Gl. 11) bis 14). Letztere ergeben für z Werte < 0 , wenn $R\sigma > d^2 + nrs$. Dem entsprechend ist auf den rechten Seiten unter den Wurzelzeichen $-z$ statt $+z$ einzusetzen, wenn $R\sigma > nrs + d^2$ ist. Dies ist nötig, weil

im dritten Gebiete nach Textabb. 8

$$b = \frac{(d-z)^2}{2R} - \frac{z^2}{2R} = \frac{d^2 - 2dz}{2R}, \text{ und daher } 1 - \frac{R}{\varrho_2} = \frac{nrs + d^2 - 2dz - R\sigma}{nrs} \text{ ist.}$$

Hiernach sind die Werte von z_1, z_2, z_3 und z_4 der Zusammenstellung II gemäß den in Spalte 1 angegebenen Werten $R\sigma$ berechnet. Letztere kommen hier nur soweit in Betracht, als sie innerhalb der Grenzen des freien Spielraumes der Spurkränze liegen. Deshalb sind in den Spalten 2 bis 5 auch die größten und kleinsten hier in Frage kommenden Spielräume und Bogenhalbmesser angegeben. Diese Grenzwerte ergeben sich nach Textabb. 9 aus den Schnittpunkten der $R\sigma$ darstellenden Linien mit den gebrochenen Linien AA und BB, die den freien Spielraum umgrenzen. Die Linien AA und BB entsprechen den bezüglichen Vorschriften der preußisch-hessischen Staatsbahnen.

In Textabb. 9 und in Zusammenstellung II ist $R\sigma = 5$ als kleinster Wert berücksichtigt. Nun liegt nach Gl. 5) die obere Grenze des ersten Gebietes für $d = 1,5$ m bei 1,125

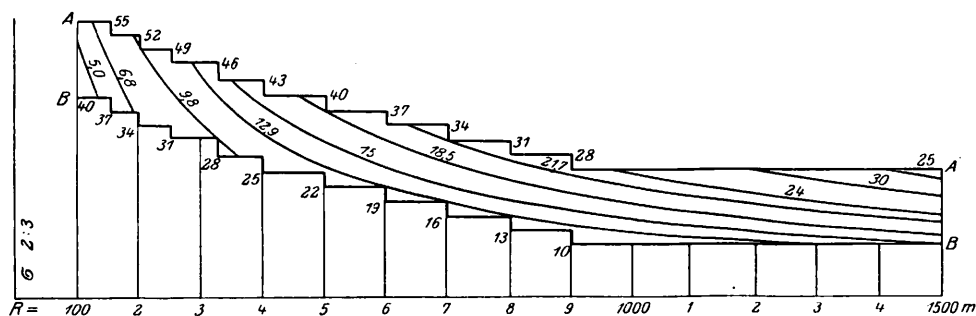
Zusammenstellung II.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R σ	σ		R		d				Bemerkungen
	von	bis	von	bis	1,5 m	3,0 m	4,5 m	6,0 m	
m	mm	mm	m	m	z_1	z_2	z_3	z_4	
5	50	40	100	125	+ 0,42	+ 0,30	- 1,14	- 2,17	<p>Die Abstände $z_1 \dots z_4$ hängen von R σ ab, sind sonst aber unabhängig von R und σ. Ihrer Berechnung liegt die Neigung 1:20 der Mantelfläche der Radreifen gegen die Achse zu Grunde.</p> <p>Das Vorzeichen + gibt die Lage der augenblicklichen Drehachse hinter, - die Lage vor der Hinterachse an.</p> <p>Die Werte von R σ, für die $z = 0,00$ ist, geben für den betreffenden Achsstand die Grenze zwischen zwei Gebieten an.</p>
6,8	55	37	123,7	133,8	+ 0,34	+ 0,26	- 0,74	- 1,87	
9,8	52	28	188,8	350	+ 0,23	+ 0,22	- 0,07	- 1,37	
10,25	49	28	209	366	—	—	0,00	—	
12,9	46	10	280	1290	+ 0,14	+ 0,16	+ 0,28	- 0,85	
15	43	10	349	1500	+ 0,06	+ 0,12	+ 0,18	- 0,50	
17,25	40	10	431	1725	0,00	—	—	—	
18	40	10	450	1800	—	—	—	0,00	
18,5	40	10	463	1850	- 0,03	+ 0,07	+ 0,14	+ 0,22	
21,7	34	10	638	2170	- 0,16	+ 0,03	+ 0,11	+ 0,19	
24	25	10	960	2500	- 0,26	0,00	+ 0,09	+ 0,16	
30	25	10	1200	3000	- 0,75	- 0,08	+ 0,04	+ 0,12	
35,25	25	10	1460	3525	—	- 0,21	0,00	+ 0,09	
42,5	25	10	1700	4250	—	- 0,38	- 0,09	+ 0,04	
51	25	10	2040	5100	—	- 0,65	- 0,33	0,00	
62,5	25	10	2500	6250	—	- 1,05	- 0,43	- 0,12	
75	25	10	3000	7500	—	- 1,50	- 0,61	- 0,25	
150	25	10	6000	15000	—	—	- 2,25	—	
255	25	10	10200	25500	—	—	—	- 3,00	

und für $d = 3,0$ m bei 4,5; mithin kommt dieses Gebiet bei den Achsständen 1,5 m und 3,0 m überhaupt nicht in Frage. Fahrzeuge mit diesen Achsständen bewegen sich also nur im zweiten und dritten Gebiete. Bei den Achsständen 4,5 m und

Diesen Vorschriften entspricht Textabb. 9, in der die Bogenhalbmesser verkürzt als Längen, die zugehörigen größten und kleinsten Spielräume in zwei Dritteln der wirklichen Größe aufgetragen sind, um die den freien Spielraum umgrenzenden Linien AA und BB zu erhalten. Die Grenzwerte des Spielraumes σ sind an den Knickpunkten dieser Linien angegeben. In demselben Maßstabe sind die Werte R σ aus Zusammenstellung II dargestellt. Von den betreffenden Linien kommen hier nur die zwischen den Linien AA und BB liegenden Stücke in Betracht. Jedes dieser Stücke umfaßt eine Gruppe von Bogen, in denen die augenblickliche Drehachse eine bestimmte, unveränderliche Lage hat. Bei R $\sigma = 9,8$ erstreckt sich die Gruppe beispielsweise von R = 188 m und $\sigma = 52$ mm bis R = 350 m und $\sigma = 28$ mm, und in allen dieser Gruppe angehörenden Bogen ist z bei $d = 1,5$ m „+ 0,23 m“, bei $d = 3,0$ m „+ 0,22 m“, bei $d = 4,5$ m „- 0,07 m“ und bei $d = 6,0$ m „- 1,37 m“.

Abb. 9.



6,0 m kommt die Bewegung in allen drei Gebieten vor. Dem entsprechend haben die in Spalte 6 für $d = 1,5$ m und R σ von 5 bis 15 und die in Spalte 7 für $d = 3,0$ m und R σ von 5 bis 21,7 angegebenen Abstände des Vorzeichen + erhalten. Dagegen sind die Angaben in Spalte 8 für R $\sigma = 5$ bis 9,8 und in Spalte 9 für R $\sigma = 5$ bis 15 dem ersten Gebiete entsprechend mit dem Vorzeichen - versehen. In den Spalten 8 und 9 schließen sich hieran für R $\sigma = 12,9$ bis 30 und 18,5 bis 42,5 mit den Vorzeichen + versehene Rechnungsergebnisse aus dem zweiten Gebiete. Aus dem dritten Gebiete enthält Zusammenstellung II Angaben in Spalte 6 für R σ von 18,5 bis 30, in Spalte 7 für R σ von 30 bis 75, in Spalte 8 für R σ von 42,5 bis 150 und in Spalte 9 für R σ von 62,5 bis 255.

Bei der weitem Untersuchung ist eine bestimmte Abhängigkeit des Spielraumes σ vom Bogenhalbmesser anzunehmen. Gewählt wird die Vorschrift über die Spurweite bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen.

Diese Ergebnisse entsprechen der Voraussetzung, daß der bisher unberücksichtigt gebliebene Spurkranzdruck am äußern Vorderrade auf die Länge ρ_1 des Rollkegels der Vorderachse keinen Einfluß hat, und bei allen Rädern der Rollkreis auf der Mantelfläche des Reifens liegt. Dies trifft nun bei dem führenden Vorderrade nicht zu, denn dieses muß die zur Drehung um die gesuchte augenblickliche Drehachse erforderliche Kraft liefern, und deshalb seinen Stützpunkt auf der seitlichen Rundung des Schienenkopfes in einer gegen die Wagerechte geneigten Fläche in der Hohlkehle des Radreifens nehmen. Die Neigung der Stützfläche bestimmt sich nach dem Widerstande den die übrigen Räder der Drehung des Wagens entgegensetzen.

Die Verschiebung des Stützpunktes vom Mantel in die Hohlkehle hat Vergrößerung des Rollkreishalbmessers beim führenden Rade, also Verkürzung des Rollkegels und damit die Verstärkung der Einwirkung des in der Vorderachse liegenden Drehmomentes K_1 auf die Lage der augenblicklichen Drehachse zur Folge.

Bezeichnet in Textabb. 10

l den Halbmesser der Ausrundung der Hohlkehle,

α den Neigungswinkel der Stützfläche beim führenden Rade,

y die Vergrößerung des Rollkreishalbmessers des führenden Rades, so ist $y = l(1 - \cos \alpha)$.

An die Stelle der Wertziffer n tritt für die führende Vorderachse der Wert n_1 aus der Gleichung

$$\frac{\sigma}{n_1} = \frac{\sigma}{n} + y$$

$$\text{Gl. 15) } n_1 = \frac{n\sigma}{\sigma + ny} = \frac{n}{1 + \frac{n}{\sigma} \cdot y} = \frac{no}{\sigma + nl(1 - \cos \alpha)}$$

Dadurch wird

$$\varrho_1 = \frac{n_1 rs}{\sigma} = \frac{nrs}{\sigma + ny}$$

Um Gl. 6) zur Berechnung von z für den vorliegenden Zweck umzuformen, ist darin nach den früher entwickelten Ausdrücken

$$1 - \frac{R}{\varrho_1} = \frac{n_1 rs - R\sigma}{n_1 rs}$$

und

$$1 - \frac{R}{\varrho_2} = \frac{nrs + d^2 + 2dz - R\sigma}{nrs}$$

zu setzen, um zu erhalten

$$\text{Gl. 16) } z = \frac{s nrs + d^2 - R\sigma}{2d} + \frac{s n_1 rs - R\sigma}{2d} \cdot \frac{n}{n_1} \cdot \sqrt{\frac{z^2 + \left(\frac{nrs + d^2 + 2dz - R\sigma}{2nr}\right)^2}{(d+z)^2 + \left(\frac{n_1 rs - R\sigma}{2n_1 r}\right)^2}}$$

Die Unbekannte n_1 hängt von dem Winkel α ab und dieser ändert sich mit dem Widerstande gegen die Drehung des Fahrzeuges, der wieder von z abhängt. Deshalb ist die Ermittlung der in diese Formel für n_1 einzusetzenden Zahlenwerte umständlich. Die durch die Verschiebung des Rollkreises in die Hohlkehle des führenden Rades entstehende Verstärkung des Rollkegels der Vorderachse hat keinen Einfluss auf z, wenn die Fahrzeuge in Gleisbogen des ersten Gebietes laufen, erheblich ist ihre Einwirkung aber in den Gleisen des zweiten und des dritten.

$$\text{Gl. 19) } \dots \text{tg } \alpha = \frac{\left(2d - \frac{s R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right) \sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2} + \frac{s}{d} \left(d^2 + \frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)}{f \left(d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2\right) - fd^2 - fs \sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2} - \frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}}$$

oder

$$\text{Gl. 20) } \dots \text{tg } \alpha = \frac{\left(2d - \frac{s}{d} a\right) b + \frac{s}{d} b^2}{b^2 - fd^2 - fs(b - a)}$$

Nach Zusammenstellung II liegen im zweiten Gebiete die ohne Rücksicht auf diese Einwirkung berechneten Längen von z

bei $d = 1,5$ m	zwischen	0,42 m	und	0
> $d = 3,0$ m	>	0,30 m	>	0
> $d = 4,5$ m	>	0,28 m	>	0
> $d = 6,0$ m	>	0,22 m	>	0.

Werden die entsprechenden Werte von z aber unter Berücksichtigung der Verkürzung des Rollkegels der Vorderachse berechnet, dann ergeben sich kleinere Mafse, die zur Vereinfachung der Bestimmung des Winkels α die Annahme zulassen, dass sich alle Fahrzeuge in den Gleisen des zweiten Gebietes mit nach dem Bogenmittelpunkte gerichteter Hinterachse bewegen. Unter dieser Voraussetzung ist die in den Gleisen des zweiten Gebietes vom führenden Rade ausgehende, den Widerstand gegen die Drehung um die augenblickliche Drehachse überwindende Kraft Y ausgedrückt durch die Gleichung

$$\text{Gl. 17) } Y = fP \cdot \frac{d - \frac{s R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2}} + fP \cdot \frac{s}{d} \cdot *)$$

und der Winkel α durch die Gleichung

$$\text{Gl. 18) } \dots \text{tg } \alpha = \frac{Y + f \cos \beta P}{P - f \cos \beta Y} \cdot *)$$

Genau genug ist $\cos \beta = \frac{v_1}{\sqrt{v_1^2 + c_1^2}}$, worin $v_1 = d \frac{V}{R}$

und $c_1 = \frac{s}{2} \left(\frac{V}{\varrho_1} - \frac{V}{R}\right)$.

Somit ist

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{c_1}{v_1}\right)^2}} = \frac{d}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2}}$$

Durch Umformung wird aus der Gl. 18)

$$\text{tg } \alpha = \frac{\frac{Y}{fP} + \cos \beta}{\frac{1}{f} - \frac{Y}{fP} \cdot f \cdot \cos \beta}$$

und wenn hier die für Y und $\cos \beta$ angegebenen Ausdrücke eingesetzt werden, so folgt

$$\text{tg } \alpha = \frac{\frac{d - \frac{s R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2}} + \frac{s}{d} + \frac{d}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2}}}{\frac{1}{f} \left[\frac{d - \frac{s R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2}} + \frac{s}{d} \right] f \cdot \frac{d}{\sqrt{d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}\right)^2}}}$$

nach einigen Umformungen

$$\text{wolin } a = \frac{R\sigma - n_1 rs}{2n_1 r}$$

*) Boedecker: Die Wirkungen zwischen Rad und Schiene, Seite 31 und 35.

und

$$b^2 = d^2 + \left(\frac{R\sigma - n_1 r s}{2 n_1 r} \right)^2 = d^2 + a^2.$$

Einen weitem Ausdruck für α erhält man aus Gl. 15),

$$\text{Gl. 21) } \dots \cos \alpha = 1 - \frac{\sigma}{l} \left(\frac{n - n_1}{n \cdot n_1} \right).$$

Damit hat man für die beiden Unbekannten α und n_1 zwei Gleichungen zur Ermittlung der in Gl. 16) einzusetzenden Werte von n_1 . Wegen des verwickelten Baues dieser Formeln ist aber der rechnerische Weg ungangbar, deshalb wird das folgende Verfahren eingeschlagen.

Aus $y = l(1 - \cos \alpha)$ folgt $\cos \alpha = (l - y) : l$ und

$$\text{Gl. 22) } \dots \text{tg } \alpha = \frac{\sqrt{2ly - y^2}}{l - y}.$$

Weiter ist

$$\text{Gl. 23) } \dots n_1 = \frac{n}{1 + y \frac{n}{\sigma}}.$$

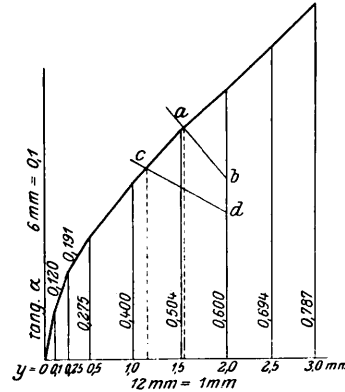
Wird $l = 14 \text{ mm}$ angenommen, so ergibt Gl. 22) für y und α die Werte der Zusammenstellung III.

Zusammenstellung III.

l = 14 mm			
y mm	α		tg α
0,1	6	51	0,120
0,25	10	51	0,191
0,5	15	21	0,275
1,0	21	49	0,400
1,5	26	46	0,504
2,0	31	—	0,600
2,5	34	46	0,694
3,0	38	13	0,787

Mit den Werten y als Längen und $\text{tg } \alpha$ als Höhen ist in Textabb. 11 durch MM die Gl. 22) dargestellt. Eine zweite, $\text{tg } \alpha$ als von y abhängig darstellende Linie entsteht aus Gl. 19) oder 20), wenn in diese die aus Gl. 23) für $y = 0,1 \text{ mm}$

Abb. 11.



bis $y = 3,0 \text{ mm}$ folgenden Werte von n_1 eingesetzt, und die so erhaltenen Werte von $\text{tg } \alpha$ wieder als Höhen über den y als Längen dargestellt werden (Textabb. 11). Der Schnittpunkt dieser beiden Darstellungen gibt die gesuchten Größen von $\text{tg } \alpha$ und y und damit den in 16) zur Berechnung von z einzusetzenden Wert von n_1 . Hierbei brauchen nur zwei zweckmäßig

zu wählende Punkte, einer über und einer unter der Linie MM festgelegt und durch eine Gerade verbunden zu werden. So ergibt sich für $d = 6,0 \text{ m}$, $R\sigma = 18,5$ und $y = 1,5 \text{ mm}$:

$$n_1 = \frac{n}{1 + 2y} = \frac{n}{4}, \quad n_1 r s = \frac{15}{4}, \quad 2 n_1 r = \frac{20}{4} = 5^*).$$

Werden diese Zahlen in die Gl. 19) gesetzt, so folgt

$$\text{tg } \alpha = \frac{\left(12 - \frac{1}{4} \cdot 2,95 \right) \sqrt{36 + (2,95)^2} + \frac{1}{4} (36 + (2,95)^2)}{4 \cdot (36 + (2,95)^2) - \frac{36}{4} - \frac{1,5}{4} (\sqrt{36 + (2,95)^2} - 2,95)} = 0,513.$$

Ebenso erhält man für $d = 6,0 \text{ m}$, $R_s = 18,5$ und $y = 2 \text{ mm}$,

$$n_1 = \frac{n}{5}, \quad n_1 r s = 3, \quad 2 n_1 r = 4 \quad \text{und} \quad \text{tg } \alpha = 0,472.$$

*) Hier ist wieder $nr = 10$, $nrs = 15$, $s = 1,5$ und $f = 0,25$ eingesetzt. Für σ ist der neuen Radreifen entsprechende kleinste Spielraum = 10 mm in Ansatz gebracht.

Zusammenstellung IV.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Rσ m	σ mm	R m	nr = 10 m			nrs = 15 m			l = 14 mm			kleinster Spielraum σ und neue Radreifen			f = 0,25
			d = 1,5 m			d = 3,0 m			d = 4,5 m			d = 6,0 m			
			z ₁ m	z _a m	α	z ₂ m	z _b m	α	z ₃ m	z _c m	α	z ₄ m	z _d m	α	
5	40	125	+ 0,42	+ 0,33	40° 58'	+ 0,30	+ 0,27	34° 50'	—	—	—	—	—	—	
6,8	37	184	+ 0,34	+ 0,26	36° 52'	+ 0,26	+ 0,23	34° 25'	—	—	—	—	—	—	
9,8	28	350	+ 0,23	+ 0,12	33° 41'	+ 0,22	+ 0,16	32° 56'	—	—	—	—	—	—	
12,9	22	586	+ 0,14	+ 0,09	29° 47'	+ 0,16	+ 0,10	31° 00'	+ 0,28	+ 0,14	30° 12'	—	—	—	
12,9	16	806	+ 0,14	+ 0,04	27° 29'	+ 0,16	+ 0,10	29° 35'	+ 0,28	+ 0,14	29° 22'	—	—	—	
12,9	10	1290	+ 0,14	+ 0,03	24° 24'	+ 0,16	+ 0,09	27° 13'	+ 0,28	+ 0,13	28° 6'	—	—	—	
15	10	1500	+ 0,06	+ 0,02	22° 52'	+ 0,12	+ 0,04	26° 46'	—	—	—	—	—	—	
17,25	10	1725	0,00	0,00	20° 9'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18,5	10	1850	- 0,03	- 0,05	8° 56'	+ 0,07	+ 0,03	23° 54'	+ 0,14	+ 0,09	26° 18'	+ 0,22	+ 0,12	27° 15'	
24	10	2400	- 0,26	- 0,31	6° 51'	0,00	0,00	22° 20'	—	—	—	+ 0,16	+ 0,09	24° 24'	
30	10	3000	- 0,75	- 0,75	—	- 0,08	- 0,13	12° 48'	+ 0,04	+ 0,02	22° 14'	—	—	—	
35,25	10	3525	—	—	—	—	—	—	0,00	0,00	21° 47'	+ 0,09	+ 0,04	23° 23'	
42,5	10	4250	—	—	—	—	—	—	- 0,09	- 0,16	15° 21'	—	—	—	
51	10	5100	—	—	—	—	- 0,69	6° 51'	—	—	—	0,00	0,00	20° 4'	
62,5	10	6250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	- 0,12	- 0,15	15° 47'	
75	10	7500	—	—	—	- 1,50	- 1,50	—	- 0,61	- 0,69	9° 42'	- 0,25	- 0,30	13° 56'	
150	10	15000	—	—	—	—	—	—	- 2,25	- 2,25	—	—	—	—	
255	10	25500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	- 3,00	- 3,00	—	

Legt man die beiden Punkte fest, indem man $\operatorname{tg} \alpha = 0,513$ über $y = 1,5 \text{ mm}$ und $\operatorname{tg} \alpha = 0,472$ über $y = 2,0 \text{ mm}$ aufträgt (Textabb. 11), und verbindet man dieselben durch die Gerade ab, so ergibt sich als Länge des Schnittpunktes $y = 1,55 \text{ mm}$.

Dieser entspricht $n_1 = \frac{n}{1+2y} = \frac{n}{4,1}$, und wenn $n_1 = \frac{n}{4,1} = \frac{20}{4,1}$ in Gl. 16) gesetzt wird, erhält man $z_d = 0,12 \text{ m}$.

Der zugehörige Winkel α folgt aus $\cos \alpha = \frac{14 - 1,55}{14}$ zu $27^\circ 13'$.

Ebenso erhält man für $d = 6,0 \text{ m}$ und $R_s = 35,25$ für $y = 1,0 \text{ mm}$ $\operatorname{tg} \alpha = 0,441$, und für $y = 2 \text{ mm}$ $\operatorname{tg} \alpha = 0,318$. Die gerade Verbindung c d schneidet die M M, die Länge des Schnittpunktes ist hier $y = 1,15 \text{ mm}$, also ist $n_1 = \frac{n}{1+2 \cdot 1,15}$ in Gl. 16) zu setzen, um zu erhalten $z_d = 0,04 \text{ m}$.

Der Neigungswinkel der Stützfläche des äußeren Vorderwagens ist dafür $\alpha = 23^\circ 23'$. Nach dieser Näherung sind in Zusammenstellung IV unter z_a, z_b, z_c und z_d die Abstände der Drehachse von der Hinterachse im zweiten Gebiete angegeben, und mit den denselben $R\sigma, \sigma$ und R entsprechenden Abständen aus Zusammenstellung II verglichen. Es zeigt sich

Die elektrischen Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Neuyork, Boston, Philadelphia, Pittsburg, Chikago, St. Louis und Providence.

Ingenieur F. Musil in Wien.

(Fortsetzung von Seite 1.)

A. 3) Der Bau der neuen Broadway-Untergrundbahn.

3. a) Linienführung.

An der Stelle, wo der «Subway» vom Broadway in die 42. Straße abbiegt, geht die neue von Norden aus der VII. Avenue kommende Linie in den Broadway über, folgt ihm viergleisig bis zum Parkplatze, wo die Gleise für den Nahverkehr in der Haltestelle «City Hall» endigen, während die im Untergeschosse liegenden Gleise für den Fernschnellverkehr dem hier in den Broadway eintretenden «Subway» ausweichen, und unter dem abzubrechenden Astorhotel durch die Vesey- in die Church-Straße einschwenken. Unter dem Trinity-Platze und durch die Whitehall-Straße dringt sie zum Ostflusse vor, der in einem neuen Tunnel in der Richtung zur Montague-Straße in Brooklyn unterfahren wird, wo sie Anschluss an die Untergrundbahn der IV. Avenue und an die Brighton Beach-Linie finden soll. In Manhattan folgt die Bahn zweigleisig der VII. Avenue bis zur 59. und 60. Straße, in denen die beiden Gleise getrennt bis zur Queensborough-Brücke verlaufen. Im Broadway schwenken zwei Gleise zur Kanal-Straße ab, und erhalten Anschluss an die Manhattanbrücke. Der Verkehr der in der Abzweigstelle auszuführenden Haltestelle hat besondere Bedeutung, ebenso der der Haltestelle City Hall, die im Untergeschosse drei Gleise mit zwei Mittelbahnsteigen, im Obergeschosse zwei Gleise mit einem Mittelbahnsteige erhält.

hier, dass im zweiten Gebiete das Aufsteigen des führenden Rades auf die seitliche Rundung des Schienenkopfes bei allen in Betracht gezogenen Achsständen den Abstand der Drehachse von der Hinterachse vermindert. Weiter zeigen diese Ergebnisse, dass die Hinterachse bei der Bewegung der untersuchten Fahrzeuge in Gleisen des zweiten Gebietes bei regelrechten Verhältnissen so wenig von der Richtung nach dem Bogenmittelpunkte abweicht, dass dies höchstens bei den schärfsten Bogen für diese Rechnung in Betracht kommen kann.

In Textabb. 9 verläuft die $R_s = 12,9$ darstellende Linie auf eine längere Strecke an der untern Grenze des freien Spielraumes, und schneidet oder berührt die diese Grenze darstellende Linie B B an verschiedenen Stellen. In Zusammenstellung IV sind die solchen Stellen entsprechenden Halbmesser $R = 586, 806$ und 1290 m nebst den kleinsten Spielräumen $22, 16$ und 10 mm aufgenommen, die sich aus Textabb. 9 für diese Bogen ergeben. Während Zusammenstellung II für $R\sigma = 12,9$ nur die unveränderlichen Abstände $+ 0,14, + 0,16, + 0,28$ aufweist, wird hier der Abstand der Drehachse von der Hinterachse mit wachsendem Bogenhalbmesser kleiner.

Neben den Abständen z_a, z_b, z_c und z_d sind in Zusammenstellung IV auch die zu diesen gehörenden Abgleitwinkel α angegeben. (Schluß folgt.)

Ein bemerkenswerter Verkehrspunkt ist am Times-Square, dem Schnittpunkte des Broadway und der 42. Straße im Entstehen. Das in die 42. Straße fallende Stück des «Subway» wird vom nördlichen und südlichen Teile abgetrennt und durch Pendelzüge zum «Grand Central»-Bahnhofe betrieben werden. Der nördliche Teil des «Subway» wird in den Verkehr der Untergrundbahn der VII. Avenue einbezogen, deren Baulose bereits vergeben sind. Der südliche Teil des «Subway» findet seine neue Fortsetzung in nördlicher Richtung in der Untergrundbahn der Lexington-Avenue. Am Times-Square, der mitten in einem belebten Hotel-, Theater- und Geschäft-Viertel liegt, wird aber neben den zwei erstgenannten Linien noch die neue in den Betrieb der «Neuyork Municipal Railway Corporation» fallende Broadway-Untergrundbahn eine Haltestelle für den Fernschnellverkehr erhalten. Zwischen den Haltepunkten der drei Bahnen wird umgestiegen werden, auch im Bedarfsfalle ein Zugübergang stattfinden können. Die Fortführung der Untergrundbahnstrecke des «Subway» in der 42. Straße in westlicher Richtung unter dem Hudsonflusse nach Neujersey ist wahrscheinlich. Östlich vom «Grand Central»-Bahnhofe schließt an den «Subway» in der 42. Straße der «Steinway»-Tunnel an, der nun Eigentum der Stadt ist, und für den Schnellverkehr nach Queens eingerichtet wird.

3. b) Stützmauern und Tiefergründungen.

Auch im Broadway müssen die Gleise paarweise über einander gelegt werden, da seine Breite von $24,40 \text{ m}$ unzu-

reichend ist. Hierdurch entstehen Baugruben von etwa 13 m Tiefe, und Sicherungen durch Stützmauern oder Tiefergründung werden nötig. Wo die Kellermauern der Hochbauten nicht allzu nahe an den Tunnel treten, so daß standsichere, eine Setzung und das Gleiten der Gebäude bestimmt ausschließende Stützmauern praktisch erscheinen, werden sie der geringeren Kosten halber den Tiefergründungen bis unter die Tunnelsohle vorgezogen. Man hält mit solchen Stützmauern bis 20 Geschosse hohe Gebäude. Da auch der Tunnelquerschnitt durch in den Beton eingestellte Mittel- und Wand-Stützen, sowie durch Sohlen- und Decken-Träger rasch zu einem steifen Rahmen ausgebildet wird, ist gegen Verdrückung genügend Sicherung vorhanden. In solchen Fällen zeigt der gemischte Beton- und Eisen-Bau Vorzüge gegenüber dem reinen Eisenbetonbaue mit schlaffen Eisenbewehrungen. Als Annehmlichkeit der Eisenbauweise wird die Möglichkeit geschätzt, sehr bald die Holzabdeckung der Baugrube und die darunter verbliebenen Rohrleitungen mit den Deckenträgern abstützen zu können. Bei der Ausführung reiner Eisenbetontunneldecken stören die zur Stützung der Decke erforderlichen Holzstempel.

Im Falle von Tiefergründungen wird das Mauerwerk der Unterfangung in Schachtbau aus Beton hergestellt. Die Schächte werden mitunter nur bis zum Grundwasserspiegel ausgehoben, dann werden Rohrpfähle abgesenkt.

Anzahl und Anordnung der Betonschächte, meist mit Geviertquerschnitt von 1,5 m Seite, richten sich darnach, ob Pfeiler oder volle Mauern tiefer zu gründen sind. Für die Sicherung der Bauwerke durch Stützmauern oder durch Tiefergründungen trägt der Unternehmer die volle Verantwortung. Diese Arbeiten zählen zu den schwierigsten beim Baue von Untergrundbahnen und erfordern besondere Erfahrung. Verfasser behält ihre Darstellung einer etwaigen gesonderten Veröffentlichung vor.

Wo für den Tunnel fremder Baugrund in Anspruch genommen werden muß, wird die Tragfähigkeit der Tunneldecke für die Aufnahme zwanzig Geschosse hoher Geschäftsgebäude bemessen.

3. c) Tunnelbau unter Holzabdeckung.

Die Sicherung der Bauwerke geht den eigentlichen Tunnelarbeiten voran. Diese werden im Broadway unter einer vollständigen Holzabdeckung bewirkt, die nur ganz kleine, durch Siebe verschlossene Luft- oder Betriebs-Öffnungen freiläßt. Die Abdeckung wird nachts streifenweise hergestellt. Mit Ausnahme der Gasrohrleitungen werden alle Leitungen tunlich unter der Abdeckung gelassen, die Gasleitungen selbst werden entfernt und nach Bedarf auf Holzgerüsten (Textabb. 12) über den Fußwegen geführt. Während der Vornahme des ersten, etwa 3,5 m tiefen Aushubes wird die Holzabdeckung durch kurze, unregelmäßig gestellte Stempel gestützt. Die für die ganze Dauer der Arbeiten bleibende Stützung erfolgt durch 30 × 30 cm starke, in Schächten von nur 90 × 120 cm Querschnitt bis unter die künftige Tunnelsohle abgesenkte Stützbalken von 8 m Länge auf Betonunterlage. Diese Balken bilden das wichtigste Glied der in Abständen von etwa 4,6 m angeordneten Querrahmen, zwischen denen das Tunneleisen

ungehindert errichtet werden kann. Der aus meist scharfem, trockenen Sande bestehende Aushub wird auf elektrisch betriebenen Rollbahnen zu den Schächten gefahren. Die Förder-

Abb. 12. Bau der Untergrundbahn unter dem südlichen Broadway in Neuyork. Links zeitweilig auf Holzgerüsten geführte Gasleitungen.



schächte liegen auf Plätzen oder zu beiden Tunnelseiten in den Querstraßen (Textabb. 13) und sind nicht selten brückenartig überbaut.

Abb. 13. Bau der Untergrundbahn im südlichen Broadway in Neuyork. Aushubschächte an der Kanalstrafse.



Eine besonders große Überbrückung von 15,5 × 35 m Grundfläche wurde am Rande der Gartenanlage vor dem Stadthause aus Trägern mit Holzbohlenabdeckung 3 m über den Fußwegen geschaffen. Sie trägt eine große Baubude, Werkzeugschuppen und einen Behälter für 25 cbm zur vorübergehenden Aufspeicherung des ausgehobenen sandigen Bodens.

Bau der Haltestelle beim Stadthause. Die benachbarte Baugrube für die fünfgleisige Haltestelle ist 146,5 lang, 18 breit und bis 13 m tief. Die ununterbrochene Erdförderung war hier besonders erwünscht und auch durchführbar. Der mit Schaufeln gelöste Sandboden wurde auf Förder-

bänder geworfen, die ihn in Becheraufzüge warfen. Die Förderbänder waren bei 40 cm Breite und 6 m Länge sehr handlich und leicht verschiebbar. Zu ihrer Bewegung genügt ein elektrisches Triebwerk von 1 PS. Die Becheraufzüge leisten bei 18 m Hubhöhe 45 cbm/St und erfordern 6 PS. Der Vorteil solcher Hilfsmaschinen tritt nur bei ununterbrochenem Betriebe hervor. An anderen Stellen wurde der Boden auf Rollbahnen teils von Maultieren, teils von elektrischen Lokomotiven nach den Schächten gefahren; die Tröge wurden von Auslegerkränen aufgewunden (Textabb. 14).

Abb. 14. Bau der Untergrundbahn im südlichen Broadway in Neuyork. Der Broadway an einem Sonntage. Im Hintergrunde ein Schacht mit Kran.



Für den Einbau der schweren, 21 m langen Deckenträger war es nötig, einen von Holzstößen möglichst freien Arbeitsraum zu schaffen. Ähnlich wie für den Bau unter der Lexington-Avenue beschrieben, wurden auch hier eiserne Längsträger von 21 m Länge zum Tragen der hölzernen Straßendecke benutzt. Sie ruhen mit 61 cm hohen Querträgern auf Bündeln von Holzpfählen. Die Querträger konnten zum Teile gleich in die endgültige Lage gebracht und als Deckenstützen verwendet werden. Die Verwendung von eisernen Trägern zur Stützung der Straße empfiehlt sich besonders, wenn über der künftigen Tunneldecke nur eine niedrige Überschüttung verbleibt.

Da der südliche Broadway als Geschäftstraße von hervorragender Bedeutung ist, war der obere Teil des Straßengrundes mit Stark-, Schwachstrom-, Gas-, Wasser-, Dampf- und Preßluft-Leitungen überladen, ihre sorgfältige Befestigung an den Deckenbalken verlief ohne Betriebsstörung. Für den örtlichen Bedarf wurden nächst den Kanten der Bürgersteige schmiedeeiserne Gasrohrleitungen von 15 und 20 cm Durchmesser verlegt (Textabb. 14), die Hauptstränge aber auf Holzgerüsten über den Fußwegen geführt. Die Hausentwässerung wurde durch schraubenförmig genietete, verzinkte Eisenblechrohre bewirkt.

Beim Aushube gegenüber dem Stadthause stieß man auf einen alten kreisförmigen Schild von 2,65 m Durchmesser und 2,4 m Länge, der vor etwa 40 Jahren*) zu einem Tunnelbaue unter dem Broadway verwendet worden, und mit dem unvollendeten Tunnel in Vergessenheit geraten war.

An der Baustelle für die Abzweigungshaltestelle im Broadway, Ecke Kanalstraße, wurde der erste Aushub unter der Abdeckung auf 2,5 m Tiefe vorgenommen. Hierauf wurden

*) Im Jahre 1869 vom Unternehmer Beach.

aus einzelnen Trommeln bestehende Blechrohre abgesenkt, die der Einstellung der Tragstempel für die Holzbrücke dienen. Daran schloß sich der Aushub eines durch Bohlwände gesicherten 3 m breiten, bis 8,5 m tiefen Grabens in der Tunnelachse, der die Entwässerung des nassen Bodens bewirkte. Mit Fortschreiten des Aushubes erfolgt auch die Tiefergründung der Schachtgerüste mit in Rohre gestellten Holzstempeln.

Noch erheblich schwieriger, als unter dem Broadway, gestalten sich die Bauarbeiten unter der Churchstraße und dem Trinityplatze, wo unter der im Betriebe befindlichen Hochbahn gearbeitet werden muß. Der Boden ist hier breiartig, ein feiner mit viel Lehm vermischter, wasserdurchtränkter Sand, der entwässert werden muß, ehe er eine nennenswerte Belastung tragen kann.

In durch eiserne Spundwände gesicherte Sümpfe wurden vier Stück bis 11 m unter Straßenoberfläche reichende, im untern Teile durchlochte Rohre von 46 cm Durchmesser in 1,5 m Teilung versenkt. In diese stellte man Siebrohre von 30 cm Durchmesser, von denen die 8 cm weiten Saugrohre zur ununterbrochenen tätigen Pumpe führten. Die Zwischenräume zwischen den äußeren und den Siebröhren waren mit Kies und Steinschlag gefüllt, so daß möglichst wenig Sand mitgepumpt wurde. Die Wassersenkung betrug 3,6 m.

Die zweigleisige Strecke enthält zwei Haltestellen, so daß sich Einschnitte von 9 und 15 m Breite ergeben, die mit hölzernen Fahrbahnen abgedeckt werden. 5 cm starke Bohlen liegen quer zur Straßennachse auf 15 × 20 cm starken Schwellen in 1,2 m Teilung, die alle 1,50 m auf Querbalken aufgelagert sind. Die wagerechten Steifen von 36 × 36 cm Querschnitt liegen in zwei Stockwerken und lassen bei 5 m Teilung in der Tunnelachse Raum für die Errichtung des Eisengerippes. Die oberen Quersteifen sind im mittlern Teil durch Spreng-

Abb. 15. Bau der Untergrundbahn in der Churchstraße in Neuyork. Abfangen und Tiefergründen der Hochbahnstützen.



werke verstärkt. Der Aushub wird schichtenweise auf volle Tunnelbreite vorgenommen und auf einem elektrisch betriebenen, verschiebbaren Förderbänder in die Rollwagen befördert, deren

Kübel von Auslegekränen auf brückenartigen Überbauten über den Schächten gehoben und in Fuhrwerke gekippt werden. Wenn der Aushub halbe Tiefe erreicht hat, werden zur verlässlichen Stützung der Fahrbahn eiserne Rohre bis auf gut tragende Bodenschichten eingetrieben, ausgebaggert und auf geringe Höhe mit Beton gefüllt, so daß die hinein zu stellenden Balken unnachgiebig aufrufen.

Derselbe Vorgang dient zur Stützung der die Hochbahnsäulen stützenden hölzernen Gerüstpfeiler (Textabb. 15). Die Unterfangung und Tiefergründung aller Hochbahnstützen dieser Strecke, sowie der Grundmauern der älteren Hochbauten, die meist auf Holzpfeilern stehen, erfordert besondere Umsicht.

Ecke Cedar- und Church-Straße waren die vier Stützen eines dreizehn Stockwerke hohen Gebäudes mit etwa 1300 t Last abzufangen. Die die Druckverteilung auf den Sandboden vermittelnden Trägerroste wurden an 90 cm hohe, innerhalb und außerhalb des Gebäudes entlang seiner Flucht aufgebaute, schwere Zwillingsträger gehängt. Abgesenkte Schächte, von deren Sohle aus Rohrpfähle bis unter die Tunnelsohle eingetrieben wurden, geben diesen Unterzügen ein sicheres Auflager.

3. d) Tunnelbau bei Nadelschilden.

Der Bogen, mit dem die Linie vom Broadway durch die Vesey- in die Church-Straße einbiegt, unterfährt den Kirchhof von St. Paul. Einer der ältesten Gasthöfe von Neuyork, das 1836 erbaute Astorhaus, wird abgerissen werden. Bei der Kreuzung des Kirchhofes schien der Tunnelbau im offenen oder überdeckten Einschnitte nicht erwünscht, daher wird für jedes Gleis ein kreisrunder Röhrentunnel unterirdisch vorgetrieben. Die Tunnel erhalten eine Hülle aus verschraubten eisernen Ringstücken und haben 6 m, die Betonauskleidungen 5,33 m lichte Weite. Die Inangriffnahme des Baues erfolgte von einem in der Vesey-Straße angeordneten, 13,5 m tiefen Schachte von 9×18 m Querschnitt aus, der bis auf eine Öffnung von $1,8 \times 6$ m in Straßenhöhe abgedeckt, und mit einem Arbeitgerüste überbaut ist (Abb. 16). Auf diesem befinden sich

Abb. 16. Untergrundbahnbau in der Veseystraße in Neuyork. Schacht mit Schüttgerüst und Kran.



die Kräne und Schütttrichter zum Verladen des Aushubes in Pferdefuhrwerk. Beim Tunnelbaue werden eigenartige, von Ingenieur J. C. Meem erfundene Nadelschilde verwendet.

(Abb. 10, Taf. 6). Volle eiserne Schilde haben die Nachteile großen Eigengewichtes und geringer wagrechter und lotrechter Beweglichkeit.

Meem löst den Deckenschild in mehrere schmale Streifen auf, die jeder für sich wie eine Nadel in den Boden gedrückt werden; fünf solcher Nadeln decken den Firststollen. Sie sind 90 cm breit und bestehen aus einem Paare kräftiger I-Träger, mit einem Holzbohlenrücken und Abdeckung durch ein starkes, hinten überstehendes Flacheisen. Zum Antriebe dient ein Prefswasser-Kolben mit Handpumpe. Beim Ausbruche des Firststollens zum Vollausruche werden zunächst die Holzschwellen mit Schraubenbolzen an durchlaufend verlaschten Walzträgern von 500 mm Höhe aufgehängt. Ihre spätere Stützung finden sie an einem als Kastenträger in Fachwerk ausgebildeten Führungsträger in der Tunnelachse. Zum Einbringen der eisernen Kreisringstücke bedient man sich einer mit Prefswasser getriebenen Hilfsmaschine mit drehbarem Arme.

Bei dem in der Haltestelle Kanalstraße vom Broadway ausbiegenden zweigleisigen Tunnel zur Verbindung mit den Hochbahngleisen der Manhattanbrücke sind bedeutende Bau-schwierigkeiten zu überwinden, da der Untergrund wieder wasserdurchtränkt ist und Schwimmsandschichten enthält. Für die neuen Tunnel unter dem Ostflusse sind kreisförmige, mit Eisen und Beton ausgekleidete Querschnitte und Ausführung unter Prefsluft mit geschlossenen Schilden vorgesehen.

Die Vergebung der Ausführung der beiden Flusstunnel ist am 30. Mai 1914 auf Grund des gemeinsamen Angebotes zweier Unternehmer zum festen Preise von 52,4 Millionen \mathcal{M} erfolgt. Seit der Vergebung des «Subway» zum festen Preise von 158 Millionen \mathcal{M} im Jahre 1900 an B. Mc. Donald ist dies das teuerste Baulos. Die Kosten verteilen sich im Verhältnisse von 25 zu 27,4 Millionen \mathcal{M} auf den Tunnel der «Municipal»- und «Interborough»-Gesellschaft. Als Bauzeit sind 3,5 Jahre, als Verzugstrafe 4200 \mathcal{M} täglich und als zu leistende Sicherheit 2,1 Millionen \mathcal{M} für jeden Tunnel festgesetzt.

Die Länge der mit gufseisernen Ringstücken ausgekleideten Flusstunnel beträgt zwischen den Arbeitsschächten 1250 und 1160 m. Von den als eiserne Senkkästen zu erbauenden Schächten an werden die Schilde für den Tunnelvortrieb in Verwendung genommen werden. Der lichte Röhrendurchmesser beträgt 4,83 m, bei einer Dicke der Betonauskleidung von 33 bis 38 cm und einer Rippenhöhe des Gufseisenmantels von 17,7 bis 22,9 cm, je nachdem ob Fels oder weiches Erdreich durchfahren wird. Die Stromkabel werden in begehbaren, seitlich vom Gleise angeordneten Tonkanälen geführt. Zwei Entwässerungsröhren von 15 cm Durchmesser verlaufen unter dem Gleise. Selbsttätig angehende elektrische Pumpen sind im tiefsten Punkte vorgesehen. Die Stöße der Kreisringstücke werden durch Verstemmen mit Blei und die Schraubenbolzen mit Dichterringen gedichtet werden. Öffnungen zum Ermöglichen von Zement einspritzungen hinter den Tunnelrücken sind angeordnet. Der Verbrauch an Gufseisen für die vier eingleisigen Tunnel beträgt 73 350 t, an Schraubenbolzen 2 870 t.

Es ist vorgeschrieben, daß die Luftverdichtungsanlage für

jeden Vortrieb an freier Luft gemessen 235 bis 294 cbm Preßluft von 3,15 at Spannung in der Minute liefern kann. Die Luft im Arbeitstraume soll nie mehr als 1‰ Kohlensäure aufweisen. Bei einem Überdrucke von mehr als 1,5 at muß der Übergang durch zwei Ausgleichkammern erfolgen. Zwischen dem Arbeitorte und den Luftschleusen soll der Abstand 240 m nicht überschreiten. In der obern Hälfte der in Ausführung befindlichen Tunnelhälfte sind Sicherheitsabschlüsse vorzusehen, die vom Schilde nicht mehr als 35 m abstehen. In jeder Querwand sind zwei Haupt- und eine möglichst hoch gelegene Rettung-Schleusenkammer einzubauen. Diese verbesserten Vorschriften fußen auf den bei den vorausgegangenen Flufs-Tunnelbauten gewonnenen Erfahrungen.

A. 4) Die Brückenschleifenbahn.

Die unter der Centerstraße verlaufende Untergrundbahn verbindet die Rampen der Williamsburg- (Textabb. 17), Man-

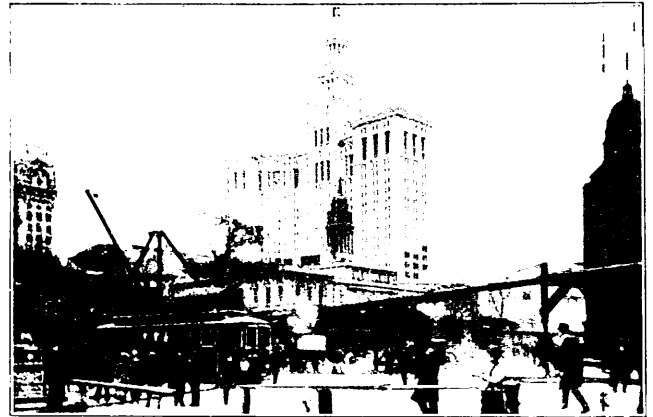
hattan- und Brooklyn-Brücken in Manhattan. Ihr Bau wurde durch die Errichtung eines großstädtischen Verwaltungsgebäudes (Textabb. 18) in der Chambersstraße, in dessen Untergeschosse eine Haltestelle angeordnet ist, verzögert, doch ist der Betrieb am 4. August 1913 eröffnet worden. Nach den geltenden Verträgen wird die Bahn durch die Nassau- und Broad-Straße südlich verlängert und an den neuen Tunnel unter dem Ostflusse angeschlossen werden. Die Haltestelle in der Chambers-



hattan- und Brooklyn-Brücken in Manhattan. Ihr Bau wurde durch die Errichtung eines großstädtischen Verwaltungsgebäudes (Textabb. 18) in der Chambersstraße, in dessen Untergeschosse eine Haltestelle angeordnet ist, verzögert, doch ist der Betrieb am 4. August 1913 eröffnet worden. Nach den geltenden Verträgen wird die Bahn durch die Nassau- und Broad-Straße südlich verlängert und an den neuen Tunnel unter dem Ostflusse angeschlossen werden. Die Haltestelle in der Chambers-

straße ist viergleisig ausgebaut und ihre Erweiterung um ein Gleispaar vorgesehen. Eingänge führen sowohl aus dem Erdgeschosse des Verwaltungsgebäudes, als auch von der Straße

Abb. 18. Bau der Untergrundbahn im südlichen Broadway in Neuyork. Blick gegen das Stadthaus, City Hall, dahinter das neue städtische Verwaltungsgebäude, rechts das Hauptpostamt. Im Vordergrund eine Schachtanlage mit Kran und auf Holzgerüsten geführte Gasleitungen.



in einen über den Gleisen liegenden Vorraum, der auch die Verbindung mit der Haltestelle Brooklynbrücke des «Subway» herstellt. An dem Manhattanende der Brooklynbrücke sind Arbeiten im Zuge, durch die die zwei Gleise aus der Haltestelle Chambersstraße mit den Hochbahngleisen der Brücke durch eine steile Rampe verbunden werden sollen; so wird ein Teil des Endverkehrs des stark belasteten Bahnhofes Park-Row der Brooklynbrücke in einen auf die Gleise der Brückenschleifenbahn übergehenden Durchgangsverkehr umgewandelt werden. Ein stattliches Gebäude soll den wenig befriedigenden Eisengerüstbau der Haltestelle Park-Row ersetzen.

A. 5) Die siebente Avenue-Untergrundbahn in Manhattan.

Die Linie verläuft von der 42. Straße, wo sie mit dem «Subway» verbunden wird, viergleisig bis zum Park-Platze und weiter in südlicher Richtung zweigleisig. Ein neuer Tunnel unter dem Ostflusse wird sie mit Brooklyn verbinden. Die Strecke in Manhattan kommt im Laufe des Jahres 1914 vollständig zur Vergebung.

(Fortsetzung folgt.)

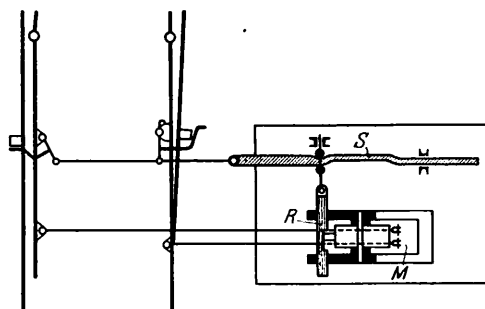
Weichenverriegelung bei Preßluftstellwerken.

Becker, Bahnmeister in Worms a. Rh.

Nach den besonderen Bedingungen für die Lieferung und Aufstellung von Kraftstellwerken muß jede Weiche, die im regelmäßigen Betriebe von Personenzügen gegen die Spitze befahren wird, mit einer Vorrichtung ausgerüstet sein, die die selbsttätige Entriegelung der anliegenden Zunge verhindert, und eine Überwachung der Stellung der einzelnen Zungen ermöglicht.

Bei den Preßluftantrieben wurde bisher eine besondere Vorkehrung gegen selbsttätiges Bewegen der Federzungen bei unverletzter Stellstange zwischen Antrieb und Weiche für entbehrlich gehalten, weil die ständig im Antriebe stehende

Abb. 1.



Preßluft die Weichenzungen in der richtigen Lage hält. Wenn die Stellstange aber bricht, so wird selbsttätiges Umstellen möglich.

Deshalb hat C. Stahmer in Georgsmarienhütte

die geforderte Vorrichtung nach Textabb. 1 an seinen Prefsluftantrieben ausgeführt, die beispielsweise bei Bruch oder Lösen der Verbindung zwischen Weichenantrieb und Hakenschloß die selbsttätige Entriegelung verhindert, die auch durch Spannung in der abliegenden Zunge der Federweiche hervorgerufen werden kann.

Bei den Weichen mit federnden Zungen strebt die Spannung der offenen Zunge, diese an die Backenschiene zu legen, was durch gutes Ölen der Gleitstühle unterstützt wird. Deshalb fordert die Aufsichtsbehörde Sicherungen.

Zur Erzielung weiterer Verbesserung wurde versuchsweise bei einer größern Zahl Federweichen die Spannung der Zungen so bemessen, daß die abliegende Weichenzunge spannungslos bleibt.

Ferner ist die Zungenspannung versuchsweise so bemessen, daß sie in der Mittellage bei 70 mm Abstand zwischen Zungenspitze und Backenschiene verschwindet und höchstens der

Biegung der Zunge um 70 mm entspricht, um unbeabsichtigte Bewegung der Federzunge und nachteilige Wirkungen auf das Hakenschloß zu verhüten.

Wenn dieses Ziel sicher erreicht wird, sind besondere Vorkehrungen zur Verhütung selbsttätiger Zungenbewegung an den Weichen der Kraftstellwerke nicht mehr nötig, doch ist es noch nicht einwandfrei gelungen.

Bei der in Textabb. 1 dargestellten Vorrichtung ist die Antriebstange des Prefsluftantriebes mit einem an dem vordern Zylinderdeckel geführten Schieber S gekuppelt, der den Riegel R mit Einschnitten hin und her steuern kann. Sollte die Weichenstellstange brechen oder sich lösen, so sind die Weichenzungen durch den Antrieb und den Rückmelde-schalter M gemeinsam verriegelt.

Das letzte Drittel der Bewegung der abliegenden Zunge wird zur Verriegelung der anliegenden Zunge benutzt, und die Verriegelung durch den Antrieb festgelegt.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Verteilung senkrechter Drücke im Boden.

J. A. Moyer.

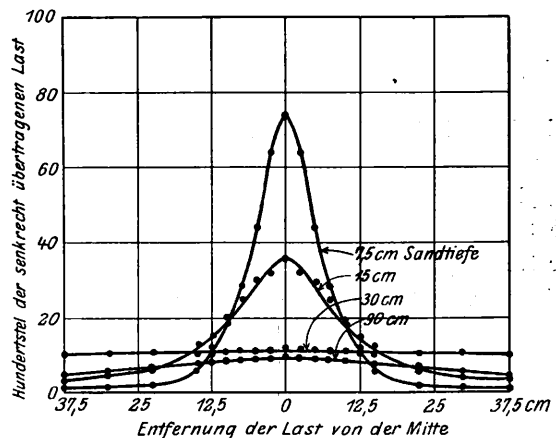
(Engineering Record 1914, I, Band 69, Nr. 22, 30. Mai, S. 608. Mit Abbildungen.)

In der Prüfstelle für Ingenieurwesen der staatlichen Hochschule von Pennsylvanien wird gegenwärtig eine Reihe von Versuchen über die Verteilung von Lasten in verschiedenen Bodentiefen ausgeführt. Die ersten, mit Sand ausgeführten Versuche sind vollendet. Zu diesen wurde reiner, trockener Flusssand mittlerer Schärfe genommen. Die ursprüngliche Vorrichtung bestand aus einem ungefähr 90 cm über dem Fußboden stehenden, 2,5 m im Gevierte großen, 45 cm tiefen Kasten, in dessen Boden eine Öffnung für die Wägeplatte geschnitten war, die ganz und unmittelbar von der Brücke einer 136 kg leistenden Brückenwage unterstützt wurde. Das Übersetzungsverhältnis war 50 : 1: die Bewegung des Armes war auf 1,5 mm eingeschränkt, die größte Bewegung der Brücke und Wägeplatte war daher $1,5 : 50 = 0,03$ mm. Auf dem Boden des Kastens stand ein die Öffnung umgebender, $0,91 \times 1,22$ m großer, 1,22 m tiefer, bodenloser Kasten. Über die Wägeplatte wurde ein Stück Tuch gebreitet, um Durchlaufen des Sandes zu verhüten. Der Sand wurde auf eine gewisse Höhe abgestrichen und ein bekanntes Gewicht von Backsteinen auf einer Ladeplatte aufgehäuft, die bei diesen Versuchen immer ebenso groß war, wie die Wägeplatte. Da nur eine Wägeplatte vorhanden war, wurde die Verteilung des Druckes durch Veränderung der Lage der Last erlangt. Die Wage wurde vor und nach Aufbringen der Lasten abgelesen. Der Unterschied zwischen den beiden Ablesungen gab den durch den Sand übertragenen Druck. Das Hundertfache dieses Unterschiedes, geteilt durch das bekannte Gewicht der Last, gab die Hundertstel der senkrecht durch den Sand übertragenen Last.

Die Lasten bewegten sich von 0,03 bis 0,6 kg/qcm, die unmittelbar über der Wägeplatte bis 38 cm von der Mitte angebracht wurden. Durch Bewegen nach rechts und links

wurde ein doppelter Satz von Beobachtungen für jede Sandtiefe erlangt. Textabb. 1 zeigt die Ergebnisse von Versuchen mit einer 15×15 cm großen Wäge- und Lade-Platte. Ähn-

Abb. 1.



liche Versuche wurden mit 15×60 cm und 30×30 cm großen Platten gemacht. Ablesungen wurden gemacht für fünf verschiedene Werte der Last zwischen 0,03 bis 0,15 kg/qcm bei 15×60 cm und 30×30 cm großen Wägeplatten, zwischen 0,12 bis 0,6 kg/qcm bei der 15×15 cm großen Wägeplatte. Die berechneten Hundertstel der Übertragung für jede dieser Gruppen von Beobachtungen liegen meist innerhalb 10% ihres Mittels, und zwar ebenso oft unter wie über diesem. Die gezeichneten Punkte sind Durchschnitte aller Ergebnisse in Hundertstel der übertragenen Lasten. Diese Linien zeigen eine plötzliche Biegung für Sandtiefen von weniger, als 30 cm ungefähr an dem Punkte, wo die Entfernung von der Mitte gleich der Breite der Ladeplatte ist. Die scharfe Biegung trat also in jedem Falle ein, wenn die Ladeplatte nicht mehr über einem Teile der Wägeplatte war. Jenseits dieses Teiles der Linie war die Übertragung weniger, als 16% .

Nach diesen erfolgreichen Versuchen wurde beschlossen, eine größere Vorrichtung für 6 t zu bauen. Hierbei wurde

die Belastung mit einer mit Mefsvorrichtung versehenen Wasser-
 presse angewendet. Diese stand auf einem Blocke und wirkte
 gegen einen oben angebrachten I-Träger. Die Brückenwage
 leistete 1800 kg und hatte ein Übersetzungsverhältnis von
 200:1. Die Bewegung des Balkens war auf 3 mm ein-
 geschränkt, die größte Bewegung der Brücke und Wägeplatte
 war daher $3:200 = 0,015$ mm. Eine Reihe von Versuchen
 wurde unter denselben Verhältnissen angestellt, wie die zu
 Textabb. 1 gehörigen, um festzustellen, ob größere Lasten
 einen Unterschied in den Hundertstel der Übertragung er-
 geben würden. Die Sandtiefe betrug von 7,5 bis 75 cm, die
 Entfernung der Last von der Mitte von 30 cm rechts bis 30 cm
 links, die Last von 0,15 bis 2,7 kg/qcm auf einer 30×30 cm
 großen Ladeplatte. Textabb. 2 zeigt die Ergebnisse, Text-

Abb. 2.

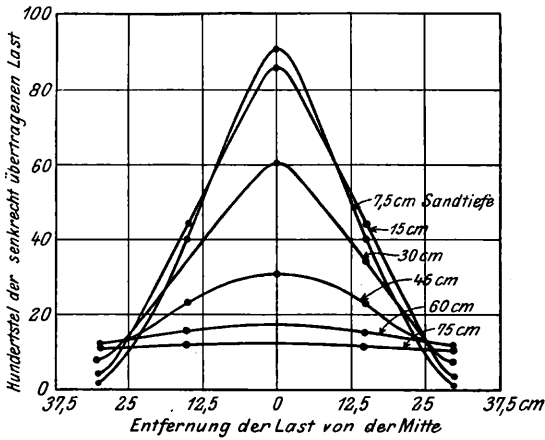


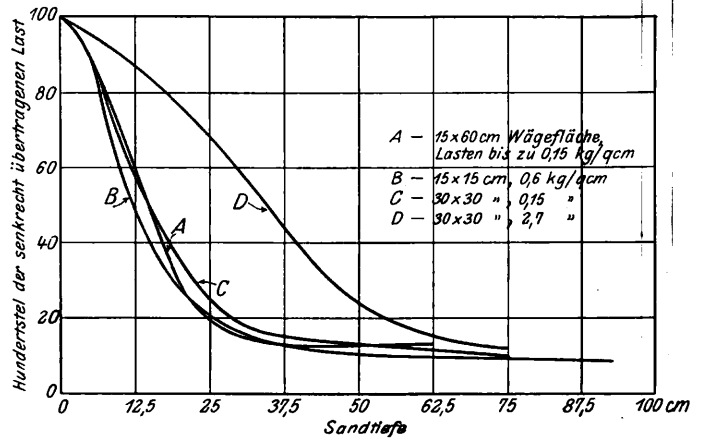
abb. 3 das Verhältnis zwischen den Hundertstel des senkrecht
 übertragenen Druckes und der Sandtiefe bei unmittelbar über
 der Wägeplatte angebrachter Last für Lasten bis zu 2,7 kg/qcm.

Die 30×30 cm große Ladeplatte begann bei Lasten von
 ungefähr 1,2 kg/qcm in den Sand zu sinken, wenn dieser über
 30 cm tief war. Für geringere Tiefen wurde das Einsinken

erst deutlich, wenn eine viel größere Last erreicht war. Bei
 jeder Lastzunahme nach begonnenem Einsinken fand weiteres
 Einsinken statt. Ablesungen wurden jedoch erst gemacht,
 wenn der Block unter der angewendeten Last zum Stillstande
 gekommen war. Auf jeder Seite der Ladeplatte trat deutliches
 Heben und Fließen des Sandes auf einige Entfernung ein.
 Der Sand nahm gewöhnlich eine Wasserwellen-Gestalt um den
 Block an. Es bildeten sich drei 1 cm hohe Wellen. In jedem
 Falle schienen die Hundertstel der Übertragung gleichförmig
 zuzunehmen, als größere Lasten angewendet wurden. Dies
 mag von dem Fließen des Sandes und von der leichten Ab-
 nahme der Tiefe in Folge Einbettung der Ladeplatte herrühren.

Auch hier trat eine bemerkenswerte Abnahme der
 Hundertstel der übertragenen Last ein, wenn die Entfernung

Abb. 3.



der Ladeplatte gleich ihrer Breite war; an diesem Punkte war
 die größte Übertragung 16%. Diese plötzliche Änderung
 wurde bei größeren Sandtiefen weniger deutlich.

Textabb. 3 zeigt, daß bei Sandtiefen von 30 cm für
 Lasten bis zu 0,6 kg/qcm und 58 cm für Lasten bis zu 2,7 kg/qcm
 die größte Übertragung 20% ist. B—s.

O b e r b a u.

Schienenstöße.

Dr.-Ing. J. H. A. Haarman, Oberingenieur der holländischen
 Staatseisenbahnen auf Java.

Hierzu Schaulinien Abb. 1 bis 10 auf Tafel 4.

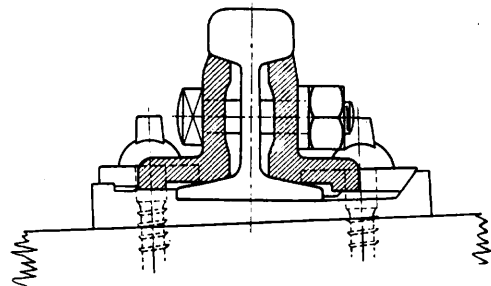
(Schluß von Seite 14.)

Anwendungen der Gl. 24) auf im Betriebe vorkommende
 Radlasten, Schienen- und Laschen-Querschnitte zeigen, daß
 bei langen Laschen schon ein ziemlich großer Spielraum e
 zwischen Schiene und Lasche vorhanden sein muß, wenn
 $z > a_0$, also die Berechnungsweise von Zimmermann an-
 wendbar sein soll. Bei gut erhaltener Bahn wird dieser Spiel-
 raum 1 mm nicht erreichen, man kann dafür 0,3 bis 0,5 mm
 annehmen. Nähere Untersuchung des Stoßes mit bis Mitte
 Stoßschwelle reichenden Laschen zeigt, daß, bei diesen im
 Allgemeinen $z > a_0$, also die Berechnungsweise von Zimmer-
 mann angewendet werden kann. Haarman untersucht dann
 folgende Fälle des Stoßes mit über die Mitten der Stoß-
 schwellen hinausreichenden Laschen.

Fall IA. Die Laschenlänge $2a_0$ ist größer, als
 der Mittenabstand $2a_1$ der Stoßschwellen, $z > a_0$,

der Auflagerdruck P der Stoßschwelen greift
 am Schienenfufse an (Textabb. 8 bis 10).

Abb. 8.



P_1 ist der Auflagerdruck der den Stoßschwelen benach-
 barten Schwelen, a der Mittenabstand zwischen Stoßschwelen
 und benachbarten Schwelen, y_0 die Senkung der Schiene an
 ihrem Ende, y und y_1 sind die Senkungen der Schiene an
 den Stellen, wo P und P_1 angreifen, y' ist die Senkung der
 Lasche an ihrem Ende, gemessen von der Höhenlage in un-
 belastetem Zustande. Die aufzustellenden Berechnungen gelten

Abb. 9.

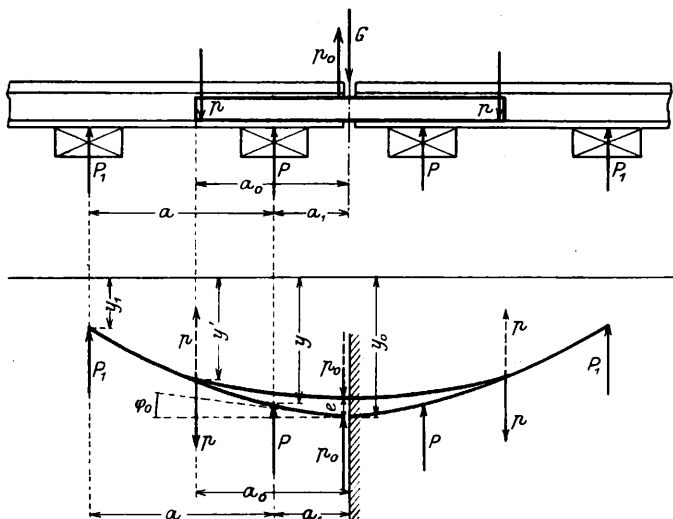
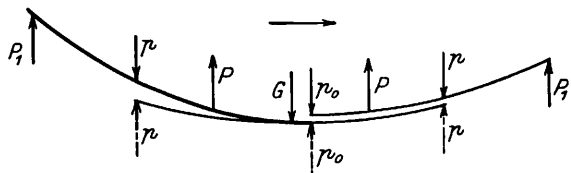


Abb. 10.

bei Vernachlässigung des Einflusses der Stoßlücke auch noch bei einer kleinen Verschiebung des Rades, wodurch die ganze Last nur auf einen Schienenkopf gelangt, wenn auch der nicht unmittelbar belastete Schienenkopf an seinem Ende gegen die obere Fläche der Laschen drückt. Die in Textabb. 10 dargestellte Formänderung kann nur bestehen bleiben, wenn die Kräfte p_0 die gezeichnete Richtung haben, also auf die Schiene nach oben, auf die Laschen nach unten wirken. Für die Schiene folgt aus der Gleichgewichtsbedingung

der äußeren Kräfte $p_0 = p - (P + P_1) = p - \frac{1}{2} G$. p_0 hat also die gezeichnete Richtung, wenn $p > G : 2$. Ist dies nicht der Fall, so haben die Kräfte p_0 die entgegengesetzte Richtung, und die Formänderung wird in Zusammenhang mit dem Spielraume die in Textabb. 11 gezeichnete Gestalt annehmen. Ein

Abb. 11.



sich in der Pfeilrichtung bewegendes Rad wird in diesem Falle hart gegen den emporstehenden Schienenkopf stoßen und ihn niederdrücken. Wenn der Angriffspunkt der Kraft p mitten zwischen denen der Kräfte P und P_1 liegt, kann man ohne weitere Berechnung sagen, daß der in Textabb. 11 gezeichnete Zustand eintreten wird. Da nämlich $P > P_1$ und die Summe der Momente von p_0 , P und P_1 in Bezug auf den Angriffspunkt der Kraft p gleich Null ist, so muß p_0 negative Richtung haben.

Fall II A. $z > a_0 > a_1$, P greift an den Laschen an (Textabb. 12 bis 14).

Aufschnellen des unbelasteten Schienenkopfes beim Übergange des Rades kann bei solchem Stöße mit «auskragenden Stützlaschen» nicht stattfinden. Eine 1 km lange Strecke der Staatseisenbahnen auf Java mit 1067 mm Spur ist versuchsweise mit auskragenden Stützlaschen ausgerüstet. Die Probelieferung stammt von Krupp, Friedrich-Alfred-Hütte zu Rheinhausen.

Abb. 12.

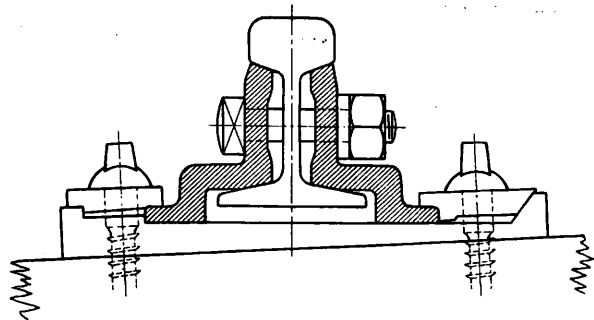


Abb. 13.

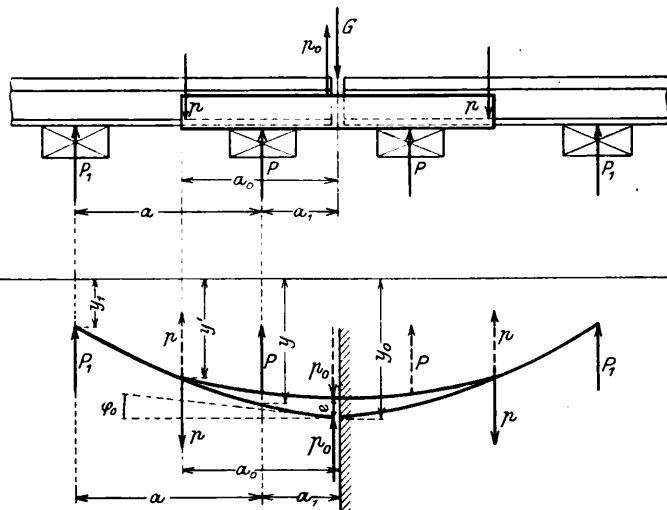
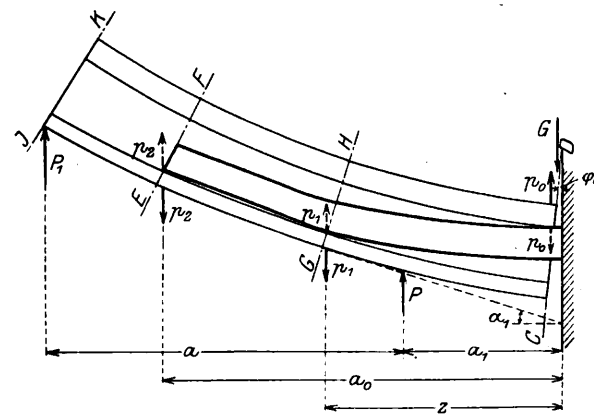


Abb. 14.

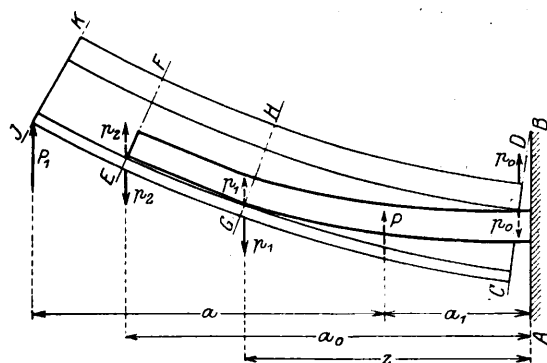
Fall I B. $a_0 > z \geq a_1$, P greift am Schienenfusse an (Textabb. 15).

Abb. 15.



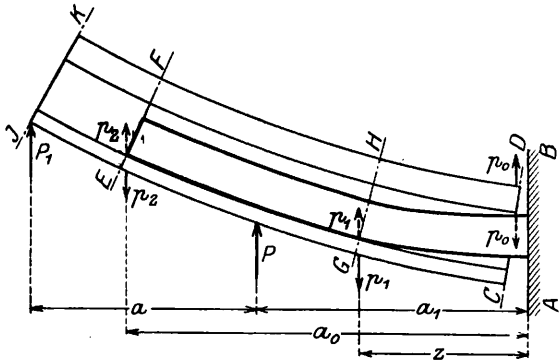
Fall II B. $a_0 > z \geq a_1$, P greift an den Laschen an (Textabb. 16).

Abb. 16.



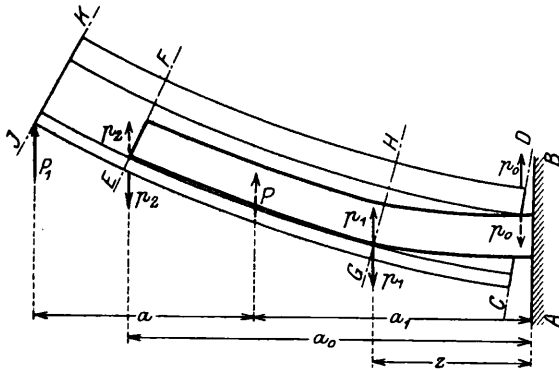
Fall I C. $a_0 > a_1 \cong z$, P greift am Schienenfufse an (Textabb. 17).

Abb. 17.



Fall II C. $a_0 > a_1 \cong z$, P greift an den Laschen an (Textabb. 18).

Abb. 18.



Nach den für diese Fälle aufgestellten Formeln sind zehn verschiedene Stöße mit $J = 1036 \text{ cm}^4$, $a = 65 \text{ cm}$, $a_1 = 25 \text{ cm}$, $a_0 = 50 \text{ cm}$ berechnet, die anderen zu Grunde gelegten Werte sind in Zusammenstellung I angegeben.

Zusammenstellung I.

	$i \text{ cm}^4$	$+ D t$	$e \text{ cm}$	Bemerkungen
Stoß III a	368	6,34	0,03	Schienen auf den Stoßschwellen gestützt
Stoß III b	368	10,00	0,03	"
Stoß III c	368	6,34	0,05	"
Stoß III d	368	10,00	0,05	"
Stoß III e	1,5 · 368	10,00	0,05	"
Stoß III f	368	6,34	0,03	Laschen auf den Stoßschwellen gestützt
Stoß III g	368	10,00	0,03	"
Stoß III h	368	6,34	0,05	"
Stoß III i	368	10,00	0,05	"
Stoß III k	1,5 · 368	10,00	0,05	"

+ D ist die Widerstandskraft der Schwellen nach Zimmermann.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den zehn Schaulinien Abb. 1 bis 10, Taf. 4 dargestellt. Die gestrichelten Linien bei $G = 16$ und 17 t geben die mit den Ergebnissen nach Zimmermann übereinstimmenden Werte.

Anwendungen der bei diesen Untersuchungen aufgestellten

Formeln auf den Betrieb zeigen, daß der Druck p_0 bei gewöhnlichen Laschen unter sonst gleichen Umständen desto eher einen negativen Wert erhält,

- je kleiner der Raddruck ist; schwere Wagen fahren also ruhiger, als leichte;
- je größer der Schwellenwiderstand, also je größer die Auflagerfläche der Schwellen und je höher die Bettungszahl ist; das zeigt sich beim Befahren von Brücken, wo schwere und leichte Wagen stark stoßen;
- je größer der senkrechte Spielraum e zwischen Schiene und Laschen ist: man fährt also weniger ruhig, wenn die Laschenschrauben nicht genügend angezogen sind;
- je länger und stärker die Laschen sind. Auch das hat sich im Betriebe schon bemerkbar gemacht. Bei nicht über die Mitten der Stoßschwellen hinausreichenden Laschen kann die Kraft p_0 nur ausnahmsweise, für besonders kleine Werte von G , < 0 werden.

Bei eingleisiger Bahn, die ein Zug in einer Richtung stets beladen, in der andern leer befährt, werden daher die Schienen bei gewissen Laschenlängen das Bestreben haben, in der Fahrriichtung der leeren Wagen zu wandern. Wenn p_0 für beladene und leere Wagen negativ ist, werden die Schienen in der Fahrriichtung der beladenen Wagen wandern, da in jeder Richtung ein Stoß auftritt, aber das schwere Rad größere Wirkung ausüben wird.

Vergleiche der sich durch Betriebsanwendungen der Formeln für Stützlaschen und gewöhnliche Laschen ergebenden Werte zeigen für erstere Folgendes.

1. Die Druckverteilung auf die Schwellen ist gleichmäßiger, besonders bei den Stößen, bei denen der Unterschied zwischen den Drücken P und P_1 auf die Schwellen am größten ist. Verstärkung der Laschen hat bedeutend günstigern Einfluss auf die Druckverteilung.

2. Die Durchbiegung y_0 wird kleiner, besonders bei den Stößen, die in Verbindung mit großem Spielraume e verhältnismäßig große Durchbiegung erleiden.

3. Der Biegewinkel φ_0 wird kleiner. Der günstige Einfluss durch Vergrößerung des Schwellenwiderstandes bei den Stößen mit ziemlich großem Spielraume e und durch Verstärkung der Laschen ist bedeutend größer.

4. Der Druck p wird kleiner, p_2 größer.

5. Der Wert von G , bei dem p_1 zuerst auftritt, wird größer.

6. Die in den Laschen auftretenden Momente werden etwas größer. Aber auch mit Verstärkung der Laschen, um die Stoßverbindung steifer zu machen und die Druckverteilung auf die Schwellen zu verbessern, ist Vergrößerung des größten Momentes in den Laschen verbunden, da sein Wert nach der Formel $M_{gr} = Pa_1 + P_1(a + a_1)$ größer wird, wenn P um einen Betrag fällt und P_1 um denselben wächst.

7. Die Kraft p_0 wird niemals < 0 .

Nach der wissenschaftlichen Betrachtung von Haarman ist es also vorteilhaft, bei über die Stoßschwellen ankragenden Laschen nicht die Schienen, sondern die Laschen auf die Schwellen zu stützen.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Umbau des Hauptbahnhofes der Zentralbahn von Neu Jersey in Jersey City.

(Engineering News 1914, II, Band 72, Nr. 5, 30. Juli, S. 238;
Railway Age Gazette 1914, II, Band 57, Nr. 19, 6. November,
S. 860. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Tafel 5.

Der Umbau des Hauptbahnhofes der Zentralbahn von Neu Jersey in Jersey City umfaßt die Errichtung eines neuen zweigeschossigen Doppeldeck-Fährhauses mit vier Buchten, Umbau des alten dreigeschossigen Empfangsgebäudes, den Bau eines dreigeschossigen, $243,84 \times 17,22$ m großen Bestatterungsgebäudes und eines Dienstgebäudes, den Umbau zweier kleiner Landestege im Nordflusse und die Aufstellung einer neuen Bahnhofshalle.

Der Umbau des Empfangsgebäudes erstreckte sich nur auf das Innere des ersten Geschosses. In der Mitte der Schalterhalle wurde ein $14,02 \times 6,1$ m großes, $3,05$ m hohes Haus mit Fahrkartenausgabe, Auskunft, Fernschreibzimmer und Paketraum gebaut. Der südliche Flügel enthält Erfrischungs-, Kaffee- und Speise-Zimmer, der nördliche Wartezimmer, Rauchzimmer und Aborte. Gegenüber der Fahrkartenausgabe führt eine breite Treppe von der Schalterhalle, und auf jeder Seite des Empfangsgebäudes eine mit 10% geneigte Rampe von der Zug-Zugangshalle nach der Fähren-Zugangshalle des oberen Deckes. Nördlich vom Empfangsgebäude wurde ein neues zweistöckiges Gebäude mit dem Dienstzimmer des Bahnhofsvorstehers, dem Aufenthaltsraume der Zugmannschaft und einem Unterwerke für Licht und Kraft gebaut.

Das Dienstgebäude enthält die, sechs Kessel von je 250 PS enthaltende Heizanlage für Empfangsgebäude und Bahnhof, eine 34 cbm/St leistende Feuerpumpe, Reinigungsmaschinen mit Saugwirkung zum Reinigen des Empfangsgebäudes und der Wagen auf dem Bahnhofe, eine 70 cbm/Min leistende Luftpumppe für Bremsen und Bahnhofs signale.

Der Umbau zweier Eisenbahn-Landestege nördlich von den Fährenbuchten ist noch nicht begonnen. Landesteg 2 ist für den Bahnpost-Dienst bestimmt. Hier wird auch die nach Westen gehende Post von ankommenden Dampfschiffen übergeben werden, wodurch mehrere Stunden gespart werden. Landesteg 1 wird, wie bisher, für den Auswandererdienst benutzt werden.

Die neue, $249,02 \times 116,74$ m große Halle hat 20 Bahnsteiggleise für 225 Wagen. Das Dach ruht auf runden gußeisernen Säulen in $8,23$ m Teilung längs der Bahnsteige. Auf jeder Seite befindet sich ein $3,35$ m breites Kragdach. Die Bahnsteige liegen 15 cm, die Unterkante der Rauchabzüge liegt $4,95$ m über Schienenoberkante. Das Dach wird durch schweiß-eiserne Rohre in den Tragsäulen entwässert. Diese Rohre gehen nach zwischen jedem zweiten Gleispaare liegenden Tonrohren, die in ein nach dem Nordflusse führendes, 610 mm weites, gußeisernes Abzugsrohr entwässern.

Die Gleise zwischen den Bahnsteigen sind durch Einfriedigungen getrennt, die Bahnsteige an der Zugangshalle durch eine Einfriedigung mit Schiebefeldern abgeschlossen. Hutchinson-Zuganzeiger am hintern Ende jedes Gleises

zeigen auf großen Fahnen die Abfahrzeit und Aufenthalte der Züge.

Zwischen Bahnhofshalle und Empfangsgebäude liegt die $17,83$ m breite, über die ganze Breite der Bahnhofshalle reichende Zugangshalle. Sie besteht aus stählernen Bogen-trägern auf stählernen Säulen. Längs der Mitte des Daches läuft ein selbstlüftendes, $5,94$ m breites Oberlicht. Die Vorderseite über dem Dache der Bahnhofshalle hat bewegliche Fenster. An den Enden ist die Zugangshalle durch Glaswände abgeschlossen.

B—s.

Blockung von Anthony mit durch Schienen-Stromkreise geregelter, von Hand bedienten Signalen für feindliche Fahrten.

(Railway Age Gazette 1914, II, Band 57, Nr. 11, 11. September,
S. 475. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel 4.

Die Pennsylvania-Bahn hat auf mehreren eingleisigen und einer zweigleisigen Strecke eine C. C. Anthony geschützte Blockung mit durch Schienen-Stromkreise geregelten, von Hand bedienten Signalen für feindliche Fahrten eingerichtet. Abb. 5. Taf. 4 zeigt die Schaltübersicht einer Blockstrecke mit zwei von je einer der beiden Blockstellen A und B geregelten Endweichen a und b. Zur Regelung der Weiche besteht das Blockwerk aus zwei von Hand betätigten, elektrischen Verschlüssen C und D, die sich durch mechanischen Kerbenschluss gegenseitig verriegeln. Wenn die Handgriffe c und d dieser elektrischen Verschlüsse nach rechts oder links bewegt werden, drehen sich die Verschlussrechen in entgegengesetzter Richtung; bei den drei üblichen, unter dem Verschlusse angegebenen Zeichen für Schalteranschlüsse jedes Verschlusses ist angenommen, daß sich die unteren Enden der Anschlagarme in derselben Richtung bewegen, wie der Handgriff. Der Blockwärter in A bewegt zur Freigabe des Signales in B den Handgriff c seines Blockwerkes nach links. Der Strom fließt dann vom $+$ Pole des Stromspeichers über den Anschlag des Anzeigers E, der durch die bis zu einem Punkte jenseits der Weiche a reichenden Schienen-Stromkreise geregelt wird, Draht 1, Anschlag des elektrischen Verschlusses F, der bei in «Halt»-Stellung verriegeltem Signale der Blockstelle A geschlossen ist, Draht 2, Ankeranschlag des Blockwerkes C, der geschlossen ist, wenn das Blockwerk gegen eine das Signal entriegelnde Bewegung verriegelt ist, Draht 3, Anschlag, der bei nach links bewegtem Handgriffe c geschlossen ist, Draht 4 mit Anschlägen der Schienenstrom-Magnetschalter I, J, i, den in der Grundstellung geschlossenen Anschlag des Blockwerkes in B, Draht 5, Elektromagnet C nach der gemeinsamen Rückleitung. Der Blockwärter in B bewegt dann seinen Handgriff c nach rechts, wodurch er den andern Teil D seines Blockwerkes mechanisch entriegelt und die Verbindung zwischen den Drähten 6 und 7 schließt. Die Verbindung zwischen 4 und 5 bleibt geschlossen, so daß der Anzeiger von C nach Freigabe des Signales zu jeder Zeit angibt, ob der Teil der Blockstrecke zwischen A und b besetzt ist. Um sein Signal auf «Fahrt» zu stellen, muß der Blockwärter in B den Handgriff d nach rechts bewegen, was nur geschehen kann, wenn der Anzeiger E auf «Frei» steht, wobei der Strom vom

Stromspeicher in B über den Anschlag von E, Drähte 1, 2, 6, 7 und 8 nach dem Elektromagneten D fließt. Die Bewegung des Handgriffes d nach rechts öffnet die Verbindung zwischen den Drähten 7 und 8, so daß der Anker von D in die Grundstellung zurückfällt, und einen Stromkreis vom Stromspeicher über die Drähte 9 und 10 nach dem Hebelverschluss F schließt, der dann das Signal entriegelt.

Wenn das Signal gezogen und nachher in die Grundstellung zurückgeführt ist, kann Handgriff d in die Stellung M bewegt werden, um die Verbindung zwischen den Drähten 9 und 10 zu öffnen und den Signalhebel zu verschließen: aber er kann nicht weiter bewegt werden, bevor der Zug, für den das Signal gezogen war, über Weiche b hinausgefahren ist; dann geht Anzeiger E auf «Frei» und schließt den Stromkreis über 1, 2, 6, 7, 8, wodurch D entriegelt wird. Handgriff d kann dann in die Grundstellung bewegt werden, wobei er den Handgriff c entriegelt, der in der rechten Stellung mechanisch verschlossen wird, wenn d nach rechts oder links bewegt wird.

Wenn der Blockwärter in B jetzt den Handgriff c nach links bewegen sollte, würde er einen Stromkreis zur Freigabe des Signales in A schließen, denselben, wie den zuerst beschriebenen. Dieser Stromkreis würde jedoch nicht vollständig sein, solange der Zug auf irgend einem einen Magnetschalter h, i, J oder I regelnden Schienen-Stromkreise ist; Magnetschalter h regelt Anzeiger E, wobei er durch Öffnen der Verbindung zwischen Stromspeicher und Draht 1 den Blockwärter in B verhindert, das Signal in A freizugeben; Magnetschalter I verhindert in ähnlicher Weise den Blockwärter in A, das Signal in B freizugeben, verhindert aber nicht den Empfang der Freigabe des Signales in A, weil Draht 4 unmittelbar nach dem Blockwerke C geht. Befindet sich ein Zug auf dem Ausweichgleise, der bei a ausfahren will, so benachrichtigt die Mannschaft den Blockwärter in B, wenn der Zug von B nach A durchfährt. Der Wärter kann dann das Signal in A freigeben. Der Blockwärter in A bewegt den Handgriff c nach rechts, kann aber nicht d nach rechts bewegen, um sein Signal zu entriegeln, weil der Stromkreis zur Entriegelung von D über 1, 2, 6, 7, 8 bei Anzeiger E offen ist, während der kommende Zug zwischen a und A ist. Er kann jedoch den Handgriff d nach links bewegen, weil dieser durch den nach rechts bewegten Handgriff c mechanisch entriegelt ist, und der elektrische Verschluss D nicht gegen

Bewegung von d nach links, sondern nur gegen Bewegung nach rechts oder Rückkehr von Stellung M in die Grundstellung wirkt. Die Bewegung von d nach links öffnet die Verbindung zwischen den Drähten 7 und 8, so daß der Anker von D fällt, wenn kein Zug zwischen A und a, und Stromkreis 1, 2, 6, 7, 8 bei E geschlossen ist. Wenn der Ankeranschlag von D geschlossen ist, schließt dieselbe Bewegung einen Stromkreis vom Stromspeicher über Drähte 9 und 11, Schalter G und Draht 12 nach dem Dauermagnet-Schalter g, der einen Zweig desselben Stromkreises über Draht 13 nach dem elektrischen Weichenverschlusse a schließt. Da der Anker des Verschlusses a den Magnetschalter I und dieser den Stromkreis von H regelt, ist Anzeiger E offen, während die Weiche entriegelt, oder ein ausfahrender Zug auf dem Schienen-Stromkreise des Magnetschalters I ist. Während dieser Zeit kann daher Handgriff d nicht nach rechts bewegt werden, um das Signal zu entriegeln.

Befindet sich ein von A nach B fahrender Zug zwischen a und b, so kann die Freigabe des Signales in B nicht empfangen werden; ein in entgegengesetzter Richtung fahrender Zug kann daher weder durch das Signal in B noch durch Entriegelung der Weiche b in die Blockstrecke eingelassen werden. Nachdem er bei b durchgefahren ist, kann eine Freigabe des Signales in B empfangen und benutzt werden, um einen Zug aus dem Ausweichgleise bei b hinaus zu lassen, aber nicht, um das Signal zu entriegeln. Der Blockwärter in A jedoch, der die Freigabe des Signales noch behalten hat, die er bekommen hat, um den Zug bei a hinaus zu lassen, kann, nachdem dieser den Schienen-Stromkreis des Magnetschalters I verlassen hat, den Handgriff d nach rechts bewegen und ein «Achtung»-Signal geben, um einen folgenden Zug in die Blockstrecke einzulassen.

Wenn ein von B nach A fahrender Zug bei a in das Ausweichgleis fahren muß, wird Schalter G nach links bewegt, um einen Stromkreis vom — Pole einer besondern Stromquelle nach dem Magnetschalter g zu schließen. Dieser schließt dann den Stromkreis über Draht 14, hintern Anschlag des Magnetschalters I, Drähte 15 und 13 nach dem Weichenverschlusse, der so entriegelt werden kann, wenn der Zug den Magnetschalter I ausschaltet. Wenn eine Weiche regelmäßig nur für das Ausweichgleis verlassende Züge gebraucht wird, werden die Stromkreise angeordnet, wie bei B. B—s.

Maschinen und Wagen.

Messwagen der Baltimore und Ohio-Bahn.

(Railway Age Gazette, April 1914, S. 824. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel 4.

Der Wagen ist seit einem Jahre in Dienst gestellt und übertrifft die drei vorhandenen an Größe und Leistung erheblich. Das stählerne Untergestell läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen. Hinter dem Vordergestelle befindet sich ein Laufrad zum Antriebe des Papiervorschubes am Gerätetische. Der Wagenkasten hat Holzgerippe mit Eisenverstärkung an den Stirnwänden, die Verkleidung besteht aus Holz. Die eine Endbühne ist geschlossen, die andere offen. Die erstere enthält nach Abb. 11, Taf. 4 eine Werkbank, Ölbehälter und Ölpumpe für den mit Öldruck arbeitenden Zug- und

Druck-Messer. Dahinter liegt der 4,3 m lange Versuchsraum mit dem Gerätetische für die Messungen und Aufzeichnungen. Anschliessend folgen, von einem Seitengange aus zugänglich, ein volles und zwei Halbbteile, Küche und Abort und der wieder die ganze Wagenbreite einnehmende Speiseraum, der auch als Schlafraum benutzt werden kann. Die elektrische Beleuchtung wird von einem Stromerzeuger mit Antrieb von der Achse und einem Edison-Stromspeicher für 300 Amp St gespeist. Der Wagen hat einen besondern Heizofen für Warmwasserheizung und Anschluß an die Dampfheizung. Um seitliche Beobachtungen zu erleichtern, hat der Versuchsraum zwei Seitentüren in der Außenwand.

Der Zug- und Stofskraft-Messer für einen Messbereich bis

90 800 kg liegt unter dem Versuchsraum. Seine Bauart ist in der Quelle näher erläutert. Zur Aufzeichnung der verschiedenen Meßschaulinien sind 26 Schreibzeuge in zwei Gruppen vorhanden, die sich über den 760 mm breiten, auf drei verschiedene Geschwindigkeiten einstellbaren Papierstreifen verteilen. Unter den Meßgeräten finden sich Geschwindigkeitsmesser nach Boyer und vier Dampfdruckzeichner nach Ashcroft zum Aufzeichnen von Schaulinien an vier Lokomotivzylindern. Die Einrichtung wird durch elektrische Meßgeräte zum Untersuchen elektrischer Lokomotiven vervollständigt. Der Wagen enthält Schlafplätze für acht Beobachter und zwei Begleitbeamte; er wiegt 52 t. A. Z.

Rauchröhren-Überhitzer, Bauart Mestre.

(Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongreß-Verbandes 1914, Februar, Band XXVIII, Nr. 2, Seite 186; Engineer 1914, Mai, Seite 518; Railway Gazette 1914, Juli, Band XXI, Nr. 3, S. 82. Alle Quellen mit Abbildungen.)

Mafsgebend für die Bauart dieses Überhitzers war das Bestreben, durch möglichst hohe Überhitzung des dem Kessel entnommenen gesättigten Dampfes höchste Sparsamkeit zu erzielen, da der Erfolg des Überhitzens erfahrungsgemäß mit dem Grade steigt. Ferner sollte den Heizgasen ein möglichst großer Durchgangsquerschnitt gegeben werden.

Die gewählte Bauart der Einzelteile dieses Überhitzers macht ihn sehr empfindlich; nach Öffnung des Dampfreglers steigt die Dampfwärme am Austritte der Glieder sehr rasch bis zu seinem Betriebswerte, ein Umstand, der namentlich für

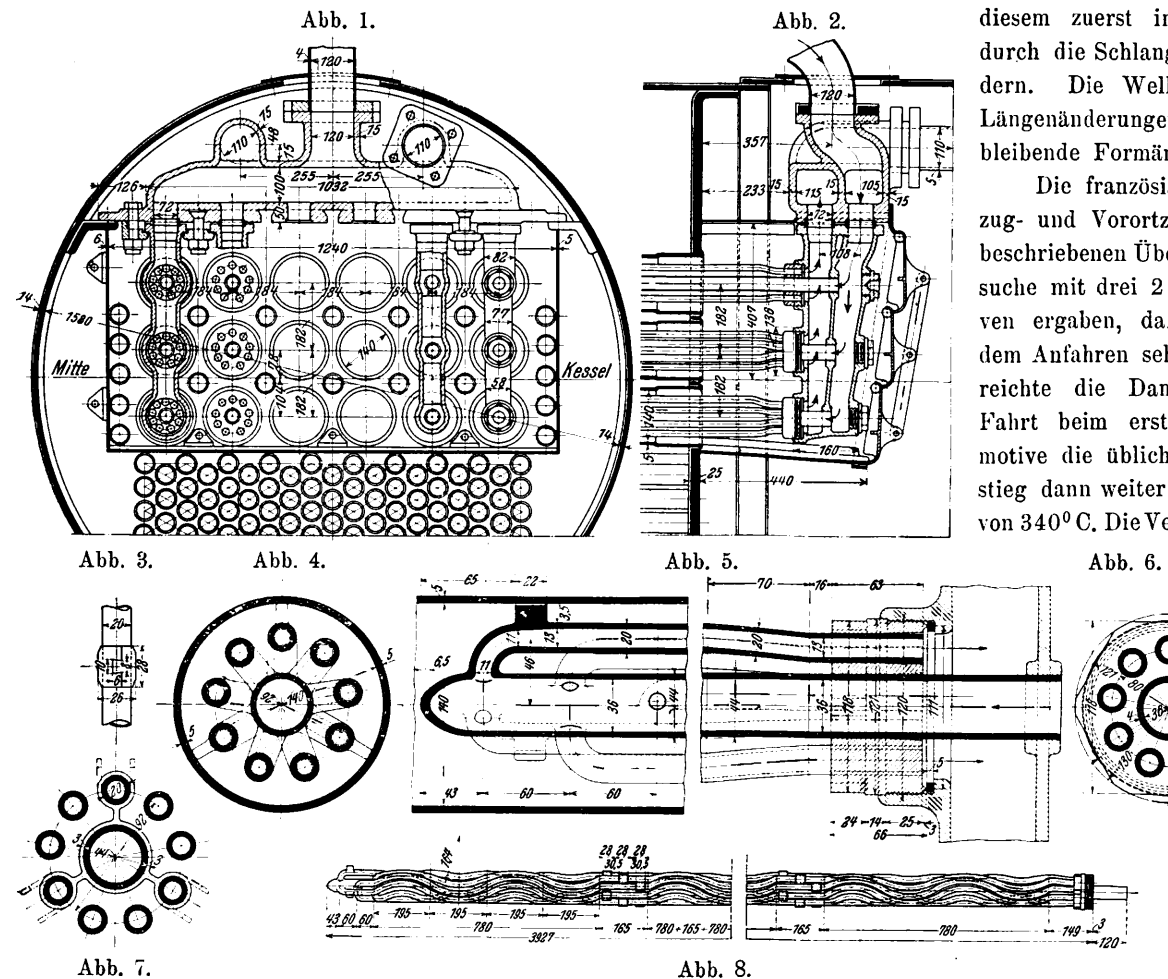
solche Lokomotiven wichtig ist, die Vorortzüge befördern müssen, weil so trotz häufigen Anhaltens immer noch eine wirksame Überhitzung erreicht werden kann.

Wie Textabb. 1 bis 8 zeigen, wird jedes Glied aus einem mittlern geraden Rohre von 36 mm innerm und 44 mm äufserm Durchmesser, das gleichmütig in einem Rauchrohre von 140 mm innerm Durchmesser und 5 mm Wandstärke gelagert ist, und aus neun Rohren von 13/20 mm Durchmesser gebildet. Letztere sind schlangenförmig um das mittlere Rohr herumgelegt und in regelmäfsigen Abständen angeordnet. Jedes dieser im Umkreise zum Mittelrohre liegenden Rohre ist an der Feuerbüchse mit dem Mittelrohre durch Schweifsung so verbunden, dafs die Verbindungsstellen versetzt liegen. Damit das Glied in der Mitte des Rauchrohres bleibt, sind die der Feuerbüchse zunächst liegenden drei Schlangenrohre mit entsprechenden Ansätzen versehen.

An der Rauchkammer sind die neun Schlangenrohre eines Gliedes mit einem auf eine Jochplatte geschraubten Eisenringe verlötet oder durch Einwalzen verbunden. Zur Dichtung dient ein Rotgulsring, der zwischen dem Ringe und einer rechtwinkelig dazu stehenden Dichtfläche liegt. Das ebenfalls mit dem Ringe verlötete, oder in ihn eingewalzte mittlere Rohr geht durch die Jochplatte bis zur Scheidewand des Jochstückes, in das es eingewalzt ist, damit die beiden Abteilungen des Jochstückes gegen einander gedichtet sind.

Der vom Kessel kommende gesättigte Dampf strömt von dem Dampfsammeler durch das Jochstück und den Ring in diesem zuerst in das Mittelrohr, dann durch die Schlangenrohre nach den Zylindern. Die Wellen der Rohre gestatten Längenänderungen durch die Wärme ohne bleibende Formänderungen.

Die französische Ostbahn hat Schnellzug- und Vorortzug-Lokomotiven mit dem beschriebenen Überhitzer ausgerüstet. Versuche mit drei 2 C. IV. T. F. S-Lokomotiven ergaben, dafs die Überhitzung nach dem Anfahren sehr schnell steigt. So erreichte die Dampfwärme nach 1700 m Fahrt beim ersten Anfahren der Lokomotive die übliche Höhe von 270° C und stieg dann weiter auf den dauernden Stand von 340° C. Die Versuche mit 1 D 1. II. T. F-



Vorortzuglokomotiven zeigten, dafs die Überhitzung nach Mestre selbst bei oftmaligem Halten vorteilhaft sein kann. Schon 15 Sekunden nach dem Öffnen des Dampfreglers zeigte der Wärmemesser eine merkliche Erhöhung der Dampfwärme. Als die Wärme des überhitzten Dampfes während eines

Aufenthaltes von 45 Sekunden auf 290° gefallen war, war sie beim Schließen des Reglers bei der Einfahrt in den nächsten, 1200 m entfernten Bahnhof wieder auf 342° gestiegen.

Kürzlich hat die französische Ostbahn zehn 1 E 1. II. T. G-Tenderlokomotiven mit Zylindern von 630 mm Durchmesser

bei 660 mm Kolbenhub für schwere Kohlenzüge mit diesem Überhitzer ausgerüstet. Bei vergleichenden Versuchen mit zwei Vorortzug-Lokomotiven nach Schmidt und Mestre soll eine Kohlenersparnis von 5% zu Gunsten der letztern erzielt sein.

— k.

Besondere Eisenbahntypen.

Schwebbahn von Mähl.

A. Le Vergnier.

(Génie civil 1914, Band LXV, Nr. 13, 25. Juli, S. 254. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel 5.

Der französische Ingenieur Mähl hat eine einschienige Schwebbahn entworfen, die bei 1000 m kleinstem Bogenhalbmesser und 50% steilster Neigung 300 km/St Fahrgeschwindigkeit ermöglichen soll. Das Gleis hängt mit Kettenaufhängung an Kabeln auf beiden Seiten metallener Stützpfiler (Abb. 1 bis 3, Taf. 5). Diese haben durchschnittlich 50 m Teilung und bieten bei 16 m Höhe 8,5 m Pfeil für die Tragkabel. Die T-Schienen sind durch Querträger in den Aufhängepunkten und über zwei Felder reichende, gekreuzte Schrägen verbunden. Sie sind zwischen den Pfeilern fest verlascht oder verschweißt, an den Pfeilern jedoch längsverschieblich verlascht; eine Umhüllung der Schienen verhindert Trennung der Lauffläche und Schlagen an den Stößen. Die Fahrdrähte sind auf durch Querstäbe verbundenen, die Steifigkeit der Fahrbahn vermehrenden Winkeleisen angeordnet.

Der Zug besteht aus durch Gelenke verbundenen Teilen mit Längsbänken, die seitlich schwingen können. Jeder Teil hängt an zwei Rädern von ungefähr 1 m Achsstand, die je eine unabhängige Triebmaschine bilden; der Ständer ist am Gehäuse befestigt, der die Felge tragende Läufer dreht sich

um eine am Gehäuse befestigte Spindel. Die Enden des Gehäuses bilden einen Bahnräumer und Schneepflug. Das Führergelände kann vorn oder hinten am Zuge angeordnet werden. Das Gleis ist für einen den ganzen Zwischenraum zwischen zwei Pfeilern einnehmenden Zug berechnet.

Die Linie ist in 5 km lange Abschnitte geteilt. Ein Zug hat immer zwei stromlose Abschnitte hinter sich. Zu diesem Zwecke betätigt er am Ende eines Abschnittes selbsttätig mit einem Hebel einen Schalter, der den Strom des verlassenen Abschnittes ausschaltet und den des drittletzten wieder einschaltet. Die Zugfolge kann also bei 300 km/St Fahrgeschwindigkeit zwei Minuten betragen.

Der Übergang von einer Linie auf die andere geschieht mit drehbaren, einen ganzen Zug tragenden Teilen.

Auf steilen Neigungen wird der Zug durch einen Schleppwagen derselben Bauart unterstützt, der auf einem Gleise über dem des Zuges läuft. Während der Geschwindigkeitsermäßigung des Zuges am Fusse einer Rampe setzt sich der Führer des Schleppwagens über den Zug. Wenn die Geschwindigkeiten des Zuges und Schleppwagens gleich sind, läßt er magnetisch die Zugriegel einfallen. Am Kopfe der Rampe wird der Strom des Schleppwagens selbsttätig ausgeschaltet, so daß er nach dem Fusse der Rampe zurückfahren kann.

Ein Fußsteig dient zur Überwachung und Unterhaltung der Bahn.

B—s.

Bücherbesprechungen.

Königliches Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule zu Berlin in Berlin-Lichterfelde West. Jahresbericht 1913. 1. April 1913 bis 31. März 1914. Sonderdruck aus den Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde West, 1914, Heft 6 und 7. J. Springer, Berlin.

Dieser zum ersten Male nicht mehr unter dem Namen des ersten Leiters des Amtes, Martens*), erscheinende Bericht legt wieder Zeugnis von dem Reichtume der Tätigkeit des Amtes und seinem Nutzen für die deutsche Gewerbetätigkeit ab. Erwähnt werden mag im Einzelnen, daß die Einnahmen auf rund 500 000 M, die Ausgaben auf 750 000 M, der Staatszuschuß auf 250 000 M, die Zahl der Angestellten auf 230 gestiegen sind.

Es ist unmöglich, den reichen Inhalt hier im Einzelnen aufzuführen, die höchst empfehlenswerte Kenntnisnahme muß dem Leser überlassen werden; zu betonen ist jedoch, daß auch in diesem Jahre die Förderung der wissenschaftlichen Grundlagen der Technik einen breiten Raum einnimmt, und daß der Fortschritt der Technik und damit des Amtes durch die

vielen neuen Aufgaben und Einrichtungen aus dem Gebiete der Luftfahrt bewiesen wird.

Die elektrischen Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Newyork, Boston, Philadelphia, Pittsburg, Chicago, St. Louis und Providence. Von Ingenieur F. Musil in Wien. Sonderdruck aus dem Organ 1915*). C. W. Kreidel, Wiesbaden 1915.

Der Verfasser vervollständigt hier seine früheren, gleichfalls in Sonderdruck erschienenen Mitteilungen**) über die städtischen Schnellbahnen in Nordamerika nach dem Stoffe, den er im Auftrage des Ausschusses für Verkehrsanlagen in Wien an Ort und Stelle und aus anderen Quellen beschafft hat, durch Angaben über die neuere Entwicklung der großartigen Unternehmungen, namentlich auch in wirtschaftlicher Beziehung. Da die großen Städte von Nordamerika ein fruchtbarer Boden für die Ausbildung der Verkehrsanlagen sind, so bietet die auch in der äußeren Gestaltung anregend gefasste Arbeit ein wirksames Unterrichtsmittel auf diesem Gebiete.

*) Organ 1915, S. 1.

**) Organ 1913, S. 1.

*) Organ 1914, S. 363.