

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LV. Band.

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

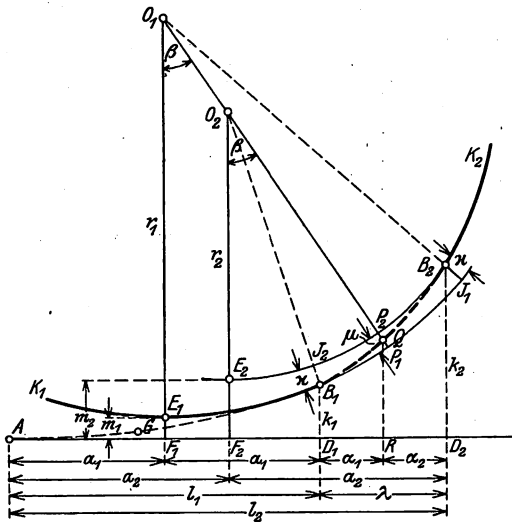
14. Heft. 1918. 15. Juli.

### Übergangbogen in Korbbogen.

Ing. O. Bunzel, Baukommissär der österreichischen Staatsbahnen in Eger.

Der nachstehende Aufsatz lag zur Zeit des Erscheinens des Aufsatzes des Herrn Ingenieurs Pan\*) über denselben Gegenstand fertig vor. Da der Verfasser hofft, eine weitere Vereinfachung der Aufgabe, einen Übergangbogen in einen Korbbogen einzulegen, erreicht zu haben, indem er durch eine einfache Beziehung zwischen Kreis und Übergang diesen unmittelbar vom Kreise aus festlegt und nicht auf die Berührende  $A D_2$  im Anfange A des Übergangsbogens (Textabb. 1) zurückgeht, so teilt er auch diese mit. Sollen die beiden Kreisbogen  $K_1 P_1$  und  $P_2 K_2$  (Textabb. 1) durch eine Parabel dritten Grades  $A B_1 B_2$  verbunden werden, so müssen sie um ein Stück

Abb. 1.



$P_1 P_2 = \mu$  auf dem gemeinsamen Halbmesser  $O_1 O_2 P_1 P_2$  gegen einander verschoben werden, wenn man sie sich ursprünglich in  $P_1$  und  $P_2$  unmittelbar an einander schließend vorstellt. Von dem Übergange ist das zwischen den Halbmessern  $r_1$  und  $r_2$  liegende Stück  $B_1 B_2$  zu verwenden.

Mit  $C$  als Festwert des Übergangsbogens ist:

Gl. 1)  $l_1 = A B_1 = C : r_1$ ,  $l_2 = A B_2 = C : r_2$  und

Gl. 2)  $\lambda = B_1 B_2 = l_2 - l_1$ .

Die Lage des Übergangsbogens gegen die Punkte  $P_1$  und  $P_2$  wird durch  $a_1$  und  $a_2$  bestimmt:

\*) Organ 1917, S. 400.

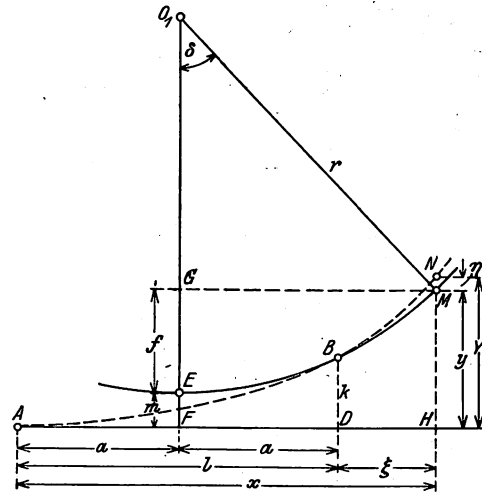
$$\begin{aligned} a_1 &= D_1 R = F_1 R - F_1 D_1 = O_1 Q \cdot \sin \beta - a_1 \\ a_2 &= R D_2 = F_2 D_2 - F_2 R = a_2 - O_2 Q \cdot \sin \beta. \end{aligned}$$

Gl. 3)  $\dots \dots \dots a_1 = l_1 : 2$ ,  $a_2 = l_2 : 2$ ,  
 $O_1 Q = r_1 - P_1 Q$ ,  $\sin \beta = F_1 F_2 : O_1 O_2 = (a_2 - a_1) : (r_1 - r_2 - \mu)$ ,  
 oder bei Vernachlässigung von  $\mu$  und  $P_1 Q$  gegen  $r_1 - r_2$  und  $r_1$   
 $\sin \beta = (l_2 - l_1) : 2 (C : l_1 - C : l_2) = l_1 l_2 : 2 C$ ,  
 $F_1 R = r_1 l_1 l_2 : 2 C = l_2 : 2$ ,  
 $a_1 = (l_2 - l_1) : 2 = \lambda : 2$  und

Gl. 4)  $\dots \dots \dots a_2 = a_1 = \lambda : 2$ .

Zur Berechnung von  $\mu$  und zur Absteckung einzelner Punkte des Überganges dient die Beziehung: (Textabb. 2).

Abb. 2.



Gl. 5)  $\dots \dots \dots Y = H N = x^3 : 6 C$ ,

$y = H M = E F + F G = m + f$ .

Aus  $(x - a)^2 = (G M)^2 = f (2r - f)$  folgt:

Gl. 6)  $f = (x - a)^2 : (2r - f)$  und bei Vernachlässigung von  $f$  gegen  $2r$  im Nenner mit Gl. 1) und 3)

Gl. 7)  $\dots \dots \dots f = (x - a)^2 : 2r = l \cdot (x - l : 2)^2 : 2 C$ .

Aus Gl. 5) folgt:

Gl. 8)  $k = B D = l^3 : 6 C$  und mit der bekannten Beziehung  $m = k : 4$ .

Gl. 9)  $\dots \dots \dots m = E F = l^3 : 24 C$ .

Somit ist:

$\eta = M N = Y - y = x^3 : 6 C - l^3 : 24 C - l (x - l : 2)^2 : 2 C =$   
 $= (x - l)^3 : 6 C$ , oder mit  $x - l = \xi$

Zusammenstellung I.

Gl. 10) . . . . .  $\eta = \xi^3 : 6 C$ .

Da die in Betracht kommenden Winkel  $\delta$  stets klein sind, dürfen die Längen  $\xi$  auf dem Kreise von B aus, die Höhen  $\eta$  rechtwinkelig zum Kreise gemessen werden.

Aus Gl. 10) folgt (Textabb. 1).

Gl. 11) . . . . .  $\kappa = J_1 B_2 = J_2 B_1 = \lambda^3 : 6 C$ ,

$P_1 Q = P_2 Q = \alpha^3 : 6 C = \lambda^3 : 48 C$ .

Gl. 12) . . . . .  $\mu = P_1 P_2 = \lambda^3 : 24 C = \kappa : 4$ .

Aus den Gl. 4), 10), 11) und 12), die den Gl. 3), 5), 8) und 9) gleich gebaut sind, und aus den Gl. 2) und 1) folgt nachstehender Schluß.

Die Länge des Übergangsbogens zwischen zwei Kreisen ist gleich dem Unterschiede der Längen der Übergangsbogen für den Anschluß der Kreise an Gerade. Der Übergangsbogen liegt zur Hälfte vor, zur Hälfte hinter der ursprünglichen Berührung beider Kreise. Er wird abgesteckt, wie ein an eine Gerade anschließender Übergangsbogen derselben Länge, indem die Längen auf einem beliebigen der beiden Kreise, die Höhen rechtwinkelig zu diesem gemessen werden.

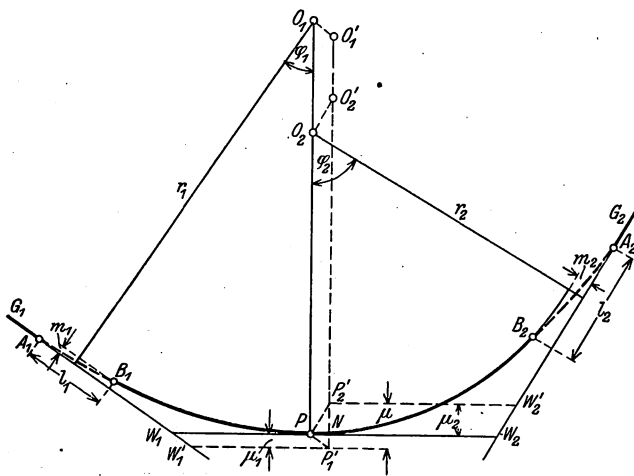
$B_1 B_2$  wird also von  $B_1$  oder  $B_2$  ab bezüglich des Kreisbogens  $B_1 J_1 = \lambda$  oder  $B_2 J_2 = \lambda$  so abgesteckt, wie  $AG = \lambda$  bezüglich der Geraden  $AD_2$ .

Die zu einer Länge  $\lambda$  gehörigen Werte von  $\mu$  und  $\kappa$  können allgemein nicht aus den Abstecktafeln entnommen werden, weil  $\lambda$  meist keinem runden Werte als Halbmesser angehört.\*) Daher ist für Feldarbeit noch eine auf  $\lambda$  bezogene Reihe von Werten nach Zusammenstellung I nötig.

Die Verschiebung  $\mu$  der beiden Kreisbogen gegen einander ist nach Folgendem auszuführen.

Sind  $B_1 P$  und  $B_2 P$  (Textabb. 3) die zusammenschließenden Kreisbogen mit der gemeinsamen Berührenden  $W_1 W_2$  in  $P$ ,  $G_1 A_1$  und  $G_2 A_2$  die anschließenden Geraden mit den Übergang-

Abb. 3.



bogen  $A_1 B_1$  und  $A_2 B_2$ , so muß  $W_1 P$  um  $\mu_1$  nach außen für  $r_1 > r_2$  in die Lage  $W_1' P_1'$ ,  $P W_2$  um  $\mu_2$  nach innen in die Lage  $P_2' W_2'$  so verschoben werden, daß  $P_1' P_2' = \mu$  und  $P_1' P_2' \parallel O_1 O_2 P$  wird. Sollen hierbei die Winkel  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  an den Mittelpunkten und die Halbmesser  $r_1$  und  $r_2$  ungeändert

\*) Der zugehörige Halbmesser  $\rho$  folgt aus  $\lambda = C : \rho = C : r_2 - C : r_1$  mit  $\rho = r_1 r_2 : (r_1 - r_2)$ .

$\lambda$	C = 30 000 †)		C = 12 000		C = 6000	
	$\mu$	$\kappa$	$\mu$	$\kappa$	$\mu$	$\kappa$
10					0,007	0,028
12			0,006	0,024	0,012	0,048
14	0,004	0,015	0,010	0,038	0,019	0,076
16	0,006	0,023	0,014	0,057	0,028	0,114
18	0,008	0,032	0,020	0,081	0,041	0,162
20	0,011	0,044	0,028	0,111	0,056	0,222
22	0,015	0,059	0,037	0,148	0,074	0,296
24	0,019	0,077	0,048	0,192	0,096	0,384
26	0,024	0,098	0,061	0,244	0,122	0,488
28	0,031	0,122	0,076	0,305	0,152	0,610
30	0,038	0,150	0,094	0,375	0,188	0,750
32	0,046	0,182	0,114	0,455	0,228	0,910
34	0,055	0,218	0,136	0,546	0,273	1,092
36	0,065	0,259	0,162	0,648	0,324	1,296
38	0,076	0,305	0,191	0,762	0,381	1,524
40	0,089	0,356	0,222	0,889	0,444	1,778
42	0,103	0,412	0,257	1,029	0,515	2,058
44	0,118	0,473	0,296	1,183	0,592	2,366
46	0,135	0,541	0,338	1,352	0,676	2,704
48	0,154	0,614	0,384	1,536	0,768	3,072
50	0,174	0,694	0,434	1,736	0,868	3,472
52	0,195	0,781	0,488	1,953	0,976	3,906
54	0,219	0,875	0,547	2,187	1,094	4,374
56	0,244	0,976	0,610	2,439	1,220	4,878
58	0,271	1,084	0,677	2,710	1,355	5,420
60	0,300	1,200	0,750	3,000	1,500	6,000
62	0,331	1,324				
64	0,364	1,456				
66	0,399	1,597				
68	0,437	1,745				
70	0,476	1,906				
72	0,518	2,074				
74	0,563	2,251				

bleiben, so muß  $W_1' P_1' = W_1 P$  sein. Hieraus folgt  $PP_1' \parallel G_1 W_1$  und entsprechend  $PP_2' \parallel G_2 W_2$ . Sonach ist

Gl. 13) . . . . .  $\mu_1 = P_1' N = PN \cdot \text{tg } \varphi_1$

$\mu_2 = P_2' N = PN \cdot \text{tg } \varphi_2$

$\mu = \mu_1 + \mu_2 = PN \cdot (\text{tg } \varphi_1 + \text{tg } \varphi_2)$  und für  $\varphi_1 + \varphi_2 = \varphi$ ,  $\mu = PN \sin \varphi : (\cos \varphi_1 \cos \varphi_2)$ ,  $PN = \mu \cdot \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 : \sin \varphi$ ,  $\mu_1 = \mu \cdot \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 : \sin \varphi$ ,  $\mu_2 = \mu \cdot \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 : \sin \varphi$ ,  $W_1 W_1' = \mu_1 : \sin \varphi_1 = \mu \cdot \cos \varphi_2 : \sin \varphi$ ,  $W_2 W_2' = \mu_2 : \sin \varphi_2 = \mu \cdot \cos \varphi_1 : \sin \varphi$ ,  $\mu_1 : \mu_2 = \text{tg } \varphi_1 : \text{tg } \varphi_2$ .

Die Verschiebungen des flachern Kreises nach außen und des schärfern nach innen verhalten sich wie die Tangenten der zugehörigen Winkel an den Mittelpunkten. Die für die Absteckung noch nötigen Maße sind mit Bezug auf Textabb. 4

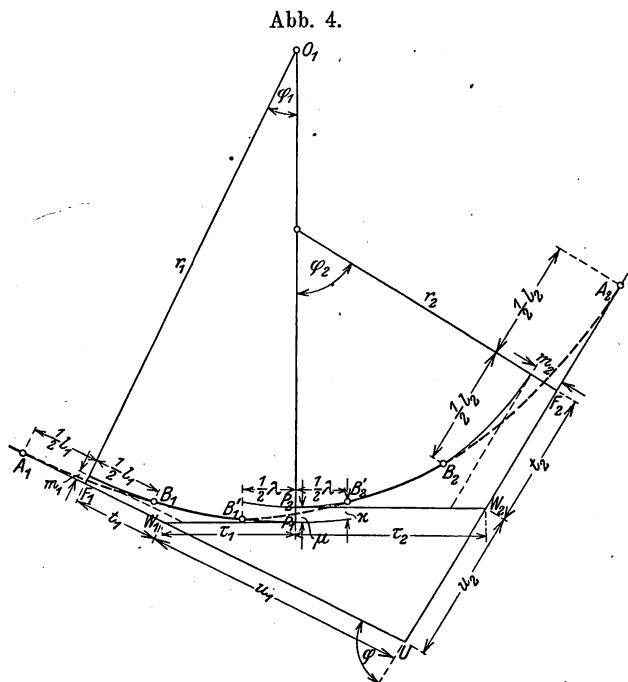
$UW_1 = u_1 = \{(\tau_1 + \tau_2) \cdot \sin \varphi_2 - \mu \cos \varphi_2\} : \sin \varphi$ ,

$UW_2 = u_2 = \{(\tau_1 + \tau_2) \cdot \sin \varphi_1 + \mu \cos \varphi_1\} : \sin \varphi$ ,

$W_1 P_1 = \tau_1 = r_1 \text{tg } (\varphi_1 : 2) + m_1 \cdot \sin \varphi_1$ ,  $W_2 P_2 = \tau_2 = r_2 \text{tg } (\varphi_2 : 2) + m_2 \cdot \sin \varphi_2$ ,  $F_1 W_1 = t_1 = r_1 \text{tg } (\varphi_1 : 2) - m_1 \cot \varphi_1$ ,  $F_2 W_2 = t_2 = r_2 \text{tg } (\varphi_2 : 2) - m_2 \cot \varphi_2$ .

†) C = 30 000 wird bei den österreichischen Staatsbahnen für Hauptlinien I. Ranges benutzt.

Die Endpunkte des Übergangsbogens  $B_1'B_2'$  erhält man auf den Kreisen mit  $B_1'P_1 = B_2'P_2 = \lambda : 2$ . Werden die Kreise mit Umfangswinkeln abgesteckt, so werden die Längen für den Übergangsbogen beispielweise auf dem Kreise  $B_1'P_1$  von  $B_1'$  ab,



die Höhen rechtwinkelig dazu gemessen. Bei Absteckung der Kreise mit Höhen von der Berührenden aus werden die Längen auf der Berührenden  $W_1P_1$  und deren Verlängerung über  $P_1$  hinaus, die Höhen rechtwinkelig dazu gemessen, wobei man

deren Werte  $\eta$  um die Höhen für den Kreisbogen vergrößert. Hierbei darf aber nicht übersehen werden, daß der Anfang  $B_1'$  für die Längen des Übergangsbogens nicht mit dem für die Längen des reinen Kreises  $P_1$  zusammenfällt.

Man erkennt die Übereinstimmung mit der »dritten Lösung« des Herrn Ingenieurs Pan, deren Bedeutung hierdurch klar wird.

Bei der Bedeutung der Gl. 10), auf deren Gleichheit mit Gl. 5) im Aufbaue die angestellten Vergleiche beruhen, mag sie noch auf einem andern Wege abgeleitet werden, wobei sie nicht wie oben als fast zufälliges Ergebnis erscheint.

Soll der Kreis EBM (Textabb. 2) die kubische Parabel ABN in B im zweiten Grade berühren, so müssen für  $x = 1$  die Höhen und die ersten und zweiten Abgeleiteten für beide Bogen gleich sein, also für  $B Y = y$ , oder  $\eta = Y - y = 0$  und  $\eta' = Y' - y' = 0$  und  $\eta'' = Y'' - y'' = 0$ .

Ersetzt man den Kreis näherungsweise durch eine Parabel zweiten Grades, also wie oben Gl. 6) durch Gl. 7), so ist  $y$  eine ganze Funktion zweiten Grades von  $x$ ,  $Y$ , somit auch  $\eta$  eine solche dritten Grades.

Wegen  $\eta = 0$  für  $x = 1$  muß daher  $\eta$  durch  $x - 1$  teilbar sein, also die Form  $\eta = (x - 1) \cdot F_2$  haben, wobei  $F_2$  eine ganze Funktion zweiten Grades bedeutet. Damit wird  $\eta' = F_2 + (x - 1) F_2'$ . Da gleicher Weise  $\eta'$ , daher auch  $F_2$  durch  $(x - 1)$  teilbar sein muß, folgt  $F_2 = (x - 1) F_1$  und  $\eta = (x - 1)^2 \cdot F_1$  und weiter wegen  $\eta'' = 0$   $\eta = (x - 1)^3 \cdot F_0$ . Der Wert des Festwertes, der ganzen Funktion nullten Grades,  $F_0$  folgt daraus, daß in  $y = Y - \eta = x^3 : 6C - F_0 \cdot (x - 1)^3$  das Glied mit  $x^3$  verschwinden muß, mit  $F_0 = 1 : 6C$ . Somit ist wie oben Gl. 5)  $\eta = (x - 1)^3 : 6C = \xi^3 : 6C$ .

## Die Leistungsfähigkeit der städtischen Schnellbahnen.

Dr.-Ing. F. Musil, Baurat in Wien.

(Fortsetzung von Seite 202)

### C) 3. Zugfahrt durch Haltestellen mit selbsttätigen Signalen.

Bei den ganz ohne Bedienung arbeitenden Signalen der amerikanischen, der Stadtschnellbahnen in London und seit kurzem auch in Berlin verschwindet die Signalzeit bei Lichtsignalen nahezu ganz, bei Flügelsignalen mit Preßluftantrieb und elektrischer Steuerung auf 2 bis 3 Sekunden; in dieser Zeit erfolgt auch die Umlegung der von der Signalanzeige abhängenden Fahrsperrn.

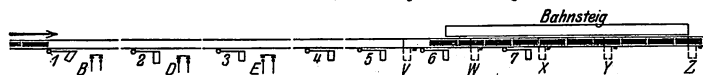
Früher wurde gezeigt, daß Zug II häufig vor »Halt« an ES halten und nach Freigabe wieder anfahren muß, wodurch Zeit verloren geht.

Eine Kürzung der Schutzstrecke  $x + y$  der Einfahrt würde die Einfahrzeit vermindern, doch muß zur Bedingung gemacht werden, daß Zug II nur mit ständig abnehmender Geschwindigkeit vorrücken kann, und stets vom wartenden Zuge I um die für seine Geschwindigkeit reichlich bemessene Bremslänge absteht. Die Regelung der Geschwindigkeit muß verlässlich sein. Soll ferner der einfahrende Zug knapp hinter dem ausfahrenden folgen dürfen, so muß seine Einfahrt von der augenblicklichen Stellung des ausfahrenden Zuges abhängen, damit er ihm nie näher komme, als der hinreichend um 50%<sub>00</sub> vergrößerten Bremslänge entspricht.

Die Anregung zu dieser Bauweise stammt von B. J. Arnold, der sie 1908 für die Untergrundbahn in Neuyork vorschlug, die Durcharbeitung von J. M. Waldrow, Signalingenieur der Betriebsgesellschaft.

Die Schutzstrecke zwischen Einfahrsignal 1 (Textabb. 8 und 9) und Bahnsteiganfang mit dem wartenden Zuge wird hier mit der 1,5-fachen Bremslänge für größte Fahrgeschwindigkeit, also wie auf der freien Strecke, unter Beachtung der

Abb. 8. Anordnung der Signale für eine Haltestelle der Schnellbahn des »Subway« in Neuyork.

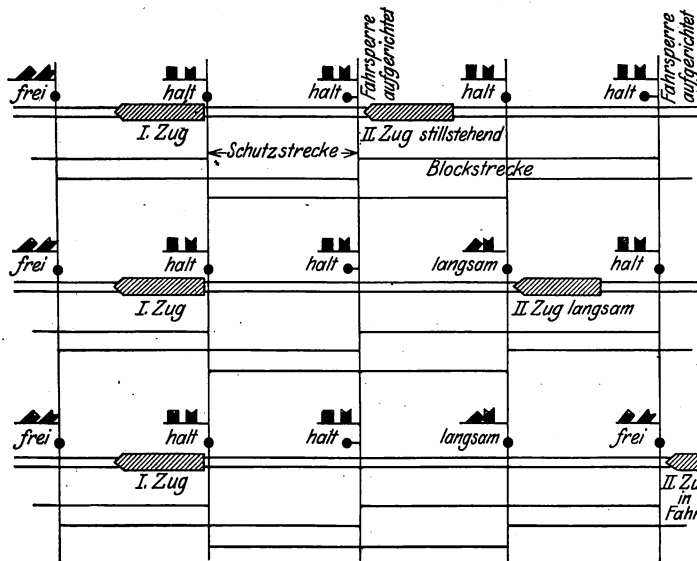


Bahnneigung bemessen. Hinter dem ES sind die Annäherung des Zuges regelnde Hilfssignale eingeschaltet, deren »Fahrt«-Stellung teilweise, bei den Signalen 4 bis 7, in Abhängigkeit vom ausfahrenden Zuge erfolgt. Beim »Subway«, auf dessen Schnellgleisen mit 56 km/st Auslaufgeschwindigkeit zu rechnen ist, wird die Schutzstrecke 1 bis 6 in fünf gegen den Bahnhof kürzer werdende Strecken entsprechend der abnehmenden Geschwindigkeit des einfahrenden Zuges eingeteilt.

Hält Zug I noch, zeigt Signal 1 »Vorsicht«, Signal 2 und die folgenden »Halt«, die Fahrsperrn von 2 ist aufgerichtet.

Fährt Zug II mit vorschriftmäßig abnehmender Geschwindigkeit über die Schienentrennstelle B, geht Signal 1 auf «Halt», ein Uhrwerk wird ausgelöst, und nach Ablauf einer der Drosselstrecke 1–2 und der zulässigen Geschwindigkeit angemessenen Zeit geht Signal 2 auf «Fahrt», die zugehörige Fahrsperr

Abb. 9. Anordnung der Signale auf freier Strecke.



wird umgelegt. Der sinngemäß gleiche Vorgang wiederholt sich während der Fahrt bis zum Signale 4, vorausgesetzt, daß Zug II in gehörig verzögerter Fahrt vorrückt, denn sonst träfe er auf die aufgerichtete Fahrsperr des nächsten Signales, wodurch seine Bremsen selbsttätig zu verstärkter Wirkung gelöst würden. Hielte Zug I noch, so käme Zug II vor Signal 4 zum Stehen, da dieses vom Schienentosse W abhängt und «Fahrt» erst geben kann, wenn Zug I den Berührungspunkt W überfahren hat. Ähnlich gehen die Signale 5, 6 und 7 mit zugehörigen Anschlägen erst dann auf «Fahrt», wenn der ausfahrende Zug die Räumpunkte X, Y und Z überfahren hat. Die Hilfssignale 2 und 3 regeln die Annäherung des Zuges an die Haltestelle, sie sind «Annäherungssignale, approach-speed control signals», während die von der Ausfahrt des Zuges I abhängenden Hilfssignale 4, 5 und 7 das Nachrücken des Zuges II hinter Zug I regeln, also als «Nachrückssignale» zu bezeichnen sind. Diese in den Haltestellen des «Subway» in Neuyork für Schnellverkehr mit Erfolg seit 1912 verwendete Signalanlage hat die Vermehrung der 158,8 m langen Züge von früher kaum 30 auf mehr als 40 in der Stunde mit ermöglicht.

Nur bei großen Abständen der Haltestellen, die hohe Geschwindigkeit zulassen, kommen so viele Hilfssignale für die Einfahrt in Betracht. Für das Zahlenbeispiel wird man dem ES nicht mehr als zwei Hilfssignale 1 und 2 (Textabb. 11) geben und die «Fahrt»-Stellung nur vom Überfahren der Räumpunkte Y und P abhängig machen, wodurch man zu der in London und neuerdings in Berlin\*) verwendeten Lösung gelangt und die Aufstellung eines Signales auf dem Bahnsteige ver-

\*) Kemmann, Elektrotechnische Zeitschrift 1914, Hefte 6 bis 9 und 11 bis 13; Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 21. September 1913 und 1916, S. 219.

meidet. Die Grundstellung aller Signale ist «Fahrt», der einlaufende Zug bringt sie auf «Halt».

In Textabb. 10 bis 12 ist die Zugfahrt durch die wagerechte Haltestelle bei selbsttätiger Blockung, in Textabb. 10 ohne, in Textabb. 11 und 12 mit Nachrückssignalen dargestellt.

Abb. 10. Kürzeste Zugfolge durch wagerechte Haltestellen bei selbsttätiger Blockung ohne Nachrückssignale, Züge 105 m lang.

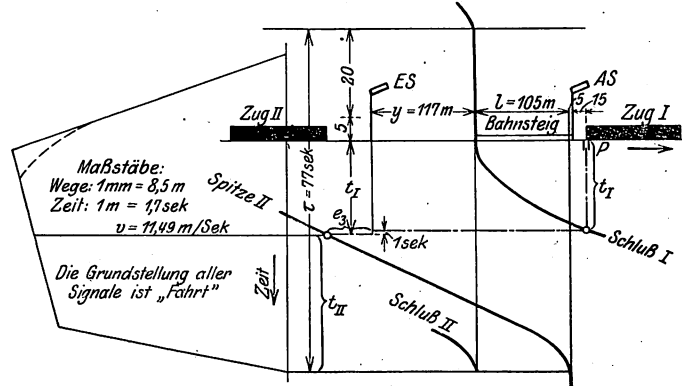
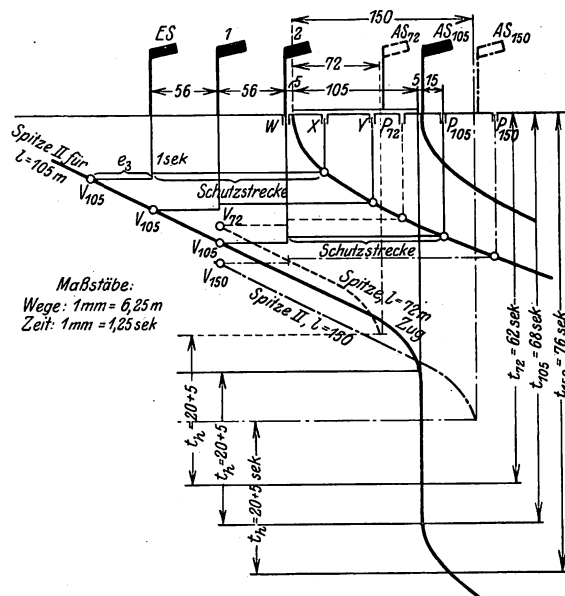


Abb. 11. Kürzeste Zugfolge durch wagerechte Haltestellen bei selbsttätiger Blockung. Selbsttätige Signale mit zwei Nachrückssignalen. 105, 72, 150 m lange Züge. Die Haltstellung der Signale ES, 1, 2 erfolgt nach Überfahren der Räumpunkte W, X, Y durch Spitze I, die Freigabe nach Verlassen von X, Y P durch Schluß I.



Bei den mit selbsttätigen Signalen und Fahrsperrn ausgestatteten Stadtschnellbahnen ist zwischen den Zügen immer wenigstens der Übergriff, »overlapping distance,« gewahrt, den man für die freie Strecke und vor Haltestellen mit einer reichlichen Bremslänge für größte Fahrgeschwindigkeit bemisst; für das Beispiel wurde  $y = 1,5 \cdot v_1^2 : 2 \gamma_b = 117 \text{ m}$  gewählt, auf den Bahnen in London findet man 120 m. Bei den handbedienten Signalen hat man das Schutzmaß meist nach der geringern Geschwindigkeit am Ende des Auslaufes bemessen. Die kürzeste Zugfolge ergibt sich aus Textabb. 10 bis 12 oder rechnerisch wie früher gezeigt. Bei glatter Einfahrt findet man die Geschwindigkeit im Abstände  $e_3$  vom ES mit 11,49 m, die Einlaufzeit  $t_{II}$  mit 30,69 sek. Wäre Zug II vor dem ES zum Halten veranlaßt, so ergäbe sich eine Verspätung, die nach Abb. 4, Taf. 34 zu



bei Mitwirkung von Signalwärtern sind 88 sek und ein wesentlich größerer Zuschlag, als bei selbsttätiger Sicherung nötig.

Käme nur die freie Strecke in Betracht, so wäre die Zugfolge in dem Beispiele bei selbsttätiger Blockteilung mit 30 sek denkbar; daher ist es bei zweigleisigen Haltestellen nicht möglich, die Leistungsfähigkeit der Strecke auch nur annähernd voll auszunutzen, dazu wäre die Ausstattung aller Haltestellen mit vier Gleisen erforderlich. Die Verdoppelung der Gleiszahl in Bahnhöfen kann an Punkten starken Andranges auch zur Vermeidung übermäßiger Aufenthalte in Betracht kommen. B. J. Arnold schlug 1908 für die künftigen Neuyorker Untergrundbahnen in Neuyork Verdoppelung der Gleise in den Haltestellen vor.

Verfehlt erscheinen danach die Tunnelpläne der Großen Straßenbahngesellschaft in Berlin von 1907, die viergleisige Strecke bei nur zweigleisigen Haltestellen vorsahen.

Die Einteilung der Bahn in Blockabschnitte, deren Trennstellen durch Signale gedeckt sind, wobei aber die Signalangabe auch am Führerstand erfolgen kann, ist bei den Geschwindigkeiten auf Stadtschnellbahnen unentbehrlich, wenn dabei die Zugpausen auch etwas vergrößert werden. Für neu anzulegende und bestehende Bahnen, bei denen auf stärkste Verdichtung der Zugfolge hingearbeitet werden muß, kommen nur ganz selbsttätige Signale in Betracht.

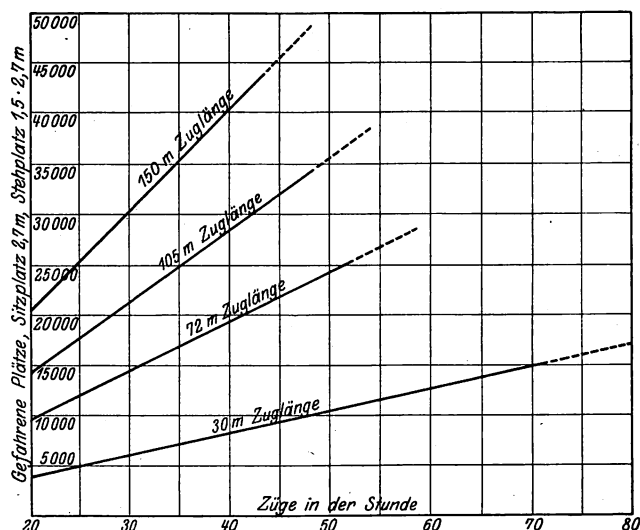
Im straßenbahnmäßigen Tunnelbetriebe mit Geschwindigkeiten um 15 km/st und Fahrt einzelner Triebwagen »auf Sicht« werden die Folgezeiten der Abb. 3, Taf. 34 noch erheblich unterschritten; so beobachtete der Verfasser im Tunnel unter der Tremontstraße in Boston die durchschnittliche Folge von 28,5 sek. In der neuen Unterpflasterbahn der Boylstonstraße in Boston laufen seit kurzem für Schnellverkehr ausgestattete Triebwagen einzeln und paarweise, die auf die Straßengleise übergehen können. Die Tunnelgleise haben selbsttätige Blockung. Textabb. 12 zeigt die mögliche kleinste, regelmässige Zugpause mit 45 sek bei 15 sek Aufenthalt.

Auf den Manhattan- und Brooklyn-Hochbahnen hat man zur Erzielung größter Zugdichte lange auf die Anwendung von Streckenblocken verzichtet, auch auf der Hochbahnschleife in Chicago, wo mit geringer Geschwindigkeit gefahren wird. Der Verfasser stellte kleinste Abstände von 42 bis 51 sek fest. Auf den Nahverkehrsgleisen der Manhattan-Hochbahnen wird bei 104 m langen Zügen 1 min Folge eingehalten.

**III. E) Beeinflussung der Leistungsfähigkeit durch Länge und Folgezeit der Züge.**

Textabb. 14 zeigt die stündliche Höchstleistung des Gleises an Sitz- und Steh-Plätzen für eine Stadtschnellbahn mit selbsttätigen Signalen und zwei Nachrücksignalen an den Bahnhöfen. Die Abhängigkeit der Folgezeit von der Länge der Züge ist aus Textabb. 11 entnommen. Die mögliche Höchstziffer der stündlichen Züge ändert sich nur wenig mit mittleren Zuglängen. Vorausgesetzt sind so vollkommene Einrichtungen, daß diese Häufung von Zügen überhaupt möglich ist. Sind solche Einrichtungen aber vorhanden, dann wirkt Verlängerung der Züge nicht stärker auf Verlängerung der Folgezeit, als zu entnehmen ist. Textabb. 14 zeigt die bedeutende Zunahme der stündlichen Zahl an Sitz- und Steh-Plätzen mit der der Zuglänge. Mit 72 m langen Zügen in Paris können nach der

Rechnung 58, tatsächlich etwa 52 Fahrten in der Stunde bewirkt und 25 000 Sitz- und Steh-Plätze geboten werden. Bei 105 m Länge der Züge der Hochbahn in Berlin können Abb. 14. Stündliche Leistung nach Länge und Folgezeit der Züge.



bei 2,55 m Wagenbreite 34 000 Plätze in 48 Zügen gefahren werden, mit 150 m langen Zügen sind 43 000 Plätze in 43 Zügen sicher erreichbar. Direktor Stanley der Untergrundbahn-Gesellschaft in London glaubt 54 Züge bei 107 m Bahnsteiglänge und 25 sek Aufenthalt bewältigen zu können.\*) Die für 150 m lange Züge gefundenen Zahlen stimmen mit den Erfahrungen am »Subway« in Neuyork, wenn man die dort größeren Bremswege, Anfahrstrecken und längeren Aufenthalte berücksichtigt. Etwas zu günstige Werte für die Folgezeit leiten in Zusammenstellung V Brusch und Briske\*\*) ab.

Zusammenstellung V.

Länge, m . . . .	60	90	120	150
Folgezeit, sek . .	49	55	60	65
Zahl, in der Stunde	73	65	60	55

Diesen liegen 20 sek Aufenthalt zu Grunde, ein Maß, was einschließlich Beobachtung und Umstellen der Signale für stärker besuchte Bahnhöfe zu knapp ist. Zur Ermöglichung früher Einfahrt ist ein Nachrücksignal etwa in das erste Drittel des Bahnsteiges gestellt, was von Fachmännern des Betriebes als unvorteilhaft bezeichnet wird.\*\*\*) Das Einfahrtsignal ist nur um 43 m, also um die einfache, der Auslaufgeschwindigkeit von 30 km/st entsprechende Bremslänge vor dem Anfange des Bahnsteiges angeordnet, während bei den vorbildlichen auswärtigen Ausführungen selbsttätiger Signale das 1,5 fache des der höchsten Geschwindigkeit angemessenen Bremsweges für erforderlich erachtet wird, wodurch auch die Hilfssignale zwischen das ES und den Anfang des Bahnsteiges zu liegen kommen. Soll die Gewähr bestehen, daß die Einfahrt mit geringer Geschwindigkeit erfolgt, so muß die Minderung der Geschwindigkeit nach dem oben Gesagten selbsttätig geregelt werden. Endlich

\*) Denkschrift Nr. 800, 1912/13, S. 16, betreffend die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Berliner Stadt-Ring- und Vorort-Bahnen.

\*\*) Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1913, S. 557.

\*\*\*) Kemmann, Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, Berlin, 1914, bei Springer, S. 23.

ist zu erwägen, daß selbst, wenn die von Brugsch und Briske errechneten Folgezeiten tatsächlich brauchbar wären, man doch nicht nur 60 m lange Züge in 49 und 90 m lange in 55 sek Folge laufen lassen wird, wenn man dasselbe Angebot an Plätzen mit weniger aber längeren Stadtbahnzügen leichter und billiger erreichen kann.

Das größere Gewicht der Zuglänge gegenüber der Folgezeit für die Leistung geht auch aus der Gleichung der Leistungsfähigkeit hervor, in der der Zähler schwerer wiegt als der Nenner:

$$A = \frac{cl}{\sqrt{\frac{2(l+a+z)}{\gamma_a} + \frac{v_b}{\gamma_b} + \frac{x+y+l-e_3}{v_m} + t_h + t_e + t_o}};$$

$$v_m = \frac{v + v_b}{2}$$

G. Brecht\*) drückt dies treffend so aus: »Zuglänge und Zugfolgezeit begrenzen sich gegenseitig derart, daß der längere Zug auch eine längere kürzeste Zugfolgezeit erfordert; jedoch ist hierbei der Verlust an Zugfolgezeit kleiner, als der Gewinn an Zuglänge, so daß das Produkt und damit die Leistungsfähigkeit der Bahn mit der Zuglänge zunimmt. Man erhält also nicht etwa die größte, sondern die geringste Leistungsfähigkeit, wenn man auf einer Stadtbahn nach Art des Straßenbahnverkehrs nur einzelne Triebwagen so dicht wie möglich hinter einander fährt« (Textabb. 12 und 14).

\*) Archiv für Eisenbahnwesen, 1913, S. 943, und Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1908, S. 121.

(Schluß folgt.)

### Die Berechnung von Bogenweichen.

W. Strippgen in Weimar bei Bochum.

Ein früher an anderer Stelle\*) erschienenen »Beitrag zum Einbauen von Bogenweichen« gibt Anlaß, für die Berechnung von Innen- und Außen-Bogenweichen Gleichungen mitzuteilen, die ohne Versuchrechnungen zum Ziele führen.

Zur Lösung der vorkommenden Aufgaben sind für eine oder mehrere Gleisachsen Grundgleichungen aufgestellt, von denen zwei zusammen gehörende die Entwicklung der nötigen Gleichungen ermöglichen. Mit Ausnahme der Weichen nach den Textabb. 2 und 6 sind nur die wichtigsten Aufgaben behandelt. Weiter sind die Lösungen nur für eine oder, wo erforderlich, für zwei Unbekannte mitgeteilt, da der Abschluß der Rechnung nach deren Ermittlung einfach ist. Schließlich sind nur die Ansätze und Endgleichungen angegeben, die teilweise umständliche Entwicklung ist auf das Nötigste beschränkt.

#### 1) Nach innen abzweigende Weiche mit gerader Zunge im Innen-gerader Backenschiene im Außen-Strange und durchgehendem Halbmesser. (Textabb. 1).

Die Hauptgrößen sind:

- R Halbmesser des Innenstranges des Hauptgleises ohne Erweiterung der Spur.
- r Halbmesser des Außenstranges des abzweigenden Gleises.
- n Länge der Geraden vom Bogenende bis zur Spitze des Herzstückes.
- m Länge vom Anfange des Bogens R bis zum Schnitte k der Außenstränge.
- a Herzstückwinkel.
- β Winkel am Mittelpunkte des abzweigenden Gleises = α + δ.
- δ Winkel am Mittelpunkte des Hauptgleises.
- φ Anschlag- oder Überschneidungswinkel.

Die bekannte Spur wird der Einfachheit des Anschreibens der Ausdrücke wegen mit 2s bezeichnet.

Textabb. 1 liefert die beiden Grundgleichungen:

- Gl. 1)  $r \sin \varphi + m + R \sin \delta + n \cos \delta = r \sin \beta + n \cos \beta$ .
- Gl. 2)  $R + 2s - r \cos \varphi = R \cos \delta - n \sin \delta + n \sin \beta - r \cos \beta$ .

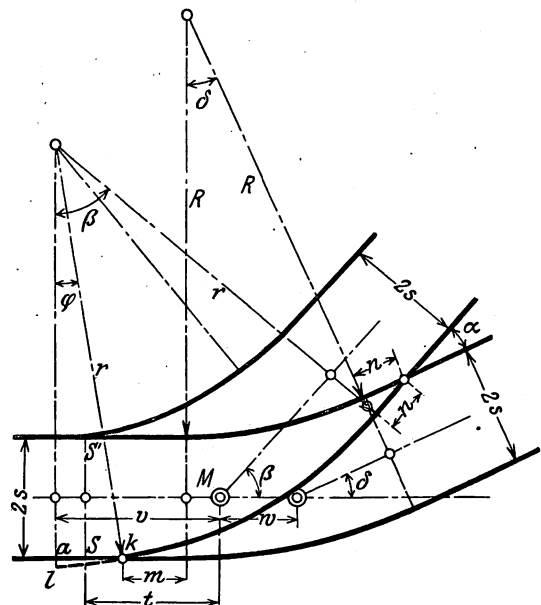
Aufgabe 1) Gegeben: R, r, m, n, φ; gesucht α, δ.

Aus Gl. 1) und 2) folgt mit β = α + δ:

$$(r \sin \alpha + n \cos \alpha - n) \cos \delta - (R + n \sin \alpha - r \cos \alpha) \sin \delta = m + r \sin \varphi.$$

$$(r \sin \alpha + n \cos \alpha - n) \sin \delta + (R + n \sin \alpha - r \cos \alpha) \cos \delta = R + 2s - r \cos \varphi.$$

Abb. 1.



Vervielfältigt man jede Seite dieser mit sich selbst und zählt die Gleichungen zusammen, so entsteht:

$$\frac{\cos \alpha - \frac{n(R-r)}{rR+n^2} \sin \alpha = 2n^2 + 2r(R+2s) \cos \varphi - m^2 - 2mr \sin \varphi - 4s(R+s)}{2(rR+n^2)}, \text{ mit}$$

Gl. 3)  $\dots \dots \dots \frac{n(R-r)}{rR+n^2} = \text{tg } \gamma_1$  erhält man:

Gl. 4)  $\cos(\alpha + \gamma_1) = \frac{2n^2 + 2r(R+2s) \cos \varphi - m^2 - 2mr \sin \varphi - 4s(R+s)}{2(rR+n^2)} \cos \gamma_1$ .

Nach Bestimmung des Herzstückwinkels α aus Gl. 3) und 4) erhält man dann weiter aus Gl. 1) und 2)

Gl. 5)  $\dots \dots \dots \text{tg } \frac{\delta}{2} = \frac{2s + r \cos \alpha - n \sin \alpha - r \cos \varphi}{m + r \sin \varphi + n \cos \alpha + r \sin \alpha - n}$ .

Die Lösung gilt auch, wenn r, m, n, α, φ gegeben sind. Aufgabe 2) Gegeben: R, r, m, α, φ; gesucht n, δ. Aus Gl. 1) und 2) folgt:

\*) Zentralblatt der Bauverwaltung, August 1916, S. 465.

$$\sin\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) + \frac{m + r \sin \varphi}{R + 2s - r \cos \varphi} \cos\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{(R + r) \sin \frac{\alpha}{2}}{R + 2s - r \cos \varphi}, \text{ mit}$$

Gl. 6) . . .  $\frac{m + r \sin \varphi}{R + 2s - r \cos \varphi} = \text{tg } \gamma_2$  erhält man :

Gl. 7) . .  $\sin\left(\beta - \frac{\alpha}{2} + \gamma_2\right) = \frac{(R + r) \sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma_2}{R + 2s - r \cos \varphi}$ .

Aus dem erhaltenen  $\beta$  folgt  $\delta$ , dann  $n$  aus Gl. 1) oder 2).

Aufgabe 3) Gegeben:  $R, r, m, \beta, \varphi$ ; gesucht  $\alpha, n$ .

Aus Gl. 1) und 2) erhält man:

Gl. 8)  $\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{(R + 2s) \sin \beta + m \cos \beta - r \sin(\beta - \varphi)}{R + r + (R + 2s) \cos \beta - r \cos(\beta - \varphi) m \sin \beta}$ ,  
daraus  $\delta$  und  $n$ .

Aufgabe 4) Gegeben:  $R, r, m, \delta, \varphi$ ; gesucht  $\alpha, n$ .

Aus Gl. 1) und 2) erhält man:

Gl. 9)  $\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{(R + 2s) \sin \delta + m \cos \delta - r \sin(\delta - \varphi)}{R + r + r \cos(\delta - \varphi) + m \sin \delta - (R + 2s) \cos \delta}$ .

Aufgabe 5) Gegeben:  $R, r, n, \alpha, \varphi$ ; gesucht  $\delta, m$ .

Aus Gl. 2) folgt:

$\sin \delta + \frac{R + n \sin \alpha - r \cos \alpha}{r \sin \alpha + n \cos \alpha - n} \cos \delta = \frac{R + 2s - r \cos \varphi}{r \sin \alpha + n \cos \alpha - n}$ , mit

Gl. 10) . .  $\frac{R + n \cdot \sin \alpha - r \cos \alpha}{r \sin \alpha + n \cdot \cos \alpha - n} = \text{tg } \gamma_5$  erhält man :

Gl. 11) . . .  $\sin(\delta + \gamma_5) = \frac{R + 2s - r \cos \varphi}{r \sin \alpha + n \cdot \cos \alpha - n} \cdot \cos \gamma_5$ .

Aufgabe 6) Gegeben:  $R, r, n, \beta, \varphi$ ; gesucht  $\delta$ , also  $\alpha, m$ .

Aus Gl. 2) folgt:

$\cos \delta - \frac{n}{R} \sin \delta = \frac{R + 2s + r \cos \beta - r \cos \varphi - n \sin \beta}{R}$ , mit

Gl. 12) . . . . .  $\frac{n}{R} = \text{tg } \gamma_6$  erhält man :

Gl. 13)  $\cos(\delta + \gamma_6) = \frac{R + 2s + r \cos \beta - r \cos \varphi - n \sin \beta}{R} \cdot \cos \gamma_6$ .

Aufgabe 7) Gegeben:  $R, r, n, \delta, \varphi$ ; gesucht  $\beta$ , also  $\alpha, m$ .

Aus Gl. 2) folgt:

$\cos \beta - \frac{n}{r} \sin \beta = \frac{R \cos \delta + r \cos \varphi - n \sin \delta - (R + 2s)}{r}$ , mit

Gl. 14) . . . . .  $\frac{n}{r} = \text{tg } \gamma_7$  erhält man :

Gl. 15)  $\cos(\beta + \gamma_7) = \frac{R \cos \delta + r \cos \varphi - n \sin \delta - (R + 2s)}{r} \cdot \cos \gamma_7$ .

Aufgabe 8) Gegeben:  $r, m, n, \beta, \varphi$ ; gesucht  $\delta$ , also  $\alpha, R$ .

Aus Gl. 1) und 2) erhält man:

Gl. 16) . .  $\text{tg } \frac{\delta}{2} = \frac{r \cos \varphi + n \sin \beta - 2s - r \cos \beta}{n + r \sin \beta + n \cos \beta - m - r \sin \varphi}$ .

Aufgabe 9) Gegeben:  $R, r, m, n, \alpha$ ; gesucht  $\varphi, \delta$ .

Aus der dritten Gleichung der Entwicklung von Aufgabe 1) folgt:

$$\cos \varphi - \frac{m}{R + 2s} \sin \varphi = \frac{m^2 + 4s(R + s) + 2(rR + n^2) \cos \alpha - 2n(R - r) \sin \alpha - 2n}{2r(R + 2s)}$$

Mit

Gl. 17) . . . . .  $\frac{m}{R + 2s} = \text{tg } \gamma_9$  erhält man :

Gl. 18)  $\cos(\varphi + \gamma_9) = \frac{m^2 + 4s(R + s) + 2(rR + n^2) \cos \alpha - 2n(R - r) \sin \alpha - 2n}{2r(R + 2s)} \cdot \cos \gamma_9$ .

Dann folgt  $\delta$  nach Gl. 5).

Aufgabe 10) Gegeben:  $R, r, m, \alpha, \beta$  oder  $\delta$ ; gesucht  $\varphi, n$ .

Aus Gl. 1) und 2) erhält man:

Gl. 19)  $\sin\left(\frac{\beta + \delta}{2} - \varphi\right) = \frac{(R + 2s) \sin \frac{\beta + \delta}{2} + m \cos \frac{\beta + \delta}{2} - (R + r) \sin \frac{\alpha}{2}}{r}$ .

Für alle Aufgaben ist dann noch der Abstand der Zungenspitze  $a$  vom Mittelpunkte  $M$  der Weiche:

Gl. 20) .  $v = (r - s) \text{tg } \frac{\beta}{2} + 2r \text{ctg } \beta \cdot \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ .

(Fortsetzung folgt.)

### Fahrbares elektrisches Kraftwerk.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Taf. 36.

#### Zweck.

Die Erfordernisse des Krieges führten zum Baue des fahrbaren elektrischen Kraftwerkes, um Bahnhöfe in Feindesland, auf denen sich beim Vorgehen schnell lebhafter Verkehr durch Verladen von Truppen und Munition und für Verpflegung entwickelte und zweckdienliche Beleuchtung nicht vorhanden war, in kürzester Zeit ausreichend beleuchten zu können.

Nachdem später auf den wichtigen Bahnhöfen ein eigenes ortfestes elektrisches Lichtwerk und Lichtnetz in Betrieb genommen war, übernahm dies fahrbare Lichtwerk\*) den Bereitschaftsdienst für mehrere elektrisch beleuchtete Bahnhöfe, so dass besondere Aushülfsmaschinensätze auf diesen gespart werden konnten.

\*) Vom Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten mit einem Preise ausgezeichnet.

#### Einrichtung.

Die Beförderung der Anlage erfolgt in zwei Wagen, einem bedeckten Hauptwagen, der die Maschinen und die Unterkunft der Mannschaft enthält, und einem bedeckten Beiwagen für die Lampen, Maste und elektrischen Leitungen nebst Zubehör, die Ersatzstücke und die Aufbaugeräte.

#### Der Hauptwagen.

Der Hauptwagen (Abb. 1 und 2, Taf. 36) enthält als Triebmaschine eine von C. Paulus in Posen gelieferte Benzolmaschine, die bei 280 Drehungen in der Minute 12 bis 14 PS leistet. Die Kurbelwelle trägt zur Stetigung des Laufes zwei schwere Schwungräder von 1000 mm Durchmesser und 160 mm Breite. Die Kühlung durch Verdampfen macht die Maschine von einer Wasserleitung unabhängig.



Die Maschine treibt mit Riemen einen Stromerzeuger der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin, von 220 Volt Spannung und 40 bis 50 Ampere Stromstärke.

Die Schaltvorrichtung mit Strom- und Spannung-Messer ist so eingerichtet, daß sie bei dauerndem Betriebe zwecks genauen Ablesens außerhalb des Wagens an einem festen Gegenstande angebracht werden kann.

Zwischen Triebmaschine und Stromerzeuger steht ein Schraubstock mit Unterspind für die Werkzeuge zu kleineren Ausbesserungen. Für die Mannschaft sind zwei über einander angeordnete Ruhebetten am Kopfende des Wagens angebracht, davor an der einen Seite ein aufklappbarer Tisch, an der andern ein Heizofen mit Kocheinrichtung. Betten, Tisch und Ofen sind durch einen wasserdichten Segeltuchvorhang vom Maschinenraume getrennt.

Unter dem Wagen ist ein Kasten für Betriebsstoffe für zwei Wochen angebracht. Mit einer von Hand betriebenen Flügelpumpe im Wagen wird der Betriebsstoff aus dem Vorratbehälter in den Aufnahmebehälter der Benzolmaschine gefördert.

Der Wagen wird durch eine seitlich abnehmbar angebrachte eiserne Leiter bestiegen.

#### Der Beiwagen.

Der Beiwagen enthält für die Außenbeleuchtung zehn je 100 m lange Leitungstränge aus einem Stecker, einer Steckdose und 100 m Kordelleitung von  $3 \times 6$  qmm mit Lederstulpen, 10 gleiche, aber nur 50 m lange Leitungstränge und fünf 25 m lange. Die Dreier-Leitung ist für Gleichstrom und Drehstrom geeignet.

Für die Außenbeleuchtung dienen außerdem fünfzehn Leitungsverteiler, bestehend aus je drei Dosen und je einem Stecker mit etwa 1 m langem Kabel auf einem Brette. Zum Aufhängen der Außenlampen dienen zehn dreiteilige, schnell zusammensteckbare Maste von Osenberg, Berlin-Lichtenberg, mit rund 6 m Lichtpunkthöhe.

Für Innenbeleuchtung sind 300 m Pendelschnur von  $2 \times 0,75$  qmm Querschnitt, 60 Hängesteckdosen, 80 Stecker, 30 Steckdosen und 30 Hängefassungen vorhanden, an Lampen 50 Wotanlampen für 220 Volt und 100 N. K., 50 Wotanlampen für 220 Volt und 50 N. K., für Notbeleuchtung vier Azetilenlampen für 200 N. K. mit Karbidbehälter.

Die Ersatzteile für die Maschinen bestehen aus zwei Stahlnockenrollen für das Ein- und Auslaßventil, einer stählernen Feder für das Einlaßventil, einer für das Auslaßventil, 4 Ölgläsern, 2 stählernen Schraubenfedern für den Magnet, einer für den Zündhammer, einer Zugfeder für Hebelrückschlag, einer vollständigen Stofsstange mit gedrehtem Bolzen, einer Zugstange zur Drosselklappe und einem Stücke Messinggaze.

Im Aufbaugerät enthält der Wagen einen Satz Klammern zum Befestigen des Hauptwagens an den Schienen, einen Satz

Unterlegbohlen zum Abfangen des Lichtwagens, einen Satz Federkeile, einen Satz Radkeile und zwei Winden.

#### Betrieb.

Haupt- und Bei-Wagen werden möglichst im Schwerpunkte der zu beleuchtenden Fläche aufgestellt, dabei ist Vermeidung von Störungen des sonstigen Betriebes zu fordern. Nach Wahl der Standorte für die Lampen wird mit dem Aufbaue des Lichtnetzes begonnen, das in der Regel in 12 bis 14 st betriebbereit sein wird.

Auf unverrückbare Feststellung des Hauptwagens muß besonderer Wert gelegt werden, da er durch den Gang der Maschine Erschütterungen ausgesetzt ist. Die feste Verankerung des Wagenkastens auf einem untergebauten Schwellenstapel hat sich bewährt.

Für den Betrieb des Wagens sind zwei Wärter für Tag- und Nacht-Dienst nötig. Da der Betrieb in den meisten Fällen nur bei Dunkelheit erforderlich ist, so hat der Wärter für Tagesdienst die Instandhaltung der Anlage und etwaige Ausbesserungen zu besorgen.

#### Kosten.

Die Kosten betragen für	
den Maschinensatz . . . . .	rund 5000 M
Leitungen, Maste und Lampen . . . . .	» 8050 »
Aufbaugeräte . . . . .	» 350 »
	<hr/>
	zusammen 13 400 M

#### Bewährung.

Entworfen und gebaut wurde der Wagen vom Maschinenamte Thorn; mit dem Baue des fahrbaren elektrischen Kraftwerkes wurde am 8. XII. 1914 begonnen, schon am 8. I. 1915 wurde das Lichtwerk auf einem Bahnhofe des östlichen Kriegsschauplatzes in Betrieb gesetzt.

Das fahrende elektrische Kraftwerk hat sich bewährt.

Ein besonderer Vorteil liegt in der Verwendung einer Benzol- statt einer Dampf-Maschine mit Dampfkessel wegen des geringern Gewichtes und der ständigen Bereitschaft in wenigen Minuten. Die Beschaffung der Betriebsstoffe hat im Felde nirgend Schwierigkeiten bereitet, da die Triebmaschine auch mit Kohlenwasserstoff, Benzin, Spiritus und Petroleum betrieben werden kann. Das Beschaffen von Wasser und Kohle würde beträchtlich schwieriger sein. Auch der Fortfall der gesetzmäßigen Untersuchungen von Kesseln und die einfachere Bedienung sind nicht zu unterschätzen.

Der Wahl eines stärkern Maschinensatzes, dessen Abmessungen allerdings durch die Wagenbreite begrenzt sind, steht nichts im Wege.

Die mannigfache Verwendung des fahrbaren elektrischen Kraftwerkes auf Eisenbahnen im Frieden als Aushilfe für ortsfeste Werke bedarf nur des Hinweises.

## Nachruf.

Hofrat Ing. Viktor Schützenhofer †.

Am 10. Februar 1918 verschied der k. k. Hofrat des Eisenbahn-Ministerium i. R. Ing. Viktor Schützenhofer in Wien im 76. Lebensjahre. Geboren am 8. Oktober 1842 zu

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LV. Band. 14. Heft. 1918.

Wien trat er nach Ablegung seiner Studien an der dortigen Technischen Hochschule und nach kurzer Betätigung im Lokomotivbaue bei der Staatseisenbahn-Gesellschaft in die Dienste der ehemaligen Kaiserin-Elisabeth-Westbahn. Anlässlich Verstaatlichung dieser

Bahn im Jahre 1882 wurde er in den Dienst der österreichischen Staatsbahnverwaltung übernommen, der er bis zu seinem 1903 erfolgten Übertritte in den Ruhestand, zuletzt im Eisenbahnministerium als Vorstand des Departements für maschinentechnische Konstruktionen und den Werkstätdendienst angehörte.

Mit Schützenhofer schied ein um die Entwicklung des technischen Eisenbahnwesens hochverdienter Mann aus dem Leben, der noch dem Kreise jener immer seltener werdenden Eisenbahningenieure angehörte, die nicht nur ihr besonderes Fachgebiet beherrschen, sondern auf allen Zweigen des technischen Eisenbahndienstes anregend und schöpferisch wirken.

Seinem Studiengange nach Maschinentechniker hat er sich im Dienste der Kaiserin-Elisabeth-Westbahn als Vorstand der sowohl die maschinen-, wie bautechnischen Angelegenheiten handelnden Dienststelle dieser Bahn auch als ausgezeichnete Brückenbauer im Vereine mit dem damaligen technischen Direktor Hornbostel höchst verdienstvoll betätigt.

Die Früchte seiner Arbeiten auf diesem Gebiete waren nebst zahlreichen Brücken beim Baue des zweiten Gleises der Strecke Wien-Wels und beim Umbaue der Strecke Linz-Budweis besonders die Eisenbahnbrücken über die Donau bei Mauthausen und bei Steieregg.

Die Entwürfe für die Reichsbrücke, Straßenbrücke, über die ausgebaute Donau bei Wien und für die über den Westbahnhof in Wien führende Straßenbrücke sind dem außerdienstlichen Fleiße des Verewigten zu verdanken. Bei dem für letztere Brücke ausgeschriebenen öffentlichen Wettbewerbe wurde sein Entwurf im Jahre 1874 mit dem ersten Preise ausgezeichnet.

Auf dem Gebiete des Baues von Fahrzeugen hat er im Dienste der Kaiserin-Elisabeth-Westbahn neben der Ausarbeitung von Entwürfen für eine Reihe von neuen, für die damaligen Verhältnisse vorzüglich geeigneten Lokomotiv- und Wagen-Gattungen besonders die Einführung der Dampfheizung und Ölgasbeleuchtung für Reise- und Dienst-Wagen und der einfachen Luftsaugebremse bei Reisezügen betrieben.

Mit 1882 setzte in Österreich die Verstaatlichung ein. Die hieraus erwachsenden umfassenden Arbeiten hinsichtlich Zusammenfassung der Fahrzeuge der verstaatlichten Bahnen, Neuordnung des Dienstes der Werkstätten, Neubeschaffung von Fahrzeugen wurden von Schützenhofer dank seiner hervorragenden Fähigkeiten für die Verwaltung in mustergültiger Weise gelöst.

Bei der ins Leben gerufenen General-Direktion der österreichischen Staatsbahnen oblag ihm als Stellvertreter des Maschinendirektors vornehmlich die Leitung des Entwurfes und die Beschaffung der Eisenbahnfahrzeuge und der maschinellen Einrichtungen, sowie die Leitung des Werkstätdienstes, welche Geschäftszweige er dann nach Errichtung des Eisenbahnministeriums zuletzt als Departement-Vorstand weiterführte.

Alle Neuerungen und Verbesserungen dieser Gebiete im Bereiche der österreichischen Staatsbahnen bis zu seinem Übertritte in den Ruhestand sind mit seinem Namen aufs innigste verknüpft.

Neben dem Entwurfe einer großen Anzahl von Gattungen neuer Fahrzeuge, hierunter auch die der Stadtbahn in Wien, heben wir besonders hervor den Bau des österreichischen Hofzuges 1892, der damals schon mit elektrischer Beleuchtung ausgerüstet wurde und dessen Ergänzung durch neue Wagen-gattungen 1898; die Einführung der selbsttätigen Luftsaugebremse bei den Reisezügen und bei den Erzzügen der Nebenbahn Eisenerz-Vordernberg; die Aufstellung einer einheitlichen Regelbauart für die Güterwagen der österreichischen Eisenbahnen; die technischen Grundlagen für die Kriegsfahrordnungen besonders zum Zwecke der Ermöglichung der freizügigen Verwendung der Lokomotiven; die Ausgestaltung der Einrichtungen der Eisenbahnwagen zur Beförderung von Mannschaften, Verwundeten, Kranken und Pferden im Heeresdienste; die Neuaufstellung der staatlichen Vorschriften über die Bauart der Eisenbahnfahrzeuge; der Neubau der Werkstätte in Linz.

Große Aufmerksamkeit widmete Schützenhofer allen Erscheinungen auf dem Gebiete des ausländischen Eisenbahnwesens; er hat sich an vielen zwischenstaatlichen Verhandlungen, Vereinigungen und Ausstellungen als Beobachter und reger Mitarbeiter beteiligt. 1886 wurde er als Vertreter der Regierung zu dem zwischenstaatlichen Kongresse in Bern für die Aufstellung von Bestimmungen über die technische Einheit im Eisenbahnwesen und die zollsichere Einrichtung der Güterwagen entsendet. 1893 beteiligte er sich an der Weltausstellung in Chicago, 1900 in Paris; hier bekleidete er das Amt eines Preisrichters. Unvergessen wird seine Tätigkeit im Vereine deutscher

Eisenbahnverwaltungen bleiben, dessen Ausschuß für technische Angelegenheiten ihn zu seinen eifrigsten, erfolgreichsten und beliebtesten Mitgliedern zählen durfte; an den Sitzungen war er von der 50. im Juli 1892 zu Wien bis zur 76. im Oktober 1903 zu Danzig beteiligt.

Eine Würdigung der Verdienste des Dahingeshiedenen auf diesem Gebiete würde zu einer Aufzählung fast aller 1885 bis 1903 von diesem Ausschusse geleisteten Aufgaben führen, an denen er sich mit dem vollen Einsatze seiner anregenden und unermüdlichen Arbeitskraft beteiligte. Bei den mündlichen Verhandlungen kamen ihm sein großes Geschick bei der Entwirrung verwickelter Fragen und seine durch scharfen Verstand und große Sachkenntnis getragene Rednergabe sehr zu statten. Herzliche Freundschaft verband ihn mit vielen der Mitglieder des Technischen Ausschusses; oft und gerne hat er sich noch im Ruhestande dahin geäußert, daß er die Stunden, die er in ihrem Kreise teils in ernster Arbeit, teils in froher Gesellig-



keit verbracht hätte, zu den schönsten seiner Lebenslaufbahn zähle.

Von seinen Leistungen auf schriftstellerischem Gebiete verdienen seine nach Form und Inhalt mustergültigen, eine Fülle von wertvollen Angaben enthaltenden Beiträge für v. Röll's Enzyklopädie des Eisenbahnwesens besondere Hervorhebung.

Die großen Verdienste des Dahingeshiedenen wurden auch durch Verleihung von Ordensauszeichnungen anerkannt, so in Österreich durch Verleihung des Goldenen Verdienstkreuzes mit der Krone, des Ordens der Eisernen Krone III. Klasse und schließlich des Komturkreuzes des Franz-Josefs-Ordens, in Deutschland durch Verleihung des Preussischen Kronenordens II. Klasse mit dem Sterne.

Persönlich zeichnete sich Schützenhofer durch ein liebenswürdiges, herzliches Wesen, eine umfassende allgemeine Bildung, einen lebhaften, immer den Kern der Sache rasch erfassenden Geist aus. Diese Eigenschaften und die starke

Ausprägung seines Wesens gestalteten den Umgang mit ihm immer genussvoll und anregend.

Seinen Untergebenen war er ein wohlmeinender Führer und Freund, ein leuchtendes Vorbild an nie versagender Arbeitsfreude, strenger Pflichterfüllung und zäher Willenskraft im Verfolgen der einmal für richtig erkannten Ziele, seinen zahlreichen Freunden und Fachgenossen ein stets zuverlässiger Berater, der gern und selbstlos aus dem reichen Schatze seines Wissens und seiner Erfahrungen spendete.

In den Jahren des Ruhestandes betätigte er sich, seinem lebhaften Kunstsinne folgend, noch als eifriger und ausgezeichnete Aquarellist. Treu umhegt von seinen Kindern und Enkeln, an denen er mit großer Liebe hing, bewahrte er sich seinen frischen Geist und seine lebhaft Anteilnahme an allen Ereignissen bis in die letzten Stunden seines Lebens, dem der Tod mit nicht zu harter Hand ein Ziel setzte.

Ein ehrendes und dankbares Andenken bleibe ihm immerdar geweiht. C—.

## Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

### Verein deutscher Maschinen-Ingenieure.

Herr Regierungs- und Baurat Wandler vom Eisenbahn-Zentralamt behandelte die Heizkuppelungen der Eisenbahnfahrzeuge in einem Vortrage\*).

Man hat mit der Vervollkommnung der Heizeinrichtungen der Wagen auch eine Verbesserung der Heizleitung angestrebt, indem man deren Querschnitte vergrößerte, stieß aber hierbei auf Schwierigkeiten, weil die Kuppelungen und deren Anschlüsse hindernd im Wege standen. Bei der Verwendung von Gummi zu den Kuppelungen sind den Querschnitten gewisse Grenzen gesetzt, und die bisher gebräuchlichen Metallkuppelungen haben Mängel, die deren Einführung trotz ihrer nicht zu verkennenden Vorzüge nicht wünschenswert erscheinen lassen. Durch die technischen Vereinbarungen sind bindende Maße für die Anschlussstutzen der Heizkuppelungen festgelegt, die noch aus der Zeit der Einführung der Dampfheizung für Reisewagen stammen und den heutigen gesteigerten Anforderungen nicht mehr genügen; wohl alle mitteleuropäischen Eisenbahnverwaltungen vertreten diese Ansicht. Durch einen Unterausschuss des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, der vor Beginn des Krieges eingesetzt ist, sollte die Einführung einer neuen Heizkuppelung geprüft werden. Durch den Krieg sind die Arbeiten dieses Ausschusses aufgehalten, der Mangel an Gummi zwang aber die Eisenbahnverwaltung, sich nach

\*) Ausführlich in Glasers Annalen.

geeignetem Ersatz umzusehen. Versuche größern Umfanges wurden von den preussisch-hessischen Eisenbahnen mit Metallschlauchkuppelungen gemacht, die wohl zur Linderung der Not beigetragen haben, zur allgemeinen Einführung aber nicht geeignet scheinen.

Auch auf die bei den schweizer Bundesbahnen und den ungarischen Staatsbahnen gebräuchlichen Kuppelungen mit Gelenkröhren kam man zurück, indem man die diesen anhaftenden Mängel zu beseitigen suchte. So wurde durch J. Pintsch A.-G., Berlin, eine solche entworfen, die die bisherigen Flachgelenke durch eine geschickte Ausbildung des Absperrhahnes mit einem überall gleichen Querschnitte ersetzt. Diese Kuppelung ist mit dem Fahrzeuge fest verbunden und ermöglicht leichte und schnelle Trennung. Durch Versuche wurde die Überlegenheit der neuen Kuppelung über die bisher gebräuchlichen nachgewiesen. Hierbei zeigte sich, daß der Abfall an Spannung bei Verwendung der neuen Absperrhähne um ein Vielfaches geringer ist, als bei der alten Anordnung.

Die Schwierigkeiten der Heizung der Züge während des Krieges sind zu großem Teile auf den Mangel an Heizkuppelungen zurück zu führen. Die Ursachen des Mangels bestehen im Wesentlichen in starkem Verschleisse, im Fehlen der Rohstoffe für Ersatz und in der Schwierigkeit der Beförderung an die Verbrauchstellen.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

#### Schäden der Eisenbahntunnel.

(F. Rothpletz, Schweizerische Bauzeitung 1918 I, Bd. 71, Heft 6, 9. Februar, S. 69 und Heft 7, 16. Februar, S. 79.)

Schäden der Eisenbahntunnel rühren von äußeren Einflüssen und vom Gebirgsdrucke her. Äußere Einflüsse sind Verwitterung der Mauersteine, Auswittern der Fugen, Einfluß der Gebirgsässer, der Lokomotivgase, der Erschütterungen

durch Zugverkehr. Die Gefahr der Verwitterung der Mauersteine liegt bei kurzen Tunneln auf der ganzen Länge vor. Auch größere Tunnel von Kilometer-Länge können durch und durch dem Einflusse der äußeren Wärmeschwankungen unterworfen sein. Bei langen, nicht gelüfteten Tunneln dringt der Frost nur bis einige hundert Meter in das Innere. Bei künstlicher Lüftung geht jedoch die Gefrierzone auf der Eintrittseite

500 bis 2500 m vom Tunnelmunde, während auf der Austrittsseite die warme Luft jedes Gefrieren verhindert. Am untern Hauensteintunnel reicht die Gefrierzone im Südschenkel 2500 m, im Nordschenkel, in dem der Einfluss des Lüftschachtes viel geringer ist, rund 500 m vom Tunnelmunde. Am Simplon stellt man trotz großer Wärme, aber 90 cbm/sek Lüftung Eisbildungen bis 2000 m fest. Im Allgemeinen findet man wenig ausgefrorene Natursteine. Schlechte Erfahrungen hat man namentlich mit Backsteinen gemacht, aber auch Zementsteine bieten nur in bester Beschaffenheit genügende Sicherheit. Vom Baue herrührende oder allmähig durch Auswittern schlechten Mörtels entstandene leere Fugen begünstigen die Verwitterung der Steine.

Fast in allen Eisenbahntunneln findet man zersetzten Mörtel, namentlich im Gewölbe. Es treten Ausblühungen auf, das heißt der Mörtel wächst als weiche, schmierige, weiße Masse aus der Fuge; Grobmörtel und Grobmörtelsteine zersetzen sich oberflächlich unter gleichen Erscheinungen. Nach Dr. H. Kühl\*) besteht die weiße schmierige Masse aus Kalziumsulfat-aluminat, einer wasserreichen Doppelverbindung aus Gips und Kalziumaluminat, die nur entstehen kann, wenn im Mörtel oder Grobmörtel freies Kalkhydrat und Tonerde vorhanden sind, zu denen Schwefelsäure und Wasser treten. »Erzzement« und der in Südfrankreich hergestellte Le Teil-Wasserkalk enthalten keine Tonerde, binden aber langsam ab, so daß sie für rasche Mauerung namentlich in Nasse nicht in Frage kommen. Mit Le Teil-Kalk wurden im Lötschbergtunnel in Gipswasser Versuche gemacht. Es war nicht möglich, mit ihm zu mauern, weil er nach mehreren Tagen noch ganz weich war und erst nach Wochen gut erhärtete. Wo dieser Zement später für Verfugungen angewendet wurde, hat er sich gut bewährt. Zemente ohne freien Kalk stehen in den vorzugsweise aus gekörnter Hochofenschlacke bestehenden Hochofenzementen zur Verfügung. Diesen bei der Herstellung zugesetzter Gips wirkt nicht nur nicht zerstörend, sondern steigert Erhärtungsvermögen und Festigkeit bedeutend. Schwefelsäure läßt sich durch elektrischen Betrieb vermeiden. Auch säurehaltige Wässer können Zersetzung verursachen.

Ferner können Gebirgswässer vom Gewölbe oder Widerlagerrücken her das Mauerwerk anfressen und allmähig Formänderungen hervorrufen. Wichtiger ist das Auslaugen feiner Bestandteile des Gebirges durch nach dem als Entwässerungsröhre wirkenden Tunnelhohlraum ziehendes Wasser. Jeder Tropfen bringt eine Spur mit sich, mit den Jahren entstehen Hohlräume, die nach und nach zu Einstürzen hinter dem Gewölbe führen, die zu Tagbrüchen führen können. Diese Auswaschungen müssen durch Abdichten des Tunnels verhindert werden.

Eine weit größere Rolle spielen die Schäden durch Gebirgsdruck. Dieser wird durch Zusammenhanglosigkeit des Gebirges

oder durch chemische Umsetzung des Gesteines verursacht. Der Gebirgsdruck aus Zusammenhanglosigkeit ist ruhend im Gebirge vorhanden und wird bei dessen Aufschließen wirksam, oder entsteht dadurch, daß Hohlräume nicht gefüllt sind oder die Sohle nicht geschützt ist. Ruhend ist Druck in schwimmendem und in Gebirgen vorhanden, die durch Verwerfungen, Überschiebungen, stark gequetschte Gewölbe und Mulden druckhaft werden. In Druckgebirgen und Gebirgen, die chemischer Umwandlung ausgesetzt sind, ist richtiges Abbauverfahren vornehmste Vorbeugungsmaßregel. Verwitterung des Gebirges und dadurch verursachte Aufbrüche und Einstürze erfolgen nur allmähig. Im Gebirge ruhend vorhandener Druck macht sich selten sofort geltend, tritt allmähig auf und wird immer stärker. Chemische Umsetzung, bei der es sich namentlich um Trias-Strecken und in diesen um Umsetzung von Anhydrit in Gips handelt, tritt ebenfalls verhältnismäßig langsam in Wirkung. In druckhaftem Gebirge muß demnach das Ausbaufahren in kürzester Frist nach Aufschluß des Gebirges zum fertig ausgemauerten Tunnel führen. Die Umwandlung von Anhydrit in Gips erfolgt nur bei Zutritt von Wasser. Anhydrit ist nicht überall gleich empfindlich, im Jura meist mehr, als im Innern der Alpen. Oft genügt schon die Luft, um den Vorgang zu fördern. Während der Bauausführung müssen daher Wasser und Luft möglichst von diesen Strecken, die im Allgemeinen selbst kein Wasser führen, fern gehalten werden. Unmittelbar hinter dem Vortriebe muß ein Graben oder eine Wasserleitung nachgeführt werden, um hinter der gefährdeten Strecke abgeschlossenes Wasser über diese zu leiten. Nach Fertigstellung des Deckengewölbes muß sofort ein Sohlengewölbe eingezogen werden, auch wenn zunächst kein Druck festgestellt wird. Abdeckung der Sohle kann diese vor Zersetzung nicht schützen, selbst wenn sie mit Entwässerung verbunden wird, weil sie wohl die Luft, aber nicht die Bergfeuchtigkeit fern halten kann. Wenn das Sohlengewölbe sofort nach dem Deckengewölbe eingezogen wird, wird die Zerstörung der Sohle die zur Ausgrabung für ein verhältnismäßig schwaches Sohlengewölbe nötige Tiefe noch nicht erreicht haben, so daß dieses auf das ungestörte Gebirge aufgesetzt werden kann. Das durch das Sohlengewölbe oder unter ihm in das Gebirge eindringende Wasser zersetzt die oberste Schicht unter dem Sohlengewölbe. Diese einige Zentimeter dicke zerstörte Schicht bildet einen Filz, der in das Sohlengewölbe von unten eingepreßt wird, dieses abdichtet und so das darunter liegende Gebirge gegen weiteren Wassereinfluss schützt.

Sohlengewölbe sollten aus Stein hergestellt werden, weil Grobmörtel in der Richtung der Drucklinie gestampft werden sollte, was beim Sohlengewölbe fast unmöglich ist. Dieses sollte ferner nicht flacher oder schwächer, sondern wegen der Erschütterungen durch die Züge eher stärker, als das Deckengewölbe ausgeführt werden. Die Erschütterungen teilen sich auch der Sohle mit und lösen die im Boden schlummernde Spannung aus.

\*) Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1912, Heft 100, 28. Dezember, S. 1577.

## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

### Anlage zum Verladen von Kohle.

(Engineering, August 1917, S. 165. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 12 auf Tafel 36.

Zur Bewältigung des wachsenden Umschlagverkehrs mit Kohle wurde 1915 im Hafen von Durban eine bemerkenswerte Förderanlage errichtet. Die Kohlenwagen werden durch einen Kipper in einen hochgelegenen Bunker entleert, mit Förderbändern gehoben und einem fahrbaren Gerüste zugeführt, das sie durch ein verstellbares Band über die Ladeluke der Schiffe bringt und in ein Schüttrohr abwirft.

Der Kipper nach Mc Myler ist für die Behandlung der 68 t Wagen mit drei Triebmaschinen von je 150 PS nach Westinghouse ausgerüstet. Mit Rücksicht auf eine vorhandene Bekohlungsanlage ist der Bunker 3,66 m über Oberkante der Hafenummauer gelegt. Die Zu- und Abfahr-Gleise zum Kipper sind geneigt, die vollen Wagen werden hinaufgezogen und rollen nach Entleerung selbsttätig ab.

Aus dem Bunker wird die Kohle auf ein unter 20° ansteigendes Förderband von 70,0 m Länge und 1,22 m Breite abgezogen, das auf einer geschlossenen und mit Laufgang versehenen Förderbrücke läuft. Die elektrische Triebmaschine am oberen Ende leistet 65 PS. Hier schüttet das Band in einen Zwischenbehälter, aus dem die Kohle dem zweiten oder einem für später geplanten dritten Bande oder unmittelbar dem Fördergerüste zugeführt werden kann, wenn grade an dieser Stelle ins Schiff übergeladen wird.

Das zweite Band führt die Kohle wagerecht längs der Hafenummauer und liegt 12,24 m über SO. Es ist 160 m lang und wird ebenfalls mit 65 PS betrieben. Der überdachte

Laufgang ist auf der Wasserseite unten offen, so daß der Abwurfwagen an beliebiger Stelle in den Förderturm auswerfen kann. (Abb. 12 Taf. 36.)

Hier gelangt die Kohle durch eine Schüttrinne auf ein drittes Förderband, das je nach der Größe und dem Tiefgange des zu beladenden Schiffes geneigt und ausgezogen werden kann. Die Abbildung zeigt die Endstellungen in gestrichelten Linien. Die größte Ausladung beträgt 23,47, die größte Höhe 15,24 m über SO, 18,24 m über dem niedrigsten Wasserstande. Die Kohle kann entweder unmittelbar abgeworfen, oder durch einen Trichter mit ausziehbarem Schüttrohr in die Laderäume gestürzt werden, wodurch Bruch und Staub beschränkt werden. Das Schüttrohr hängt an einem beliebig einstellbaren Auslegerahmen. Die Windwerke für letztere und für die Brücke des Förderbandes, sowie für dessen Antrieb befinden sich im geräumigen Maschinenhause über der untern Durchfahrtöffnung. Das Führerhaus liegt in der Spitze des Turmgerüsts. Das Gerüst wiegt etwa 150 t und fährt auf zwei Gleisen, deren Achsen 13,26 m aus einander liegen, mit 24,4 m/min. Umstellen von einer Ladeluke zur andern ist in 2,5 bis 3 min vollendet. Zur Steuerung der sieben Triebmaschinen von 6 bis 40 PS genügt ein Mann, für die sonstigen Teile der Anlage ist ebenfalls nur ein Mann erforderlich. Gegen Überfahren der Endstellungen aller Bewegungen sind Grenzschnalter vorgesehen, ferner kann die Anlage durch Notschnalter von mehreren leicht zugänglichen Stellen stillgesetzt werden. Sie leistet bei voller Ausnutzung über 1000 t/st und wird mit Gleichstrom von 500 V betrieben. Zum Wiegen des Fördergutes dient eine selbsttätige Wage nach Merrick auf dem wagerechten Bande. Die Tragerollen für das Förderband laufen auf Kugellagern. A. Z.

## Maschinen und Wagen.

### D. II. T. Γ-Tenderlokomotive der schweizerischen Bundesbahnen.

(Schweizerische Bauzeitung 1918, April, Nr. 16, Seite 173. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 11 auf Tafel 36.

Die schweizerischen Bundesbahnen verwenden für den Verschiebedienst hauptsächlich C. II. t. Γ-Tenderlokomotiven, die in der Handhabung handlich und bequem sind und neuerdings mit einer vordern Bühne ausgerüstet werden, die zur Aufnahme der Verschiebemannschaft bestimmt ist und mit Hilfe breiter Treppen bequem bestiegen werden kann. Die Einrichtung hat sich als zweckmäßig erwiesen und wird von der Mannschaft sehr geschätzt.

Mit zunehmender Belastung der Güterzüge machte sich das Bedürfnis nach einer kräftigern Verschiebe-Lokomotive geltend. Es wurde deshalb die Beschaffung einer D-Lokomotive von rund 55 t Dienstgewicht vorgesehen; von den fünf ersten, im Jahre 1915 von der Lokomotiv-Bauanstalt Winterthur gelieferten Lokomotiven dieser Bauart sind zwei Stück als Nafsdampf-Lokomotiven gebaut, während die übrigen drei einen Kleinrauchrohr-Überhitzer erhielten. (Textabbildung 1.) Abgesehen von der Überhitzer-Einrichtung sind beide Lokomotivarten gleich, es haben also auch die Nafsdampf-Lokomotiven Kolbenschieber und Kolbenstangen-Stopfbüchsen nach Schmidt erhalten.

Die Feuerbüchse liegt über dem Rahmen, die Wasserräume zwischen den inneren und äußeren Wänden sind reichlich bemessen; die Rostfläche beträgt nur 1,5 qm, weil die Lokomotive fast ausschließlich im Verschiebedienste verwendet wird. Die einteilige Feuertür ist nach innen aufklappbar.

Der Überhitzer von Schmidt besteht aus 78 Gliedern, in jedem Rauchrohre sind nur zwei enge Überhitzerrohrstränge gelagert; das Verhältnis der Überhitzer- zur Verdampfung-Heizfläche beträgt ungefähr 1:2. Wegen des günstigen Verhältnisses zwischen der äußeren Heizfläche der Überhitzerrohre und dem Querschnitte des Dampfdurchganges eignet sich der Kleinrauchrohr-Überhitzer besonders für kleinere, sehr ungleich beanspruchte Lokomotiven.

Bei der ersten Lieferung wurde der Überhitzer mit getrenntem Nafsdampf- und Heißdampf-Dampfverteiler ausgeführt (Abb. 4 bis 6, Taf. 36). Der Dampf gelangt hierbei vom Regler zum linksseitigen Dampfverteiler, durchströmt dann die Überhitzerrohre, die am andern Ende am Dampfverteiler rechts, der Heißdampfkammer, angeschlossen sind. Die die beiden Dampfverteiler verbindenden Überhitzerglieder sind in drei Rauchröhren gelagert, beim Durchströmen des Dampfes findet demnach eine fünfmalige Umkehrung statt. Ein Überhitzerkasten mit Klappen ist nicht vorhanden, ein Verbrennen der Umkehrenden

des Überhitzers bei geschlossenem Regler nicht zu befürchten, weil die Heizgase im engen Rauchrohre des Kleinrauchrohr-Überhitzers auf dem Wege zum Überhitzerrohre mehr Wärme an die Wandung des Rauchrohres abgeben, als dies bei dem gewöhnlichen Überhitzer der Fall ist.

Die Lokomotiven haben Walschaert-Steuerung mit Kolbenschiebern und Hebel-Umsteuerung. Bei den Lokomotiven der ersten Lieferung gelangt der Abdampf der Zylinder zuerst in einen unter der Rauchkammer liegenden Schalldämpfer und von da in das Blasrohr. Die Zylinder sind mit selbsttätigen Umsteuerventilen für den Leerlauf, die Heißdampflokomotiven außerdem mit einem Luftventil zur Einströmung versehen.

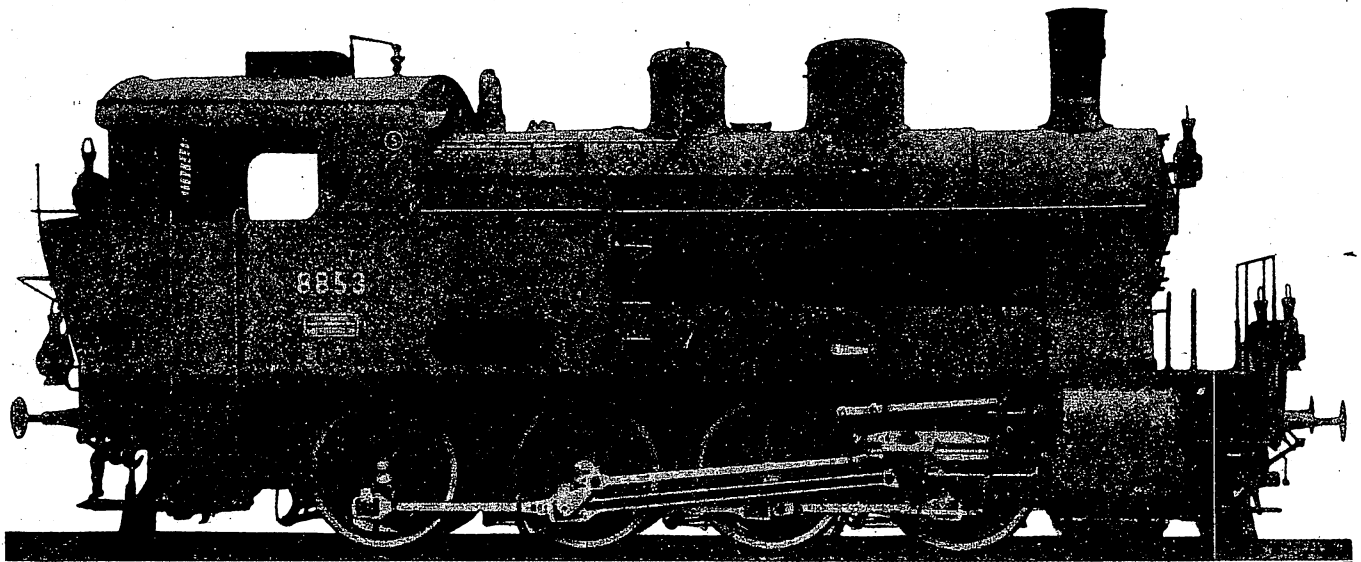
Der Kreuzkopf wird oben von zwei in geringem Abstände von einander gelagerten Gleitbahnen geführt, sodafs die Gleitflächen gegen das Eindringen von Staub und Schmutz gut geschützt sind. Das kleine Lager für die Schubstange ist mit Kugelbüchse versehen, um ein Schiefstellen des Triebbradsatzes

zu ermöglichen und die einseitige Abnutzung der Gleitbahnen zu vermeiden.

Damit auch die schärfsten Gleisbogen anstandslos durchfahren werden können, haben die zweite und die vierte Achse nach jeder Seite 20 mm Spiel. Diese beiden Radsätze können gegen einander ausgewechselt werden, weil die nur am hintern Radsatz verwendbare Bordscheibe des Kuppelzapfens auch vertauscht werden kann.

Der Rahmen ist zur Aufnahme des Wasservorrates als Kastenrahmen ausgeführt, der Führerstand geräumig und derart gebaut, dafs er der Lokomotivmannschaft gute Übersicht auch längs des Zuges gestattet, ohne die Verschiebemannschaft während des Stehens auf den hinteren breiten Trittbrettern zu gefährden. Zu diesem Zwecke ist der vordere Teil bis zur Führerhaustür 2,80 m, der hintere aber nur 2,45 m breit, um genügend Raum für die Trittbretter zu erhalten. Zum Schutze der Lokomotivmannschaft bei Rückwärtsfahrt ist im oberen Teile

Abb. 1. D.H.T.-Tenderlokomotive der schweizerischen Bundesbahnen.



der Rückwand eine Glasscheibe angebracht. Ebenso wie bei den C-Lokomotiven ist vorn eine Bühne mit zugehörigem Geländer und Trittbrettern für die mitfahrende Verschiebemannschaft angeordnet. Die Bremse ist als »Ausgleichbremse« mit je einem Klotz für ein Rad ausgeführt, die Betätigung erfolgt von Hand durch Spindel oder Wurfhebel nach Exter; ferner durch Luftdruck nach Westinghouse.

Um die Lokomotiven auch im Streckendienste verwenden zu können, sind sie mit Westinghouse-Bremse, Geschwindigkeitsmesser, Einrichtung zum Heizen von Zügen, Hand- und Luft-Sandstreuer, Schmierpumpen und Rauchverbrenner ausgerüstet; die Höchstgeschwindigkeit wurde auf Grund von Probefahrten auf 60 km/st für Vorwärts- und 50 km/st für Rückwärts-Fahrt festgesetzt.

Schon bei den ersten Versuchsfahrten wurde bei der Heißdampflokomotive eine sehr hohe Überhitzung beobachtet; die Dampfwärme stieg sehr rasch, weil die Überhitzerröhren schon während des Stillstandes der Lokomotive vor der Abfahrt kräftig geheizt werden. Die im Bogenrohre unterhalb

der Heißdampfkammer gemessene höchste Dampfwärme betrug etwa 420 bis 430° C, bei ganz geringer Belastung wurden 300 bis 320° C erreicht. Dagegen machte sich ein beträchtlicher Abfall der Spannung zwischen Kessel und Schieberkasten bemerkbar, und zwar auch bei grosser Füllung und geringer Geschwindigkeit. Dieser Druckabfall, der bis zu 2 at betrug, ist auf die vielen plötzlichen Änderungen der Richtung des Dampfes beim Strömen durch den Überhitzer und auf den geringen Querschnitt des Dampfdurchganges im Überhitzer zurückzuführen. Da sich die Zugkraft der Heißdampflokomotive merklich kleiner, als die der Naßdampflokomotive herausstellte, wurde der Kesselüberdruck der Heißdampflokomotive nachträglich auf 13 at erhöht.

Im Streckendienste hat sich gezeigt, dafs die Heißdampflokomotive der Naßdampflokomotive weit überlegen ist, da Dampfentwicklung, Kohlen- und Wasser-Verbrauch bei der Heißdampflokomotive viel günstiger sind. Bei Versuchsfahrten auf der Strecke Renens-Vallorbe brauchte die Heißdampflokomotive bei ungefähr gleicher Zuglast für 1 Brutto t km

28 % an Kohlen und 35 % an Wasser weniger, als die Naßdampflokomotive. Im Verschiebedienste ist die Ersparnis geringer, weil eine kleinere mittlere Überhitzung erreicht und oft mit ganz ausgelegter Steuerung gefahren wird; immerhin ist auch im Verschiebedienste mit einer Kohlenersparnis von rund 10 bis 12 % zu Gunsten der Heißdampflokomotive zu rechnen.

1915 wurden drei weitere D-Lokomotiven mit Kleinrauchrohr-Überhitzer bei der Lokomotivfabrik Winterthur nachbestellt, an denen, gestützt auf die mit den früher beschafften D-Lokomotiven gemachten Erfahrungen folgende Änderungen vorgenommen wurden: Der Überhitzer erhielt bei unveränderter Heizfläche und gleichem Durchmesser der Rohre einen um 50 % vergrößerten Querschnitt des Dampfdurchganges, indem die Zahl der Rohranschlüsse am Dampfverteiler im Verhältnis von 3 : 2 vergrößert, jedes Glied aber nur noch in zwei Rauchröhren verlegt wurde. Der Dampfverteiler wurde ebenso wie bei dem gewöhnlichen Überhitzer einteilig ausgeführt und unmittelbar an die Rohrwand angeschraubt, wie Abb. 8 und 9, Taf. 36 zeigt. Diese Ausführung ergibt wesentlich günstigere Dampfdurchström-Verhältnisse, weil die beim zweiteiligen Dampfverteiler vorhandenen schroffen Richtungswechsel für den Dampfstrom beim Ein- und Aus-Tritt der Glieder vermieden sind und in den Gliedern nur drei- statt fünfmal eine Umkehrung der Stromrichtung des Dampfes stattfindet. Die Feuerbüchse wurde nicht in Kupfer, sondern in Spezialflußeisen von Krupp ausgeführt, die Rohrwand 13 und das Mantelblech 9 mm stark gewählt. Der Auspuff der Zylinder erfolgt vergleichshalber ohne Einschaltung eines Schalldämpfers durch weite Bogenrohre in das Blasrohr. Statt der Handbremse von Exter wurde eine Gewicht-Hebelbremse von von Borries verwendet, die bei gelöster Bremse größeren Abstand der Bremsklötze vom Rade erlaubt und besser regelbar ist, als die Bremse von Exter, auch bei Vollbremsung ziemlich gleichbleibende Bremsübersetzung ergibt. Diese ist im ersten Teile der Bewegung, also bis zum Anliegen der Bremsklötze gering, nachher groß und beinahe unverändert bei Ausübung des vollen Bremsdruckes. Bei dieser Bremse ist eine Spindelbremse entbehrlich, weil der Wurfhebel der Bremse durch eine Sperrklinke in entsprechender Lage festgehalten wird. Zur Vereinfachung wurden Luftsandstreuer und Rauchverbrenner fortgelassen; durch die nach innen aufklappbare und in verschiedenen Schräglagen einstellbare Feuertür erfolgt eine sehr günstige Zuführung der Oberluft.

Bei den 1916 mit diesen Lokomotiven vorgenommenen ersten Probefahrten wurde auffallender Weise eine viel geringere Dampfwärme, 320°, gemessen, als bei den Lokomotiven der ersten Lieferung; andererseits zeigte sich der Druckabfall zwischen Kessel und Schieberkasten wesentlich geringer, als bei den ersten D. T-Lokomotiven.

Um die Ursache des großen Unterschiedes der Überhitzung der beiden Ausführungen des Überhitzers festzustellen, wurden mehrere Vergleichs-Versuche mit der Lokomotive Nr. 8851 der ersten und der Lokomotive Nr. 8854 der zweiten Lieferung ausgeführt, wobei die Messung der Dampfwärme an verschiedenen Stellen erfolgte. Ursprünglich war das »Elektropyrometer« der Lokomotive Nr. 8851 unmittelbar unterhalb

des Heißdampfverteilers angeschlossen, das »Tensionspyrometer« der Lokomotive Nr. 8854 dagegen in einer Ecke des Schieberkastens nahe der Wandung.

Vorerst wurden an der Lokomotive Nr. 8854 drei Pyrometer angebracht, und zwar je eins am Einströmrohre, am linken und am rechten Schieberkasten. An letzterm war das eintauchende Ende des Pyrometers abgebogen, um es dem strömenden Dampfe auszusetzen. An der Lokomotive Nr. 8851 wurde außer dem vorhandenen Pyrometer am Bogenstücke unterhalb des Dampfverteilers ein zweites Pyrometer am linken Schieberkasten angebracht. Der Wärmeunterschied betrug nach den Angaben der beiden Pyrometer der Lokomotive Nr. 8851 anfänglich bis 80° C, er verminderte sich erst nach längerer Zeit auf rund 10° C, nachdem das lange Überströmrohr zum linken Zylinder und dieser nebst Schieberkasten stark und gleichmäßig erwärmt waren. Bei der Lokomotive Nr. 8854 wurde bei noch nicht genügend angewärmtem Zylinder ein Wärmeunterschied zwischen Einströmrohr und linkem Schieberkasten von 50° C beobachtet. Das im rechten Schieberkasten angebrachte Pyrometer mit abgebogenem Eintauchende zeigte anfänglich eine um 20° C höhere Wärme an, als das Pyrometer im linken Schieberkasten, das nicht in den strömenden Dampf tauchte.

Bei den weiteren Versuchen wurden an der Lokomotive Nr. 8854 vier Pyrometer im Dampftraume angebracht: Nr. 1 am Dampfverteiler vor dem Dampfaustrittstützen, Nr. 2 im Einströmrohre, Nr. 3 im rechten und Nr. 4 im linken Schieberkasten. Die Elektropyrometer Nr. 1 bis 3 waren an die nämliche Anzeigevorrichtung angeschlossen, durch Betätigung eines Umschalters konnten die drei Meßvorrichtungen nach einander eingeschaltet werden. Die Versuche ergaben zwischen den Pyrometern 1 und 2 einen Wärmeunterschied von 30 bis 20° C, zwischen den Pyrometern Nr. 1 und 3 von 55 bis 35° C. Wird also bei beiden Überhitzern die Dampfwärme an der nämlichen Stelle gemessen, so ist bei gleichen Belastungs- und Geschwindigkeit-Verhältnissen ein großer Unterschied nicht mehr vorhanden. Die bei dem Überhitzer der zuerst beschafften Lokomotiven festgestellte höhere Dampfwärme wird der größeren Durchströmgeschwindigkeit des Dampfes zugeschrieben.

Nach dem Ergebnisse der mit den Lokomotiven Nr. 8851 und 8854 angestellten Versuchsfahrten mit gleicher Zuglast ist bei der Lokomotive Nr. 8854 trotz der geringern Überhitzung ein größerer Heizstoffverbrauch nicht eingetreten. Bei Versuchsfahrten auf der Strecke Renens—Vallorbe mit 20 % Steigung war die Dampfentwicklung bei der Lokomotive Nr. 8854 besser, als die der Lokomotive Nr. 8851, sodass erstere Zuglasten bis zu 245 t befördern konnte. Die Überhitzung nimmt beim Kleinrauchrohr-Überhitzer nach längerer Fahrt merklich ab, weil die Rauchröhren zum Teil durch Flugasche verstopft werden. Das Ausblasen ist deshalb häufiger nötig, als beim gewöhnlichen Überhitzer.

Bei den vergleichenden Versuchsfahrten wurde auch die günstige Wirkung des an der Lokomotive Nr. 8851 eingebauten Schalldämpfers festgestellt; das Geräusch des Auspuffes wurde gemildert, auch zeigte sich eine geringere Ansammlung von Lösche in der Rauchkammer.

Die beschriebenen Lokomotiven werden auf Bahnhöfen mit starkem Güterverkehre verwendet, sie haben sich im Verschiebedienste gut bewährt. Ihre Hauptverhältnisse und die der C.II.t.F-Lokomotive sind:

	C.II.t.F- Tender- lokomotive	D.II.t.F- Tender- lokomotive	D.II.T.F- Tender- lokomotive	
			der 1. Liefe- rung	der 2. Liefe- rung
Durchmesser der Zylinder d . . . mm	360	470	470	470
Kolbenhub h . . . . . "	500	500	600	600
Kesselüberdruck p . . . . . at	12	12	13*)	13
Durchmesser des Kessels, mittlerer mm	1050	1300	1300	1300
Blechstärke des Langkessels . . . "	13	14	14	14
Heizröhre, Anzahl . . . . . "	120	184	33	33
Heizröhre, Durchmesser . . . . . mm	41/45	41/45	41/45	41/45
Länge der Heiz- und Rauch-Röhre . . "	3000	3500	3500	3500
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . qm	5,6	7,3	7,3	7,3
Heizfläche der Heiz- und Rauch-Röhre . "	50,9	91,0	75,9	75,9
Heizfläche der Überhitzerrohre . . . "	—	—	39,1	39,5
Heizfläche im Ganzen H . . . . . "	56,5	98,3	122,3	122,7
Rostfläche R . . . . . "	1,17	1,5	1,5	1,5
Durchmesser der Triebräder D . . . mm	1040	1230	1230	1230
Triebachslast G <sub>1</sub> . . . . . t	34,9	55,5	56,4	55,7
Rauchrohre, Anzahl . . . . . "	—	—	78	78
Rauchrohre, Durchmesser . . . . . mm	—	—	64/70	64/70
Überhitzerrohre, Durchmesser . . . "	—	—	19/24	19/24
Leergewicht . . . . . t	26,2	42,4	43,6	42,9
Betriebsgewicht G . . . . . "	34,9	55,5	56,4	55,7
Wasservorrat . . . . . cbm	4,2	6,1	6,1	6,1
Kohlenvorrat . . . . . t	1,7	2,5	2,5	2,5
Fester Achsstand . . . . . mm	3320	3000	3000	3000
Ganzer Achsstand . . . . . "	3320	4650	4650	4650
Zugkraft Z = a p (dcm) <sup>2</sup> h : D = . . . kg	4486	6465	10506	10506
für a = . . . . .	0,6	0,6	0,75	0,75
Verhältnis H : R = . . . . .	48,3	65,5	81,5	81,8
Verhältnis H : G <sub>1</sub> = H : G = . . . . qm/t	1,62	1,77	2,17	2,20
Verhältnis Z : H = . . . . . kg/q	79,4	65,8	85,9	85,6
Verhältnis Z : G <sub>1</sub> = Z : G = . . . . kg/t	128,5	116,5	186,3	188,6

\*) Ursprünglich 12 at.

—k.

#### Neuerungen in der Ausrüstung elektrischer Lokomotiven.

(Engineering, Dezember 1917, S. 623 und 671. Mit Abbildungen.)

Die italienische Staatsbahn hat ihren Bestand an elektrischen Lokomotiven erheblich vermehrt und neuerdings große Aufträge in Bestellung gegeben. Dabei ist aus den bisherigen Erfahrungen

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

Preufsisch-hessische Staatseisenbahnen.

Ernannt: Regierungs- und Baurat Petzel, Mitglied der Eisenbahn-Direktion zu Hannover, zum Oberbaurat. —k.

#### Bücherbesprechungen.

Mitteilungen über Versuche, ausgeführt vom Ingenieur-Ausschuss des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines. Heft 6. Über Betonprüfung mit Probekörpern (Kontrollbalken). Bericht erstattet von Ing. K. Nähr, k. k. Baurat. Leipzig und Wien 1917, F. Deuticke. Preis 8,0 M.

Die bezüglich Jahreszeit, Wahl und Bezug der Baustoffe und der Bauart der Balken überaus umfassenden und gründlichen Versuche haben neben der allgemeinen Erweiterung der

heraus der Durchbildung der elektrischen Ausrüstung des Führerstandes große Aufmerksamkeit geschenkt worden, zumal auch die Spannung des Betriebstromes nach und nach von 3000 auf 3600 V heraufgesetzt wurde.

Die zwischen die Rahmenträger eng eingebauten Schwalzen zur Regelung der Geschwindigkeiten sind mit reichlicher bemessenen Schleif-Fingern und -Leisten versehen, die außerdem durch stromdichte Zwischenwände geschützt sind. Zerstörungen durch Funken, die bislang bei höherer Beanspruchung und starker Erwärmung der Widerstände auftraten, sind dadurch vermieden.

Die selbsttätigen Ölschalter hatten nach ursprünglich einwandfreiem Betriebe häufiger unter Brüchen des Ölbehälters, Kurzschlüssen und Entzündungen des Öles zu leiden, die der übermäßigen Beanspruchung zuzuschreiben waren. Da die Abmessungen nicht vergrößert werden konnten, wurde bei neuen Schaltern für die Öldämpfe ein Abzug geschaffen, der auch das Überfließen verhindert, ferner der Zeiger für den Stand des Öles so angeordnet, daß über dem Öle etwa 25 mm bis zum oberen Rande des Kastens bleiben. Bei den vorhandenen Schaltern wurde die Ölfüllung verringert, um Überlaufen und Entzündung zu verhindern.

Mit zunehmendem Gewichte der Stromabnehmer reichte die Handpumpe zur Erzeugung der zum Aufrichten der Scheren erforderlichen Prefsluft nicht mehr aus. Die neueren Lokomotiven werden daher mit Prefsluft von 125 at in Stahlflaschen von 7 l Inhalt ausgerüstet, die an der Vorderwand des Führerstandes Platz finden. Zum Gebrauche wird die Spannung auf 4 bis 5 at gedrosselt. Eine Füllung reicht für etwa einen Monat aus.

Die Flüssigkeitswiderstände haben erhebliche Steigerung der Größe und Leistung erfahren. Bei den neuesten Lokomotiven haben sie 1260 l Inhalt statt 500 l der älteren Lokomotiven. Zur kräftigen Kühlung wird die Sodalaug durch einen wagerechten Röhrenkühler getrieben, der von 1300 l Wasser umspült ist. Die Quelle beschreibt ausführlich diese Kühleinrichtung, die mit dem Zubehör an Pumpe und Leitungen unter einer niedrigen Schutzhaube vor dem Führerstande untergebracht ist. Die Pumpe leistet 650 l/min und sichert zugleich mit einem selbsttätigen Umlaufventile bei jedem Anfahren mindestens einmaligen Umlauf der Widerstandflüssigkeit durch den Kühler.

A. Z.