

### Flache Bögen als Ersatz kurzer Zwischengeraden zwischen Bögen gleichen Sinnes.

Von Reichsbahnrat Leisner, Würzburg.

Gemäß § 10, 2 der Oberbauvorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vom 1. Januar 1928 sind zwei gleichgerichtete Bögen besser durch einen flachen Bogen zu verbinden, wenn das zwischen zwei Übergangsbögen verbleibende Stück einer Zwischengeraden kürzer würde, als der längere der beiden Übergangsbögen.

Diese Aufgabe wird künftig häufiger vorkommen.

Nach den Erfahrungen des Verfassers ist sie vorkommenfalls bisher mit dem Bogenlineal im Probiervverfahren gelöst worden. Die gestellten Bedingungen versuchte man durch nachträgliche Berechnung zu bestätigen, was aber den Eigentümlichkeiten der Aufgabe entsprechend nur ausnahmsweise glücken konnte und gewöhnlich nach zeitraubenden Versuchsrechnungen doch zu Näherungslösungen führte. Dieses Ergebnis stand in einem Mißverhältnis zu der aufgewandten Zeit und Mühe.

Dem Verfasser ist ein Verfahren, welches ohne Umwege bei Erfüllung gestellter Forderungen zum Ziele führt, aus der Literatur nicht bekannt.

Nachstehend sei daher wegen der Bedeutung, die die Berechnung flacher Bögen derzeit hat, ein solches entwickelt:

#### 1. Ableitung der Formeln.

In Abb. 1 bedeuten:

$r_1$  und  $r_2$  die Halbmesser der im gleichen Sinne gekrümmten Kreisbögen ( $r_1 > r_2$ ),

$z$  die Zwischengerade, welche diese Bögen verbindet,  $R$  den Halbmesser des Kreisbogens als Ersatz der Zwischengeraden  $z$  und

$f$  den größten Abstand des flachen, die Kreise  $r_1$  und  $r_2$  berührenden Bogens  $R$  von der Zwischengeraden  $z$ .

Zieht man durch die Mittelpunkte  $O_1$  und  $O_2$  der Kreise  $r_1$  und  $r_2$  die Linie  $AB$  und durch die Punkte  $A$  und  $D$  sowie  $B$  und  $C$  die Linien  $AE$  und  $BE$ , so erhält man die Dreiecke  $AEB$  und  $DEC$ , die rechtwinklig und ähnlich sind. Der Beweis folgt aus der Gleichheit der drei in Abb. 1 eingetragenen Winkel  $\delta$ . Die um die Mittelpunkte  $O_3$  und  $O_4$  geschlagenen

Kreise mit den Halbmessern  $\frac{AB}{2}$  und  $\frac{z}{2}$  gehen daher durch

den Dreieckspunkt  $E$  und die Halbmesser  $O_3E$  und  $O_4E$  schließen einen Winkel  $O_3EO_4 = \varphi$  ein, der gleich dem Winkel  $GO_2O_1 = \varphi$  wird, wenn  $O_2G$  zu  $CD$  parallel ist. Das ergibt sich aus der Ähnlichkeit der Dreiecke  $FEO_4$  und  $SEO_3$ .

Wenn nun ein zu suchender Kreisbogen  $R$  mit seinem Mittelpunkt in  $O_5$  einen vorgeschriebenen Abstand  $f$  von der Zwischengeraden  $z$  nicht überschreiten soll, so berührt er die im Abstände  $f$  zur Geraden  $z$  gezogene Parallele in Punkt  $K$  und die Kreise  $r_1$  und  $r_2$  in den Punkten  $H$  und  $J$ . Aus der Lage der Punkte  $H$ ,  $O_1$  und  $O_5$  sowie  $J$ ,  $O_2$  und  $O_5$  auf je einer Geraden und aus der Mittelpunktslage für  $O_5$  folgt dann, daß die Punkte  $H$ ,  $D$  und  $K$  einerseits und die Punkte  $J$ ,  $C$  und  $K$  andererseits ebenfalls auf einer Geraden liegen müssen und das dementsprechend,

$$\frac{1}{2} \text{ Winkel } HO_1D = \text{Winkel } KDL = \frac{\alpha}{2} \text{ und}$$

$\frac{1}{2}$  Winkel  $JO_2C = \text{Winkel } KCL = \frac{\beta}{2}$  sein muß. Weiter

$$\text{ist } \frac{\overline{O_1M}}{O_1O_5} = \sin \alpha \text{ und } \frac{f}{O_1M} = \text{tg } \frac{\alpha}{2}, \text{ ebenso}$$

$$\frac{\overline{O_2Q}}{O_2O_5} = \sin \beta \text{ und } \frac{f}{O_2Q} = \text{tg } \frac{\beta}{2}.$$

Hieraus folgt durch Multiplikation dieser Gleichungen

$$\overline{O_1O_5} = \frac{f}{\sin \alpha \text{ tg } \frac{\alpha}{2}} \quad \dots \quad 1)$$

und

$$\overline{O_2O_5} = \frac{f}{\sin \beta \text{ tg } \frac{\beta}{2}} \quad \dots \quad 2).$$

Schreibt man nun

$$\overline{O_1O_5} = R - r_1 = d\alpha$$

und

$$\overline{O_2O_5} = R - r_2 = d\beta,$$

so erhält man mit Benutzung von Gl. 1) und Gl. 2) die genauen Formeln

$$R = r_1 + d\alpha = r_1 + \frac{f}{\sin \alpha \text{ tg } \frac{\alpha}{2}} \quad \dots \quad 3)$$

oder

$$R = r_2 + d\beta = r_2 + \frac{f}{\sin \beta \text{ tg } \frac{\beta}{2}} \quad \dots \quad 4).$$

Hieraus geht hervor, daß der Halbmesser  $R$  aus den Halbmessern  $r_1$  und  $r_2$  sowie aus den Halbmesserunterschieden  $R - r_1 = d\alpha$  und  $R - r_2 = d\beta$  bestimmt werden kann, wenn die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  bekannt sind. Diese lassen sich leicht berechnen: Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke  $KLO_4$  und  $GO_2O_1$  ergibt sich:

$$\frac{x}{f} = \frac{r_1 - r_2}{z} \text{ und } x = \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f.$$

$$\text{Da } \frac{f}{\frac{z}{2} - x} = \text{tg } \frac{\alpha}{2} \text{ und } \frac{f}{\frac{z}{2} + x} = \text{tg } \frac{\beta}{2},$$

so ist

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{f}{\frac{z}{2} - \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f} \quad \dots \quad 5)$$

und

$$\text{tg } \frac{\beta}{2} = \frac{f}{\frac{z}{2} + \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f} \quad \dots \quad 6)$$

wenn  $r_1 > r_2$  ist, was in den vorliegenden Untersuchungen Voraussetzung sein soll.

Setzt man diese Werte in Gl. 3) und Gl. 4) ein und schreibt ferner  $\sin \alpha \cdot \text{tg } \frac{\alpha}{2} = 2 \text{ tg}^2 \frac{\alpha}{2}$ , was bei kleinen Winkeln bis

51/2° zulässig ist, so erhält man näherungsweise

$$R = r_1 + \frac{\left(\frac{z}{2} - \frac{r_1 - r_2}{z} f\right)^2}{2f} \dots 7)$$

oder

$$R = r_2 + \frac{\left(\frac{z}{2} + \frac{r_1 - r_2}{z} f\right)^2}{2f} \dots 8).$$

Die Absteckung des flachen Bogens R erfolgt zweckmäßig von der im Abstande f zur Zwischengeraden z parallel gezogenen Geraden TU aus (Abb. 1).

Die Lage des Punktes K ergibt sich aus:

$$\overline{LK} = f$$

und

$$\overline{LD} = \frac{z}{2} - x = \frac{z}{2} - \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f = \frac{z}{2} - \operatorname{tg} \varphi f,$$

oder

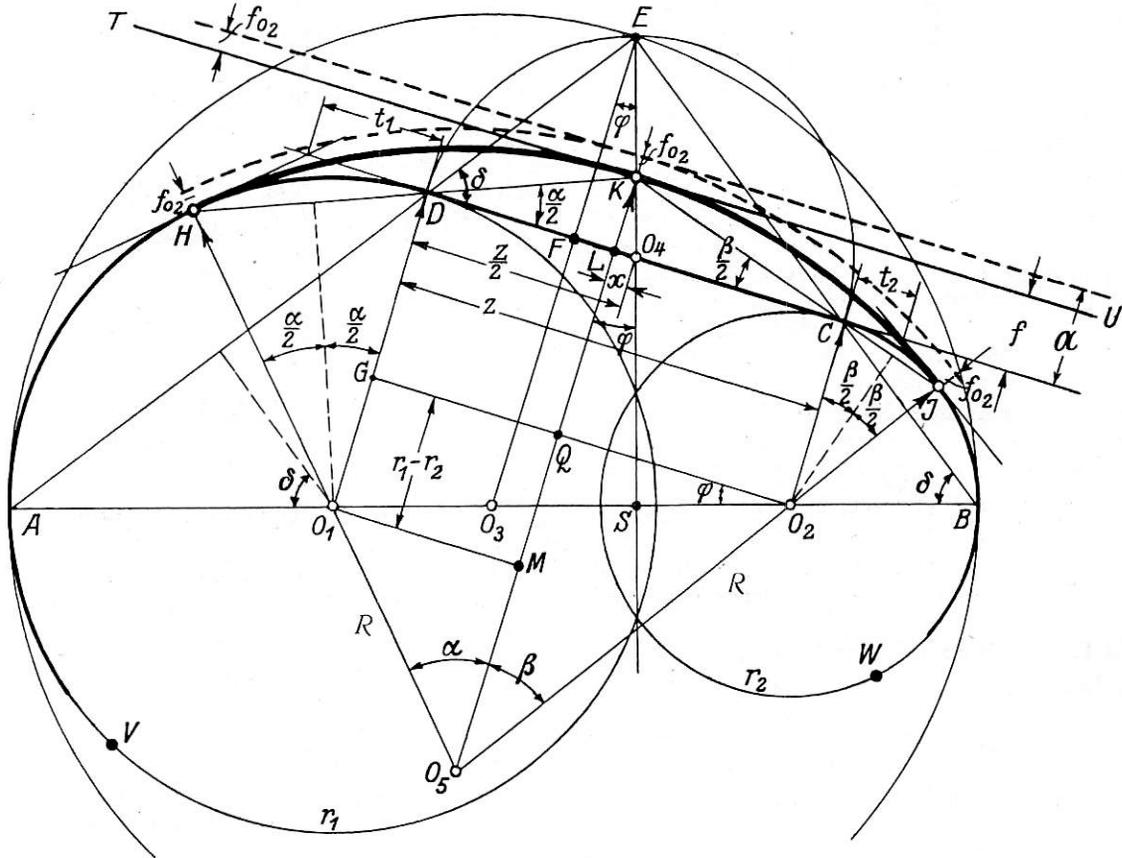


Abb. 1.

Für den Fall, daß Bögen von gleichem Halbmesser durch einen flachen Bogen verbunden werden sollen, ergibt sich für  $r_2 = r_1$

$$x = \frac{r_1 - r_2}{z} f = 0,$$

daher

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{f}{z} = \frac{2f}{z} \dots 9)$$

und angenähert

$$R = r + \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^2}{2f} = r + \frac{z^2}{8f} \dots 10)$$

Die genauen Gl. 3) und 4) ändern sich nicht.

Damit sind die Formeln zur Bestimmung des Halbmessers R aufgestellt. Die Größen  $r_1$ ,  $r_2$  und  $z$  sind meist bekannt; das Maß  $f$  muß in der Natur in seinem je nach den örtlichen Verhältnissen verschiedenen Größtwert ermittelt werden. Es stellt jemals die größte mögliche seitliche Verschiebung der Geraden  $z$  bei der Verziehung in die Lage eines flachen Bogens dar (s. Abb. 1) und bestimmt in den Gl. 3) und 4), 7) und 8), sowie 10) die Auswirkung verschiedener Größtverschiebungen  $f$  auf die Größe des Halbmessers R auf die einfachste Weise.

$$\overline{LC} = \frac{z}{2} + x = \frac{z}{2} + \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f = \frac{z}{2} + \operatorname{tg} \varphi f \quad \text{und}$$

die der Kreisberührungspunkte H und I aus:

$$t_1 = r_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = r_1 \frac{\overline{LK}}{\overline{LD}}$$

und

$$t_2 = r_2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = r_2 \frac{\overline{LK}}{\overline{LC}}.$$

Hierbei ist zu beachten, daß die Berührungspunkte D und C der Geraden  $z$  mit den Bögen  $r_1$  und  $r_2$  vorher abzustecken sind, wenn an den Stellen D und C aus Anlaß des Einlegens von Übergangsbögen Bogenverschiebungen vorhanden sind.

Es wäre nun noch zu untersuchen, unter welchen Voraussetzungen die Näherungsformeln 7) und 8) die mathematisch genauen Formeln 3) und 4) ersetzen könnten. Diese Frage kann durch die Angabe bestimmter Winkelgrenzen für  $\alpha$  und  $\beta$  nicht beantwortet werden. Denn wie Gl. 5) und 6) zeigt, ändern sich bei gleichbleibender Halbmesserdifferenz  $r_1 - r_2$  die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  nicht, wohl aber der Wert R (s. Gl. 7 u. 8), der außerdem bei gleichen Winkeln  $\alpha$  und  $\beta$  proportional den Größenverhältnissen wächst, wenn alle Verhältnisse geometrisch ähnlich bleiben. Die Genauigkeit der Gl. 7) und 8) ist daher selbst bei kleinen Winkeln unter 51/2° nicht

ohne weiteres gewährleistet, sie hängt vielmehr wesentlich mit davon ab, wie sich der Unterschied zwischen einem genau und einem angenähert berechneten Halbmesser R auf die Güte der Absteckung auswirkt. Hierüber gibt aber nur Aufschluß die Größe des Halbmessers R und die Länge des flachen Bogens, da diese Maße die Größe der Ordinaten der Bogenpunkte und daher deren Abweichungen voneinander beeinflussen.

Will man sich der Mühe einer jedesmaligen diesbezüglichen Untersuchung entheben, so benütze man von vorneherein gleich die Gl. 3) oder 4) in Verbindung mit Gl. 5) oder 6), was nicht viel mehr Zeit erfordert, als die Anwendung der Gl. 7) oder 8) einschließlich deren Prüfung auf ihre Zulässigkeit. Es empfiehlt sich dann, zur Prüfung der Rechnung die Formeln 3) und 4) gleichzeitig anzuwenden.

Der Vorteil der Gl. 7) und 8) besteht darin, daß sie die Ermittlung des Halbmessers R ohne Zuhilfenahme einer Logarithmentafel mit dem Rechenschieber näherungsweise gestatten und deshalb die Aufstellung von Überschlagsentwürfen in kürzester Zeit ermöglichen.

Die oben angestellten Betrachtungen führen aber zu einem anderen wichtigen Ergebnis. Der Halbmesser R des flachen Bogens wird sich in der Regel als eine unrunde Zahl errechnen, die zweckmäßig auf volle 100 m aufzurunden, d. h. auf- oder abzurunden sein wird. Zu dem aufgerundeten Halbmesser müßte dann eine neue Bogenverschiebung f durch Proberechnungen mit den abgeleiteten Formeln bestimmt werden. Diese mühselige Arbeit kann man nun sparen, wenn man die Ordinate des aufgerundeten und des nicht aufgerundeten Halbmessers R für die Abszisse  $\frac{1}{2}(z+2t_1+2t_2)$  berechnet und die Verschiebung f um den Unterschiedsbetrag dieser Ordinaten verbessert, und zwar durch Verkleinerung, wenn aufgerundet, durch Vergrößerung, wenn abgerundet wurde. Die Ordinaten berechnet man aus der Evolventengleichung  $\frac{x^2}{2r} = y$ , da der Unterschied der Evolventen mit starker Annäherung gleich dem der Kreisordinaten ist. Eine Neuberechnung des Halbmessers R mit dem verbesserten Werte f erübrigt sich, weil allenfalls sich ergebende Abweichungen von der gewählten Größe R für die Genauigkeit der Absteckung bedeutungslos sind. Die Größe  $\frac{1}{2}(z+2t_1+2t_2)$  stellt annähernd die halbe Länge des Bogens R dar.

**Beispiel:** Gegeben  $r_1 = 1700$  m  
 $r_2 = 700$  m  
 $z = 120$  m  
 $f = 1,70$  m.

Die Bögen  $r_1$  und  $r_2$  seien so lange, daß nach Einlegung des flachen Bogens genügend lange vollüberhöhte Bogenstücke verbleiben.

a) Berechnung des Halbmessers R.

Nach Gl. 3) und Gl. 4) ist

$$R = r_1 + \frac{f}{\sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = r_2 + \frac{f}{\sin \beta \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} \text{ und}$$

noch Gl. 5) und Gl. 6)

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{f}{\frac{z}{2} - \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f} = \frac{1,70}{60 - \frac{1000}{120} \cdot 1,70} = \frac{1,70}{45,83}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{f}{\frac{z}{2} + \frac{r_1 - r_2}{z} \cdot f} = \frac{1,70}{60 + \frac{1000}{120} \cdot 1,70} = \frac{1,70}{74,17}$$

Daher ergibt die näherungsweise Berechnung von R aus den Gl. 7) und 8) mit dem Rechenschieber:

$$\text{Gl. 7) } R = 1700 + \frac{45,83^2}{2 \cdot 1,70} = 1700 + 618 = 2318 \text{ m}$$

$$\text{Gl. 8) } R = 700 + \frac{74,17^2}{2 \cdot 1,70} = 700 + 1618 = 2318 \text{ m.}$$

Die genaue Berechnung von R gestaltet sich wie folgt:

$\lg 1,70 = 0,230\ 4489$	$\lg 1,70 = 0,230\ 4489$
$\lg 45,8333 = 1,661\ 1812$	$\lg 74,1667 = 1,870\ 2090$
$\lg \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 8,569\ 2677$	$\lg \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = 8,360\ 2399$
$\frac{\alpha}{2} = 2^\circ 7' 27,05''$	$\frac{\beta}{2} = 1^\circ 18' 47,04''$
$\alpha = 4^\circ 14' 54,1''$	$\beta = 2^\circ 37' 34,08''$
$\lg \sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{8,569\ 2677}{8,869\ 7007} = 17,438\ 9684$	$\lg \sin \beta \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{8,661\ 0419}{8,360\ 2399} = 17,021\ 2818$
$\lg \frac{f}{\sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,230\ 4489}{2,791\ 4805} = 17,438\ 9684$	$\lg \frac{f}{\sin \beta \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} = \frac{0,230\ 4489}{3,209\ 2671} = 17,021\ 2818$
$\frac{f}{\sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = 618,70.$	$\frac{f}{\sin \beta \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} = 1618,70.$

Somit ist

$$R = r_1 + \frac{f}{\sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \text{ oder } R = r_2 + \frac{f}{\sin \beta \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}$$

$$R = 1700 + 618,70 = 2318,70 \text{ m} \quad R = 700 + 1618,70 = 2318,70 \text{ m}$$

b) Aufrundung des Halbmessers R und Berechnung der zugehörigen Verschiebung f.

Zur Veranschaulichung des Aufrundungsverfahrens sei R um einen größeren Betrag auf R=2400 m aufgerundet, statt auf R=2300 abgerundet.

Der Bogen hat rund die Länge  $a = z + 2t_1 + 2t_2$ . Die Ordinaten (=Evolventen) für die halbe Länge als Abszissen

$$z + 2r_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 2r_2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

von der Länge  $a = \frac{z + 2r_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 2r_2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{2}$  betragen dann

$$\frac{a^2}{2r_1} \text{ und } \frac{a^2}{2r_2}. \text{ Der Wert } a \text{ ergibt sich mit dem Rechenschieber zu}$$

$$a = \frac{1}{2}(120 + 2 \cdot 1700 \cdot 0,037094 + 2 \cdot 700 \cdot 0,02292) = 136,14 \text{ m}$$

(siehe oben die Werte für  $\lg \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$  und  $\lg \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$ , die hier verwendet sind!)

Als Ordinatendifferenz erhält man

$$\frac{136,14^2}{4637,16} - \frac{136,14^2}{4800} = 3,99 - 3,86 = 0,13 \text{ m,}$$

auch sie kann mit dem Rechenschieber berechnet werden, zumal der Wert a nur angenähert richtig ist.

Da der Halbmesser aufgerundet, also größer gewählt wurde, wäre die anfangs gewählte Verschiebung  $f = 1,70$  m um 0,13 m zu verkürzen, weil der flachere Bogen den geringeren Stich hat. Die Absteckung kann nunmehr mit den Werten

$$f = 1,70 - 0,13 = 1,57 \text{ m}$$

$$\text{und } t_1 = r_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

sowie  $t_2 = r_2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$  durchgeführt werden. Die

Winkelgrößen  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$  und  $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$  sind vorher nach Gl. 5) und 6) neu zu berechnen.

c) Die Neuberechnung von R erübrigt sich, sie soll aber hier zur Prüfung des Ergebnisses durchgeführt werden:

zwischen dem flachen Bogen und den anschließenden schärfer gekrümmten, soweit die Berechnung und Absteckung des flachen Bogens in Frage kommt, nicht mitbehandelt würde\*).

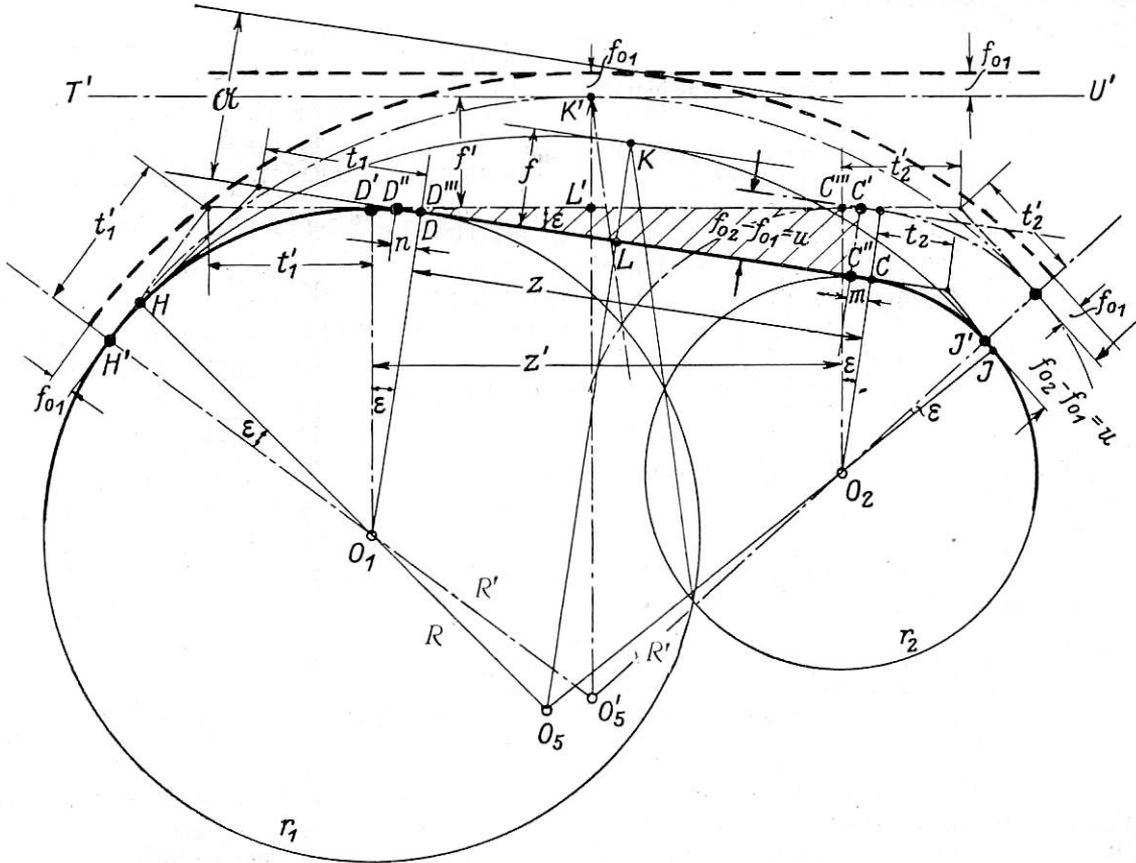


Abb. 2.

Es ist  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1,57}{60 - \frac{1000}{120} \cdot 1,57} = \frac{1,57}{60 - 13,08}$

$\operatorname{lg} 1,57 = 0,195\ 8997$   
 $\operatorname{lg} 46,92 = 1,671\ 3580$

$\operatorname{lg} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 8,524\ 5417$

$\frac{\alpha}{2} = 1^\circ\ 54'\ 59''$   
 $\alpha = 3^\circ\ 49'\ 58''$

$\operatorname{lg} \sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 8,524\ 5417$   
 $\frac{8,825\ 0671}{17,349\ 6088}$

$\operatorname{lg} \frac{f}{\sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,195\ 8997}{2,846\ 2909}$

$\frac{f}{\sin \alpha \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = 701,93$

daher  $R = 1700 + 701,93 = \text{rund } 2400 \text{ m}$  wie bei b).

**2. Anwendung des Verfahrens unter Berücksichtigung von Bogenverschiebungen bei Einlegung von Übergangsbögen.**

Die Untersuchung der vorliegenden Aufgabe wäre nicht vollständig, wenn die Einlegung von Übergangsbögen

Die Einschaltung von Übergangsbögen bedingt in den Kreisberührungspunkten H und J der Abb. 1 Parallelverschiebungen des flachen Bogens R unter Beibehaltung der Tangentenrichtung nach außen, und zwar um die Maße

$$f_{01} = \frac{l_{01}^2}{24} \cdot \frac{R - r_1}{R r_1} \dots \dots \dots 11)$$

$$f_{02} = \frac{l_{02}^2}{24} \cdot \frac{R - r_2}{R r_2} \dots \dots \dots 12)$$

Die Längen  $l_0$  sind bestimmbar aus dem Rampen- neigungsverhältnis, mit dem die Überhöhungsunterschiede in den Krümmungen überwunden werden müssen. Sie greifen je zur Hälfte in den Bereich der Kreise R und  $r_1$  sowie R und  $r_2$  ein.

Wenn die Kreise  $r_1$  und  $r_2$  im Halbmesser gleich sind, werden auch die Verschiebungen  $f_0$  gleich, so daß der Kreis mit dem Halbmesser  $R + f_0$  die Verschiebungsbedingungen mathematisch genau erfüllen würde. Annähernd, und mit dem gleichen praktischen Ergebnis, tut dies auch der neben seiner Tangente TU (der Absteckungsgeraden) um das Maß  $f_0$  nach außen verschobene Kreisbogen R. Auf diese einfache Lösung können daher alle Fälle zurückgeführt werden, wenn man die kleinere Verschiebung  $f_{01}$  gleich der größeren  $f_{02}$  macht. Dies ist bei nicht wesentlich verschiedenen Halbmessern  $r_1$  und  $r_2$  meist möglich und gleichbedeutend mit einer Verflachung der Überhöhungsrampe für den größeren Bogen  $r_1$ . Die Länge der Rampe  $l_{01}$  berechnet sich in diesem Falle aus den den Gl. 11) und 12) zu

\*) Über die Berechnung und Absteckung der Übergangsbögen in Korbbögen wird vom Verfasser demnächst im Organ ein Aufsatz erscheinen.



A und B berührt. Sein Halbmesser hat die Größe  $R_{\min} = \frac{1}{2} \left( r_1 + r_2 + \frac{z}{\cos \varphi} \right) = O_3 A = O_3 B = O_3 E$ . Wenn man von den Bögen mit größeren Halbmessern und größeren Zentriwinkeln als  $180^\circ$  absieht, hat dieser Bogen unter allen Bögen mit den Halbmessern von  $R = \infty$  bis  $R = R_{\min}$  die größte mögliche Länge und zwar im Betrage eines halben Kreisumfangs und den größten möglichen Abstand  $f_{\max} = \overline{FE} = \frac{z}{2} \cos \varphi$  von der Zwischengeraden z. Alle anderen Bögen haben geringere Entwicklungslängen und daher auch kleinere Abstände f. Es gilt daher allgemein mit Rücksicht auf praktisch vorkommende Fälle

$$\overline{LK} = f \leq \frac{z}{2} \cos \varphi \quad . . . . . 21)$$

und

$$\overline{LO_4} = x \leq \frac{z}{2} \sin \varphi \quad . . . . . 22)$$

Darnach ist die größte Verschiebung  $f_{\max}$  einerseits von der Größe der Zwischengeraden  $\left(\frac{z}{2}\right)$ ; andererseits von der Größe des Winkels  $\varphi$  abhängig. Da dieser sich aber aus  $\tan \varphi = \frac{r_1 - r_2}{z}$  berechnet, kann  $f_{\max}$  je nach dem Verhältnis der Größen  $r_1$ ,  $r_2$  und z zueinander alle Werte von Null bis  $\frac{z}{2}$  durchlaufen.

Aus der Feststellung des Abstandes  $f_{\max}$  ergeben sich daher jeweils im Zusammenhange mit den Größen der verfügbaren Längen für die Kreisbögen  $r_1$  und  $r_2$  von vorneherein geometrische Beschränkungen d. h. größte mögliche Verschiebungen  $f = \overline{LK}$  durch Schätzung, bei der es in der Hauptsache auf einen Überblick ankommt.

Endet z. B. in Abb. 1 der Bogen  $r_1$  in Punkt H und der Bogen  $r_2$  in Punkt J, so ist  $f = \overline{LK}$  gleichzeitig die größte mögliche Verschiebung und der Bogen mit Halbmesser R der Bogen mit einheitlichem Halbmesser, der die Bögen  $r_1$  und  $r_2$  ersetzen kann. Endet aber der Bogen  $r_1$  nicht in H sondern etwa unterhalb der Linie AB in Punkt V, der Bogen  $r_2$  aber wie vor in Punkt J, so ist gleichwohl keine größere Verschiebung als  $f = \overline{LK}$  möglich und es entsteht der Korbogen JHV. Die gleiche Überlegung gilt für einen in Punkt H beginnenden flachen Bogen der in Punkt J endet und etwa bis Punkt W fortgesetzt wird. Möglich sind solche Lösungen dann, wenn sich  $f_{\max}$  als sehr klein (d. h. klein im Sinne einer wirtschaftlich vertretbaren Verschiebung) ergibt und daher

auch der größte Abstand  $f = \overline{LK}$  von der Zwischengeraden sehr klein wird, wenn die Halbmesser der Bögen  $r_1$  und  $r_2$  nicht zu sehr verschieden sind und die Bogenlängen entsprechende Längenverhältnisse haben. Man berechnet in diesen Fällen aus Gl. 5) unter der Annahme, daß der Zentriwinkel des Bogens  $r_1$  der Winkel  $\alpha$  ist, die Größe f und mit f aus Gl. 6) den Winkel  $\beta$ ; dann wiederholt man die Berechnung beginnend mit Gl. 6) und der Annahme, daß der Zentriwinkel des Bogens  $r_2$  der Winkel  $\beta$  ist. Die beiden Berechnungen sind mit dem Rechenschieber rasch durchgeführt. Sie geben darüber Aufschluß, ob ein einheitlicher Bogen, gegebenenfalls nach nochmaliger Verschiebung oder nach Abänderung des Halbmessers eingelegt werden kann oder ob ein Korbbogen zweckmäßiger ist.

Sind die Halbmesser wesentlich verschieden, ebenfalls aber  $f_{\max}$  sehr klein, so umschließen alle „flachen“ Bögen mit ihrem wesentlich größeren Teil den Bogen mit dem größeren Halbmesser  $r_1$ , während sie den Bogen  $r_2$  annähernd in Punkt C berühren, da Punkt J ganz nahe an Punkt C heranrückt. Der Grund liegt darin, daß in solchen Fällen

$x_{\max}$  nahezu gleich  $\frac{z}{2}$  und daher der Winkel  $\beta$  sehr klein wird. Die gegebene Lösung ist in diesem Falle die Umwandlung der Bögen  $r_1$  und  $r_2$  in einen zweimittigen Korbbogen durch Vergrößerung der Halbmesser  $r_1$  und  $r_2$  oder nur eines von ihnen derart, daß die Zwischengerade verschwindet. Im Falle des einmittigen und zweimittigen Bogens dienen also die abgeleiteten Formeln in der Hauptsache für die notwendigen und wichtigen Voruntersuchungen. Von Vorteil ist in allen Fällen die vorherige Bestimmung der Größtverschiebung  $f_{\max}$  um einen Überblick über die Entwurfsmöglichkeiten zu erhalten.

Daß bei allen Lösungen auch eine möglichst günstige Verteilung von vollüberhöhten Bogenstücken und Übergangsbögen anzustreben ist, ist selbstverständlich, erschwert aber die Aufgaben oft ungemessen. Daß mitunter wegen zu hoher Kosten befriedigende Lösungen überhaupt nicht gefunden wurden, kann nicht überraschen; darauf deutet allein schon der bisherige Fortbestand kurzer Zwischengeraden.

Vorstehende Untersuchungen sollen darlegen, daß es möglich ist eine Aufgabe hinsichtlich der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten schon nach einigen kurzen Berechnungen völlig zu überblicken und ferner beweisen, daß selbst bei zielgerechter Berechnung manche Feinarbeit zu leisten ist, die durch zeichnerische Entwürfe mit nachträglicher Berechnung bei Wahrung wirtschaftlichen Arbeitens unmöglich bewältigt werden kann.

## Die deutschen 2 C 1-Heißdampf-Drilling-Schnellzuglokomotiven der kön. Siamesischen Staatsbahnen.

Von Dr.-Ing. Kurt Ewald.

Hierzu Tafel 16.

Siam ist eines derjenigen glücklichen Länder, die ihre Blütezeit noch vor sich haben. Weite Gebiete harren ihrer Aufschließung durch die Eisenbahn. Wie groß der Mangel an Eisenbahnstrecken ist, geht daraus hervor, daß im März 1926 für das ganze Reich von etwa 512 000 Quadratkilometern nur 2581 km betriebene Strecken zur Verfügung standen\*). Man bemüht sich mit allen Mitteln, das Netz zu erweitern: Zum Berichtszeitpunkt waren 497 km, das sind 19,3 v. H. der seitherigen Streckenlänge im Bau, weitere 3097 km waren

\*) Siehe: Government of Siam. Twenty-ninth annual report on the administration of the Royal State Railways for the year Buddhist era 2468 (April 1st 1925 to March 31st 1926). — Ferner: The Siamese state railways and its locomotives. „The Locomotive“, März 1928, S. 84.

genehmigt. Kennzeichnend ist das Bestreben der Verwaltung, die Bahnen zu einem neuzeitlichen Verkehrsmittel auszubauen, welches denen anderer Länder weder in wirtschaftlicher noch in technischer Hinsicht nachsteht: Das Haupthindernis einer wirtschaftlichen Betriebsführung, die in der geschichtlichen Entwicklung begründete Verschiedenheit der Spurweite, wird beseitigt. Die im Norden und Osten vorherrschende Regelspur wird nach und nach zugunsten der Meterspur verlassen, die man in Rücksicht auf den Durchgangsverkehr nach British Malaya als Einheitsspur angenommen hat†).

†) Siehe Fußnote \*) „The Locomotive“. Unter den meterspurigen Lokomotiven befinden sich solche, die ursprünglich auf regelspurigen Strecken liefen und später umgebaut wurden.

Im Berichtsjahr war bereits der größere Teil des Fahrzeugbestandes auf Meterspur eingestellt: Von 153 vorhandenen Lokomotiven 85, von 340 Personen- und Straßenbahnwagen 184, von 2427 Güter- und Gepäckwagen 1555. Einigen kurzen Strecken mit 600 mm Spurweite kommt nur untergeordnete Bedeutung zu. — Anfang 1926 war die Einführung der durchgehenden Luftsaugbremse für Personen- und Güterzüge auf den östlichen Linien vollendet. Diese für Schnellverkehr unumgängliche Voraussetzung dürfte inzwischen auf allen Strecken erfüllt sein. Man wird gleichermaßen für einen entsprechenden Wagenpark gesorgt haben: Im Berichtsjahre waren nur acht Drehgestell-Personenwagen vorhanden, jedoch schon weitere 20 Stück in Auftrag gegeben.

Die im vergangenen Jahre von der Hanomag, Hannover-Linden, gelieferten Lokomotiven (Textabb. 2 u. 3) gehören wohl zu den ersten, mit denen die Siamesischen Staatsbahnen ausgesprochene Schnellzüge zu befördern gedenken. Während sich bis vor einiger Zeit die Höchstgeschwindigkeit zwischen 40 und 50 km/Std. zu bewegen pflegte, wurde sie bei diesen Lokomotiven zu 75 km/Std. festgesetzt; für die bauliche Durchbildung wurde mit 85 km/Std. gerechnet.

Die Hauptabmessungen der neuen Lokomotivgattung (s. Taf. 16) entsprechen einem Entwurf der Hanomag, der in Anlehnung an die Wünsche der Bahnverwaltung entstanden ist; offenbar sind die Erfahrungen, die mit den schon vorhandenen 2 C 1-Lokomotiven gemacht worden waren †), von entscheidendem Einfluß gewesen. In baulicher Hinsicht war der Hanomag fast völlige Freiheit zugestanden. Es wurden größtenteils deutsche Werkstoffe verwendet. Das Bestreben des Erbauers ging darauf hin, mit möglichst einfachen Mitteln leistungsfähigste und gerade wegen ihrer Einfachheit um so betriebstüchtigere Lokomotiven zu schaffen. Jede unnötige Verwicklung, wie man sie neuerdings manchenorts bevorzugt, wurde vermieden.

Als Brennstoff dient ausschließlich Holz von 4200 bis 4400 WE. Die kupferne Feuerbuchse ist daher außerordentlich tief und geräumig ausgebildet. Die Stehkesselvorderwand ist zwecks besserer Gewichtsverteilung stark nach vorn geneigt. Das Verhältnis von Überhitzerheizfläche zu wasserverdampfender Heizfläche wurde auf Anraten der Hanomag zu etwa  $\frac{1}{3}$  gewählt; die Bedingungen sahen ursprünglich in Anlehnung an amerikanische Gepflogenheiten den Wert  $\frac{1}{6}$  vor, der wohl

eine langanhaltende Überlastung der Lokomotive ermöglicht, den Überhitzer aber zu einer Art Dampftrockner herabwürdigt. Die Rauchkammer wurde auf Wunsch der Bahn überhöht ausgeführt. Der Rauchkammerboden mußte in Rücksicht auf den Schieberaum des Innenzylinders abgeflacht werden. Der Aschkasten ließ sich nur mit sehr geringer Tiefe ausführen. Um trotz der hieraus sich ergebenden kleinen Luftklappenquerschnitte eine genügende Luftzufuhr zu ermöglichen, wurde ein Teil der Aschkastenseitenwände in fächerartige Schlitzte aufgelöst, deren Anordnung ein Herausfallen der Asche verhindert (Textabb. 1). Diese Maßnahme mag im Verein mit der günstigen Bemessung von Blasrohr

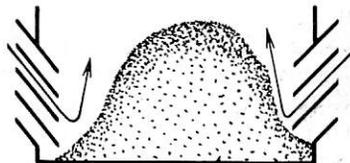
†) Siehe Fußnote \*) S. 278 „Report“

5 Stück Zwillinglok. von Batignolles, 500 Zyl.-Ø, 600 Hub,  
4 „ Drillinglok. „ Baldwin, 3×381 Zyl.-Ø, 508 Hub,  
3 „ Zwillinglok. „ „ 432 Zyl.-Ø, 610 Hub.

Ferner: Recent locomotives for the Royal State Rys. of Siam, „The Locomotive“, Februar 1929, S. 41. Die auf S. 45 dieser Quelle gebrachte Angabe, daß die Siamesischen Staatsbahnen 8 Drilling-2 C 1-Lokomotiven bei Baldwin und 15 der gleichen Type bei der Hanomag bestellt haben, beruht offensichtlich auf einem Irrtum. Die Hanomag-Lokomotive ist ohne eine Anlehnung an die amerikanische Schwester als Neukonstruktion durchgebildet worden.

und Schornstein das im Betrieb beobachtete ausgezeichnete Dampfhalten des Kessels wesentlich erleichtert haben.

Die Drillingsanordnung wurde wegen des ruhigen Laufes und der Schonung des Oberbaues der Zweizylinderbauart vorgezogen. Die Kurbeln sind um 120° gegeneinander versetzt. Auf die Bemessung der Gegengewichte wurde besondere Sorgfalt verwendet. Der Erfolg zeigt, daß die neuen Siam-Lokomotiven in bezug auf Verminderung der störenden Bewegungen den rühmlich bekannten preußischen S<sub>10</sub>-2-Lokomotiven nicht nachstehen\*). Die umlaufenden Massen wurden vollständig ausgeglichen, die hin- und hergehenden der äußeren Triebwerke zu 50%, diejenigen des



Innentriebwerkes zu 37%. Die Ermittlung der Größe und der Lage der Gegengewichte erfolgte nach Najork\*\*). Dieses Verfahren hat neben einer allerdings nicht erheblichen Verminderung des tatsächlichen Ausgleichgewichtes den konstruktiv höchst willkommenen Vorzug, daß die Winkelneigung des Gegengewichtes von

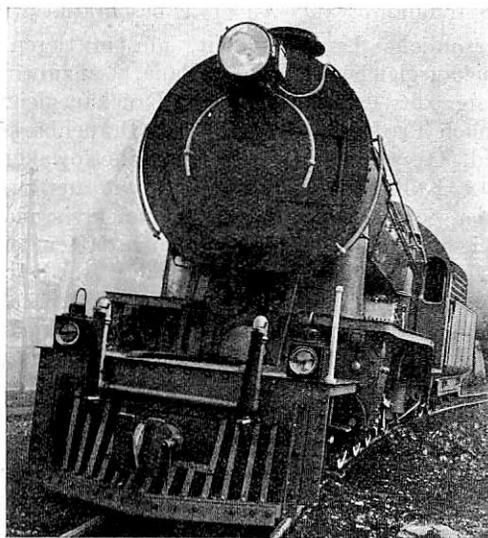


Abb. 2. Stimansicht.

vornherein unabhängig von seiner tatsächlichen Größe mit 30° gegeben ist. Infolge des mildernden Einflusses der Hubscheibe für die Innensteuerung konnte das rechte Gegengewicht des Treibradsatzes um 20 kg leichter ausgeführt werden als das linke. Die größte freie Fliehkraft beträgt bei der vereinbarten Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. etwa 19,45 v. H. des ruhenden Raddruckes. Bekanntlich gehen fremde Bahnverwaltungen unbedenklich über die in unseren „Technischen Vereinbarungen“ empfohlene Grenze von 15 v. H. hinaus — vielfach bis zu 35 v. H. Hält man 15 v. H. ein, so würde sich die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 68,5 km/Std. verringern.

Das innere Triebwerk ist um 1:9,15 gegen die Wagrechte geneigt. Dennoch mußte die Welle der vorderen Kuppelachse leicht durchgeknöpft werden. Sie wurde gleich der gekröpften Treibachswelle aus Nickelstahl hergestellt. Die innere Steuerung arbeitet unabhängig von den Außensteuerungen.

\*) Die Schlingermomente und freien Massenkräfte der S<sub>10</sub>-2-Lokomotive sind unter der in Fußnote \*\*) genannten Quelle dargestellt.

\*\*\*) Najork: Gegengewichtsberechnung einer Dreizylinder-Lokomotive mit um 120° versetzten Kurbeln. „Glasers Annalen“ 1915, Nr. 920, S. 149.

Ihre Schwingenstange wird von einer auf der Treibachse sitzenden Hubscheibe angetrieben (siehe Textabb. 5). Es sind daher die Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des inneren Schiebers ausgeschlossen, die sich bei der Ableitung der Schieberbewegung von den äußeren Steuerungen\*) oder beim Antrieb der Schwingenstange von einem Kuppelradsatz aus\*\*) ergeben haben. Die Triebwerks- und Steuerungsteile wurden so leicht wie möglich gehalten. Das Gestänge ist lang gestreckt angeordnet, die Schwingenkrümmungen konnten daher ziemlich flach verlaufen. Die Steuerungsschaubilder stimmen fast völlig überein. Alle drei Dampfmaschinen weisen gleiche Kolben, Kolbenstangen, Kreuzköpfe, Lenker, Lenkerstangen, Kolbenschieber, Schieberstangenföhrungen, Schwingen und Gleitbahnen sowie Übereinstimmung in den Treibstangen- und Schwingenstangenlängen auf. Sie unterscheiden sich nur in den Längen der Hängeeisen und der gabelförmigen Schieberstangenenden. Diese sind so zueinander abgestimmt, daß trotz des gemeinsamen Antriebes von einer Steuerwelle aus die drei Steuerungen mit gleichen Füllungen arbeiten. Der Kolbenschieberdurchmesser beträgt 200 mm, die Einströmdeckung 30 mm, die Ausströmdeckung 2 mm, die Kanalbreite 40 mm. Höchstdfüllung etwa 80%. Die Zylinder weisen Doppelwandungen auf, so daß das Abkühlen heißer Flächen durch Ausströmdampf aufs Äußerste beschränkt wird.

Die räumliche Unmöglichkeit, am mittleren Zylinder einen Druckausgleicher üblicher Bauart anzubringen, gab Veranlassung zur Anwendung von Druckausgleich-Kolbenschiebern nach Trofimoff\*\*\*), die ihre Brauchbarkeit bereits in Rußland, Österreich und der Tschechoslowakei erwiesen haben. Der Kolbenschieberkörper besteht aus zwei Teilen: einer auf der Schieberstange feststehenden kreisrunden Platte und dem eigentlichen, die Dichtungsringe tragenden Kolbenkörper, der in Richtung der Schieberachse frei beweglich ist. Ist der Regler geöffnet, so drückt der Einströmdampf die losen Kolbenkörper auf die fest auf der Schieberstange sitzenden Platten: Das Ganze wirkt wie ein üblicher Kolbenschieber mit einfacher, innerer Einströmung. Wird der Regler geschlossen, so fällt der innere Überdruck zwischen den Schiebern fort. Die losen Körper bleiben infolge der Spannung der Ringe in der Totlage nahe Zylindermitte stehen, zum mindesten wird die in ihnen enthaltene Massenkraft sie nur wenig über diesen Totpunkt hinaus zu bewegen vermögen. Schieberstange und feste Scheiben streifen sich von den losen Körpern ab. Sie bewegen sich entsprechend dem Antrieb durch die äußere Steuerung hin und her, ohne daß die Kanalquerschnitte auch nur teilweise überdeckt oder gar ganz geschlossen werden. Über die vollen Kanalquerschnitte hinweg ist jetzt eine Verbindung zwischen den beiden Kolbenräumen geschaffen: Es ist ein vollkommener Druckausgleich vorhanden. Damit beim Wiedereinströmen des Dampfes die losen Körper sich auf die feststehenden Platten sanft aufsetzen, ist die Einrichtung getroffen, daß sich kurz vor dem Anschlag ein Puffer aus Dampf-Luftgemisch bildet, das sich durch zweckentsprechend angeordnete Nuten nach und nach verflüchtigt. — Wie man erkennt, ist der Trofimoff-Schieber eng verwandt mit dem deutschen Nicolai-Schieber †). Der grundsätzliche Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, daß Trofimoff die

Nicolaische Feder, die eine nur kurze Lebensdauer aufzuweisen pflegte, durch die Spannung des Einströmdampfes ersetzt hat. Die beiden überragenden Vorzüge des Trofimoff-Schiebers sind:

1. Vollständiger Druckausgleich ohne jegliche Leerlaufarbeit, da die Dampfkanäle bei Leerlauf niemals überdeckt oder überschliffen werden.
2. Geringe Abnutzung des Steuerungsgetriebes, da Steuerung bei Leerlauf zweckmäßigerweise auf Mitte gelegt wird.

Der Erfolg des Trofimoff-Schiebers hängt stark von dem Einfühlen des Führers in die Handhabung der Steuerung ab. Allgemein gültige Regeln für das Verhalten in den „gefährlichen“ Augenblicken — Schließen und Wiederöffnen des Reglers — scheinen sich nicht aufstellen zu lassen.

Die Siamesischen Staatsbahnen haben bisher gute Erfahrungen mit diesem neuartigen Druckausgleicher gemacht. — Bei Verwendung von Trofimoff-Schiebern sind Luftsaugventile entbehrlich. Im vorliegenden Falle waren sie schon vorgesehen, ehe man sich zu einem Versuch mit den neuen Schiebern entschloß.

Der Lokomotivrahmen setzt sich aus verschiedenen Teilen zusammen. Im Bereich der Kuppelachsen sind auf Wunsch der Bahn 28 mm starke Hauptrahmenplatten verwendet. Nach vorn schließen sich 80 mm starke Barren an, die man dem Plattenrahmen wegen der besseren Zugänglichkeit zum Innentriebwerk vorzog. Um beim Anheben der Lokomotive die Biegungsbeanspruchung der Barren in mäßigen Grenzen zu halten, wurde der vordere Rahmenteil durch kräftige Rauchkammerstützen abgefangen. Die Verbindung zwischen Platten- und Barrenrahmen ist in Anlehnung an die Ausführung der preußischen  $S_9$ - und  $S_{10}$ -Lokomotiven durchgebildet\*). Der Hinterrahmen mußte wegen der außerordentlich tief herabreichenden Feuerbüchse um den Stehkessel herumgeführt werden. Den Übergang von dem zwischen den Rädern liegenden Hauptrahmen zu dem weit ausladenden, aus 20 mm starken Blechen bestehenden Hinterrahmen bildet ein sofaförmiges Stahlgußstück, welches zweifellos als der konstruktiv schwierigste Teil der Lokomotive anzusehen ist; es hat zu keinerlei Beanstandungen Veranlassung gegeben. Die Hinterrahmenbleche, die gleichzeitig die seitlichen Stehkesselträger aufnehmen, werden zwar hauptsächlich auf Zug beansprucht. Um sie aber auch gegen Druck- und Stoßkräfte beim Schieben oder gegen Biegungsbeanspruchungen beim Kurvenfahren zu sichern, versah man sie mit flossenförmigen Versteifungen (Textabb. 4). Auch das Laufblech wurde zur Erhöhung des Widerstandsmomentes herangezogen; es wurde vor dem Stehkessel auf die Ebene der Hinterrahmenoberkante herabgeführt. Den hinteren Abschluß des Rahmens bildet ein kräftiges Stahlgußstück, welches die nach preußischem Vorbild gestaltete Kupplung zwischen Lokomotive und Tender birgt. — Die starke Neigung der Stehkesselvorderwand allein konnte eine gute Verteilung der Achslasten nicht bewirken. Es wurde planmäßig ein wirksames Gegengewicht im vorderen Rahmenteil untergebracht, welches zum Teil organisch in die Pufferbohle hineinverlegt ist. Das Gegengewicht greift am äußersten Hebelarm an, man kommt also mit einem geringsten zusätzlichen Gewicht aus. Es ist grundsätzlich unzulässig, einen derartigen Gewichtsausgleich durch stärkere Ausführung einzelner Teile erzielen zu wollen. Diese fallen schwerer und teurer aus als nötig, sind daher für andere Lokomotivgattungen kaum zu verwenden. Zudem ergibt sich ein entsprechend höheres Leergewicht der Lokomotive, abhängig von den jeweils kürzeren Schwerpunktabständen dieser Teile.

Die Lokomotiven mußten bei der Werkprobe eine Krümmung von 90 m Halbmesser durchfahren. Dieser Um-

\*) Über  $S_9$ -Lokomotiven siehe Z. V. D. I. 1909, S. 730.

\*) Beispiele:  $S_{10}^2$ - und  $G_{12}$ -Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn (Preußen).

\*\*) Beispiel:  $P_{10}$ -Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn (Preußen).

\*\*\*) D. R. P. 445 776. Die Hanomag besitzt das Ausführungsrecht für das Deutsche Reich. Ein zweiter Vorläufer des Trofimoff-Schiebers ist in der V. D. I.-Zeitschrift 1919, S. 788, Abb. 23 dargestellt. Diesem konnte kein Erfolg beschieden sein, da für ein stoßfreies Anschlag der beweglichen Kolbenkörper beim Einlassen des Dampfes nicht gesorgt ist. — Siehe ferner Meinecke: Leerlaufeinrichtungen an Lokomotiven. Z. d. V. D. I. 1929, S. 726.

†) Siehe: „Die Lokomotive“ 1928, Heft 12, S. 202.

stand beeinflusste die Bestimmung der Seitenausschläge des Drehgestelles und der Lenkachse, die mit  $\pm 77,5$  mm bzw.  $\pm 80$  mm vorgesehen sind. Die schärfsten in Siam vorkommenden Krümmungen sind 145 m für Weichenbogen und

Schlingerns, sanftes Einlaufen in Krümmungen und Schonung der Gleise nach.

Um die Mannschaft gut gegen strahlende Wärme zu schützen, ist die Führerhausvorderwand so weit wie möglich

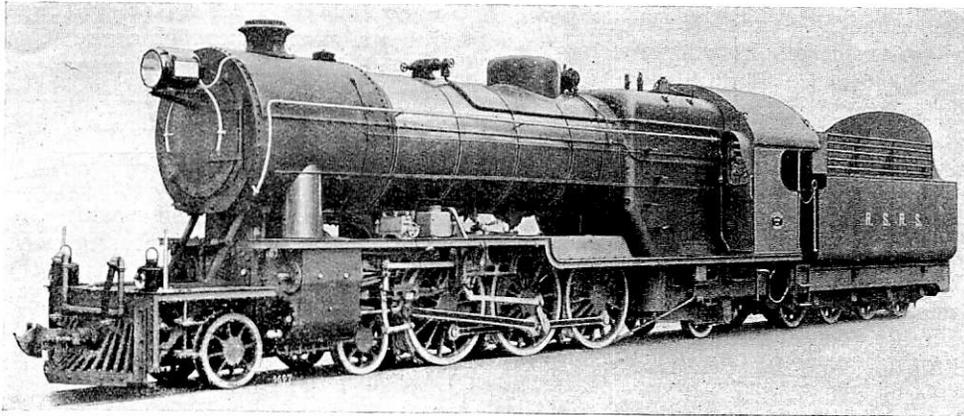


Abb. 3. 2 C1 - Heißdampf - Drilling - Schnellzuglokomotive der Kgl. Siamesischen Staatsbahnen. Entworfen und gebaut 1928 von Hanomag, Hannover-Linden.

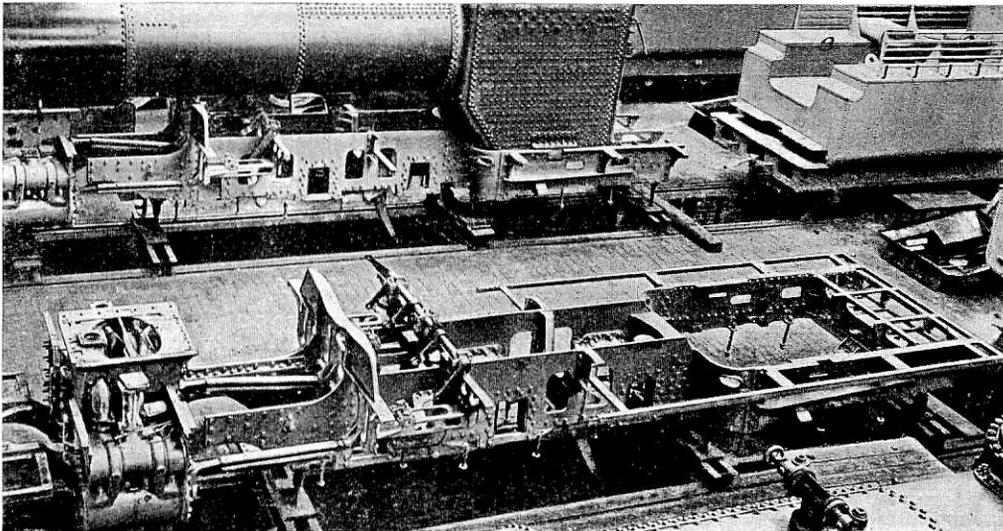


Abb. 4. Lokomotivrahmen.

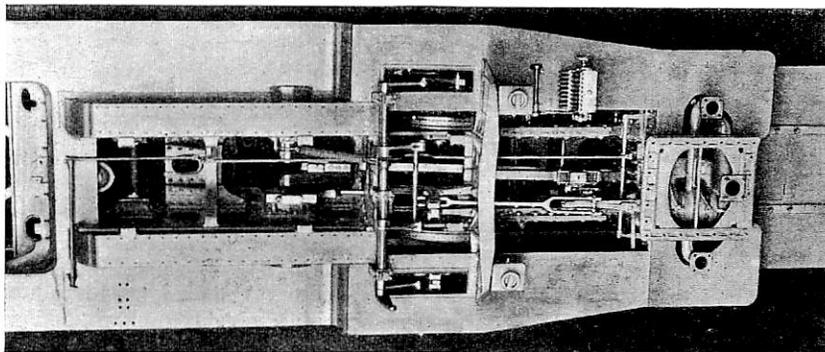


Abb. 5. Blick auf das Innentriebwerk.

156 m auf freier Strecke. Bei größtem Seitenausschlag beträgt die Rückstellkraft des Drehgestells 3800 kg, diejenige der Lenkachse 1640 kg. Derart hohe Werte, bezogen auf den entsprechenden Achsdruck, sind in Deutschland nicht üblich. Der Konstrukteur wählte sie auf Grund der guten Erfahrungen welche die Südafrikanischen Bahnen mit hohen Rückstellkräften gemacht haben. Man rühmt ihnen Verringerung des

zurückgesetzt. Die Stehkesselbekleidung ragt nur 260 mm ins Führerhaus hinein. Dampfentnahmestutzen und Steuerungschraube befinden sich außerhalb.

Der vierachsige Tender fällt durch die seitlichen Gitter und die rückwärtige Schutzwand zum Aufstapeln des Holzes auf. Die Drehgestelle erhielten Plattenrahmen, wie vorgeschrieben.

Von bemerkenswerten Sonderausrüstungen seien erwähnt: ABC-Kupplung, elektrische Beleuchtung „Pyle“, Dreiklangpfeife neben einer Einklangpfeife, Heißwassersandstreuer, Vorrichtung zum Reinigen der Schienen mit Heißdampf, Dampfbremse für Lokomotive, Luftsaugbremse der englischen Vacuum Brake Cy für Tender und Wagenzug, Geschwindigkeitsmesser „Hasler“, Aschkastenspritze, Rauchkammerspritze, Pyrometer und Mikro-Indikator der Cambridge Instrument Cy Ltd. Eine Lokomotive wurde mit Friedmann-Abdampf-Injektor ausgerüstet.

Die neuen Schnellzuglokomotiven der Siamesischen Staatsbahnen bedeuten einen vollen Erfolg\*). Amtliche Versuchsfahrten stehen noch aus. Im regelmäßigen schweren Betriebe haben sich die Lokomotiven durch hohe Zugkraft und große Leistungsfähigkeit als überlegen gezeigt. Man schätzt ihr gutes Anfahrvermögen, das schnelle Dampfmachen, ausgezeichnete Dampfhaltend und ihren außerordentlich ruhigen und weichen Lauf. Ausschlaggebend für die Beurteilung der neuen Gattung wird jedoch die Tatsache sein, daß sich ein auffallend geringer Verbrauch an Brennstoff herausgestellt hat.

#### Hauptangaben.

Spurweite . . . . .	1000 mm
Zylinderdurchmesser . . . . .	d = 382 „
Kolbenhub . . . . .	s = 610 „
Kesseldruck . . . . .	12 atü
Rostfläche . . . . .	R = 2,65 m <sup>2</sup>
Wasserverdampfende Heizfläche feuerberührt	
	H <sub>w</sub> = 126 „
Überhitzerheizfläche . . . . .	H <sub>ü</sub> = 40 „
Gesamtheizfläche . . . . .	H <sub>ges</sub> = 166 „
Treibraddurchmesser . . . . .	D = 1371 mm
Lauferraddurchmesser der Lokomotive . . . . .	762 „
„ des Tenders . . . . .	851 „
Kesselmitte über Schienenoberkante . . . . .	2560 „
Wasservorrat des Tenders . . . . .	15 m <sup>3</sup>
Holzvorrat „ „ . . . . .	11 „
Reibungsgewicht . . . . .	G <sub>r</sub> = 31500 kg
Dienstgewicht der Lokomotive . . . . .	56540 „
„ des Tenders . . . . .	33060 „
Größter Achsdruck . . . . .	10500 „
Länge der Rohre zwischen den Wänden . . . . .	4500 mm
Anzahl der Rauchrohre 125/133 Ø . . . . .	24
„ „ Heizrohre 51,5/57 Ø . . . . .	101
Freier Rostquerschnitt . . . . .	0,373 m <sup>2</sup>

\*) Der Hanomag wurden inzwischen acht weitere Lokomotiven der gleichen Bauart in Auftrag gegeben.

$$\frac{H_{ges}}{R} = 62,8 \quad \left| \quad \frac{H_w}{R} = 47,5 \right.$$

$$\frac{H_{ü}}{H_w} = \frac{1}{3,14} \quad \left| \quad \frac{H_{ü}}{H_{ges}} = \frac{1}{4,16} \right.$$

Wasserinhalt des Kessels (Wasserspiegel 150 mm über Feuerbüchdecke) . . . . .	5,60 m <sup>3</sup>
Dampfinhalt des Kessels (Wasserspiegel 150 mm über Feuerbüchdecke) . . . . .	K = 2,77 „
Wasserverdampfende Oberfläche . . . . .	O = 9,35 m <sup>2</sup>

Heizwert des Brennstoffes . . . . .	4200—4400 WE
Angenommene Heizflächenbelastung . . . . .	54 kg/m <sup>2</sup> -Std.
Angenommener spez. Dampfverbrauch . . . . .	7,5 kg/PS <sub>i</sub> -Std.
Höchste Dauerleistung . . . . .	N' = 905 PS <sub>i</sub>
Stündlich erzeugte Dampfmenge . . . . .	Q = 6800 kg
	$\frac{Q}{R} = 2560 \text{ kg/m}^2\text{-Std.}$
	$\frac{Q}{O} = 728 \text{ kg/m}^2\text{-Std.}$

Günstigster mittlerer Kolbendruck nach Strahl . . . . .	3,6 atü
Günstigste Zugkraft . . . . .	3500 kg
Günstigste Geschwindigkeit . . . . .	70 km/Std.
Größte Zugkraft (0,75 p) . . . . .	8800 kg
Hubraum eines Zylinders . . . . .	J' = 70,0 l
Hubraum des Zylinders einer gleichwertigen Zwillingslokomotive J = 1,5 J' = 105 l	
Zugkraftcharakteristik . . . . .	C <sub>Z</sub> = 1,5 d <sup>2</sup> $\frac{s}{D}$ = 980
Reibungscharakteristik C <sub>R</sub> = $\frac{C_Z}{G_r} = \frac{980}{31,7} = 30,8$	
Kesselcharakteristik . . . . .	C <sub>K</sub> = $\frac{J}{R} = 39,6$
Fester Achsstand der Lokomotive . . . . .	2900 mm
Geführte Länge der Lokomotive . . . . .	2900 „
Gesamtachsstand der Lokomotive . . . . .	8450 „
„ des Tenders . . . . .	3805 „
„ von Lokomotive und Tender . . . . .	14845 „
Gesamtlänge von Lokomotive und Tender über die Puffer gemessen . . . . .	18180 „
Größte Breite . . . . .	2800 „
Größte Höhe . . . . .	3800 „

## Die neue 2 C-Vierzylinder-Heißdampf-Schnellzuglokomotive der Niederländischen Eisenbahnen.

Von Oberingenieur K. Vetter, Wildau.

Hierzu Tafel 17.

Als im Jahre 1919 die vier Eisenbahngesellschaften in Holland sich unter dem Namen „Niederländische Eisenbahnen“ zu einer Gemeinschaft vereinigten, befanden sich bei der Niederländischen Staatsbahn 115 Stück 2 C-Vierzylinder-Heißdampf-Schnellzuglokomotiven der Serie 3700 im Betriebe. Diese waren die schwersten für die Beförderung von Personenzügen gebrauchten Lokomotiven auf den Hauptstrecken des holländischen Eisenbahnnetzes. 95 Stück sind mit dreiachsigen Tenders und 20 Stück mit vierachsigen Tenders ausgerüstet. Die leistungsfähigen und auch wirtschaftlich sehr gut arbeitenden Lokomotiven bedienten hauptsächlich den schweren internationalen Durchgangsverkehr mit bestem Erfolg.

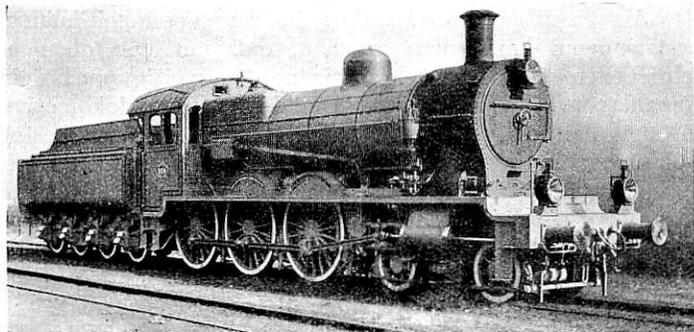
Bei Zunahme des Verkehrs wurden auch die zu befördernden Züge schwerer, so daß man allmählich mit größeren Füllungen fahren mußte. Auf Grund der im Betriebe gemachten Erfahrungen erwiesen sich diese vergrößerten

Füllungen als unwirtschaftlich. Eingehende Untersuchungen ergaben, daß die Leistung des Kessels den Anforderungen voll genügte und eine geringe Vergrößerung der Zylinderdurchmesser von 400 auf 420 mm einerseits eine gute Übereinstimmung der Kessel- und Maschinenleistung herbeiführte, andererseits eine Verminderung der Zylinderfüllung erlaubte.

Bei den neuen Lokomotiven sollten gleichzeitig auch noch folgende Änderungen ausgeführt werden:

Anstatt der bisher verwendeten Speisewasser-Vorwärmer sollten Abdampf-Injektoren von Davies & Metcalfe angebracht werden, nachdem die Versuche mit diesen Apparaten an einigen der vorhandenen Lokomotiven sehr günstige Ergebnisse gezeitigt hatten. — Als Sicherheitsventile werden diejenigen der bewährten Bauart „Ackermann“ verwendet. — Da die Lokomotiven gegebenenfalls auch im Güterzugdienst verwendet werden, sollten auch die Räder des vorderen Drehgestelles gebremst und neben der selbsttätigen war auch eine

Zusatzbremse (Henry) anzubringen. Der Inhalt des Hauptluftbehälters mußte infolgedessen von 375 auf 500 l vergrößert werden. An Stelle der Wakefield Schmierpumpen waren ventillose Schmierpumpen von Friedmann Cl. N. zu verwenden. Die Haupttrahmenbleche mußten auf 30 mm verstärkt werden; ebenso mußten Pufferträger bedeutend verstärkt werden. Die Anordnung der Ein- und Ausströmrohrstützen in der Rauchkammer sollte so geändert werden, daß ihre Befestigung an den Zylindern möglichst einfach und sicher erfolgen kann. Endlich wurde der Radstand des vorderen Drehgestelles um 100 mm auf 2200 mm verlängert, um das Abnehmen der Zylinderdeckel zu erleichtern.



2 C-Vierzylinder Heißdampf-Schnellzuglokomotive Serie 3816 der Niederländischen Eisenbahnen.

Auf Grund dieses Programmes erhielt die Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vormals L. Schwartzkopff in Berlin den Auftrag auf Lieferung einer Anzahl dieser neuen geänderten Lokomotiven, Serie 3816.

Die Hauptabmessungen der neuen Serie im Vergleich zur alten Lokomotivserie sind:

	S e r i e	
	3816	3700
a) Lokomotive		
Zylinderdurchmesser . . . . .	420	400 mm
Kolbenhub . . . . .	660	660 „
Treibraddurchmesser . . . . .	1850	1850 „
Laufreddurchmesser . . . . .	930	930 „
Fester Radstand . . . . .	4200	4200 „
Gesamter Radstand . . . . .	8700	8650 „
Dampfüberdruck . . . . .	12	12 kg/cm <sup>2</sup>
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	15	15 m <sup>2</sup>
„ der Rohre . . . . .	130	130 „
„ des Kessels . . . . .	145	145 „
„ des Überhitzers . . . . .	43	43 „
Gesamtheizfläche . . . . .	188	188 „
Rostfläche . . . . .	2,84	2,84 m <sup>2</sup>
Leergewicht . . . . .	68500	66000 kg
Dienstgewicht . . . . .	74500	72000 „
Reibungsgewicht . . . . .	49500	48000 „
Größte Zugkraft (0,75 p) . . . . .	11300	10300 „
Größte Geschwindigkeit . . . . .	90	90 km/Std.
Kleinster Kurvenhalbmesser . . . . .	140	140 m
b) Tender		
Raddurchmesser . . . . .	1100	1220 mm
Fester Radstand . . . . .	4800	4000 „
Gesamter Radstand . . . . .	4800	4000 „
Wasservorrat . . . . .	28	18 m <sup>3</sup>
Kohlenvorrat . . . . .	6000	6000 kg
Leergewicht . . . . .	28000	19000 „
Dienstgewicht . . . . .	62500	43000 „

Die Bauart der neuen Lokomotive ist auf Tafel 17 dargestellt. Die vier gleichgroßen Zylinder liegen wagrecht nebeneinander und treiben sämtlich die erste der gekuppelten

Achsen an. Das Drehgestell hat Einzelfedern über jedem Rade, deren Gehänge wieder durch besondere Spiralfedern gegen den Rahmen abgestützt sind. Das Drehgestell hat, außer der Drehung um einen Mittelzapfen, eine Verschiebung von 63,5 mm nach jeder Seite. Die mittlere Kuppelachse hat um 10 mm schwächere Spurkränze, so daß die Lokomotive Gleiskrümmungen bis 140 m anstandslos durchfahren kann. Das Rahmengestell weist keine Besonderheiten auf. Es besteht aus zwei Haupttrahmenblechen von 30 mm Stärke und reichlich angeordneten Querverbindungen. Der vordere Pufferträger ist kastenförmig aus zwei Blechplatten und zwei U-Eisen gebaut. Diese Bauart ist gegenüber der früheren, welche nur aus einem Blech und Eckverstärkungen bestand, bedeutend widerstandsfähiger bei Zusammenstoßen. Sämtliche Tragfedern erhielten besondere Sattelstücke an Stelle der festen runden Augen an den Enden der obersten Federblätter. Die Tragfedern der gekuppelten Achsen sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden.

Der Kessel ist, abgesehen von einigen Blechverstärkungen, derselbe wie bei den bisherigen Lokomotiven geblieben. Er besitzt einen Stehkessel Bauart „Belpaire“, die Hinterwand ist nach vorn geneigt, die innere Feuerbüchse ist aus Kupfer. Es sind 158 Heizrohre von 43/48 mm Durchmesser und 24 Rauchrohre von 125/133 mm Durchmesser und 4242 mm Länge vorhanden. In den Rauchrohren ist ein Dampfüberhitzer Bauart Wilhelm Schmidt untergebracht mit 24 Elementen, bestehend aus je einem vierfachen Rohrbündel, die Rohre mit 31/38 mm Durchmesser. Der bisher übliche, mit Regulierklappen versehene Abschlußkasten für die Überhitzerrohre in der Rauchkammer fällt zukünftig weg.

Von den Kesselausrüstungen sind neben den allgemein üblichen noch zu erwähnen: ein „Kombination“-Injektor Nr. 11 von Gresham & Craven, ein Abdampf-Injektor Cl. H. Nr. 10 von Davies & Metcalfe, zwei Sicherheitsventile „Ackermann“, ein Dampfregler mit Doppelschieber, eine nach innen aufklappbare Feuertür.

Die Roststäbe ruhen auf walzenförmigen Trägern, vorn ist ein Kipprost vorgesehen. Der Wärmeschutz des Kessels besteht aus einer Blechbekleidung, unter welche eine Schicht von besonders zugearbeiteten Filzplatten geklebt ist.

Die vier in einer Ebene wagrecht nebeneinander liegenden Dampfzylinder mit einfacher Dehnung werden durch je einen besonderen Schieber gesteuert. Der Antrieb der beiden inneren Schieber erfolgt durch zwei auf der Kurbelachse befestigte Exzenter. Die Bewegung der äußeren Schieber wird durch Doppelhebel von den inneren Schiebern abgeleitet. Die Kolbenstangen aus Vibrac-Stahl sind nach vorn durchgeführt. An den Enden der Zylinder ist je ein Luftsaug- und Sicherheitsventil angebracht. Die Steuerung der Schieber hat die Bauart „Walshaert“ mit Füllungen bis 80%. Die Umsteuerung geschieht durch einen auf der rechten Seite im Führerstand vorgesehenen Steuerbock mit Kurbel.

Eine selbsttätige Luftdruckbremse Bauart Westinghouse mit Zusatzbremse von Knorr wirkt auf alle gekuppelten Räder und auf die Laufäder am vorderen Drehgestell und am Tender. Die Verbund-Luftpumpe hat die bekannten Christensen-Ventile. Der Tender besitzt außerdem noch eine kräftige Handspindelbremse. Unter den Laufblechen ist je ein geräumiger Sandkasten befestigt mit einem Druckluftsandstreuer von Gresham & Craven, welcher Sand vor die vorderen Kuppelräder leitet. Im Führerstand ist ein aufzeichnender Geschwindigkeitsmesser Bauart Hassler und eine Dampfheizungseinrichtung für den Wagenzug. Die gesamte Ausrüstung ist an der Kesselrückwand sehr praktisch und vom Führer leicht bedienbar angeordnet.

Der Tender hat zwei Eigentümlichkeiten, die besonders hervorzuheben sind: Die vier Achsen sind in einem

festen Rahmen gelagert. Die Spurkränze der beiden Mittelachsen sind 10 mm schwächer als die übrigen; hierdurch kann auch der Tender Krümmungen von 140 m Halbmesser durchfahren. Diese Anordnung, die u. a. auch bei Tendern der Dänischen Staatsbahn zu finden ist, hat sich ausgezeichnet bewährt und führt einen sehr ruhigen Lauf des Tenders herbei, was bei Tendern mit Drehgestellen nicht immer der Fall ist. Der mit gewölbten Seitenwänden und Bodenblechen ausgeführte Wasserkasten hat oben auf beiden Seiten je eine sich über die ganze Länge des Kastens erstreckende Einlauföffnung mit zweiteiligen Klappdeckeln. Diese allerdings schon bekannte Einrichtung ist für das Füllen der Tender sehr vorteilhaft und zeitsparend.

Das Äußere der Lokomotive ist sehr gefällig und macht durch den hellgrünen Anstrich, den leuchtendroten Pufferträger und die blanke Dom- und Sicherheitsventilbekleidung aus Messing einen lebhaften Eindruck, durch den sich gerade die Lokomotiven in Holland besonders auszeichnen.

Die neuen Lokomotiven befördern, wie die Erfahrung gezeigt hat, ohne Schwierigkeit auf gerader ebener Strecke einen Wagenzug von 600 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 90 km/Std. bei einer mittleren wirtschaftlichen Füllung von 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Zum Schluß sei noch auf eine Erscheinung hingewiesen, die sich überall dort zeigt, wo sich mehrere ältere Bahnbetriebe zu einem einzigen vereinigen: die Vereinheitlichung der Betriebsmittel.

Als in Holland die vier bestehenden Eisenbahngesell-

schaften unter einer einzigen Verwaltung vereinigt wurden, waren nicht weniger als über 60 verschiedene Lokomotivbauarten vorhanden. Eine kleine Bahngesellschaft hatte z. B. etwa 20 Lokomotiven im Betrieb, von welchen kaum eine der anderen gleich war. Bei dem verhältnismäßig kleinen Bahnnetz in Holland bedeutet diese große Verschiedenheit in den Lokomotiv-Bauarten ein großes Hindernis in der wirtschaftlichen Unterhaltung und im glatten Betrieb der Fahrzeuge. Man wird daher gezwungen sein, auch hier eine Vereinheitlichung der Lokomotiv-Bauarten herbeizuführen, nur wird die Durchführung des Gedankens nicht so schnell vor sich gehen können als bei Bahnen mit größerem Verkehr und daher mit schnellerem Verschleiß der vorhandenen Fahrzeuge.

Als einen gewissen Anfang in den Vereinheitlichungsbestrebungen kann man ansehen, daß mit den oben beschriebenen Schnellzuglokomotiven gleichzeitig auch eine Anzahl von 2 C 2-Vierzylinder-Heißdampf-Tenderlokomotiven für den Personenverkehr bei einer deutschen Firma bestellt worden sind. Diese Tenderlokomotiven erhalten den Kessel und das gesamte Triebwerk bis zur dritten Kuppelachse in genau derselben Ausführung wie bei den 2 C-Schnellzuglokomotiven. Hiermit ist eine weitgehende Möglichkeit des Austausches einzelner Teile und der Verringerung des Ersatzteillagers schon bei diesen beiden Bauarten gegeben.

Bei dem ausgesprochenen Flachland-Charakter des holländischen Eisenbahnnetzes werden vorläufig als obere Grenze die 2 C-Bauart für den Personenzugdienst und die 1 D-Bauart für den Güterzugverkehr ausreichend sein, woraus sich eine weitere Vereinfachung in der Vereinheitlichung ergeben wird.

### Neue Wagentypen der Untergrundbahn in Philadelphia.

Die Schaffung neuartiger Triebwagentypen, wie solche für eine Erweiterung ihres Netzes die Untergrundbahn in Philadelphia in größerer Anzahl jetzt in Dienst stellt, bietet in mannigfacher Hinsicht auch für den deutschen Wagenbauer Interessantes, da sie den neuesten Stand des amerikanischen Gleichstromtriebwagenbaues darstellen und somit einen Vergleich mit dem derzeitigen Stande der deutschen konstruktiven Entwicklung, der sich in den Gleichstromtriebwagen der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen verkörpert, ermöglichen. Die neuen Wagen der Untergrundbahn in Philadelphia sind von der auf dem Gebiete des Straßen- und Schnellbahntriebwagenbaues als fortschrittlich durch ihre grundlegenden Neukonstruktionen bekannten Waggonfabrik Brill erbaut worden, und zeigen manche neuartigen Konstruktionsmerkmale.

Um eine wirtschaftliche Zugaufteilung zu erhalten, wurden die Wagen mit 20,6 m Länge als Drehgestellwagen ausgeführt, weisen 3050 mm Breite auf und wiegen mit vollständiger Ausrüstung 50 t. Die Kosten eines Wagens betragen bei einer Lieferung von insgesamt 150 Wagen rund 40000 Dollar. Das Gewicht liegt damit ziemlich weit über den bei Wagen deutscher Bauart gewohnten Gewichten und deutet die typisch amerikanische Bauweise an, bei der durch eine weitgehende Verwendung von Stahlgußteilen das Streben nach Gewichtsverminderung nicht so betont wird, als dies bei uns der Fall zu sein pflegt. Die Grundrißanordnung ist besonders kennzeichnend für die amerikanische Richtung, sie zeigt beiderseits drei Doppelschiebetüren und dementsprechend im Wageninnern vier Sitzplatzräume, gleichzeitig aber auch Stehplatzräume an den Eingangstüren von erheblicher Ausdehnung. Diese werden noch dadurch erweitert, daß — entgegen der sonstigen Querplatzanordnung — an den Eingangsräumen nur kurze Längssitze vorgesehen sind, so daß an diesen besonders breite Räume für den Verkehr der Reisenden entstehen. Von den 75 Sitzplätzen des Wagens entfallen 50 auf Quersitze,

von denen fünf auf einer Querreihe mit einem 620 mm breiten Mitteldurchgang liegen. Nach den in Europa üblichen Sitzplatzabmessungen müssen also die Sitze mit rund 440 mm Breite und nur 625 mm Tiefe als recht bescheiden bezeichnet werden. Das gesamte Fassungsvermögen des Wagens beträgt unter Zugrundelegung einer Besetzung mit fünf Reisenden für den Quadratmeter freier Stehplatzfläche 212 Personen. Auch dieser Wert überschreitet den bei der Berechnung dieses Wertes in Europa üblichen, wo nur mit vier Reisenden für den Quadratmeter Stehplatzfläche gerechnet zu werden pflegt.

In jedem Wagen sind an beiden Wagenenden Führerstände auf jeweils entgegengesetzten Seiten vorgesehen, aber so klein gehalten, daß sie nur ein Drittel der Wagenbreite einnehmen, und, wenn sie nicht benutzt werden, derart in einem kleinen Schrank abgedeckt werden können, daß keinerlei Sitzplätze für die Fahrgäste verloren gehen. Dies ist durch den Verzicht auf die Unterbringung aller der Apparate und Einrichtungen, die durch zweckentsprechende Ausbildung auch unter dem Wagen angebracht werden können, ermöglicht worden. Der Platzgewinn gegenüber der in Deutschland üblichen Bauart mit großen, die ganze Wagenbreite einnehmenden Führerräumen und entsprechend großem Fahrgastraumverlust ist bedeutend, und Schwierigkeiten aus dieser Bauart sind nicht bekannt geworden. Dafür gestattet diese aber weiterhin noch die Anbringung von Türen in den Stirnwänden zum Übergang zwischen den Wagen — sei es für Reisende, sei es nur für Personal — eine Einrichtung, die für den Ausgleich der Besetzung allerdings nur unter der Voraussetzung von Wert ist, daß eine Einheitsklasse und keine Unterscheidung zwischen Raucher- und Nichtraucherabteilen vorhanden ist, durch die bei den entsprechenden deutschen Bahnen meist praktisch ein Vierklassensystem geschaffen wird. Auch hier sind 750 mm breite Mitteltüren vorhanden; der Übergang wird durch gummiumnähte Ketten geschützt. Außerdem sind zum Schutz der Reisenden auf den Bahnsteigen bei

starkem Gedränge Scherengitter zwischen den Wagenstirnwänden vorhanden. Alle vorgenannten Türen bestehen aus Leichtmetall.

Die Türschließenrichtung ist mit besonderer Sorgfalt durchgebildet und weist einige Besonderheiten auf, die einer kurzen Erwähnung bedürfen. Die Türen werden durch Druckluft mit elektrischer Steuerung geöffnet wie auch geschlossen. Es kann jeder Wagen einzeln und auch alle gemeinsam von dem führenden Triebwagen aus gesteuert werden. Rote Lampen außen an den Wagen leuchten auf, wenn noch eine Tür geöffnet ist, und grüne Lampen in den Führerständen zeigen an, daß sämtliche Türen geschlossen sind. Einzelne Türen können vom Bahnsteig aus durch das Bahnsteigpersonal durch Druckknöpfe geschlossen werden. Beim Überfahren eines Bahnsteiges kann der Führer die Türen der betreffenden Wagen vom selbsttätigen Öffnen abschließen; schließlich kann vom Wageninnern aus der Führer durch eine elektrische Klingel, deren Druckknöpfe unter Glas mit einem kleinen Hammer daneben im Wagen angeordnet sind, zum Öffnen der Türen aufgefordert werden. Alle hierfür erforderlichen elektrischen Steuerleitungen liegen an einer 32 Volt-Batterie, die gleichzeitig auch das Spitzenlicht, die Notbeleuchtung und andere Überwachungsstromkreise speist.

Großer Wert ist auf gute Lüftung der Wagen gelegt; hierfür ist ein Oberlichtaufbau vorgesehen, außerdem eine Anzahl elektrischer Ventilatoren lediglich zur Luftumwälzung zwecks Kühlung. Die elektrische Heizung wird selbsttätig durch einen Thermostaten geregelt, der beim Anfahren jeweils zur Verringerung der Spitzenlast die Heizung ausschaltet, weil die Strompreise sich nach der Höhe der Spitzenlast richten. Außer den normalen Beleuchtungskörpern sind über den Türräumen von der Batterie gespeiste Notbeleuchtungen vorgesehen.

Die Bauart des Wagenkastens in Stahl mit tragenden Seitenwänden entspricht in den Grundzügen der deutschen; entsprechend den amerikanischen Gepflogenheiten wird jedoch in sehr hohem Maße von Stahlguß Gebrauch gemacht, insbesondere für die Verstärkungen im Untergestell, und außerdem von Leichtmetall für das Dach. Die Seitenwandbleche sind 3,2 mm stark. Die von Dorn-Kupplung kuppelt die Wagen mechanisch, außerdem Luft und 22 elektrische Steuerleitungen; sie kann vom Innern des Führerstandes aus gelöst werden, so daß kein Bedienungsmann neben die Wagen zu treten braucht.

## Technischer Ausschuß des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Vom 11. bis 13. Juni 1929 hielt der Technische Ausschuß des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen unter dem Vorsitz des Herrn Staatssekretär von Samarjay, Präsident der Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen, in München seine 107. Tagung ab. Namens der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft begrüßte Herr Staatssekretär von Frank die Ausschußmitglieder und hieß sie in München herzlich willkommen.

Außer einigen Verwaltungsfragen, die sich aus der im Gange befindlichen Umarbeitung der Satzungen ergaben, nahm der Ausschuß Zwischenberichte zur Kenntnis, die sich auf folgende Gegenstände beziehen:

Abnutzung der Schienen und Radreifen, Radstände der Lokomotiven, Zurückweisung von Wagen wegen Schäden an Spurkränzen, zweiteilige Heizkupplungen, Einschränkung der Breitenmaße der Wagen, Umriß der Laufflächen und des Spurkranzes für abgedrehte Radreifen, Benennung von Wagen und Wagenteilen in deutscher, französischer und italienischer Sprache, Verladung von Betoneisen auf zwei Plattformwagen

Die Drehgestelle mit Schwanenhalsträgern und Schraubendfedern zeigen die bekannte „amerikanische“ Bauart. Die Rahmen sind aus einem Stück in Stahlguß hergestellt. Die Achsen haben Gleitlager. Nur bei sechs Wagen wurde ein Versuch mit Rollenlagern gemacht. Bei den ausnehmend hohen Kosten der Rollenlager, die einen immerhin beachtlichen Teil der Gesamtkosten des Fahrzeuges ausmachen, ist diese Entscheidung, die mit der Zurückhaltung vieler Bahnbetriebe gegenüber den Rollenlagern übereinstimmt, nicht zu übersehen. Ob tatsächlich die Verwendung von Rollenlagern Betriebskostensparnisse in einem solchen Umfange bringt, daß sich die hohen Beschaffungsmehrkosten ausgleichen, sei dahingestellt. An den Schwanenhalsträgern sind die Stromabnehmer für die dritte Schiene befestigt. Diese Lösung, die die Verwendung querliegender Doppel-Elliptikfedern für die Wagenabfederung sowie die Anordnung einer richtigen Wiege mit seitlichem Kastenausschlag gestattet, darf als geschickt und glücklich bezeichnet werden. Das Motordrehgestell enthält zwei Westinghouse-600-Volt-Gleichstrommotoren von 210 PS Leistung, die in Tatzelageraufhängung auf die außen liegenden Triebachsen arbeiten. Die Motoren sind doppelt gelüftet: während der eine Luftstrom in der üblichen Weise am Kommutator eintritt, diesen von unten belüftet und den Anker durchströmt, und am anderen Motorende durch den Ventilator ausgestoßen wird, geht der andere Luftstrom, der auf der Rückseite des Kommutators angesaugt wird, zwischen den Feldspulen hindurch und wird von der zweiten Beschauflung des gleichen Ventilators gefördert. Auf diese Weise wird die unmittelbare Belüftung des Kommutators mit der dadurch gegebenen Gefahr der Verschmutzung durch Bremsstaub und starken Abnutzung der Bürsten vermieden. Bei leerem Wagen wird auf der Ebene eine Geschwindigkeit von 75 km/h erreicht, und bei besetztem Zuge eine solche von 39 km/h auf einer Steigung von 3 v. H. Die Steuerung ist eine elektropneumatische Vielfachsteuerung.

Die Westinghouse-Bremse kann pneumatisch und elektrisch gesteuert werden. Jeder Wagen enthält einen Bremsluftpresser. Das Überfahren von auf Halt stehenden Signalen verhindert eine mechanische Fahrsperrung. Vor der Inbetriebnahme wird jeder Wagen eingehenden Versuchs- und Abnahmefahrten über rund 1000 km unter allen nur möglichen Betriebsbedingungen unterworfen, um das sichere Arbeiten aller Einrichtungen festzustellen; dieses Verfahren ist auch für einen so verwickelten Mechanismus wie einen Triebwagen durchaus empfehlenswert. Günther-Weimar.

und Zulassung neuer Verladearten für Eisenbahnschienen, Schrumpmaß der warm aufgezo-genen Radreifen, Klärung der Ursachen der Schienenbrüche, Ausrüstung der Privatwagen mit Handbremsen (§ 19 VWÜ), Frage der Überhöhung in Gleisbögen, Übernahme von Wagen mit schadhafte-n Schalengußrädern.

Sodann genehmigte der Ausschuß die aufgestellte Güteprobenstatistik für das Erhebungsjahr 1927/1928, die von der Geschäftsführenden Verwaltung in Druck gelegt ist und von dort bezogen werden kann.

Ein Antrag der vormaligen niederösterreichischen Landesbahnen auf Aufstellung einer Bremstabelle für Schmalspurbahnen wurde erledigt. Es wurde eine Bremstabelle für Handbremsen und durchgehende langsamwirkende Bremsen bei 400 m Bremsweg und eine Tabelle für durchgehende schnellwirkende Bremsen bei 400 m Bremsweg aufgestellt. Ferner Bremswegtafeln für langsam und schnellwirkende Bremsen. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden in die in

Arbeit befindliche Neuausgabe der Grundzüge für den Bau und den Betrieb der Lokalbahnen eingearbeitet und sodann veröffentlicht werden.

Über die Frage der Einführung der Turbinenlokomotiven wurde eingehend berichtet. Es wurde der Standpunkt eingenommen, daß zur endgültigen Beurteilung der Frage die Zeit noch nicht gekommen ist. Namentlich auch deshalb, weil der Turbolokomotive wieder weitere Konkurrenten in den Kolben-Hochdrucklokomotiven erwachsen sind. Von der weiteren Verfolgung der Angelegenheit wurde einstweilen abgesehen.

Zu einigen das Vereinswagenübereinkommen betreffenden Fragen wurde vom Technischen Ausschuß Stellung genommen, und zwar wurden die Anträge auf Bezettelung von Wagen mit losen Tragfederkeilen, auf eine Zusatzbestimmung über den Abstand der Ladung von den Stirnwänden der Wagen, auf Herabsetzen der Grenzen von 300 Schadeneinheiten im Wagenübergangsverkehr mit kleineren Verwaltungen abgelehnt.

Ein Antrag auf Aufnahme von Beschädigungseinheiten für die Inneneinrichtung von Fischwagen, sowie auf Bearbeitung der Anlage II des VWÜ wurde an den Wagenübergangsausschuß zur Erledigung weitergegeben.

Da die Amtsdauer des jetzigen Preisausschusses mit der im September 1929 abzuhaltenden Vereinsversammlung endigt, nahm der Technische Ausschuß die ihm obliegende Wahl von sechs neuen Preisausschußmitgliedern vor. Es wurden die bisherigen Mitglieder wiedergewählt.

Als wichtigsten Gegenstand behandelte der Technische Ausschuß die Neubearbeitung der Technischen Vereinbarungen über den Bau und den Betrieb der Hauptbahnen und Nebenbahnen sowie der Grundzüge über den Bau und den Betrieb der Lokalbahnen. Der Ausschuß nahm Kenntnis von dem Stande der Arbeiten und beschloß, eine besondere Tagung abzuhalten, sobald

die Technischen Vereinbarungen und die Grundzüge endgültig fertiggestellt sind. Über die Art der Neubearbeitung dieser beiden wichtigen Drucksachen des Vereins wird an dieser Stelle noch besonders berichtet werden.

Schließlich wurden noch Fragen des Technischen Vereinsorgans behandelt. Hier ist besonders hervorzuheben, daß für die Jahre 1918 bis 1927 ein Sach- und Namensverzeichnis herausgegeben wurde, das beim Aufsuchen von Aufsätzen früherer Jahre außerordentlich wertvolle Hilfe leistet, und das von C. W. Kreidels Verlag in München käuflich erworben werden kann. Ein solches Verzeichnis ist regelmäßig in zehnjährigen Zeitabschnitten herausgegeben worden. Bei dem neuen Verzeichnis ist die systematische Einteilung des Stoffes verlassen, die Anordnung ist nach alphabetisch geordneten Stichwörtern gewählt, wie es auch bei anderen Zeitschriften üblich ist. Weiterhin besteht in der äußeren Form gegenüber den früheren Verzeichnissen der Unterschied, daß der Text nicht über Seitenbreite gesetzt ist, sondern in der üblichen Spaltenform. Das wirkt raumersparend, gibt eine bessere Übersicht und ein besseres typographisches Bild. Die Vielseitigkeit des Fachgebietes zeigt sich in den Stichwörtern. So sind z. B. im Stichwort „Bahnhöfe“ 32 Artikel über Personenbahnhöfe, 22 über Güterbahnhöfe aufgeführt. Weitere umfangreiche Stichwörter sind „Bahnunterhaltung, Bahnbau, Oberbau“ mit 84, 28, 80 Artikeln. Im Abschnitt „Dampflokomotiven“ sind 49 Sammelbeschreibungen und rund 250 Beschreibungen mit Konstruktionsangaben einzelner Lokomotiven enthalten. Das Gebiet der Schienenschweißung, der Verschiebetechnik, der Fahrzeugbewegung, und Werkstätten haben ausgedehnte Besprechungen erfahren. —

Die nächste Sitzung des Technischen Ausschusses soll auf Einladung der Westfälischen Landeseisenbahn-Gesellschaft in Münster in Westfalen stattfinden. Die Festsetzung der Zeit wurde der vorsitzenden Verwaltung überlassen. C.

## Aus amtlichen Erlassen.

### Vorläufige Richtlinien für die Aufstellung und Unterhaltung von Warnkreuzen an Wegübergängen in Schienenhöhe.

In § 18 (9) der neuen am 1. Oktober 1928 in Kraft getretenen Eisenbahnbau- und Betriebsordnung ist folgendes bestimmt: „Die Wegübergänge müssen mit Warnkreuzen versehen sein. Diese sind an allen unmittelbar am Übergang einmündenden Wegen da aufzustellen, wo Fuhrwerke einschließlich Kraftfahrzeuge und Tiere angehalten werden müssen, wenn die Schranken geschlossen sind, oder ein Zug sich nähert.“

Für die Aufstellung und Unterhaltung der nach dieser Bestimmung an Stelle der bisher gebräuchlichen Warntafeln tretenden Warnkreuze hat die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Richtlinien herausgegeben.

Es werden drei Formen von Warnkreuzen mit rot und weiß gestrichenen Armen und mit Pfosten in dunkelgrauer Farbe, das einfache Halbkreuz an beschränkten Wegübergängen, das einfache Vollkreuz an den unbeschränkten und das doppelte Vollkreuz an den unbeschränkten mehrgleisigen Wegübergängen verwendet (s. Abb.). Bei letzteren ist das Doppelkreuz auch dann aufzustellen, wenn die Möglichkeit des Begegnens von Zügen untereinander oder mit Rangierfahrten auf dem Übergange ausgeschlossen ist.

An allen Wegübergängen, die durch die Wegebaupflichtigen nach dem Muster der Reichsverordnung vom 8. Juli 1927 durch Kraftfahrzeugwarntafeln gekennzeichnet sind, müssen auch Warnkreuze aufgestellt werden. Durch Aufschriften an den Warnkreuzen auf deren Bedeutung hinzuweisen wird für entbehrlich gehalten, nachdem sich die Verwendung von Zeichen für Anordnungen im Verkehrswesen allgemein ein-

gebürgert hat. Auch dürfen keine sonstigen Anschriften (Reklamen usw.) an den Pfosten angebracht werden.

Der Standort der Warnkreuze muß nachstehenden drei Anforderungen genügen:

1. Vom Warnkreuz aus muß, namentlich bei unbeschränkten Wegübergängen, die Bahnstrecke möglichst weit nach beiden Richtungen eingesehen werden können.
2. Das Warnkreuz muß von der Straße aus auf eine ziemlich große Entfernung gesichtet werden können.
3. Das langsam fahrende ortsübliche längste Fuhrwerk muß den Wegübergang auch dann noch gefahrlos überqueren können, wenn erst nach seiner Vorbeifahrt am Warnkreuz ein Zug auf der einzusehenden Bahnstrecke auftaucht.

Die Anforderung 1 zwingt zu einem möglichst nahen Heranrücken der Warnkreuze an den Wegübergang, besonders dann, wenn die Übersichtsverhältnisse der Strecke ungünstig sind. Den Abstand der Warnkreuze von den Gleisen zu vergrößern, um das Scheuen der Zugtiere zu verhüten, ist bei dem ständig zunehmenden Kraftfahrzeugverkehr nicht empfehlenswert. Auch braucht im allgemeinen auf ein Durchrutschen der Kraftfahrzeuge über die Warnkreuze hinaus keine Rücksicht genommen werden. Nur bei Wegen, die gegen die Bahn steil abfallen, kann ein gewisser Sicherheitszuschlag gemacht werden, wenn nicht die Erzielung ausreichender Streckenübersicht vom Warnkreuz aus etwas anderes erfordert. Die Richtlinien schreiben als Regelentfernung der Warnkreuze von

der ersten Schiene das Maß von 5 m vor. Erforderlichenfalls darf dieses Maß vergrößert werden, aber tunlichst nicht über 10 m hinaus.

Damit die Anforderung 2 erfüllt wird, soll angestrebt werden, daß die Warnkreuze auch unter ungünstigen Verhältnissen auf den Straßen, die für den Kraftfahrzeugverkehr von Bedeutung sind auf mindestens 50 m, auf den übrigen Wegen auf mindestens 20 m von der rechten Straßenfahrbahn aus sichtbar sind.

in ganz besonderen Ausnahmefällen (behinderte Sicht) zugelassen. Der untere Rand der Kreuze soll 2,5 m über dem Erdboden sein. In gekrümmten Wegeinschnitten können zur Erzielung größerer Sichtweiten die Kreuze auch höher angebracht werden.

Im allgemeinen sind die Kreuze senkrecht zur Wegachse anzuordnen. Da die Kreuze bei richtiger Aufstellung und bei vorschriftsmäßiger Führung der Kraftfahrzeuge frühzeitig genug vom Scheinwerferlicht der Kraftfahrzeuge bestrahlt

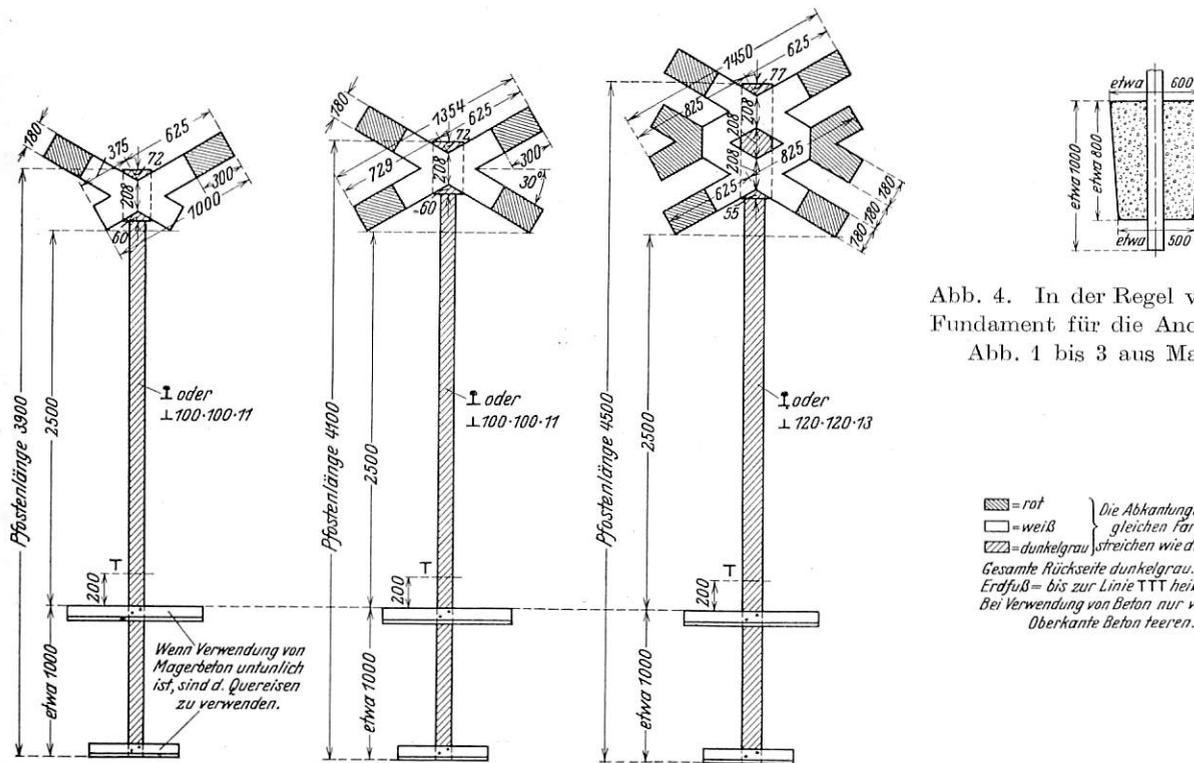


Abb. 4. In der Regel vorzusehendes Fundament für die Anordnung nach Abb. 1 bis 3 aus Magerbeton.

= rot  
 = weiß  
 = dunkelgrau

Die Abkantungen sind in den gleichen Farbtönen zu streichen wie d. Seitenflächen.  
 Gesamte Rückseite dunkelgrau.  
 Erdfuß = bis zur Linie T T heiß geteert.  
 Bei Verwendung von Beton nur von T bis Oberkante Beton teeren.

Abb. 1. Wegübergänge mit Schranken.

Abb. 2. Für eingleisige Wegübergänge ohne Schranken.

Abb. 3. Für mehrgleisige Wegübergänge ohne Schranken.

Die Anforderung 3 ist meist nur bei unbeschränkten Übergängen mit geringer Streckenübersicht von Bedeutung. Sie ist erfüllt, wenn die Zeit, die das langsam fahrende Fuhrwerk zum Befahren des sogenannten Gefahrenraums braucht (das ist des Raumes vom Warnkreuz bis zu einem um Fahrzeuglänge hinter der jenseitigen Lichtraumgrenze gelegenen Punkte) kleiner ist, als die Fahrzeit des schnellsten Eisenbahnzuges auf der einzusehenden Strecke.

Da für alle Fahrzeuge die rechte Wegseite vorgeschrieben ist, müssen die Warnkreuze gleichfalls auf der rechten Wegseite aufgestellt werden. Linksaufstellung ist nur

werden, liegt kein Bedürfnis vor, sie eigens zu beleuchten. Auf die Erhaltung eines guten Farbanstriches der Kreuze ist zu achten. Der ordnungsmäßige Zustand der Warnkreuze ist vom Vorsteher der Bahnmeisterei von Zeit zu Zeit nachzuprüfen. Er hat dabei besonders darauf zu achten, daß die Sichtbarkeit der Kreuze nicht durch Baumwuchs beeinträchtigt wird. Besonders wichtig ist die Erhaltung eines guten Sichtzustandes an den verkehrswichtigen Wegübergängen bei dessen Feststellung es nützlich sein kann, auch die Wegbenutzer, insbesondere Sachverständige aus Kreisen des Kraftfahrzeugverkehrs zu befragen. D.

## Persönliches.

### Personalwechsel in der Direktion der Niederländischen Eisenbahnen.

In der am 28. Juni 1929 abgehaltenen Generalversammlung der Aktieninhaber der Gesellschaft für den Betrieb Niederländischer Staatseisenbahnen und der Holländischen Eisenbahn-Gesellschaft wurde dem Direktor Ir. J. A. Kalf die nachgesuchte Entlassung bewilligt. Bei dem ihm zu Ehren von diesen Gesellschaften veranstalteten Abschiedessen würdigte der Minister für Wasserbau die vielen und großen Verdienste, welche der scheidende Direktor sich um die Förderung des Niederländischen Eisenbahnwesens erworben hat, und teilte ihm seine Ernennung zum Groß-Offizier des Orange-Nassauordens mit.

Als Nachfolger von Ir. J. A. Kalf ist der bisherige Chef

des Betriebsdienstes der Niederländischen Eisenbahnen, Ir. E. C. W. van Dyk, zum Direktor der Niederländischen Eisenbahnen ernannt worden.

Ir. van Dyk wurde am 18. April 1877 in Probolinggo (Java) geboren, bestand 1895 die Reifeprüfung der Oberrealschule in Semarang und studierte von 1895—1899 an der Technischen Hochschule in Delft.

Vom 15. März 1900 bis 15. April 1902 war Herr van Dyk als Aspirant-Adjunkt-Ingenieur im Dienste der Gesellschaft für den Betrieb Niederländischer Staatseisenbahnen, wonach er als Ingenieur in den Dienst der Niederländischen Zentral-Eisenbahngesellschaft übergang. Am 1. Juni 1907 wurde er

zum Chef des Bau- und Unterhaltungsdienstes dieser Eisenbahngesellschaft ernannt. Bei der Vereinigung der verschiedenen großen Eisenbahngesellschaften zu der Betriebsgemeinschaft Niederländischer Eisenbahnen am 1. Mai 1919 trat Herr van Dyk als Oberingenieur, Adjunkt-Chef des Bahnbau- und -unterhaltungsdienstes, in den Dienst der Niederländischen Eisenbahnen. Am 1. September 1920 erfolgte seine Ernennung als Sekretär, Chef des Allgemeinen Dienstes, welches Amt er am 1. Mai 1924 wechselte mit dem Amt eines Chefs des Betriebsdienstes.

Herr van Dyk war seinerzeit Vorsitzender des 1917 eingesetzten Ausschusses zur Schaffung von Einheit in dem Sicherungswesen der Niederländischen Eisenbahnen (die Arbeit dieses Ausschusses führte zur Einführung neuer Signal- und Fahrdienstvorschriften) und ist seit 1. Januar 1924 u. a. Vorsitzender der Abteilung Verkehr und Verkehrstechnik des Königlichen Instituts von Ingenieuren. Aus der Feder des Herrn van Dyk sind viele Abhandlungen, namentlich auf

dem Gebiete des Eisenbahnwesens, in der Zeitschrift „de Ingenieur“, sowie in vielen ausländischen Fachzeitschriften erschienen. Auf praktischem Gebiet ist sein Name verbunden mit dem Oberbau von Eisenbahnschienen von 46 kg pro Meter auf gußeisernen Stühlen, der bei den Niederländischen Eisenbahnen in ausgedehntem Maße Anwendung findet, sowie mit der bei den Niederländischen Eisenbahnen gebräuchlichen Montierung von Eisenbahnschwellen auf mechanisch-elektrischem Wege. Ebenso ist sein Name verbunden mit der Normalisierung der Eisenbahnschienen und des Kleinbahn-oberbaues in den Niederlanden.

Von den unter Leitung des Herrn van Dyk ausgeführten Ingenieurwerken sind hervorzuheben: der Umbau der Rangieranlagen auf den Bahnhöfen Amsterdam Weesperpoort, Maarn und Zwolle Vschbf., der Bau verschiedener Stationen der Niederländischen Zentral-Eisenbahn-Gesellschaft und die Elektrisierung verschiedener Strecken der Niederländischen Buurtspoorweg-Maatschappij.

### Berichtigung zu der Nachricht des V. D. E. über Preiserteilung (im Heft 15, Seite 255).

Der dem Herrn Oberinspektor Schröder, Berlin-Wilmersdorf, Spessartstraße 12, zuerkannte Preis von 1500 *R.M.* wurde ausschließlich für den von ihm angemeldeten „Kopfkappenverschluß für offene Güterwagen“, nicht aber für seine Bewerbung „Drehpfanne für Eisenbahnwagen“ gegeben.

Ferner ist der Preis von 1500 *R.M.* für den Schienenautobus den beiden Bewerbern, Herrn Oberregierungsrat Pogány, stellv. Generaldirektor der Donau-Save-Adria Eisenbahn-Gesellschaft und Herrn Ministerialrat Gordon, ehemaliger Generaldirektor der Donau-Save-Adria Eisenbahn-Gesellschaft zuerkannt worden.

## Berichte.

### Lokomotiven und Wagen.

#### Neue Blasrohrversuche in Frankreich.

Die Paris-Orléansbahn hat im Jahre 1926 Versuche zur Verbesserung der Blasrohrwirkung angestellt. Hierzu wurde

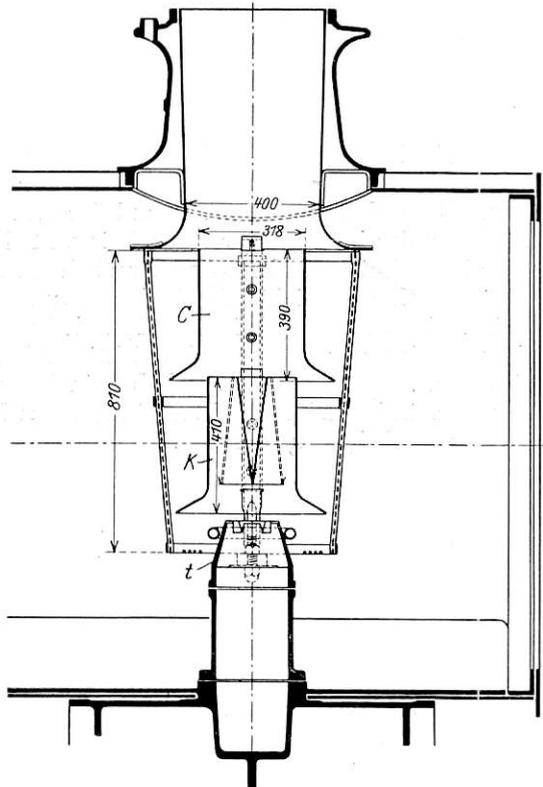


Abb. 1. Anordnung der Ausströmung, Bauart 1 K/1 C.

eine bereits 1919 von Kylälä verwendete Anordnung einmal mit einem Blasrohr mit Zwischendüsen und als zweite Ausführung mit einem trompetenförmigen Kamin verbunden, wobei

man unerwartet günstige Ergebnisse erzielt hat. Abb. 1 zeigt die erstgenannte Bauart, 1 K/1 C genannt, in Abb. 2 ist die von

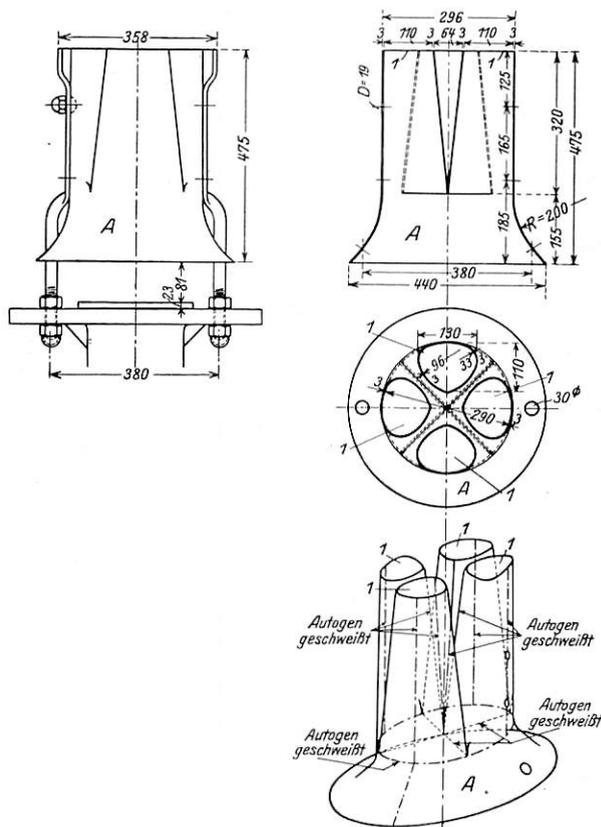


Abb. 2. Ausströmung Bauart Kylälä.

Kylälä erfundene Ausströmung mit vier gesonderten Rohren, die auf Abb. 1 mit K bezeichnet ist, noch besonders dargestellt. Letztere verteilt den Dampf über dem Blasrohr auf vier Düsen,

durch welche er von der Achse der Ausströmung etwas abgelenkt austritt. Die Rauchgase können zwischen diesen Dampfstrahlen durchtreten und vermischen sich auf diese Weise leicht mit ihnen. Abb. 3 stellt die andere Anordnung, Type 1 K/T dar. Hier ist das zylindrische Rohr C auf Abb. 1 durch ein konisches Rohr T ersetzt und gleichzeitig der Kamin stark erweitert. In beiden Fällen ist ein Blasrohr t mit fester oder verstellbarer Öffnung verwendet worden.

An einigen Lokomotiven verschiedener Gattungen wurden Vergleichsversuche angestellt und die Ergebnisse in Kurven aufgezeichnet, welche die Verbesserungen veranschaulichen. Beim gleichen Unterdruck in der Feuerbüchse von 115 mm Wassersäule ergab z. B. die ursprüngliche Anordnung nach Kylälä einen Gegendruck im Blasrohr von 170 mm und die Bauart 1 K/1 C nur 90 mm gegen 300 mm bei dem Blasrohr mit verstellbarer Düse. Der Arbeitsgewinn wird daher gegenüber einem gewöhnlichen Blasrohr unter regelmäßigen Verhältnissen auf der Fahrt verdoppelt. Damit wird auch der Gegendruck auf die Kolben vermindert und die Zylinderdiagrammfläche vergrößert, also die Leistung gesteigert. Dies wirkte sich bei den untersuchten Personenzuglokomotiven in einer Geschwindigkeitserhöhung von 20–30 km/h aus oder gestattete, unter Beibehaltung der früheren Fahrzeit den Zylinderfüllungsgrad zu vermindern. Alles in allem kam die Verbesserung der Regelmäßigkeit des Betriebes zugute.

Die mit der Bauart 1 K/T ausgerüsteten Gattungen 2 C 1 h 4 v und 2 C 1 h 2 sowie die mit der Vorrichtung 1 K/1 C versehenen 1 D n 4 v und 1 D 1 h 2-Lokomotiven wurden im Betriebe beobachtet. Dabei zeigte sich, daß gegenüber der früheren gewöhnlichen Ausströmung Dampfdruck und Wasserstand bei gleichen Verhältnissen auf den Steigungen besser gehalten werden konnten und vielfach Vorspannlokomotiven erspart wurden. Ferner ergaben sich eine größere Verdampfung und eine Ersparnis an Brennstoffen.

(Rev. gen., Ch. d. f. Sept. 1928.)

Bttgr.

### 1 C 2-h 2 Tenderlokomotive der London, Midland und Schottischen Bahn.

Die Lokomotiven, von denen 25 Stück in den Bahnwerkstätten in Derby gebaut wurden, sind zur Beförderung von Vorort Schnellzügen bestimmt. Sie haben außenliegende Zylinder und Heusinger-Steuerung mit Kuhnscher Schleife; die drei Kuppelachsen sind fest im Rahmen gelagert, die vordere Laufachse ist als Bisselachse mit Rückstellpendeln, das hintere Drehgestell seitenverschiebbar mit Rückstellfeder ausgeführt. Die Lokomotive besitzt Dampfbrake; bemerkenswert ist, daß sämtliche Räder gebremst werden. Es sind drei Bremsgruppen vorhanden: Die Kuppelräder werden einseitig von vorn gebremst; die zugehörigen beiden Bremszylinder sitzen senkrecht hinter der letzten Kuppelachse. Die Räder des Bisselgestelles sind doppelseitig gebremst mittels eines besonderen im Bisselrahmen sitzenden Bremszylinders. Zur einseitigen Abbremsung der Räder des Drehgestelles sind zwei doppelt wirkende Bremszylinder vorgesehen, die außen am Drehgestellrahmen sitzen. Der Wasservorrat von 9,1 m<sup>3</sup> ist seitlich vom Kessel und hinter dem Führerhaus untergebracht; um das Durchfahren auch von längeren Strecken zu ermöglichen, besitzen die Lokomotiven die Vorrichtung von Ramsbottom zum Nachfüllen von Wasser während der Fahrt. Der Kessel hat abweichend von der früheren englischen Bauart eine sehr geräumige Rauchkammer; der Stehkessel hat Belpaire-Form, der Langkessel ist mit annähernd 3,5 m außerordentlich kurz.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p . . . . .	14	at
Zylinderdurchmesser d . . . . .	2 × 483	mm
Kolbenhub h . . . . .	660	„
Verdampfungsheizfläche . . . . .	113,3	m <sup>2</sup>
Heizfläche des Überhitzers . . . . .	24,8	„
Heizfläche im Ganzen — H . . . . .	138,1	„

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXVI. Band. 16. Heft 1929.

Rostfläche R . . . . .	2,32	m <sup>2</sup>
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1753	mm
Fester Achsstand (Kuppelachsen) . . . . .	5029	„
Ganzer Achsstand . . . . .	11735	„
Reibungsgewicht G <sub>1</sub> . . . . .	52,05	t
Dienstgewicht G . . . . .	87,20	„
Vorrat an Wasser . . . . .	9,1	m <sup>3</sup>
Vorrat an Brennstoff (Kohle) . . . . .	3,5	t
H:R . . . . .	5,9	
H:G . . . . .	1,68	m <sup>2</sup> /t
H:G <sub>1</sub> . . . . .	2,65	„
Metergewicht . . . . .	6,2	t/m

(Engineering, 1928, Nr. 3283.) R. D.

### Vergrößerung des Schieberhubes bei der Heusinger-Steuerung.

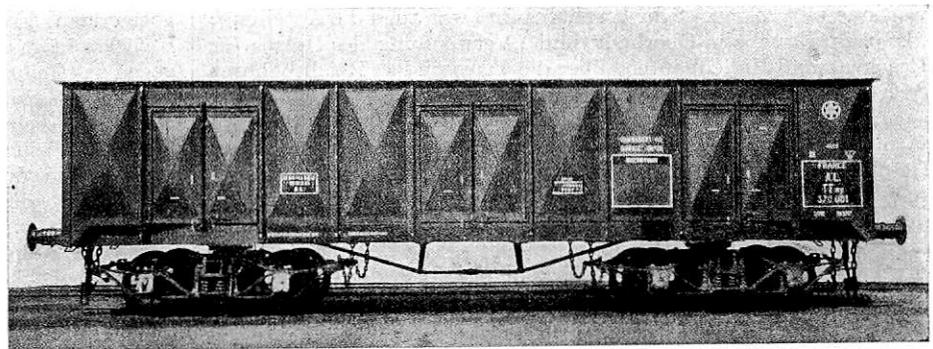
Zur Vergrößerung des Schieberhubes bei Lokomotiven mit Heusinger-Steuerung schaltet man in Amerika neuerdings zwischen Schieberschubstange und Voreilhebel mitunter einen einarmigen Zwischenhebel ein. Der Drehpunkt desselben liegt unten. Darüber greift zunächst die Schieberschubstange und am oberen Ende ein kurzer Verbindungshebel zum Voreilhebel an. Durch entsprechende Wahl der Hebellängen läßt sich der Schieberweg mehr oder weniger über das durch die Länge der Gegenkurbel und der Schwinne gegebene Maß hinaus vergrößern. Die Einschaltung des Zwischenhebels bietet zugleich Gelegenheit, die Schwinne etwas tiefer zu legen, was in manchen Fällen — bei großem Abstand zwischen Zylinder und Schieber — erwünscht sein wird.

(Railw. Mech. Eng., Juli 1928.)

### Neue französische 40 t-Güterwagen.

Das Vereinheitlichungsbüro für Fahrzeuge der französischen Eisenbahnen hat einen Plattformwagen und einen offenen Güterwagen von 40 t Ladegewicht entworfen, die zunächst in je einer Musterausführung erbaut wurden. Letzterer erscheint uns deshalb einer kurzen Betrachtung wert, weil er im Gegensatz zu den Wagen ähnlicher Größe der deutschen Reichsbahn keine Selbstentladevorrichtung besitzt. Wagen der letzteren Art gehören in Frankreich ausschließlich Privaten, während die der Eisenbahnverwaltungen gehörigen zugunsten einer freizügigeren Verwendung nur festen flachen Boden haben.

Der Wagen (siehe Abbildung) ist zwischen den Puffern



Französischer offener Güterwagen mit 40 t Ladegewicht.

11 850 mm lang, im ganzen 2850 mm breit und 3106 mm hoch, so daß er auf der Mehrzahl der Ladeplätze der Zechen verkehren kann. Die Bordwände aus Preßblechen sind vom Wagenboden aus 1845 mm hoch, die Ladefläche beträgt 28,3 m<sup>2</sup> und der Rauminhalt des Wagenkastens 52,5 m<sup>3</sup>, so daß dieser 50 m<sup>3</sup> Kohlen faßt. Die drei Türen auf jeder Seite sind 1463 mm hoch und 1450 mm breit. Um den Wagen mit Greiferkran entladen zu können, sind Querverbindungen im Inneren des Wagenkastens vermieden worden.

Die amerikanischen Drehgestelle des Wagens sind ebenso wie sein Untergestell für eine Tragfähigkeit von 52,5 t bemessen, für den Fall, daß der zulässige Raddruck auf den Hauptlinien allgemein erhöht wird. Auf die acht Bremsklötze des Drehgestelles wirken eine Handbremse und eine nach der Belastung regelbare Westinghouse-Bremse.

Vor der Reihenanzfertigung einer größeren Anzahl dieser Fahrzeuge wurde der Versuchswagen und seine Einzelteile eingehend auf seine Festigkeit durch statische und dynamische Beanspruchungen geprüft. Dabei wurden die noch notwendigen kleinen Abänderungen festgestellt. Die Versuche zeigten, daß der Wagen mit einem Leergewicht von 20 t auch bei einem Ladegewicht von 50 t den Anforderungen des Betriebes genügt.

(Rev. gén., Ch. d. f. Oktober 1928.)

Bttgr.

### Versuche mit Dampfheizung von Eisenbahnwagen.

Die italienischen Staatsbahnen führten Versuche mit den drei Heizungsarten Haag, Heintz und Westinghouse durch, die sich auf folgende Wahrnehmungen erstreckten: Verbrauchte Dampfmenge, gebildetes Niederschlagswasser, Temperaturverlauf im Wagen und Außentemperatur. Die Versuche erfolgten an Gruppen von jeweils fünf bis zehn Holz- oder Stahlwagen mit Abteilen verschiedener Klassen. Die Versuche dauerten 90 bis 150 Minuten für das Aufheizen und 60 bis 150 Minuten für die Abkühlung nach dem Abstellen der Heizung und führten zu folgenden Feststellungen:

1. Die Zunahme der Innentemperatur erfolgt beim System Haag (Hochdruck) viel rascher als bei den Systemen Heintz oder Westinghouse (Niederdruck).

2. Bei allen Systemen war die Temperaturzunahme in den ersten 30 Minuten größer als in den zweiten und in diesen größer als in den dritten usw.

3. Ebenso war die Temperaturabnahme anfänglich größer als später.

4. Der Dampfverbrauch nimmt mit sinkender Außentemperatur zu. Er ergab sich während einer zweistündigen Aufheizdauer bei

System Heintz		System Westinghouse	
Wagenbaustoff Holz		Wagenbaustoff Stahl	
Temperaturerhöhung		Temperaturerhöhung	
3° bis 19,5°	—5° bis 17°	7,5° bis 20°	—3° bis 11,4°
139 kg	211 kg	135 kg	170 kg

5. Bei gleichen Außentemperaturen steigt der Dampfverbrauch mit steigendem Heizdampfdruck. Versuche wurden mit 2,5 und 5 atü ausgeführt.

6. Der Dampfverbrauch bei Außentemperaturen unter Null ist in der ersten Zeitspanne beträchtlich größer als in den folgenden. Das gleiche gilt für die Menge des gebildeten Niederschlagswassers.

7. Die Menge des gebildeten Niederschlagswassers ist fast unabhängig vom Heizdampfdruck und nimmt mit sinkender Außentemperatur zu.

8. Die Menge des Niederschlagswassers ist beträchtlich geringer als jene des verbrauchten Dampfes; sie betrug kaum 50% des zugeführten Dampfes. Die starken Dampfverluste weisen auf die Wichtigkeit der sorgfältigen Instandhaltung aller Kupplungen, Verbindungen, Hähne und Ventile hin. Schn.

(Notiziario tecnico 1929, Nr. 4.)

## Verschiedenes.

### 68. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure.

Die diesjährige Ingenieurtagung fand mit den üblichen Fachsitzungen vom 22. bis 24. Juni in Königsberg i. Pr. statt. Die goldene Grashof-Denk Münze wurde Prof. Dr. phil. Dr. Ing. E. h. Ludwig Prandtl an der Universität Göttingen in Anerkennung seiner großen Verdienste um die Entwicklung der Strömungslehre und der Lehre von Elastizität und Festigkeit zuerkannt. — Die Tagung war in allen Vorträgen auf den Werkstoff „Holz“ eingestellt, der auf der Werkstoffschau 1926 nicht behandelt werden konnte. Hiermit war eine „Lehrschau Holz“ im Haus der Technik auf der Ostmesse verbunden, die in eingehendster Weise einen Überblick über Entstehung, Vergütung, Erhaltung und Verwendung des Holzes gab. Auch die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hatte einen zweiachsigen Einheits-Personenwagen II. Klasse eiserner Bauart in verschiedenen Arbeitsstadien zur Schau gestellt, um die vielseitige Verwendung von Holz im modernen Personenwagenbau zu zeigen. Sehr beachtenswert war auch die Abteilung: „Holz im Eisenbahn-Oberbau“ und „Verwendung des Holzes für Brücken- und Hallenbauten, über die insbesondere Reichsbahnrat Schächterle, Stuttgart auf der Tagung sprach.

Der Tagung in Königsberg war ein Besuch Danzigs am 21. Juni vorausgegangen, um in Verbindung mit der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen die dortige Technische Hochschule zu ihrem 25 jährigen Bestehen zu beglückwünschen. An den Festakt schloß sich eine gemeinsame Sitzung beider Vereine als „Verkehrstagung“. Diese war, wie auch Prof. Dr. Ing. Pirath, Stuttgart in seinem Vortrage „Verkehrsprobleme der Gegenwart“ erwähnte, aus der Erkenntnis hervorgegangen, daß die Entwicklungsmöglichkeiten der alten und neuen Verkehrsmittel d. h. der Schifffahrt und Eisenbahn einerseits, des Kraftwagens, des Energie-transportes in Leitungen und des Luftverkehrs andererseits, zur Förderung der Gesamtwirtschaft die Zusammenarbeit von Verkehrswissenschaftlern und Ingenieuren erforderlich mache. In der Verkehrsanlage tritt der Weg gegenüber dem Fahrzeug in Hinblick auf Technik wie Kosten immer mehr zurück, an dessen zweckmäßigere Gestaltung aber der Maschineningenieur in erster Linie beteiligt sei. Die neuen Verkehrsmittel haben auf eine „Individualisierung“ des Verkehrs eingewirkt, der vielfach mit Unrecht als Zersplitterung und demnach ungesunde Entwicklung angesehen werde. Daraufhin wurden die Grundfragen des Verkehrsproblems erörtert: die Eigenart der Verkehrsmittel, das Verkehrsbedürfnis, das Zusammenarbeiten der Verkehrsmittel. Eine Planwirtschaft im Sinne einer Zuweisung des Verkehrs an das geeignetste Verkehrsmittel könne nicht in Frage kommen, die Wahl müsse den Interessenten überlassen bleiben. Wohl aber sei die Schaffung gesunder Wettbewerbsgrundlagen notwendig, bei denen weitgehende und gleichmäßige Deckung der Ausgaben durch Einnahmen möglich sei. Den Wettbewerb zu regeln würde

nicht immer leicht sein, da die Verkehrsmittel für den Verkehr vielfach gleichwertig sind. Auch käme der Protektionismus der öffentlichen Hand in fast allen Ländern hinzu, der ungleiche betriebswirtschaftliche Bedingungen schaffe. Abschließend wurden Studien zur Entwicklung des Weltverkehrs gebracht. Im 2. Vortrage dieser Tagung von Prof. Dr. Ing. Faßbender „Die Hochfrequenztechnik im Dienste der Verkehrssicherung“ wurde auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens das Verfahren zur automatischen Bremsung von Zügen beim Überfahren von Haltesignalen angeführt und in der Aussprache auf neue Versuche mit kurzen Wellen zur Befehlsübertragung und Rückantwort in der Rangiertechnik hingewiesen.

Auf der Fachsitzung „Wärmetechnik“ entwickelte Prof. Dr. Ing. E. Schmidt, Danzig, in seinem Vortrage „Versuche über den Wasserumlauf in Dampfkessele“ seine Theorie des Wasserumlaufs, bei der die Relativgeschwindigkeit des Dampfes gegen das Wasser in der Gemischsäule und die Selbstverdampfung berücksichtigt wird. Die Relativgeschwindigkeit der Dampfblasen gegen das Gemisch nimmt mit wachsender Dampfmenge zu und war in dem untersuchten Bereich 1 bis 2 m/sec d. h. ebenso groß wie die absolute Geschwindigkeit des Gemisches bei Steilrohrkesseln üblicher Abmessungen. Selbstverdampfung tritt in einer aufsteigenden Wassersäule von Sättigungstemperatur auch ohne äußere Beheizung, allein durch die Entlastung von dem hydrostatischen Druck der Wassersäule auf und kann die Verdampfung infolge Wärmezufuhr durch die Rohrwand erheblich übersteigen. Aus ihr ist die bisweilen beobachtete Erscheinung der Umkehr des Wasserumlaufs zu erklären. In der Aussprache wurden Versuche der SSW über Selbstverdampfung und über Wasserumlauf in stehenden Ruths-Speichern mitgeteilt und im Film gezeigt. Als auffällig hat sich ergeben, daß die Schaumhöhe bei hoher Dampfblasengeschwindigkeit niedrig ist. Zur Vermeidung großer Erschütterungen bei der Entladung infolge Selbstverdampfung mußten Trichter in den Speicher eingebaut werden, die die Zirkulation regeln.

In der Fachsitzung „Schweißtechnik“ interessierten die Ausführungen von Dr. Sommer, Düsseldorf über „Fortschritte in der Verwendung hochwertiger Schweißdrähte“, so daß nunmehr für jedes Spezialgebiet, auch für mit Chrom und Kupfer legierte Stähle die geeignetsten Schweißdrähte zur Verfügung stehen, und der Vortrag von Dr. Ing. Holler „Die Azetylschweißung von Rohrleitungen für Ferngasversorgung“. Es sind bereits 400000 m Rohre von 500 bis 800 mm l. W. und 7 bis 9 mm Wandstärke verlegt, die in Längen von 8 bis 16 m auf der Strecke zusammenschweißt werden. Neuerdings werden die Rohrenden wellenförmig gestaltet, um Spannungen aufzunehmen. Besondere Aufmerksamkeit erfordert das „Überkopfschweißen“, bei der nur die Rechtsschweißung Anwendung finden sollte.

Przygode.