

# O R G A N

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLVIII. Band.

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

22. Heft. 1911. 15. November.

### Untersuchung und Berechnung der Blasrohre und Schornsteine von Lokomotiven. †)

Von Strahl, Regierungs- und Baurat in Berlin.

(Fortsetzung von Seite 359.)

#### V. Auswertung der Versuchsergebnisse.

Um aus der Luftverdünnung und der beobachteten Luftgeschwindigkeit oder berechneten Luftmenge die Widerstände der Feueranfachung zu bestimmen, soll zunächst der theoretische Zusammenhang dieser Größen beleuchtet werden.

Die Lokomotive durchströmen durchschnittlich 1 kg/Sek Luft oder Heizgas, während die Anstrengung der Rostfläche R unverändert bleibt und ein gleichmäßiges Feuer unterhalten wird.

Ist der Rauminhalt  $v$  in  $\text{cbm/kg}$ , der Druck  $p$  in  $\text{kg/qm}$  oder in  $\text{mm Wassersäule}^*$ ,  $T = t^\circ \text{C} + 273^\circ$  und die Geschwindigkeit  $w$  m/Sek für die Luft oder das Heizgas in der Feuerbüchse  $v_1 p_1 T_1 w_1$ , in der Rauchkammer beim Austritte aus den Heizrohren  $v_2 p_2 T_2 w_2$ , also

$$w_1 = \left( \frac{L}{R} \right) v_1$$

nahezu die mittlere Geschwindigkeit der Heizgase in der Feuerbüchse und

$$w_2 = \left( \frac{L}{F_2} \right) v_2$$

beim Austritte aus den Heizrohren vom Querschnitte  $F_2$ , so ist nach der Theorie der strömenden Bewegung von Gasen und Dämpfen\*\*), wenn  $\mathfrak{B}_{12}$  der Arbeitsverlust durch die innere und äußere Reibung für 1 kg in  $\text{mkg}$  und  $g$  die Beschleunigung der Schwere ist,

$$\text{Gl. 10) } \dots \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} + \mathfrak{B}_{12} = - \int_1^2 v dp$$

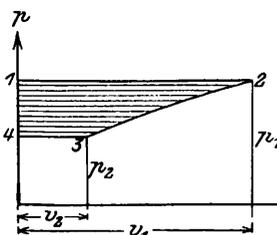
In der  $p$ - $v$ -Schaulinie (Textabb. 5) stelle die Linie 2—3 die Änderung des Druckes bei der Zustandsänderung von 1 kg Gas auf dem Wege von der Feuerbüchse zur Rauchkammer

\*) 1 l = 1 kg Wasser steht in einem Gefäße von 1  $\text{qm}$  Querschnitt 1 mm hoch.

\*\*) Hütte 1908, Bd. I, S. 356.

vor. Die überstrichelte Fläche ist der Integralwert auf der rechten Seite der Gl. 10) und negativ, weil der Druck abgenommen hat. Sie mißt die Arbeit, die die Gewichtseinheit Gas dadurch aufgenommen hat,

Abb. 5.



dafs sie unter Überwindung des Widerstandes aus der Geschwindigkeit  $w_1$  in die Geschwindigkeit  $w_2$  versetzt wurde; sie hängt wesentlich von dem Gesetze ab, dem die Linie 2—3 unterworfen ist. Es dürfte schwerlich gelingen, dieses jedenfalls sehr verwickelte Gesetz zu ergründen. Man ist daher, wie bei allen Ausflufsformeln, auf Annahmen der Zustandsänderung angewiesen. Da es hier nicht darauf ankommt, das genaue Gesetz zu kennen, soll die Linie 2—3 näherungsweise als eine Gerade\*) angenommen werden. Dann ist der Inhalt der überstrichelten Fläche oder das Integral auf der rechten Seite von Gl. 10)

$$- \int_1^2 v dp = \frac{v_1 + v_2}{2} (p_1 - p_2).$$

Führt man diesen Wert in Gl. 10) ein und für  $\mathfrak{B}_{12}$  den Wert  $\mathfrak{B}_{12} = \frac{S w_2^2}{2g}$ , so lautet die Gleichung  $\frac{w_2^2(1+S)}{2g} - \frac{w_1^2}{2g} = \frac{v_1 + v_2}{2} (p_1 - p_2)$  und nach Einsetzung der obigen Werte für  $w_1$  und  $w_2$

$$\text{Gl. 11) } \dots p_1 - p_2 = \frac{v_2}{g} \left[ \frac{(1+S) - (F_2/R)^2 (v_1/v_2)^2}{1 + v_1/v_2} \right] \left( \frac{L}{F_2} \right)^2.$$

Die linke Seite der Gl. 11) ist der Unterschied

$$\Delta \xi_3 = \xi_3 - \xi_2 = p_1 - p_2$$

der Luftverdünnung  $\xi_3$  in der Rauchkammer und  $\xi_2$  in der Feuerbüchse. Wird

\*) Diese Annahme führt auch für den Ausflufs von Wasserdampf auf sehr einfache und ziemlich genaue Formeln.

†) Sonderabdrücke dieses Aufsatzes können vom Januar 1912 ab von C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden bezogen werden.

$$\frac{v_2}{g} \left[ \frac{(1+S) - (F_2/R)^2 (v_1/v_2)^2}{1 + v_1/v_2} \right] = \beta$$

gesetzt, so ergibt sich

Gl. 12) . . .  $\Delta \xi_3 = \xi_3 - \xi_2 = \beta \left( \frac{L}{F_2} \right)^2$ .

Nach dem Gesetz von Mariotte verhalten sich die Gase bei unverändertem Drucke, der auch hier nahezu angenommen werden kann, wie die Werte T. Beziehen sich also T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> auf die Außenluft, die Heizgase in der Feuerbüchse und die in der Rauchkammer, sind v<sub>0</sub>, v<sub>1</sub> und v<sub>2</sub> die entsprechenden Rauminhalte von 1 kg, so ist

$$v_2 = \left( \frac{T_1}{T_0} \right) v_0; \quad v_1/v_2 = \left( \frac{T_1}{T_2} \right) \text{ und schliesslich}$$

$$\beta = \frac{v_0}{g} \left( \frac{T_1}{T_0} \right) \left[ \frac{(1+S) (T_2/T_1)^2 - (F_2/R)^2}{1 + T_2/T_1} \right].$$

(F<sub>2</sub>/R)<sup>2</sup> kann als sehr klein vernachlässigt werden. Demnach hängt der Beiwert β aufser von dem schädlichen Reibungswiderstande, der Wertziffer S, nur von der Wärme der Heizgase ab, ist aber im Allgemeinen nicht sehr veränderlich, wie sogleich gezeigt werden soll.

Der von S abhängige Teil berücksichtigt in der Hauptsache den Widerstand der Heizrohre. Dieser ist umso grösser, je grösser die Länge l der Rohre und je kleiner ihr innerer Durchmesser d ist; man kann also β in zwei Teile zerlegen

$$\beta = a + b \frac{1}{d}.$$

a hängt nur von der Wärme der Heizgase, vornehmlich von der in der Feuerbüchse ab, und kann schätzungsweise gleich 0,04 gesetzt werden. b wird sich weiter unten aus den Versuchen zu 0,005 ergeben, so dass

$$\beta = 0,04 + 0,005 \frac{1}{d}$$

oder

Gl. 13) . . . .  $\beta = \frac{8 + \frac{1}{\delta}}{200}$  ist.

Bezeichnet man mit ξ<sub>1</sub> die Luftverdünnung und mit F<sub>a</sub> den Querschnitt der Luftöffnungen im Aschkasten, so ist sinngemäss

Gl. 14) . . .  $\xi_1 = a_1 \left( \frac{L}{F_a} \right)^2$  in mm Wasser

und

Gl. 15) . . . .  $\xi_2 - \xi_1 = a_2 \left( \frac{L}{R} \right)^2$ .

Von den Beiwerten a<sub>1</sub> und a<sub>2</sub> gilt das vorhin über β Gesagte; sie sind in der Hauptsache Widerstandszahlen; a<sub>2</sub> wächst aber auch im geraden Verhältnisse mit den Wärmegraden in der Feuerbüchse und ist bei grosser Anstrengung der Lokomotive grösser, als bei geringer, allgemein aber nicht sehr veränderlich, wie sich sogleich zeigen wird. Der Einfluss der Wärmegrade ist nicht erheblich, weil es sich im Folgenden ja stets um Anstrengungen an der Grenze der Dauerleistung des Kessels handelt.

Die vorstehend mitgeteilten Versuchsergebnisse geben folgenden Aufschluss über die Grösse dieser Beiwerte.

Bei den Versuchen mit der stehenden 1 C 1-Tenderlokomotive Nr. 6710, Berlin, am 20. Oktober 1909 bei Berlin

wurden mit der Blasrohrvorrichtung im Mittel nach S. 364 3,104 cbm/Sek Verbrennungsluft angesaugt. Der Luftwärmegrad betrug während der Versuche 16 bis 17° C, der Barometerstand 559 mm. Bei Beginn der Versuche herrschte Nebel. Die Luft ist also als feucht anzunehmen und hatte demnach ein Gewicht von 1,2 kg/cbm\*). Die in einer Sekunde angesaugte Luft wog also 3,104 · 1,2 = 3,72 kg.

1 cbm der Heizgase wiegt nach den Rauchgasanalysen bei Verbrennung oberschlesischer Steinkohlen etwa 1,318 kg bei 0° und 760 mm Barometerstand, trockene Luft dagegen 1,29 kg cbm bei 0° und 760 mm Barometerstand, die Heizgase sind demnach 2,2% schwerer, als die Luft. Demnach ist

$$L = 3,72 \cdot 1,022 = 3,8 \text{ kg/Sek Gas,}$$

$$\left( \frac{L}{R} \right)^2 = \left( \frac{3,8}{2,28} \right)^2 = 2,78 \text{ und } \left( \frac{L}{F_a} \right)^2 = \left( \frac{3,8}{0,194} \right)^2 = 385.$$

Nach Zusammenstellung VI wurden 26 bis 30 mm Luftverdünnung im Aschkasten beobachtet, im Mittel also 28 mm Wasser. Demnach wäre nach Gl. 14)

$$28 = a_1 \cdot 385 \text{ also}$$

Gl. 16) . . . . a<sub>1</sub> = 0,073, rund 0,075.

Die Luftverdünnung in der Feuerbüchse betrug im Mittel 64 mm Wasser. Aus Gl. 15) folgt also

$$64 - 28 = a_2 \cdot 2,78 \text{ oder}$$

Gl. 17) . . . . a<sub>2</sub> =  $\frac{36}{2,78} = 12,95$  rund 13.

Für die beobachtete mittlere Luftverdünnung von 114 mm Wasser nach Zusammenstellung VI, Spalte 3, O. Z. 6 folgt aus Gl. 12)

$$114 - 64 = \beta \cdot \left( \frac{L}{F_a} \right)^2 \text{ oder, da } F_2 = 0,38 \text{ qm ist (S. 365),}$$

$$50 = \beta \cdot \left( \frac{3,8}{0,38} \right)^2 \text{ und } \beta = 0,5.$$

Nach Gl. 13) würde sich ergeben:

$$\beta = \frac{8 + \frac{4200}{45}}{200} = \frac{101,3}{200} = 0,506,$$

also ein nur unerheblich grösserer Wert.

Es soll zunächst untersucht werden, ob die eben ermittelten Beiwerte a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> und β auch durch Beobachtungen an anderen Lokomotiven bestätigt werden. Hierzu bieten die vorstehend mitgeteilten Versuche an fahrenden 2 B. II. t. F. S.-Lokomotiven\*\*) und an einer stehenden C 1-Güterzug-Tenderlokomotive (Zusammenstellung I bis V) die Mittel.

Die hier in Betracht kommenden Hauptabmessungen der 2 B-Schnellzug-Verbundlokomotiven sind:

Rostfläche . . . . .	R = 2,27 qm
Anzahl der Heizrohre . . . . .	217
Länge der Heizrohre . . . . .	3900 mm
Innerer Durchmesser der Heizrohre . . . . .	41 »
Ganzer Durchgangsquerschnitt der Heizrohre F <sub>2</sub> =	0,286 qm
Querschnitt der freien Luftöffnungen im Aschkasten . . . . .	F <sub>a</sub> = 0,25 qm.

Bei einer mittlern Rostanstrengung von 400 kg/qm/St oberschlesischer Kohle verbrannten also in 1 St 400 · 2,27

\*) Hütte 1908, Bd. 5, S. 323.

\*\*) Organ 1911, S. 115.

= 908 kg Kohle. 1 kg entwickelte, wie die Rauchgasanalysen ergeben haben, 13 kg Verbrennungsgase, also entstanden

$$L = \frac{400 \cdot 2,27 \cdot 13}{3600} = 3,28 \text{ kg/Sek}$$

Verbrennungsgase. Für diese Anstrengung würden sich mit den oben ermittelten Werten

$$\alpha_1 = 0,075; \alpha_2 = 13 \text{ und } \beta = \frac{8 + \frac{3900}{41}}{200} = 0,51$$

folgende Luftverdünnungen ergeben:

Luftverdünnung im Aschkasten  $\xi_1 = 0,075 \left(\frac{3,28}{0,25}\right)^2 = 13 \text{ mm}$

Wasser, beobachtet 14 mm im Mittel (Zusammenstellung I, letzte Zeile in Spalte 15).

Luftverdünnung in der Feuerbüchse  $\xi_2 = 13 + 13 \left(\frac{3,28}{2,27}\right)$

= 40,3 mm, beobachtet 43 mm im Mittel (Zusammenstellung I, Spalte 14, letzte Zeile).

Luftverdünnung in der Rauchkammer  $\xi_3 = 40,3 + 0,51 \left(\frac{0,28}{0,286}\right)$

= 107,6 mm beobachtet 104 mm im Mittel aus 20 Fahrten (Zusammenstellung I, Spalte 13, letzte Zeile)

Für die Versuche an der stehenden C1-Güterzug-Tenderlokomotive Nr. 1568, Kattowitz (Zusammenstellung V) sind folgende Hauptabmessungen des Kessels maßgebend. Die 197 Heizrohre hatten eine Länge von 3,9 m und 41 mm innern Durchmesser, demnach ist

$$F_2 = 197 \cdot 0,041^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 0,26 \text{ qm und } \beta = \frac{8 + \frac{3900}{41}}{200} = 0,51.$$

Ferner ist  $F_a = 0,18 \text{ qm}$  und  $R = 1,58 \text{ qm}$ . Auf 1 qm Rostfläche verbrannten durchschnittlich 400 kg/St oberschlesischer Steinkohle (Zusammenstellung V, Versuch II), demnach entstanden

$$L = \frac{1,58 \cdot 400 \cdot 13}{3600} = 2,28 \text{ kg/Sek}$$

Verbrennungsgase, also war

$$\left(\frac{L}{F_a}\right)^2 = \left(\frac{2,28}{0,18}\right)^2 = 160; \left(\frac{L}{R}\right)^2 = \left(\frac{2,28}{1,58}\right)^2 = 2,1;$$

$$\left(\frac{L}{F_2}\right)^2 = \left(\frac{2,28}{0,26}\right)^2 = 77.$$

Mit diesen Werten ergeben sich aus Gl. 14), 15) und 12)  $\xi_1 = 0,075 \cdot 160 = 12 \text{ mm}$  (beobachtet 11 bis 13 mm Zusammenstellung V, O. Z. 19. Versuche I und II).

$\xi_2 - \xi_1 = 13 \cdot 2,1 = 27,3 \text{ mm}$  (beobachtet 27 mm, Zusammenstellung V, O. Z. 18 weniger 19, Versuch II).

$\xi_3 - \xi_2 = 0,51 \cdot 77 = 39,3 \text{ mm}$  (beobachtet 39 mm Zusammenstellung V, O. Z. 17 weniger 18, Versuch II).

Hiernach stimmen die aus den Versuchen an einer stehenden Lokomotive für andere Lokomotiven berechneten Luftverdünnungen und Druckunterschiede gut überein. Diese Übereinstimmung ist umso bemerkenswerter, als wegen des fortwährenden Schwankens des Widerstandes der Brennschicht größere Unterschiede zu erwarten waren. Dafs solche Unterschiede in Wirklichkeit vorkommen, lehrt ein Blick auf die Spalten 13 bis 15 der Zusammenstellung I. Wenn also auch in Zukunft

für  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\beta$  unveränderliche Werte angegeben werden, so sind darunter stets mittlere Erfahrungswerte zu verstehen, Durchschnittswerte aus einer großen Zahl von Versuchsergebnissen. Die Berechtigung einer solchen Angabe oder Annahme wird durch die erfolgreiche Anwendung weiter unten nachgewiesen werden.

### VI. Die Luftverdünnung in der Rauchkammer und ihre Abhängigkeit vom Heizstoffverbrauche und von den Größenverhältnissen des Kessels.

Man pflegt die Anstrengung des Kessels einer Lokomotive auf die Rostfläche zu beziehen und versteht unter der »Rostanstrengung« das Gewicht des stündlich auf einem Quadratmeter Rostfläche verbrannten Heizstoffes. Nun ist aber die zulässige Rostanstrengung je nach dem Heizwerte und der Beschaffenheit des Heizstoffes oft sehr verschieden\*), so dafs die Angabe der Heizstoffmenge für 1 qm Rostfläche und 1 st kein richtiger Maßstab für die Anstrengung des Kessels ist. Diese wird vielmehr zutreffend durch die Angabe der stündlich mit 1 qm Rostfläche entwickelten Dampfmenge gemessen. Zur Dampfmenge steht aber nach den obigen Nachweisen die zu ihrer Erzeugung verbrauchte Verbrennungsluft in geradem Verhältnisse, welcher Art auch der Heizstoff und wie verschieden auch die Rostanstrengung sein mögen. Das Gewicht der für 1 qm Rostfläche verbrauchten Verbrennungsluft L : R wird also ebenfalls für gleiche Anstrengungen des Kessels von Lokomotiven verschiedener Bauart nahezu gleich groß sein und an der Grenze der Dauerleistung des Kessels einen von dem Heizstoffe unabhängigen Höchstwert erreichen, und zwar ist schätzungsweise

$$\left(\frac{L}{R}\right)_{gr} = 2 \text{ bis } 2,2 \text{ kg/Sek}$$

für alle Steinkohlensorten. Jedenfalls kennzeichnet das Verhältnis L : R die Anstrengung des Kessels. Da die Luftverdünnung bei der Feueranfachung ebenfalls von der Anstrengung abhängt, erscheint es zweckmäßig, die Luftverdünnung in der Rauchkammer auch zu dem Verhältnisse L : R in Beziehung zu bringen; ihre Beziehung zum Heizstoffverbrauche ergibt sich dann ohne Weiteres.

Ich setze daher für die Luftverdünnung in der Rauchkammer

$$\text{Gl. 18) } \dots \dots \dots \xi_3 = \kappa \left(\frac{L}{R}\right)^2$$

Nun ist

$$\xi_3 = \xi_1 + (\xi_2 - \xi_1) + (\xi_3 - \xi_2)$$

und im Hinblick auf Gl. 14, 15 und 12

$$\xi_3 = \alpha_1 \left(\frac{L}{F_a}\right)^2 + \alpha_2 \left(\frac{L}{R}\right)^2 + \beta \left(\frac{L}{F_2}\right)^2 \text{ oder}$$

$$\xi_3 = \left[ \alpha_1 \left(\frac{R}{F_a}\right)^2 + \alpha_2 + \beta \left(\frac{R}{F_2}\right)^2 \right] \left(\frac{L}{R}\right)^2,$$

also nach Gl. 18

$$\text{Gl. 19) } \dots \dots \dots \kappa = \alpha_1 \left(\frac{R}{F_a}\right)^2 + \alpha_2 + \beta \left(\frac{R}{F_2}\right)^2.$$

Mit Gl. 18) und 19) läßt sich die Luftverdünnung in der

\*) Organ 1908, S. 297. Strahl: »Die Anstrengung der Dampflokomotiven«. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1909, S. 14.

Rauchkammer für jede Anstrengung und jede Lokomotive vorausbestimmen.

Man erkennt aus Gl. 19), welchen Einfluss die Größenverhältnisse des Kessels auf die Luftverdünnung haben.

1. Bei gleicher Anstrengung, also unveränderlichem  $L:R$ , wird die Luftverdünnung in der Rauchkammer um so größer ausfallen, je kleiner der Querschnitt aller Heizrohre  $F_2$  und der Querschnitt der Luftöffnungen im Aschkasten  $F_a$  im Verhältnisse zur Rostfläche sind. Dieses Verhältnis stellt gewissermaßen ebenfalls eine Widerstandszahl vor, so daß  $\kappa$  als ein Beiwert angesprochen werden kann, der in der Hauptsache von den Widerständen abhängt, die die Gase auf ihrem Wege vom Aschkasten bis zur Rauchkammer zu überwinden haben, und in geringem Maße von den Wärmeverhältnissen im Kessel. Im Allgemeinen ist  $\kappa$  für eine bestimmte Kesselgröße und Bauart wenig veränderlich, ebenso für verschieden große, aber sonst vollkommen ähnliche Kessel.

2. Bei gleichen Größenverhältnissen des Kessels, also feststehendem  $\kappa$ , wächst die Luftverdünnung in der Rauchkammer mit dem Quadrate der Anstrengung  $L:R$ , oder des Heizstoffverbrauches für 1 qm Rostfläche in der Stunde. Betrug die Luftverdünnung in der Rauchkammer bei einer Rostanstrengung von 400 kg/qmSt beispielsweise 100 mm Wasser, so beträgt sie bei einer um 40% höhern Rostanstrengung von 560 kg/qmSt

$$\xi_3 = 100 \cdot \left( \frac{560}{400} \right)^2 = 196 \text{ mm Wasser.}$$

Um den Kessel also 40% mehr anzustrengen, muß die Luftverdünnung in der Rauchkammer nahezu auf das Doppelte gesteigert werden!

3. Nach Gl. 18) steht der Heizstoffverbrauch einer bestimmten Lokomotive für 1 St in geradem Verhältnisse zu der Wurzel aus der mittlern Luftverdünnung in der Rauchkammer, oder besser zu der Wurzel aus dem mittlern Druckunterschiede in der Rauchkammer und in der Feuerbüchse, da dieser nach Gl. 12 von den schwankenden Widerständen in der Brennschicht und in den Rostspalten unabhängig ist.

Zu einer gewissen Rostanstrengung oder Brenngeschwindigkeit gehört ein bestimmter Druckunterschied an beiden Enden der Heizrohre oder Überdruck in der Feuerbüchse. Hat eine Lokomotive immer annähernd unter denselben Betriebsverhältnissen denselben Zug zu befördern, so muß sich bei der gleichen Fahrgeschwindigkeit auch immer derselbe Druckunterschied einstellen. An der Grenze der Kesselleistung muß ein ganz bestimmter Druckunterschied vorhanden sein, wenn die Dampfentwicklung ausreichen soll, wie verschieden auch die Luftverdünnung in der Rauchkammer angezeigt werden mag, ob der Rost teilweise verschlackt ist oder die Brennschicht zu hoch.

Wird die Brenngeschwindigkeit mit  $B$ , der Überdruck in der Feuerbüchse mit  $U$  bezeichnet, so folgt aus Gl. 12) mit dem Festwerte  $c$ :

$$\text{Gl. 20) } \dots \dots \dots K = c \sqrt{U.}$$

Nach Zusammenstellung II, Spalte 7, letzte Zeile hat die 2 B. II. t. F. S.-Lokomotive Nr. 13, Kattowitz, stündlich im Mittel 974 kg Kohle verbraucht. Dieser Anstrengung entsprach

ein mittlerer Druckunterschied in der Rauchkammer und Feuerbüchse von  $99 - 34 = 65$  mm Wasser (Spalte 13 weniger Spalte 14 in der letzten Zeile). Der stündliche Kohlenverbrauch der Lokomotive bestimmt sich daher annähernd nach

$$K^{\text{kg/St}} = 120 \sqrt{U}$$

oder die Brenngeschwindigkeit nach der Formel

$$B^{\text{kg/qmSt}} = 50 \sqrt{U.}$$

Bei einem Druckunterschiede  $U = 100$  würde die Brenngeschwindigkeit demnach 500 kg/qmSt betragen. Der größte an der Lokomotive beobachtete Druckunterschied betrug 92 mm (Zusammenstellung III, Spalte 20, O. Z. 5). Demnach hätte die größte Brenngeschwindigkeit  $B = 50 \sqrt{92} = 480$  kg/qmSt betragen, ein durchaus wahrscheinlicher Wert (Zusammenstellungen I und II, Spalte 8).

Für die zu den Versuchen benutzte C 1. II. t. F. G-Tenderlokomotive (Zusammenstellung V) findet man sinngemäß

$$B = 64 \sqrt{U};$$

demnach wird die Tenderlokomotive bei gleichem Druckunterschiede auf 1 qm Rostfläche stündlich etwa 30% mehr Kohle verbrennen, als die Schnellzuglokomotive und zwar lediglich, weil der Querschnitt der Heizrohre im Verhältnisse zur Rostfläche größer ist, als bei der Schnellzuglokomotive, die Tenderlokomotive also geringern Widerstand besitzt.

4. Für das Verhältnis der Luftverdünnung in der Feuerbüchse zur Luftverdünnung in der Rauchkammer folgt aus Gl. 15) und 18)

$$\frac{\xi_2}{\xi_3} = \frac{a_1 \left( \frac{R}{F_a} \right)^2 + a_2}{a_1 \left( \frac{R}{F_a} \right)^2 + a_2 + \beta \left( \frac{R}{F_2} \right)^2}$$

Dieses Verhältnis hängt also von der Bauart der Lokomotive, hauptsächlich von der Größe des Rohrquerschnittes  $F_2$  im Verhältnisse zur Rostfläche ab. Je kleiner nämlich der Querschnitt aller Heizrohre im Verhältnisse zur Rostfläche ist, desto kleiner ist auch die Luftverdünnung in der Feuerbüchse im Verhältnisse zu der in der Rauchkammer. Das Verhältnis  $\xi_2:\xi_3$  ist jedenfalls bei allen Rostanstrengungen annähernd dasselbe, beispielsweise durchschnittlich

$$\frac{43}{104} = 0,42 \text{ für die Schnellzuglokomotive,}$$

$$\frac{40}{79} = 0,51 \text{ für die Tenderlokomotive.}$$

5. Der Druckunterschied auf beiden Seiten der Rostfläche ist bei gleicher Rostanstrengung und gleichem Widerstande in der Brennschicht für alle Lokomotiven derselbe (Gl. 15). Auch die Luftverdünnung in der Feuerbüchse wäre unter denselben Umständen für alle Lokomotiven dieselbe, wenn auch das Verhältnis  $R:F_a$  dasselbe ist. Die Luftöffnungen im Aschkasten sind bei den meisten Lokomotiven zu klein, so daß bei angestrenzter Fahrt Luftverdünnungen im Aschkasten bis 20 mm Wasser nicht zur Seltenheit gehören. Vertiefung des Aschkastens und Vergrößerung der Luftöffnungen wird die Leistungsfähigkeit der Lokomotive in vielen Fällen erhöhen, namentlich wenn von starker Verengung der Blasrohrmündung Gebrauch gemacht werden mußte.

Bei den Versuchen an den 2 B. II. t.  $\overline{\Gamma}$ . S. - Lokomotiven wurde die Luftverdünnung in der Rauchkammer während der Fahrt stets unter dem Funkenfänger gemessen, und dieser war bei den Versuchen an den stehenden Tenderlokomotiven überhaupt beseitigt. Gl. 19) für  $\kappa$  berücksichtigt demnach nicht den Widerstand des Funkenfängers. Dies kann in der Weise geschehen, daß man auf der rechten Seite der Gl. 19) noch ein viertes Glied mit  $\alpha_3$  als Beiwert für den Widerstand des Funkenfängers hinzufügt, oder, wenn es nur auf den ganzen Wert  $\kappa$  und nicht auf seine einzelnen Teile ankommt, wie in den späteren Untersuchungen der Blasrohrverhältnisse, einfach den Beiwert  $\alpha_2$  größer annimmt.

$$\alpha_2 = 20$$

ist ein mittlerer Erfahrungswert, der den Widerstand der Brennschicht, des Feuerschirmes und des Funkenfängers gleichzeitig berücksichtigt; ohne den Funkenfänger war oben  $\alpha_2 = 13$ .

Der Beiwert  $\beta$  für den Widerstand der Heizrohre nach Gl. 13) gilt nur für Kessel von Nafsdampflokomotiven, weil das Verhältnis  $1/\delta$  für alle Rohre denselben Durchmesser zur Voraussetzung hat.

6. Bei Heißdampflokomotiven mit Rauchröhrenüberhitzern der Bauart Schmidt haben die Rauchrohre nicht nur größeren Durchmesser, sondern trotz der Verengung durch die in ihnen untergebrachten Überhitzerzüge auch größeren Durchgangsquerschnitt für die Heizgase, als die eigentlichen Heizrohre. Bei den  $S_6$ -Heißdampflokomotiven der preussisch-hessischen Staatsbahnen mit Rauchröhrenüberhitzern der Bauart Schmidt ist der freie Durchgangsquerschnitt der Rauchrohre etwa ebenso groß, wie der der engeren Heizrohre, in einem Rauchrohre aber 6 bis 7 mal so groß, wie in einem Heizrohre.

Wäre der Widerstand in den Rauchrohren ebenso groß, wie in den Heizrohren, so würde durch alle Rauchrohre etwa dieselbe Gasmenge strömen, wie durch alle Heizrohre.

Wird angenommen, daß der Widerstand eines Rauchrohres etwa dem Widerstande eines Rohres von gleicher Länge entspricht, dessen Querschnitt dem freien Querschnitt des Rauchrohres gleichkommt, so läßt sich die Verteilung der Heizgase auf die Rauchrohre und Heizrohre annähernd ermitteln. Durch erstere, also die obere Hälfte des ganzen Querschnittes, gehen etwa 60%, durch die Heizrohre, oder die untere Hälfte, 40% der Heizgase. Der mittlere Widerstand aller Rohre ist etwa 67% des Widerstandes eines Heizrohres, also Gl. 21) . . . . .  $\beta' = 0,67 \beta$ .

Dieser Beiwert soll künftig allgemein für alle Heißdampflokomotiven mit Rauchröhrenüberhitzer in guter Übereinstimmung mit den Beobachtungen an diesen Lokomotiven verwendet werden.

Bekanntlich ist die Luftverdünnung in der Rauchkammer der Heißdampflokomotiven der preussisch-hessischen Staatsbahnen mit Rauchröhrenüberhitzer bei gleicher Rostbeanspruchung kleiner, als bei den nahezu gleich großen Kesseln der Nafsdampflokomotiven derselben Verwaltung. Welche Umstände die Veranlassung hierzu sind, soll an einem Vergleiche der Luftverdünnung in der Rauchkammer einer 2 B. II. t  $\overline{\Gamma}$ . S. - und einer 2 B. II. T.  $\overline{\Gamma}$ . S. - Lokomotive für die gleiche Rostanstrengung von 400 kg/qmSt oberschlesischer Steinkohle auf Grund der vorstehenden Betrachtungen erörtert werden.

Um das folgende Ergebnis mit den Beobachtungen im Betriebe vergleichen zu können, ist zu berücksichtigen, daß die Luftverdünnung in der Rauchkammer meist in der Weise gemessen wird, daß die Leitung zum Unterdruckmesser im Führerstande an eine Bohrung im Rauchkammermantel mit einer Verschraubung angeschlossen ist und nur wenig in die Rauchkammer reicht. Bei Lokomotiven mit Korbfunkenfänger der Bauart Holzapfel wird also die Luftverdünnung unter, bei Lokomotiven mit Bogenfunkenfänger der Bauart Adelsberger dagegen über dem Funkenfänger gemessen. Im letzteren Falle wird der Widerstand des Funkenfängers mit beobachtet. Die hier betrachteten Lokomotiven sollen Korbfunkenfänger haben und der Widerstand des Funkenfängers soll nicht berücksichtigt werden.

Die Hauptabmessungen des Kessels der 2 B. II. T.  $\overline{\Gamma}$ . S. - Lokomotive, soweit sie hier in Betracht kommen, sind folgende:

Rostfläche R . . . . .	2,29 qm
Querschnitt der Luftöffnungen im	
Aschkasten $F_a$ . . . . .	0,26 »
Länge der Heizrohre l . . . . .	4500 mm
Innerer Durchmesser der Heizrohre $\delta$	41 »
Anzahl der Heizrohre . . . . .	152 »
Innerer Durchmesser der Rauchrohre	125 »
Länge der Rauchrohre . . . . .	4500 »
Anzahl der Rauchrohre . . . . .	21 »
Äußerer Durchmesser der vier Über-	
hitzerzüge in einem Rauchrohre .	30 » .

Der ganze Querschnitt der Rohre ist:

$$F_2 = \frac{21(12,5^2 - 4 \cdot 3^2) \pi/4 + 152 \cdot 4,1^2 \pi/4}{10^4} = 0,4 \text{ qm};$$

$$\left(\frac{R}{F_a}\right)^2 = \left(\frac{2,29}{0,26}\right)^2 = 78; \left(\frac{R}{F_2}\right)^2 = \left(\frac{2,29}{0,4}\right)^2 = 32,8$$

und nach Gl. 19)

$$\kappa = \alpha_1 \left(\frac{R}{F_a}\right)^2 + \alpha_2 + \beta' \left(\frac{R}{F_2}\right)^2 \text{ und mit}$$

$$\alpha_1 = 0,075; \alpha_2 = 13 \text{ ohne Widerstand des Funkenfängers;}$$

$$\beta = \frac{8 + \frac{4500}{41}}{200} = 0,59; \beta' = \frac{2}{3} \beta = \frac{2}{3} \cdot 0,59 = \text{rund } 0,4 \text{ Gl. 21)}$$

$$\kappa = 0,075 \cdot 78 + 13 + 0,4 \cdot 32,8 = 32 \text{ ohne den Widerstand des Funkenfängers,}$$

oder  $\kappa = 39$  mit dem Widerstand des Funkenfängers.

Ferner ist

$$\left(\frac{L}{R}\right)^2 = \left(\frac{400 \cdot 13}{3600}\right)^2 = 2,1$$

und die Luftverdünnung in der Rauchkammer nach Gl. 18)

$$\xi_3 = \kappa \left(\frac{L}{R}\right)^2 = 32 \cdot 2,1 = 67,2 \text{ mm Wasser.}$$

Für die Nafsdampflokomotive (S. 380) ist entsprechend

$$\left(\frac{R}{F_a}\right)^2 = \left(\frac{2,27}{0,22}\right)^2 = 106; \left(\frac{R}{F_2}\right)^2 = \left(\frac{2,27}{0,286}\right)^2 = 63;$$

$$\beta = \frac{8 + 92}{200} = 0,5 \text{ und } \kappa = 0,075 \cdot 106 + 13 + 0,5 \cdot 63 = 53$$

ohne den Widerstand des Funkenfängers und  $\kappa = 60$  mit dem Widerstand des Funkenfängers, also die Luftverdünnung in der Rauchkammer unter dem Funkenfänger

$$\xi_3 = 53 \cdot 2,1 = 111 \text{ mm Wasser.}$$

Während demnach bei Heißdampf für die Brenngeschwindigkeit von 400 kg/qmSt eine Luftverdünnung von etwa 67 mm zur Feueranfischung genügt, erfordert Nafsdampf bei gleicher Rostanstrengung 111 mm oder eine um 65 % größere Luftverdünnung und zwar, wie aus der Zusammensetzung der Größen  $\kappa$  folgt, hauptsächlich wegen des erheblich engeren Querschnittes aller Rohre.

Auch in dem Verhältnisse der Luftverdünnung in der Feuerbüchse zu der in der Rauchkammer, nämlich für Heißdampf

$$\frac{\xi_2}{\xi_3} = \frac{0,075 \cdot 78 + 13}{32} = 0,59$$

und für Nafsdampf

$$\frac{\xi_2}{\xi_3} = \frac{0,075 \cdot 106 + 13}{53} = 0,40,$$

kommt der größere Widerstand der Heizrohre im letztern Falle klar zum Ausdruck. Der Widerstand der Rohre beansprucht hier zu seiner Überwindung  $100 - 40 = 60\%$  der Luftverdünnung in der Rauchkammer, dort nur  $100 - 59 = 41\%$ .

### VII. Die Anwendung der Versuche auf die Theorie des Blasrohres.

In der Hauptgleichung von Zeuner (Gl. 4)

$$\frac{L}{D} = \sqrt{\frac{\frac{F_1}{F} - \lambda}{\lambda + \mu \cdot \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2}}$$

soll der Beiwert  $\mu$  nach Zeuner alle Widerstände enthalten, die die Verbrennungsgase beim Durchzuge durch den Kessel erfahren; sein Zusammenhang mit der Luftverdünnung in der Rauchkammer läßt sich aus den Entwicklungen von Zeuner\*) herleiten. Aus den Entwicklungen ergibt sich

$$\xi_2 = 2 \frac{\mu}{\alpha} \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2 \left(\frac{L}{D}\right)^2 h \text{ mm Quecksilber,}$$

worin  $h$  den Überdruck des Dampfes im Blasrohre bedeutet.

Auf S. 219 setzt Zeuner

$$h = \delta \left(\frac{D}{F}\right)^2 \text{ mm Quecksilber,}$$

$\delta = 0,009227$  und  $\alpha = 1,25$ . Mithin wäre nach Zeuner

$$\xi_3 = 2 \frac{\mu}{\alpha} \delta \left(\frac{L_1}{F_2}\right)^2 \text{ mm Quecksilber}$$

und nach Einsetzung der Zahlenwerte für  $\alpha$  und  $\delta$

$$\xi_3 = 2 \cdot \frac{0,009227}{1,25} \cdot \mu \left(\frac{L}{F_2}\right)^2 \text{ mm Quecksilber}$$

oder, da 1 mm Quecksilber = 13,6 mm Wasser ist,

$$\xi_3 = \frac{2 \cdot 0,009227 \cdot 13,6}{1,25} \mu \left(\frac{L}{F_2}\right)^2 \text{ mm Wasser,}$$

oder

$$\xi_3 = 0,2 \mu \left(\frac{L}{F_2}\right)^2 \text{ mm Wasser.}$$

Nach den Entwicklungen des Abschnittes VI bei Gl. 18) ist aber

$$\xi_3 = \kappa \cdot \left(\frac{L}{R}\right)^2.$$

\*) Zeuner, Das Lokomotivenblasrohr S. 223.

Durch Gleichsetzung der beiden Ausdrücke für  $\xi_3$  erhält man

$$0,2 \mu \left(\frac{L}{F_2}\right)^2 = \kappa \left(\frac{L}{R}\right)^2 \text{ und}$$

$$\mu = 5 \kappa \left(\frac{F_2}{R}\right)^2.$$

Der Wert  $\mu$  nach Zeuner ist also ebenfalls durch die Versuche bestimmt, da  $\kappa$  auf diesen beruht und berücksichtigt, wie  $\kappa$ , in der Hauptsache die Widerstände der Feueranfischung mit dem Unterschiede, daß er in obiger Formel von Zeuner für die Luftverdünnung in der Rauchkammer zu dem Gewichte der Verbrennungsgase  $L/F_2$ , die aus 1 qm des Querschnittes der Heizrohre in 1 Sekunde in die Rauchkammer treten, in Beziehung gebracht wird, während die Luftverdünnung nach Gl. 18) außer von  $\kappa$  von dem Gewichte der Verbrennungsgase abhängt, die in 1 Sekunde durch 1 qm Rostfläche gehen.

Aus den Betrachtungen des Abschnittes VI erhellt, daß es zweckmäßig ist, die Luftverdünnung auf die Anstrengung der Rostfläche  $L/R$  zu beziehen. Aus diesem Grunde soll statt des Erfahrungswertes  $\mu$  der Wert  $\kappa$  in Gl. 4) eingeführt werden. Setzt man den letzten Ausdruck für  $\mu$  in Gl. 4) ein, so folgt

$$\text{Gl. 23) } \frac{L}{D} = \sqrt{\frac{\frac{F_1}{F} - \lambda}{\lambda + 5 \kappa \left(\frac{F_1}{R}\right)^2}}.$$

Diese Formel eignet sich besonders zur Untersuchung ausgeführter Blasrohrverhältnisse. Das Verfahren ist folgendes:

Man stellt zunächst die in Abb. 2, Taf. XI.VII bezeichneten Maße des Schornsteines und Blasrohres fest und ermittelt außerdem den Querschnitt  $F_2$  aller Heizrohre, den Querschnitt  $F_a$  der Luftöffnungen im Aschkasten und die Rostfläche  $R$ . Sodann werden nach Gl. 3) S. 324 und Gl. 19) S. 381  $\lambda$  und  $\kappa$  berechnet.

Der Wirkungsgrad der Blasrohrvorrichtung oder das Verhältnis der durch diese angesaugten Verbrennungsluft  $L$  zu der gleichzeitig ausströmenden verbrauchten Dampfmenge  $D$  folgt aus Gl. 23).

Ist  $L:D$  erheblich größer als 2,6\*), so ist die Feueranfischung zu kräftig. Eine entsprechende Erweiterung der Blasrohrmündung ist angezeigt.

Ist  $L:D$  erheblich kleiner als 2,6, so ist bei angestrebtem Arbeiten eine mangelhafte Verbrennung und Dampfentwicklung zu erwarten. Durch Einlegen eines breiteren Steges in die Blohrohrmündung kann die Blasrohrwirkung verbessert werden.

Den richtigen Querschnitt der Blasrohrmündung ohne oder mit Steg findet man mit

$$\text{Gl. 24) } F = \frac{F_1}{\lambda + 6,75 \left[ \lambda + 5 \kappa \left(\frac{F_1}{R}\right)^2 \right]},$$

die aus Gl. 23) durch Einsetzen des guten Erfahrungswertes (S. 326)

$$\left(\frac{L}{D}\right)^2 = (2,6)^2 = 6,75$$

hervorgegangen ist.

\*) Gl. 7) S. 326.

Erscheint die Blasrohrmündung im Verhältnisse zur Rostfläche oder im Vergleiche mit Blasrohren von anderen Lokomotiven mit annähernd gleichen Gröfsenverhältnissen des Kessels auffallend eng, so ist zu prüfen, ob nicht der Schornstein zu eng ist. Das Verfahren ist folgendes:

**VIII. Verfahren zur Berechnung der vorteilhaftesten Abmessungen der Schornsteine und Blasrohre von Lokomotiven.**

Zu dieser Berechnung reicht Gl. 23)

$$\text{Gl. 25) } \frac{L}{D} = \sqrt{\frac{\frac{F_1}{F} - \lambda}{\lambda + 5 \kappa \left(\frac{F_1}{R}\right)^2}}$$

vollständig aus, sobald man sich für die Stärke der Feueranfachung oder den Wirkungsgrad der Blasrohrvorrichtung  $L : D$  entschieden hat.

Aus den Erörterungen im Abschnitte III geht hervor, dafs für gute Verbrennung und in allen Fällen ausreichende Feueranfachung bei Verwendung von Stückkohle

$$\frac{L}{D} = 2,6 \text{ oder } \left(\frac{L}{D}\right)^2 = 6,75$$

als ein mittlerer Erfahrungswert gelten kann, der hier benutzt werden soll.

Setzt man

$$\text{Gl. 26) } \frac{F}{R} = \frac{a}{\sqrt{\kappa \lambda}}$$

und

$$\text{Gl. 27) } F_1 = m F \lambda,$$

so folgt nach Gl. 25)

$$\text{Gl. 28) } \frac{L}{D} = 2,6 = \sqrt{\frac{m - 1}{1 + 5 m^2 a^2}}$$

oder

$$6,75 = \frac{m - 1}{1 + 5 m^2 a^2}$$

und schliesslich

$$a = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{m - 7,75}{33,75}}$$

oder genügend genau, aber für die Rechnung bequemer,

$$\text{Gl. 29) } a = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{m - 7,8}{34}}$$

Die Linie  $a = f(m)$  nach Gl. 29) ist in Taf. XLVII für  $L/D = 2,6$  dargestellt. Aus der Darstellung und Gl. 29), 26) und 27) folgt  $a = 0$  für  $m = 7,8$ , somit  $F = 0$  und  $F_1 = 0$ , also muß  $m > 7,8$  sein.

Nach Gl. 26) steht der Querschnitt der Blasrohrmündung in geradem Verhältnisse zu  $a$ , wird also am grössten, wenn  $a$  den Höchstwert erreicht, also für

$$m = 15,5 \text{ (Abb. 2, Taf. XLVII)}$$

und zwar ist

$$a_{gr} = 0,0307.$$

Im Allgemeinen wird man den Rückdruck auf den Kolben und die Arbeit für die Feueranfachung so gering wie möglich erhalten, wenn man den Schornstein so weit macht, dafs dem Blasrohre der grösste Ausströmquerschnitt gegeben werden kann. Dann ist nämlich nach Gl. 26)

$$F = \frac{0,0307 R}{\sqrt{\kappa \lambda}}$$

und nach Gl. 27)

$$F_1 = 15,5 F \lambda.$$

Dies wären die besten Blasrohrverhältnisse, mit denen der Verbrauch für die Feueranfachung am kleinsten wird.

Dafs diese Verhältnisse in Wirklichkeit vorkommen, werden die später vorzuführenden Beispiele zeigen. Beispielsweise wäre der Querschnitt für einen Walzenschornstein bei  $\lambda = 1$  15,5 mal gröfser als der Querschnitt in der Mündung des besten, weitesten Blasrohres.

Im Allgemeinen werden die Schornsteine bei grofsen Lokomotiven mit hoch liegenden Kesseln so niedrig, dafs der in der Rauchkammer für die Blasrohrstellung verfügbare Abstand von der Schornsteinmündung nicht ausreicht, um den vorteilhaftesten weiten Schornstein ohne Störung des Dampfstrahles anwenden zu können. Dies ist aber auch nicht unbedingt nötig, wie ein Blick auf Abb. 2, Taf. XLVII lehrt. Diese Darstellung verläuft in gewissen Grenzen ziemlich flach, was mit einer unwesentlichen Änderung des besten Blasrohrquerschnittes gleichbedeutend ist. Man kann in den Grenzen  $m = 12,5$  bis  $15,5$  und darüber unbedenklich und genügend genau  $a = 0,03$  setzen, also nach Gl. 26)

$$\text{Gl. 30) } F = \frac{0,03 R}{\sqrt{\kappa \lambda}}$$

oder nach Einsetzung des Wertes  $\kappa$  nach Gl. 19) S. 381

$$\text{Gl. 31) } F = \frac{0,03}{\sqrt{\left(\frac{\alpha_1}{F_1^2} + \frac{\alpha_2}{R^2} + \frac{\beta}{F_2^2}\right) \lambda}}$$

Mit diesem Blasrohre darf der Schornstein in obigem Grenzen nach Bedarf weiter oder enger gewählt werden, ohne dafs die Wirkung merklich beeinträchtigt wird. Bei Heifsdampflokomotiven werden diese Grenzen sogar unterschritten. Hier ist vielfach

$$m = 10,5 \text{ bis } 11,5,$$

also nach Abb. 2, Taf. XLVII  $a = 0,0270$  bis  $0,029$ , der Blasrohrquerschnitt also enger, als er zu sein brauchte. Dies mag wohl seinen Grund darin haben, dafs die geringere Dichte des teilweise noch überhitzt ausströmenden Dampfes kleinere Blasrohrquerschnitte zulafst, als bei Nafsdampflokomotiven, ohne dafs der Dampfdruck im Blasrohre deshalb gröfser wird.

Enthält schätzungsweise der ausströmende Nafsdampf nur 10% Wasser, während der Abdampf einer Heifsdampflokomotive gerade trocken oder nur wenig überhitzt sein soll, so dürfte der Ausströmquerschnitt bei Heifsdampf bei gleichem Blasrohrdrucke

$$100 - 100 \sqrt{0,9} = \text{rund } 5\%$$

kleiner sein, als bei Nafsdampf, wenn Kessel und Widerstände bei der Feueranfachung gleich sind. Bei Heifsdampf könnte also

$$a = 0,95 \cdot 0,0307 = 0,0292 \text{ oder}$$

$$a = 0,95 \cdot 0,0300 = 0,0285$$

sein, was in Wirklichkeit auch der Fall ist, wie die Beispiele später ergeben werden.

Gl. 30) und 31) lassen erkennen, welchen Einfluss die

Widerstände der Feueranfachung und die Abmessungen des Kessels auf die Größe der Blasrohrmündung haben. Sie lassen folgende Schlüsse zu:

1. Bei gleicher Verjüngung  $\lambda$  des Schornsteines wird der Querschnitt  $F$  der Blasrohrmündung im Verhältnis zur Rostfläche  $R$  um so kleiner, je kleiner der Querschnitt  $F_2$  aller Heizrohre und der Querschnitt  $F_a$  der Luftöffnungen im Aschkasten im Verhältnis zur Rostfläche und je länger die Heizrohre im Verhältnisse zu ihrem Durchmesser  $\delta$  sind. Bei gleichen Verhältnissen steht der Blasrohrquerschnitt in geradem Verhältnisse zur Rostfläche.

2. Das beste Blasrohr für den Kegel-Schornstein mit  $\lambda < 1$  hat größern Ausströmquerschnitt als das beste Blasrohr für den walzenförmigen Schornstein mit  $\lambda = 1$ .

Übereinstimmend sagt Zeuner\*) bezüglich der Überlegenheit der Kegel-Schornsteine:

»Bei dieser Empfehlung ist nun allerdings zu beachten, daß in den meisten Fällen der Praxis die zylindrischen Essen vollständig genügen, soweit es sich eben nur um die Erzeugung des nötigen Zuges handelt: man muß eben den Vorteil der konischen Essen direkt nicht in dem Umstande suchen, daß sie mehr Luft ansaugen, also einen besseren Zug bewirken, sondern darin, daß sie die Anwendung einer größeren Blasrohrmündung gestatten, und daß daraus ein geringerer Blasrohrdruck und geringerer Gegendruck am Kolben erzielt wird.«

In dem weitem Blasrohrquerschnitte ist also nur dann eine Überlegenheit des Kegel-Schornsteines zu erblicken, wenn sich der kleinere Querschnitt der Blasrohrmündung für den sonst gleichwertigen Walzen-Schornstein in der Dampfdruckschaulinie in einer namhaften Erhöhung der Gegendrucklinie bemerkbar macht. Unter Umständen kann ein zu weites Blasrohr sogar nachteilig sein, wenn es theoretisch auch für eine gute Feueranfachung genügt und wegen der Ermäßigung des Blasrohrdruckes noch so vorteilhaft erscheint.

»Diese Ermäßigung,« sagt Zeuner ebenda, »hat freilich auch ihre Grenzen, denn je weiter man die Blasrohrmündung macht, um so weniger wirkt der innere Raum des Blasrohres als Regulator und zur Ausgleichung des stofsweisen Austretens des Dampfstrahles. . . . Im Allgemeinen genügen sehr geringe Erweiterungen, um den Blasrohrapparat als wesentlich verbessert erscheinen zu lassen.«

Tatsächlich sind aber die Erweiterungen der Kegel-Schornsteine wenigstens bei Nafsdampflokomotiven mit genügend langen Schornsteinen durchaus nicht so gering, wie man hiernach vermuten sollte. Man hat die Vorteile des Kegel-Schornsteines früher möglichst ausgenutzt. Erst die kurzen Schornsteine der zeitgemäßen Lokomotiven haben gemäß den Erörterungen des Abschnittes IX dazu gezwungen, die Erweiterungen der Kegel-Schornsteine einzuschränken. Was aber vorhin über die kleineren Blasrohrmündungen bei Heißdampflokomotiven gesagt wurde, bestätigt vielleicht die Ansicht von Zeuner. Festgestellt ist dies jedoch noch nicht.

Für die Verjüngung wird gewöhnlich nicht  $\lambda$ , sondern die Erweiterung  $1 : n$ ,

$$\text{Gl. 32) } \dots D_0 - D_1 = \frac{h_s}{n}$$

\*) Zivilingenieur, 1871, S. 1.

angegeben (Abb. 2, Taf. XI.VII), und zwar ist, wie sich in Abschnitt IX herausstellen wird,

$$\text{Gl. 33) } \dots 6 \leq n \leq \infty.$$

Meist liegt  $n$  zwischen 10 und 20.

Wird in Gl. 26) und 27) für einen bestimmten Kegel-Schornstein, also für bestimmte Zahlenwerte  $a$  und  $m$ ,  $\lambda = 1$  gesetzt, so erhält man die Blasrohrverhältnisse für den gleichwertigen Walzen-Schornstein. Aus der Vereinigung der vier Gleichungen für den Kegel- und Walzen-Schornstein,

$$F_1 = m F_{\text{keg}} \lambda; F_w = m F_{\text{walz}}; F_{\text{keg}} = \sqrt{\frac{a}{\kappa \lambda}}; F_{\text{walz}} = \sqrt{\frac{a}{\kappa}}$$

folgt

$$\text{Gl. 34) } \dots F_1 = F_w \sqrt{\lambda}$$

und

$$\text{Gl. 35) } \dots F_{\text{keg}} = \frac{F_{\text{walz}}}{\sqrt{\lambda}}$$

Kennt man also den Querschnitt des Walzen-Schornsteines  $F_w$  und der Blasrohrmündung  $F_{\text{walz}}$ , so folgt aus Gl. 34) und 35) der Querschnitt  $F_1$  des gleichwertigen Kegel-Schornsteines und der zugehörigen Blasrohrmündung  $F_{\text{keg}}$ , sobald man sich über  $\lambda$  entschieden hat.

Auf S. 363 wurde durch eine einfache Überlegung gefunden, daß der Durchmesser  $D_w$  zwischen dem obern Durchmesser  $D_0$  und dem engsten  $D_1$  des gleichwertigen Kegel-Schornsteines liegen muß.

Nach Gl. 3) ist

$$\lambda = \frac{1}{2} \left[ 1 + \left( \frac{F_1}{F_0} \right)^2 \right] = \frac{1}{2} \left[ 1 + \left( \frac{D_1}{D_0} \right)^4 \right]$$

oder

$$\frac{D_1}{D_0} = (2\lambda - 1)^{1/4}$$

und nach Gl. 34)

$$\frac{D_1}{D_w} = \lambda^{1/4}.$$

Der mittlere Durchmesser des Kegel-Schornsteines ist nun

$$D_m = \frac{D_1 + D_0}{2}$$

oder

$$\frac{D_m}{D_w} = \frac{1}{2} \left[ \frac{D_1}{D_w} + \frac{D_0}{D_1} \cdot \frac{D_1}{D_w} \right]$$

und nach Einsetzung der vorigen Werte für  $\frac{D_1}{D_w}$  und  $\frac{D_1}{D_0}$

$$\frac{D_m}{D_w} = \frac{\lambda^{1/4}}{2} \left[ 1 + \frac{1}{(2\lambda - 1)^{1/4}} \right].$$

Für  $\lambda = 1$  ist  $D_m = D_w$  für die Walze  
 »  $\lambda < 1$  »  $D_m > D_w$  » den Kegel.

Beispielsweise »  $\lambda = 0,64$  ist  $D_m = 1,064 D_w$ .

Hieraus folgt das bemerkenswerte Ergebnis, daß der Durchmesser des Walzen-Schornsteines zwischen dem engsten und dem mittlern Durchmesser des gleichwertigen Kegel-Schornsteines liegt, und zwar bei nicht zu starken Erweiterungen in der Nähe des mittlern Durchmessers.

Im Folgenden soll unbeschadet der Genauigkeit des Verfahrens der mittlere Durchmesser des Kegel-Schornsteines annähernd gleich dem Durchmesser des gleichwertigen Walzen-Schornsteines gesetzt werden.

Der Gang der Rechnung ist folgender:

Man berechnet zunächst aus Gl. 19) S. 381  $\kappa$  und aus Gl. 30) S. 385 für  $\lambda = 1$  oder aus Gl. 31) unmittelbar den Querschnitt  $F_{\text{best walz}}$  der Blasrohrmündung für den besten Walzenschornstein und wählt dessen Durchmesser  $D_w$  so groß, daß er innerhalb der für den Querschnitt  $F_w$  durch  $m = 12,5$  bis  $15,5$  für Nafsdampf- oder  $m = 10,5$  bis  $11,5$  für Heißdampflokomotiven gegebenen Grenzen liegt, so daß nach Gl. 27)

$$F_w = m F_{\text{best walz}}$$

ist.

Nunmehr entscheidet man sich für die Verjüngung  $1:n$  des Kegel-Schornsteines und erhält bei der Schornsteinlänge  $h_s$  nach Gl. 32) S. 386 unter Berücksichtigung des eben Gesagten

$$\text{Gl. 36) } \dots \dots D_0 = D_w + \frac{1}{2} \frac{h_s}{n}$$

und

$$\text{Gl. 37) } \dots \dots D_1 = D_w - \frac{1}{2} \frac{h_s}{n}$$

Nach Gl. 3) S. 324 ist

$$\lambda = \frac{1}{2} \left[ 1 + \left( \frac{D_1}{D_0} \right)^4 \right]$$

und nach Gl. 35) S. 386 der Querschnitt der Blasrohrmündung für den besten Kegel-Schornstein:

$$F_{\text{best keg}} = \frac{F_{\text{best walz}}}{\sqrt{\lambda}}$$

Bevor die Rechnung zahlenmäßig an Beispielen durchgeführt wird, soll das Verfahren noch durch die Untersuchungen über die Blasrohrstellung ergänzt werden.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Eisenbahnbetriebsmittel auf der Brüsseler Weltausstellung.

Von C. Guillery, Baurat in München.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel L und Abb. 1 bis 4 auf Tafel LI.

(Fortsetzung von Seite 366.)

### V. B) Güterzuglokomotiven.

Güterzuglokomotiven mit Tender, und zwar solche schwerster Bauart waren ausgestellt von der Orléans- und der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.

B. a) 1 E. IV. T. F. G. - Lokomotive der Orléansbahn.  
(Abb. 1 und 2, Taf. L.)

Die Lokomotive hat, wie die unter V. A. a. S. 366 besprochene, Rauchröhrenüberhitzer. Die Belpaire-Feuerbüchse hat die früher erwähnte Bauart mit windschiefen Seitenwänden, indem sie vorn zwischen die Rahmen eingebaut, hinten bei 1900 mm Breite seitlich über die Rahmen hinausgebaut ist. Die Rostlänge beträgt 2,85 m. Die Rückwand des Kessels ist mit dem letzten Schusse des Langkessels durch Längsanker verbunden. Dem Blasrohre ist ein nach Abb. 1, Taf. L verstellbarer Mund gegeben.

Die Federn je zweier Achsen sind durch Ausgleichhebel verbunden. Für die beiden vorderen Achsen ist die Anordnung so getroffen, daß der seitliche Ausschlag der in einem Bissel-Gestelle gelagerten vordern Laufachse durch die Ausgleichvorrichtung nicht behindert wird. Die vordern Enden der Tragfedern der ersten Kuppelachse sind zu diesem Zwecke durch einen dicht hinter dem Drehzapfen des Bissel-Gestelles liegenden Querhebel verbunden, der durch einen in der Längsachse der Lokomotive unter den Zylindern angeordneten Hebel und durch ein Pendelgehänge mit dem auf den Lagern der vordern Laufachse ruhenden kastenförmigen Querträger verbunden ist. Die Rückstellung der vordern Laufachse in die Mittellage erfolgt durch die Wirkung des erwähnten Pendelgehänges und durch eine vorn angebrachte Schraubenfeder. Die zweite und dritte Kuppelachse sind Triebachsen und werden von den innen liegenden Hochdruck- und den außen liegenden Niederdruck-Zylindern angetrieben.

Alle Schieber sind Kolbenschieber von Schmidt. Als Anlaufvorrichtung dient ein in der Längsachse unter der Rauchkammer angeordneter Drehschieber, durch den Frischdampf in

die Niederdruckzylinder, und der Auspuffdampf der Hochdruckzylinder unmittelbar in das Blasrohr geleitet werden kann.

B. b) 2 D. IV. t. F. G. - Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.

(Abb. 1 bis 4, Taf. LI.)

Die Belpaire-Feuerbüchse ist zwischen die Rahmen eingebaut, die Verankerung ähnlich wie bei B. a). Der ganze Kessel ist bis auf die kupferne Feuerbüchse aus Flußeisen, die Stehbolzen der oberen Reihen sind aus Manganbronze, die übrigen aus Kupfer. Die Längsnähte des Rundkessels sind mit stumpfem Stofse und innerer und äußerer Verlaschung ausgeführt, mit breiten Laschen und je zwei Nietreihen innen und mit schmalen Laschen und je einer Nietreihe außen. Die Quernähte haben doppelte Nietreihen in Überlappung. Der Dampfdom ist ähnlich wie bei der Ostbahn, V. A. c) S. 367, bis auf eine Einsteigeöffnung in der Decke vollständig geschlossen genietet, so daß er zur Versteifung des Kesselausschnittes beiträgt. Das Blasrohr ist wieder verstellbar nach der Bauart der Nordbahn (Abb. 2 und 4, Taf. LI), die einer bei den sächsischen Staatsbahnen schon länger üblichen Anordnung sehr ähnlich ist. Die Rahmenbleche sind aus je einem Stücke aus 28 mm starkem Flußeisen hergestellt.

Das bekannte Drehgestell der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn\*) mit kugelförmigem Drehzapfen zeigt eine Neuerung in Form einer Rückstellung für Verdrehungen in der wagerechten Ebene. Der Drehzapfen kann sich gegen die Pfanne um zwei durch die Mitte der Kugelfläche laufende, in der wagerechten Ebene liegende und senkrecht unter einander stehende Achsen verdrehen. Bei Drehungen um die senkrechte Mittelachse wird dagegen die Drehpfanne vom Drehzapfen durch daran beiderseitig angebrachte Nocken mit loseem Ringe mitgenommen. Die Drehpfanne dreht sich dann auf einem Lager mit schraubenförmig nach beiden Drehrichtungen hin ansteigenden Trag-

\*) Eisenbahntechnik der Gegenwart. 2. Auflage. Bd. I. Abschn. I. Teil I. S. 248.

flächen, wodurch die Rückstellung in die Mittellage herbeigeführt wird. Seitlich kann sich der Drehzapfen nebst dem Lager um je 34 mm verschieben und gleitet dabei auf Tragflächen, die nach jeder Seite um 15 % gegen die wagerechte ansteigen. Die innerhalb der Räder liegenden Rahmen des Drehgestelles ruhen beiderseits auf zweiarmigen, von Achsbüchse zu Achsbüchse reichenden, mit einer eingebauten Tragfeder und mit Stellschrauben zur Regelung der Höhenlage der Lokomotive versehenen Ausgleichhebeln. Da die drei Stützpunkte der Lokomotive auf dem Drehgestelle in derselben senkrechten Ebene und fast in gleicher Höhe liegen, so ist hinter dem Drehzapfen noch eine weitere Verbindung durch ein einstellbares Gehänge geschaffen, das hinreichend lang ist, um die Bewegungen des Drehgestelles nicht zu behindern. Vor dem Drehzapfen ist eine zweite kürzere derartige Verbindung mit entsprechendem Spielraume in dem untern Gelenke hergestellt, die aber nur zur Sicherung gegen eine Trennung des Drehgestelles von der Pfanne dient.

Die erste und zweite Kuppelachse sind Triebachsen. Die Kurbelarme der ersten, von den innen liegenden Hochdruckzylindern aus angetriebenen, gekröpften Kuppelachse sind durch umgelegte Schrumpfbänder, die Kurbelzapfen durch einen hindurchgeführten Bolzen gegen Bruch gesichert. Die Achslagerkasten sind aus Stahlguß gefertigt, die Rotgußlageraschen der Kuppelachsen und die der Drehgestellachsen sind mit Weißmetall ausgegossen. Die Schmierung der Achschenkel erfolgt von unten durch gefederte Schmierpolster. Der feste Achsstand der Lokomotiven wird durch die drei ersten Kuppelachsen gebildet, die Lagerschalen der letzten Achse haben 26,5 mm Spiel nach jeder Seite. Durch ein zwischen die Lagerschalen und die Achsbüchsen eingelegtes Futterstück mit schräger, um 10 % gegen die Wagerechte geneigter Auflagefläche wird die Rückführung der verschiebbaren Achsen in die Mittellage bewirkt. Die betreffenden Kuppelstangen sind mit Kugelgelenk versehen. Zur Erleichterung der Bogenfahrt sind außerdem die Spurkränze der zweiten und dritten Kuppelachse schwächer gedreht. Die aus Stahlguß gefertigten, auf die Rahmen aufgenieteten Achsbüchsführungen sind mit gußeisernen Gleitstücken bekleidet.

Die unter den Achsbüchsen liegenden Tragfedern der Kuppelachsen sind paarweise durch Ausgleichhebel verbunden. Für den Fall des Bruches einer Feder oder eines sonstigen, die Lokomotive tragenden Teiles sind an den Achsbüchsführungen der dritten, vierten und fünften Kuppelachse Stellschrauben zur Sicherung der Lokomotive in richtiger Höhenlage vorgesehen, ferner werden auf der Lokomotive Keile verschiedener Höhe bereitgehalten, die zwischen den Lokomotivrahmen und die Achsbüchsen der vorletzten Achse geschoben und auf den Achsbüchsen festgeschraubt werden können.

Der Dampf wird dem Dome mittels eines ausgeglichenen Rohrventiles entnommen. Der Verbinder ist mit einem Sicherheitsventile für sechs at Überdruck versehen. Die Dampfverteilung wird für alle vier Zylinder durch Kolbenschieber mit innerer Einströmung bewirkt. Je zwei Lufteinlaßventile sind für den Leerlauf auf den Dampfzuleitungsrohren für die Hochdruckzylinder und auf den den Verbinder bildenden

Leitungen angebracht. Die Walschaert-Heusinger-Steuerung ist so eingerichtet, daß die Füllung der Hochdruckzylinder innerhalb weiter Grenzen nach Belieben verändert werden kann, während die Steuerstange der Niederdruckzylinder von der Steuermutter der Hochdruckzylinder erst dann mitgenommen wird, wenn letztere eine gewisse Strecke aus ihrer mittlern Lage zurückgelegt hat. Nur in den Endstellungen ist die Lage der Steuerstange durch Klinken gesichert. Eine feste Verbindung zwischen beiden Steuerungen ist nicht vorhanden. Um zu verhindern, daß die Steuerung der Niederdruckzylinder von den Schiebern aus beeinflusst wird, wodurch heftige Stöße entstehen könnten, ist die Steuerung der Niederdruckzylinder mit dem Kolben einer Flüssigkeitsbremse verbunden.

Zur Überwachung der Fahrgeschwindigkeit ist ein Geschwindigkeitsmesser nach Flaman angeordnet.

#### B. c) D. H. t. G. - Tender-Lokomotive der Nordbahn. (Abb. 3, Taf. L.)

Die Lokomotive ist für den Verschiebedienst und nach Bedarf für die Beförderung schwerer Güterzüge im Ortsverkehre auf der zu dem belgischen Netze der Nordbahn gehörenden und zahlreiche Stationen und Anschlüsse aufweisenden Strecke Lüttich-Namur bestimmt. Sie kann 950 t bei 18 kg/km mittlern Kohlenverbrauche schleppen, während die früher auf der Strecke verwendeten D-Tenderlokomotiven nur 815 t beförderten.

Die Dampfzylinder liegen außen wagerecht, die dritte Achse wird unmittelbar angetrieben. Die Feuerbüchse ist durch die vierte Achse unterstützt. Eine Gegendampfbremse, eine Handbremse und eine Luftsaugbremse sind vorgesehen. Die innere Feuerbüchse ist aus Kupfer, die äußere aus Flußeisen, alle Stehbolzen sind aus Manganbronze und innen und außen vernietet. Die Deckenanker sind auf der ganzen Länge durchbohrt, die Queranker an den Enden auf eine Länge von 150 mm mit einer Bohrung von 6 mm Weite versehen. Die Quernähte des Langkessels sind mit doppelten Nietreihen, die Längsnähte mit doppelter Verlaschung und mit zweimal zwei Nietreihen ausgeführt. Die flußeisernen Bleche des Langkessels haben mindestens 35 kg/qmm Festigkeit und 30 % Dehnung, die gekümpelten, gleichfalls flußeisernen Bleche des Feuerkastens mindestens 40 kg/qmm und 28 %. In der Decke der Feuerbüchse sind die in Belgien noch gesetzlich vorgeschriebenen Schmelzpfropfen angebracht. Die Heizrohre sind an beiden Enden gebörtelt. Durch eine Öffnung in der Heiztür kann Luft oberhalb des Rostes eingelassen werden.

Die Radsterne sind aus Stahlguß gefertigt, die Flügel- und Kuppel-Stangen sind mit Nadelölern versehen, die Steuerung ist die von Gooch. Die oberhalb der Achsbüchsen angeordneten Tragfedern sind paarweise an den Enden durch Ausgleichhebel verbunden.

#### B. d) Triebwagenzug der französischen Nordbahn.

Der aus zwei Personenwagen und einer dazwischen gestellten und kurz gekuppelten kleinen Lokomotive bestehende Triebwagenzug\*) der Nordbahn ist bekannt.

\*) Siehe Guillery, Handbuch über Triebwagen für Eisenbahnen.

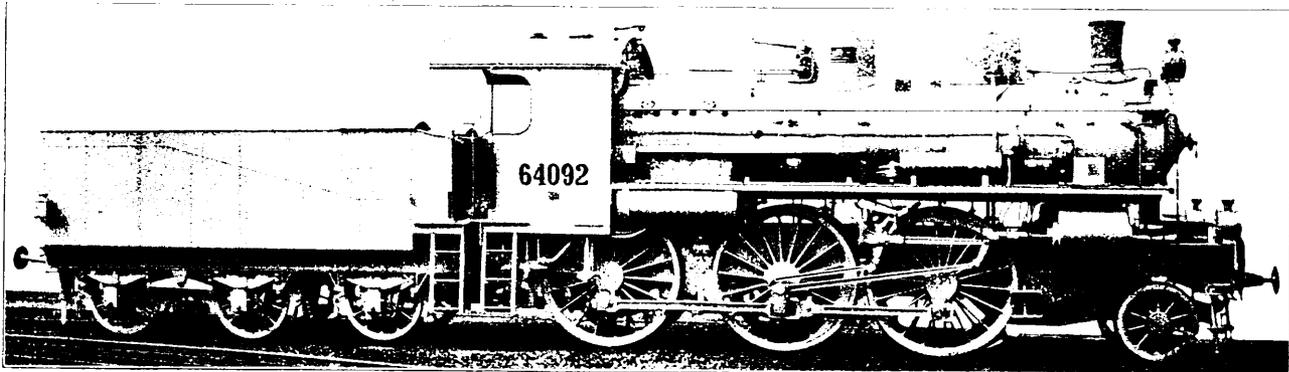
VI. Italienische Lokomotiven.

VI. a) 1 C. II. T. S.-Lokomotive, italienische Staatsbahnen.  
(Textabb. 14.)

Diese Lokomotive mit dem die erste Kuppelachse und die

Laufachse vereinigenden Drehgestelle ist bekannt. Die beiden Dampfzylinder liegen innen, die Kolbenschieber außen. Die Steuerung ist die von Walschaert-Heusinger, die Blasrohröffnung ist unveränderlich und mit festem Querstege versehen.

Abb. 14.



VI. b) E. IV. t. G.-Lokomotive, italienische Staatsbahnen.  
(Abb. 4. Taf. L.)

Diese ersten E-Lokomotiven der italienischen Staatsbahnen sind, wie die unter VI. a) aufgeführten, seit mehreren Jahren auf den Gebirgstrecken Turin-Novi-Genova, Bologna-Florenz und Mont Cenis im Betriebe. Zur Schonung der Mannschaften in den langen Tunneln hat sich die Stellung der Lokomotive mit dem Führerstande voran als vorteilhaft erwiesen. Zu dem Zwecke sind die Kohlen auf der Lokomotive seitlich der Feuerbüchse vor dem Heizerstande untergebracht, wodurch auch die Bedienung des Feuers wesentlich erleichtert ist.

Der Gang ist bei mehr als 55 km/St noch ruhig, während die Grenze mit 45 km/St festgesetzt ist. Bogen von 300 m Halbmesser werden bei seitlicher Verschiebbarkeit der Endachsen und Fehlen der Spurkränze an den kegelförmig abgedrehten Reifen der mittlern Achse leicht durchfahren.

Die größte Wagenlast auf 25 ‰ Steigung betrug 272 t bei 25 km/St Geschwindigkeit, die stärkste entwickelte Zugkraft wurde bei 1200 PS<sub>i</sub> Leistung auf derselben Rampe bei 204 t Wagenlast und etwa 40 km/St erreicht.

Die beiden Hochdruckzylinder liegen auf der linken, die  
(Schluß folgt.)

Niederdruckzylinder auf der rechten Seite der Lokomotive, je einer innerhalb, der andere außerhalb der Rahmen. Die Dampfverteilung erfolgt für die Hochdruckzylinder durch einen gemeinsamen Kolbenschieber, für die Niederdruckzylinder durch getrennte Kolbenschieber, die aber auf der gemeinsamen Schieberstange dicht hintereinander sitzen, mittels außen liegender Walschaert-Heusinger-Steuerung. Die dritte Achse ist Triebachse für alle vier Zylinder.

Die äußere Feuerbüchse ist rund, die Deckenanker der drei vorderen Reihen sind mittels kurzer Längsbarren beweglich aufgehängt. Die Rückwand des Kessels ist über die ganze Höhe geneigt angeordnet, die Heiztür ist als zwei-flügelige Schiebetür ausgeführt, das Blasrohr mit verstellbarer Öffnung nach der Bauart der französischen Nordbahn versehen. Die früher aus Messing hergestellten glatten Heizrohre werden in neuerer Zeit durch flufseiserne ersetzt.

Die Lokomotive ist mit Westinghouse-Schnellbremse und mit Henry-Bremse, sowie mit Einrichtung zur Zugheizung nach Haag versehen. Auf dem Tender ist durch Fortfall der Kohlen Raum zur Anordnung des Zugführerabteiles und des Packraumes gewonnen.

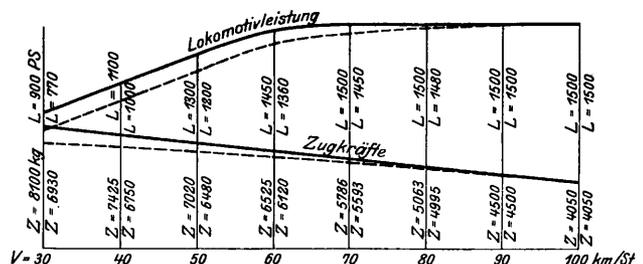
**Aufstellung von Schnellzugfahrplänen für verschiedene Beförderungsgewichte.**

Von J. Geibel, Geheimem Baurate in Frankfurt a. M.  
(Schluß von Seite 370.)

Die Fahrzeiten aus der Lokomotivleistung sind mittels Einflußlinien im Sinne des von mir für Güterzüge angegebenen Verfahrens\*) ermittelt worden, nachdem die Leistung L und die Zugkraft Z der 2 C P<sub>g</sub>-Lokomotive, die auch für die Fahrpläne der Strecke Frankfurt a. M.—Cassel in Betracht kam, durch Probefahrten festgestellt waren. Nach den Ergebnissen der letzteren ist das Schaubild, Textabb. 1, gezeichnet:

Die aus den Versuchsfahrten hervorgegangenen Linien, denen Höchstleistungen zu Grunde liegen, wurden zur Ermittlung der kurzen und kürzeren Fahrzeiten unverändert benutzt, für die planmäßigen Fahrzeiten dagegen die gestrichelten,

Abb. 1.



teilweise bis zu 10 ‰ kleineren Höhen. Da es sich um größere Geschwindigkeiten, als bei Güterzügen, mithin um stark steigende Widerstandswerte  $w_0$  auf wagerechter und gerader Bahn handelt,

\*) Organ 1909, S. 376.

wurden die  $w_0$ , nachdem die aus der Schaulinie entnommenen Zugkräfte  $Z$  in kg, die zugehörigen Geschwindigkeiten  $V$  in km/St und die diesen entsprechenden Fahrzeiten  $f$  in Min/km spaltenweise neben einander gestellt waren (Zusammenstellung I, Spalte 1 bis 3), nach der Formel:

$$w_0 \text{ kg/t} = 2,4 + \frac{(V \text{ km/St})^2}{1300}$$

berechnet und in Spalte 4 beigetragen. Nun konnte die Zugkraft  $Z^1$  kg/t bestimmt werden, die zur Überwindung von Steigungen und Krümmungen verbleibt:

$$Z^1 \text{ kg} = \frac{Z \text{ kg}}{G \text{ t}} - w_0 \text{ kg.}$$

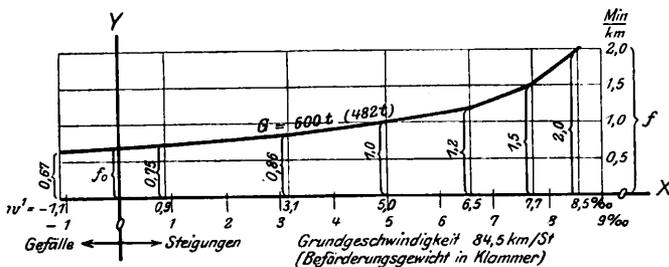
Für die mit der Grundgeschwindigkeit befahrene wagerechte und gerade Strecke wird  $Z^1 = 0$  und für Gefälle negativ. In den Spalten 5 und 6 sind beispielsweise die berechneten Werte  $Z^1$  für ein Vollzuggewicht  $G = 600$  t, und den auf Vorspannstrecken auf die Zuglokomotive etwa entfallenden Zuggewichtsanteil  $G = 365$  t eingetragen:

Zusammenstellung I.

1	2	3	4	5	6
V km/St	f Min/km	Z kg	$w_0$ kg/t	$Z^1$ kg/t für $G = 600$ t	$Z^1$ kg/t für $G = 365$ t
30	2,0	6930	3,1	8,5	15,9
40	1,5	6750	3,6	7,7	14,9
50	1,2	6480	4,3	6,5	13,5
60	1,0	6120	5,2	5,0	11,6
70	0,86	5593	6,2	3,1	9,1
80	0,75	4995	7,4	0,9	6,3
90	0,67	4500	8,6	-1,1	3,7
100	0,60	4050	10,1	-3,3	1,0

Die Zugkräfte  $Z^1$  als Widerstände  $w^1$  gedacht, geben gleichzeitig als + Werte die Steigungen, als - Werte die Gefälle in ‰ an, auf denen mit den angenommenen Zuggewichten, die in Spalte 1 angegebenen Geschwindigkeiten erreicht werden können. Werden die Werte  $Z^1 = w^1$  für ein bestimmtes Zuggewicht, wie für Güterzüge angegeben, als Längen, die entsprechenden Fahrzeiten  $f$  der Spalte 2, Zusammenstellung I, als Lote aufgetragen, so ist die Verbindungslinie die gesuchte Einflußlinie für die Fahrzeit auf geneigter gerader Strecke, wie sie in Textabb. 2 für  $G = 600$  t gezeichnet ist.

Abb. 2.



Für den Gebrauch der Einflußlinie gilt, daß der Zähler eines beliebigen Neigungsverhältnisses in der Form  $\pm \frac{w^1}{1000}$  auf der Wagerechten von der Y-Achse ab, und zwar für Steigungen +

nach rechts, für Gefälle - nach links aufgetragen wird, das Lot im Endpunkte ergibt die gesuchte Fahrzeit. Aus der Einflußlinie ergibt sich auch die Grundgeschwindigkeit, und zwar aus der Fahrzeit  $f_0$  für  $w^1 = 0$ , in der Y-Achse gemessen. Für  $G = 600$  t stellt sie sich auf 84,5 km/St. Die Grundgeschwindigkeit des Vollzugs wurde vorläufig in dem Fahrplaubuche nicht besonders angegeben, da der Lokomotivführer ihrer Kenntnis nicht bedarf. Zu Vergleichs- oder anderen Zwecken ist diese Geschwindigkeit für jede beliebige Fahrplanstrecke aus der dem Beförderungsgewicht und der Lokomotivgattung entsprechenden Einflußlinie zu entnehmen; es wäre daher auch in dieser Hinsicht von Vorteil, wenn demnächst einheitlich aufgestellte, allgemein gültige Einflußlinien verwendet werden könnten.

Will man übrigens anstatt von dem Zuggewicht, von einer bestimmten Grundgeschwindigkeit  $V_0$  ausgehend, die Abhängigkeit der Fahrzeit von den Steigungen durch die Einflußlinie darstellen, so ist die Grundgeschwindigkeit in Spalte 1 der Zusammenstellung I aufzusuchen, mit den ihr entsprechenden Werten für  $Z$ , Spalte 3, und  $w_0$ , Spalte 4, nach  $G_0 = \frac{Z}{w_0}$ , das Zuggewicht  $G_0$  zu ermitteln und im Kopf der Spalte 5 vorzutragen.

Die Werte  $Z'_v$  der Spalte 5 sind alsdann für jede Geschwindigkeit  $v$  nach  $G_0$  wie früher zu berechnen,  $Z'_v = \frac{Z^v}{G_0} - w_0^v$ , und aufzutragen.

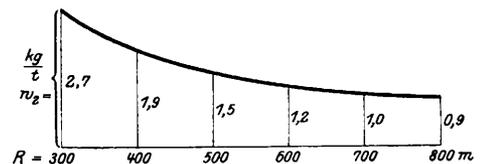
Die Reibungsgrenzen wurden wie früher ermittelt und, soweit sie überhaupt in Frage kamen, auf den Einflußlinien vermerkt, ebenso die größtzulässigen Fahrzeiten auf Steigungen.

Der Widerstand in den Krümmungen ist wieder nach der Formel:

$$w_2 \text{ kg/t} = \frac{650}{R \text{ m} - 55}$$

für Halbmesser von 300 bis 800 m berechnet und im Maßstabe wie die Werte  $w^1$  aufgetragen (Textabb. 3).

Abb. 3.

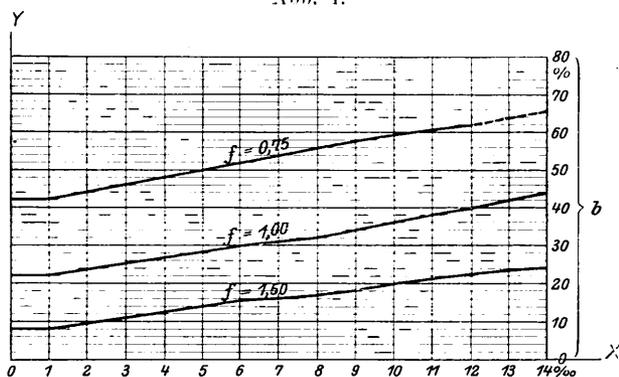


Für Strecken in Krümmungen waren vor dem Abgreifen der Fahrzeiten die Werte  $+ w_2$  und  $\pm w^1$  unter Beobachtung des Vorzeichens von  $w^1$  zusammen zu zählen. Die negativen Werte von  $w^1$  kamen in der Regel nur bei schwachen aber in schärferen Krümmungen liegenden Gefällen in Frage, bei denen die Fahrzeit durch die Krümmung erheblich beeinflusst wird.

Schließlich mußten noch die für die einzelnen Teilstrecken gültigen Bremsziffern des leichteren Zuges bestimmt werden. Zu diesem Zwecke wurden auf der wagerechten Achse eines Kreuzes die Neigungsverhältnisse der Bremsstafel § 55 der Bau- und Betriebs-Ordnung Spalte 1, auf den entsprechenden Loten die Bremsziffern für die Fahrzeiten  $f = 1,5, 1,4, 1,3, 1,2, 1,1, 1,0, 0,9, 0,8$  und  $0,75$  Min/km aufgetragen. Die Verbindungslinien der zu demselben  $f$  gehörigen Lotenden er-

gaben die Einfluslinien für die Bremsziffern, die nur einmal zu zeichnen waren. In Textabb. 4 sind die Linien für  $f = 1,5$ ,  $1,0$  und  $0,75$  dargestellt.

Abb. 4.



Mit der maßgebenden Neigung und der ihr entsprechenden Fahrzeit  $f$  in Min/km konnte jetzt die zugehörige Bremsziffer unmittelbar oder durch Zwischenschaltung abgelesen werden. Die größte der Bremsziffern aller Teilstrecken wurde am Kopfe des Fahrplanes vermerkt.

## Nachrufe.

### Dr.-Ing. Heinrich Schwioger †.

Am 16. September hat ein Schlaganfall zu Wiesbaden den jahrelangen Leiden eines Mannes ein Ziel gesetzt, der unter den Zeitgenossen als einer der ersten Förderer, ja in vielen Beziehungen als der Begründer neuzeitlicher Technik und Wirtschaft im Verkehrswesen hervorleuchtet, des Geheimen Baurates Dr.-Ing. Heinrich Schwioger, Direktors der Siemens und Halske A.-G. und der Siemens-Schuckert-Werke in Berlin. Der Heimgang dieses Vorkämpfers unseres Faches wird in den weitesten Kreisen des In- und Auslandes als einer der schwersten Verluste beklagt, die die neuzeitliche Verkehrspflege nach der Unbeständigkeit irdischer Dinge zu fürchten hatte.

Schwioger wurde 1846 zu Quedlinburg geboren, wo er sich vorbereitete, um 1866 bis 1869 die Bauakademie in Berlin zu beziehen. 1870 bestand er die Bauführer-, 1875 die Baumeister-Prüfung und trat dann in den preussischen Staatseisenbahndienst ein, wo ihm schnell eine seiner eigenartigen Begabung und schier unerschöpflichen Tatkraft würdige Aufgabe in dem endgültigen Entwurfe der Stadtbahn in Berlin unter Dircksen gestellt wurde. Mit bewundernswerter Klarheit hat Schwioger diese Aufgabe erfaßt und gelöst.

Für die Anlage lagen aus den Arbeiten der Stadtbahngesellschaft bereits Vorarbeiten namentlich von Hartwich vor, die aber zu sehr auf den noch unentwickelten Anschauungen der damaligen Eisenbahntechniker über das Verkehrswesen der Großstädte beruhten und durchgeführt, keine gesunde Entwicklung des großen Unternehmens gegeben hätten.

Liest man heute die fast allein aus Schwieggers Feder geflossenen Berichte über Art und Gestaltung des zu erwartenden Stadtbahnverkehrs, so erkennt man mit Staunen, wie klar der erst im Anfange der dreißiger Jahre stehende Mann die

Als Zuschläge für An- und Abfahrt wurden allgemein  $1 + 2 = 3$  Minuten in Ansatz gebracht.

Das Rechnungsverfahren bleibt für die Aufstellung jedes beliebigen Fahrplanes dasselbe. Hier handelt es sich um den schwierigsten Fall: die Umarbeitung nahezu festliegender Fahrpläne mit gegebenen Mindestzuggewichten. Daher, sowie zur Vermeidung unnötigen Vorspannes, mußte die Rechnung zuweilen wiederholt werden. Je weniger einengende Bedingungen hinsichtlich der ganzen Fahrzeit oder des Zuggewichtes gestellt sind, desto seltener wird man in letztere Lage kommen. Das Verfahren ist einfacher, als wenn für steigende Strecken nach einander die Zuschläge, die Betriebslängen, die Geschwindigkeiten und hieraus endlich die Fahrzeiten bestimmt werden.

Zum Schlusse mag noch bemerkt werden, daß für Eil-, Schnell- und Personen-Züge nur eine beschränkte Anzahl Fahrzeiteinfluslinien erforderlich ist, weil man es entweder mit mindestens gruppenweise gleichen Zugstärken oder gleichen Grundgeschwindigkeiten zu tun hat. Außerdem können auch hier wieder die für eine Lokomotivgattung aufgestellten Linien für andere Gattungen benutzt werden, wenn die Zuggewichte nach gut angepaßten Verhältniszahlen umgeschrieben werden.

Grundlagen der Unterscheidung, Sonderung und Pflege der verschiedenen Verkehrsarten erkannt hat, deren Wesen damals noch unerforscht war. Diese Berichte sind klassische und heute noch zutreffende Grundlagen unserer Verkehrstechnik, die für alle hoch entwickelten Länder maßgebend geworden sind, nicht in ihrem Wortlaute, denn die Veröffentlichung hat die unvergleichliche Bescheidenheit des großzügigen Verfassers verhindert, aber durch ihre schnell hervortretenden, und ihre Richtigkeit beweisenden Erfolge. Alles was an planmäßigem Vorgehen und wissenschaftlicher Untersuchung in der Pflege großstädtischen Verkehrs heute Gemeingut geworden ist, entstammt den Wurzeln, die in diesem fruchtbaren Boden schnellen und festen Halt gefunden haben.

Dem verdienten Schöpfer eines großen Teiles unserer heutigen Verkehrswissenschaft auf dem Gebiete der schnellen, den Lebensbedürfnissen angepaßten Beförderung großer Menschenmengen wurde das große Glück zu Teil, selbst an dem Ausbaue seiner Gedanken Teil zu gewinnen. Nach Feststellung der allgemeinen Anlage der Stadtbahn fiel ihm dort namentlich der Entwurf und die Oberleitung der Ausführung der Bahnhöfe zu, die an Bewältigung riesiger Verkehrsmengen dreier Arten auf engstem Raume, sachgemäß nach Ferne, Vorort und Ort gesondert, Vorbilder für alle weiteren Anlagen wurden, und, wenn auch in manchen Dingen heute überholt und erweiterungsbedürftig, doch in allen wesentlichen Punkten geblieben sind.

Nach Eröffnung der Stadtbahn ging Schwioger mit Dircksen nach Köln zur Bearbeitung der Entwürfe für den Bahnhofsneubau, wurde aber schon vor Beendigung dieser Aufgabe von dem weitschauenden Eroberer der Elektrizität für den Verkehr, Werner von Siemens, zu dessen großartigen Unternehmungen in leitender Stellung herangezogen.

Hier fanden seine hohen und eigenartigen Fähigkeiten

ein Feld freier Entwicklung. Die ersten Schritte der Ausgestaltung elektrischen Bahnverkehrs waren von dem Werke in der Anlage der Ausstellungsbahn in Berlin 1879 und in der Erbauung der Strafsenbahn in Lichterfelde bereits getan, und diese noch zaghaften Anfänge bildeten für Schwieger den Ausgang zu mutigem und überraschendem Fortschreiten. Er schuf die erste Strafsenbahn mit unterirdischer Zuleitung und bald darauf die erste Unterpflasterbahn in Budapest, gestaltete die Grundlagen eines ungeheuern Strafsenbahnnetzes mit Oberleitung aus, trug durch seine glänzenden Vorarbeiten zu einem Untergrundbahnnetze in Wien, deren voraussichtlich endgültigen Abschluss er noch kurz vor dem Scheiden erleben durfte, zur Beseitigung des nicht glücklichen Vertrages mit dem Engländer Fogerty über Erbauung und Betrieb einer Stadt- und Verbindungs-Bahn bei, legte durch seine schöpferische und durch keine einengende Gewohnheit beschränkte Tätigkeit an der Hoch- und Untergrund-Bahn in Berlin, unmittelbar darauf in Hamburg den Grund zu den heutigen Anschauungen über großstädtischen Schnellverkehr der heute allgemein maßgebend ist und bahnte dem elektrischen Betriebe der Hauptbahnen als verdienstvoller Förderer der Schnellbahnversuche bei Zossen den Weg. Mit erstaunlicher Sicherheit hat Schwieger in dem noch fast unerforschten Gebiete die richtigen Wege getroffen, so daß seine Werke den gestellten Anforderungen fast ohne Kinderkrankheiten sofort voll entsprachen. Die wenigen Mafsnahmen, die heute als vielleicht nicht voll bewährt erkannt werden können, das Gleisdreieck in Berlin, die Entwicklung des Netzes in Hamburg aus einem Kreise, und die starke Zurückdrängung der billigen und daher für den Anfang wohl wirtschaftlich besser vertretbaren Hochbahn sind zum Teil anderen Einflüssen zuzuschreiben, zum Teil entsprechen sie den allgemeinen Anschauungen der Zeit ihrer Entstehung.

Trotz der weitgehenden Zurückhaltung des wahrhaft großen Mannes wurden Schwieger als einem der Begründer neuzeitlichen Großstadtverkehrs zahlreiche öffentliche Anerkennungen zu Teil. Neben vielen hohen in- und ausländischen Orden wurden ihm der Titel eines Geheimen Baurates, die silberne Verdienstmedaille des preussischen Arbeitsministeriums, die goldene der Akademie des Bauwesens und die Würde eines Dr.-Ing. der Königlichen Technischen Hochschule zu Charlottenburg verliehen.

Schwieger ordnete sich der vertretenen Sache und der Arbeit rücksichtslos unter, so weit, daß auch das seinen nicht sehr kräftigen Körper wiederholt fesselnde Krankenzimmer zur Arbeitstätte mit seinen Hilfskräften wurde. Er hat die Lösung seiner Aufgaben mit Härte gegen sich selbst stets dem eigenen Vorteile vorangestellt, aber das Wohl seiner Freunde, Mitarbeiter und Untergebenen fand bei ihm ein warmes Herz und wohlmeinende, sachliche Förderung. Wenn ihn auch die übernommene Arbeitslast nicht zur Schließung einer Ehe kommen ließ, so hat er doch seine hohe Wertschätzung der nötigen Ruhe und der Erweisung warmer Liebe in der Bildung eines

eigenen Hausstandes durch Annahme eines ihm geistesverwandten Mädchens an Stelle einer Tochter bewiesen, deren Pflege seine letzten Jahre erheiterte, auch nachdem ein Rückenmarksleiden angefangen hatte, seinen Körper zu einem Hemmnis für das ungeschmälerte geistige Streben zu machen.

Nach dem Bibelworte ist das Leben Heinrich Schwiegers ein köstliches gewesen, denn es hat ganz aus erfolgreichster Mühe und Arbeit bestanden. Bei allen Freunden und Bekannten lebt sein Erdenwallen in ehrendstem Gedenken fort, wenn er nun auch zur ewigen Ruhe eingegangen ist.

Dr.-Ing. Barkhausen.

#### Geheimer Baurat Robert Meyer †.

Am 2. Oktober 1911 starb der Direktor des Verkehrs- und Bau-Museums in Berlin, Geheimer Baurat Robert Meyer im 71. Lebensjahre. Über seinen Lebenslauf entnehmen wir der »Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen« das Folgende.

Im Jahre 1840 in St. Andreasberg geboren, bezog Meyer nach dem Besuche des Gymnasiums in Clausthal und nachdem er kurze Zeit praktisch tätig gewesen war, die Polytechnische Schule in Hannover. Nach Beendigung seiner Studien war er bei verschiedenen Eisenbahnen und außerdem in solchen Fabriken als Ingenieur tätig, die sich mit dem Baue von Eisenbahnfahrzeugen befassen. Im Jahre 1871 als Maschinen-Ingenieur in den Dienst der Hannoverschen Staatsbahn getreten, bei der er bis zum Jahre 1874, zuletzt als Werkstätten-Vorsteher beschäftigt war, finden wir Meyer von 1874 bis 1881 im Dienste der Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn-Gesellschaft, und zwar als Maschinenmeister-Assistent in Stendal. Bei der Verstaatlichung dieser Bahn in den preussischen Staatsdienst übernommen, wurde er im Jahre 1881 zum Königlichen Eisenbahn-Maschinenmeister im Bezirke der Direktion Magdeburg ernannt. Nach dem Fortfalle dieses Titels im Jahre 1882 erhielt auch Meyer die Amtsbezeichnung Königlicher Eisenbahn-Maschineninspektor. Das Jahr 1888 brachte die Ernennung Meyers zum Vorstande des Materialien-Bureaus der Direktion Elberfeld, deren Mitglied er 1895 wurde. Als solcher erhielt er, dem reiche Erfahrungen zur Seite standen, das Dezernat für Werkstätten- und Material-Wesen. Unter seiner Leitung entstand die Eisenbahn-Hauptwerkstätte Opladen\*), die zu den Musteranlagen gezählt wird und allseitige Beachtung findet.

Nachdem Meyer im Jahre 1907 in den Ruhestand getreten war, übernahm er, obgleich bereits über 66 Jahre alt, noch die Stellung eines Direktors des neu gegründeten Verkehrs- und Bau-Museums in Berlin, die er mit großer Hingabe bekleidete.

Die Quelle hebt die Lauterkeit und Zuverlässigkeit seiner Gesinnung und das lebenswürdige Wesen des Entschlafenen besonders hervor.

—k.

\*) Organ 1904, S. 213 und 244.

## Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

### Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik.

Auf dem VI. Kongresse\*) sollen folgende Fragen und technische Aufgaben beraten werden:

#### I. Hauptfragen.

##### A. Metalle.

a) Sonderstahl-Arten. b) Metall-Lehre: Schlackeneinschlüsse, Gleichartigkeit, Mischmetalle. c) Härteprüfung und Prüfung der Abnutzung. d) Schlagproben. e) Dauerversuche. f) Gußeisenprüfung. g) Einfluss erhöhter Wärme auf die Metall-eigenschaften.

##### B. Zemente, Steine, Beton.

h) Eisenbeton. i) Festigkeitsproben der Zemente. j) Raumbeständigkeitsproben. k) Prüfung der Abbindezeit. l) Zement im Meerwasser. m) Wetterbeständigkeit der Steine. n) Wetterbeständigkeit des Mauerwerkes.

##### C. Verschiedenes.

o) Öle. p) Kautschuk. q) Holz. r) Anstrichmassen.

#### II. Technische Aufgaben.

##### A. Metalle.

Nr. 1. Nach den bestehenden Lieferbedingungen sind Mittel und Wege zur Einführung einheitlicher internationaler Vorschriften zur Prüfung und Abnahme von Eisen- und Stahlarten aller Art zu suchen.

Nr. 1a und 1b. Nach den in den einzelnen Ländern anerkannten vereinheitlichten Lieferbedingungen ist die Einführung einheitlicher internationaler Lieferbedingungen für Eisen und Stahl aller Art zu versuchen.

Nr. 4. Verfahren der Untersuchung von Schweißungen und der Schweißbarkeit.

Nr. 44. Beziehung zwischen der Zusammensetzung, der Behandlung in der Wärme und den Eigenschaften von Sonderstählen.

Nr. 53. Erklärung der mikroskopischen Gefügebestandteile von Eisen und Stahl.

Nr. 45. Verfahren zur Bestimmung der Schlackeneinschlüsse, ihres Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle und Erforschung der Frage der Schlackeneinschlüsse in ihrem ganzen Umfange.

Nr. 25. Aufstellung von Prüfverfahren für Gußeisen und sonstige Gußwaren.

Nr. 49. Roheiseinteilung. Wie weit kann Roheisen statt nach dem Bruchaussehen nach Zerlegung eingeteilt werden?

Nr. 26. Sammlung von Aufgaben, die gestatten würden, eine Beziehung zwischen den durch Versuche mit eingekerbten Stäben erhobenen Eigenschaften der Versuchstücke und deren Verhalten im Gebrauche herzustellen. Vergleich der Prüfergebnisse verschiedener Vorrichtungen.

Nr. 27. Feststellung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Versuchsverfahren zur Bestimmung der Härte, Festlegung der hierdurch gewonnenen Zahlenangaben, die die verschiedenen Eigenschaften der Metalle darzustellen geeignet sind, und Bestimmung, welches Verfahren die mit den Abnutzungseigenschaften und der wirksamen Härte am besten übereinstimmende Ergebnisse liefert.

Nr. 46. Aufstellung einheitlicher Proben zur Bestimmung des Widerstandes der Metalle gegen mechanische Abnutzung.

Nr. 47. Versuchsverfahren zur Feststellung des Widerstandes der Metalle gegen Dauerbeanspruchungen.

Nr. 54. Alle benutzbaren Aufgaben sollen gesammelt und untersucht werden, die die Beziehungen zeigen, einerseits zwischen der Regel-Arbeitsleistung der verschiedenen Bauteile und zwar a) solcher, die im Betriebe gebrochen sind, b) solcher, die sich im Betriebe bewährt haben, andererseits zwischen den sechs Eigenschaften:

Elastizitätsgrenze, Fließgrenze, Grenze der geradlinigen Dehnung, Zugfestigkeit, Schlagfestigkeit eingekerbter Stäbe, wiederholte Beanspruchung, um festzustellen, welche dieser sechs Eigenschaften die höchste Arbeitsleistung in den verschiedenen Hauptgruppen des Bauwerkes am besten sichert.

Nr. 28. Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Stoffe bei ihrer mechanischen Prüfung.

Nr. 38. Grundlagen für die Lieferungsbedingungen für Kupfer und Kupfermischmetalle.

Nr. 48. Einfluss erhöhter Wärme auf die Formbarkeit der Metalle.

Nr. 24. Aufstellung einer einheitlichen Benennung von Eisen und Stahl.

##### B. Zemente, Steine, Beton.

Nr. 7. Untersuchungen über die Wetterbeständigkeit der Bausteine, Prüfung des Einflusses der Rauchgase, besonders der schwefligen Säure, Verfahren zur Untersuchung der Güte, besonders der Wetterbeständigkeit der Dachschiefer.

Nr. 50. Einfluss der Mörtelzusammensetzung und der Beschaffenheit der Steine auf die Wetterbeständigkeit des Mauerwerkes.

Nr. 9. In welcher Weise können unter Wasser abbindende Bindemittel in kürzerer Zeit auf ihre Bindekraft geprüft werden?

Nr. 10. Prüfung und Würdigung der Konferenzbeschlüsse über die Bestimmung des Haftvermögens unter Wasser abbindender Bindemittel.

Nr. 11. Bearbeitung von Vorschlägen, in welcher Weise die Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert einheitlich geprüft werden sollen.

Nr. 12. Über das Verhalten der Zemente bezüglich der Bindezeit und über das beste Verfahren, den Beginn und die Dauer des Abbindens festzustellen, mit besonderer Berücksichtigung der Kugeldruckprobe.

Nr. 30. Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzemente auf dem Wege der Schlämmung oder der Windsichtung.

Nr. 31. Über das Verhalten des Zementes im Meerwasser.

a) Ergänzungen zu den dem V. Kongresse vorgelegten Berichten und Bericht über das Verhalten von über 25 Jahre alten Seebauten.

b) Erforschung des Einflusses von Meerwasser auf gewisse künstliche Zemente.

Nr. 32. Über ein beschleunigtes Verfahren zur Bestimmung der Raumbeständigkeit der Zemente.

Nr. 41. Erforschung des Eisenbeton.

Nr. 42. Einheitliche Prüfung unter Wasser abbindender Bindemittel mit Prismen und Bestimmung eines Regelsandes.

##### C. Verschiedenes.

Nr. 18. Aufstellung einheitlicher Prüfverfahren der Anstrichmassen als Rostschutzmittel.

Nr. 34. Aufstellung einer einheitlichen Erklärung und Benennung des Erdpeches.

Nr. 35. Erforschung der Untersuchungsverfahren des Kautschuks.

Nr. 39. Grundlagen der Lieferungsbedingungen für Öle für technische Zwecke.

Nr. 51. Inwieweit wäre es empfehlenswert, die Holzuntersuchungen nicht allein an kleinen ausgewählten Holzproben, sondern auch an größeren Stücken mit Fehlern und Gefügeveränderungen auszuführen.

Nr. 52. Benennung gewisser technischer Eigenschaften mit besonderer Berücksichtigung der inneren Kräfte.

Von Wichtigkeit ist noch der Beschluss, an die Regierungen und an die maßgebenden Körperschaften aller Länder, in denen das Metermaß noch nicht bindend vorgeschrieben ist, die Bitte zu richten, die zwangsweise Einführung des Metermaßes mit allen Kräften zu fördern.

—k.

\*) Organ 1911, S. 282.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

### Geplante Untergrundbahnen in Chicago.

(Railway Age Gazette 10. Februar 1911, S. 292.)

Der Vorstand der technischen Leitung der Untergrundbahnen von Chicago, B. J. Arnold, übermittelte im Februar 1911 dem Bürgermeister und dem Ausschusse für Untergrundbahnen in Chicago zwei Pläne, nach denen in der nächsten Zeit das Untergrundbahnnetz der Stadt wegen beginnender Unzulänglichkeit ausgestaltet werden soll. Der erste Plan sieht vor, zweigleisige Untergrundbahnlinien durch alle Stadtteile zu legen; diese Arbeiten sollen in fünf auf einander folgenden Zeitabschnitten erfolgen. Im ersten soll zur Entlastung der stark benutzten oberirdischen Linien im Geschäftsviertel eine 3,5 km lange Untergrundbahn erbaut werden. Der zweite und dritte Zeitabschnitt sind für den Ausbau einer viergleisigen Untergrundstrecke durch die »Schleife«\*) der elektrischen Bahnlinien bestimmt, um diesen neue Zubringerlinien zu schaffen. Im vierten Abschnitte will man alle Endbahnhöfe der Dampfeisenbahnen mittels einer Untergrundbahnlinie verbinden, und im fünften Strahllinien in die Umgebung der Stadt führen.

Der zweite Plan hat ausschließlich die Entlastung der oberirdischen Linien im Geschäftsviertel im Auge.

Die Kosten für den ersten Plan sind mit rund 227 Millionen *M* angegeben, für den ersten Abschnitt mit 11 bis 12 Millionen *M*. Die Kosten zur Ausführung des zweiten Planes belaufen sich auf etwa 19 Millionen *M*, wozu noch ungefähr 12 Millionen *M* für neu zu erbauende Verbindungslinien kommen.

Der Bericht empfiehlt die Ausführung des ersten Planes und allmählichen Ausbau des vorgesehenen Netzes. G. W. K.

### Neue Bahnen in Indien.

(Railway Gazette 6. Januar 1911, S. 1 und 6; 20. Januar, S. 56; 3. Februar, S. 106.)

Für das Jahr 1911/12 beabsichtigt die indische Regierung unter teilweiser oder vollständiger Gewähr des Staates zwölf neue Bahnlinien zu erbauen.

Zunächst ist die 123 km lange Linie von Cawnpore nach Banda, mit einem Flügel von Sumerpur zur Verbindung mit der Jhansi-Manikpurlinie bei Belatal aufzuführen. Beträchtliche Kosten wird die Brücke über den Jumnafluß bei

\*) Organ 1905, S. 172, 269.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

### Ungewöhnlicher Vorgang bei einem Brückenbaue.

(Engineering News 12. Januar 1911, S. 46.)

Eine ungewöhnliche Lösung wurde bei dem Baue der Eisenbahnbrücke der Idaho und Washington Nordbahn über den Pend Oreille-Fluß bei der Endstation der Linie in Metaline gefunden. Die Brücke besteht aus zwei Spannungen von 43,5 m und 84 m, die Schienenoberkante liegt etwa 42 m über dem Wasserspiegel.

Der 17 m tiefe, reißende Fluß verhinderte den Einbau von Rüstung, daher wurde an den Bau einer Kraggelenk-Brücke gedacht. Da aber nur eine Seite sich für eine solche eig-

Harmirpur erfordern. Die Bahn wird in erster Linie den Baumwollbezirken nützen.

Eine weitere Linie ist die von Sarai Kala im Nordwestnetze nach Havelian und bis an die Abbottabadberge. Diese Verbindung ist bereits seit fünf Jahren geplant und als »britischer Teil der Kashmir-Eisenbahn« bekannt. Nun soll deren erster Abschnitt mit 56 km Länge zur Ausführung gelangen.

Weiter sind zu nennen: im Osten von Bengalen die Linie Sinjhani-Fulchhari. und im Netze der Bombay, Baroda und Zentral Bahn die Verbindung Broach-Jambusar.

Die Raipur-Vizianagram-Eisenbahn ist auf 80 km Länge von Vizianagram nach Parvatipur vor zwei Jahren fertiggestellt, nun soll sie bis Singapore-Road 61 km lang weitergebaut werden. Als Zubringerlinie wird gleichzeitig die 16 km lange Bobbili-Salur-Linie für Reis und Korn aus Raipur ausgeführt.

Eine wichtige Breitspur-Flügelbahn führt von der Station Biana der Nagda-Mutra Eisenbahn nach Agra durch Fatehpur Sikri für den Verkehr der erst kürzlich eröffneten Nagra-Muttrabahn mit Agra. In Bengalen soll die Samastipur-Roserah-Linie weiter ausgebaut werden, um dadurch der nach Lohardaga führenden Ranchi-Linie einen Anschluß zu geben.

Ebenso ist der Ausbau der Mohda-Jamooni-Linie an der Bokaro-Ramgar-Bahn beschlossen.

Außerdem sind noch zahlreiche Erneuerungsbauten, Schienenauswechslungen, Ausbauten zweiter Gleise, so auf der Lahore-Raewind-Linie, und weitere Beschaffung selbsttätiger Kuppelungen vorgesehen.

G. W. K.

### 75jähriges Jubiläum des Werkes J. Vögele, Mannheim.

Mitte Oktober dieses Jahres konnte das Werk J. Vögele für Eisenbahnbedarf in Mannheim, eine der ältesten badischen Unternehmungen, auf 75 Jahre des Bestehens zurückblicken. Im Jahre 1836 wurde sie von dem Vater des jetzigen Besitzers begründet und hat durch stete Fortentwicklung ihre heutige Bedeutung für den Eisenbahnbau über die Grenzen Deutschlands hinaus erlangt. Der jetzige Inhaber, Kommerzienrat H. Vögele, steht seit nahezu 40 Jahren dem Werke mit zwei Söhnen vor. Das Werk hat den Tag ohne besondere Feierlichkeiten begangen, doch ist das langjährige Bestehen eines derartigen Werkes von allgemeiner Bedeutung.

nete, und die Beförderung der Teile nach der andern sehr schwierig war, beschloß man, den Bau von einem Ufer aus auszuführen. Man baute zuerst die über Ufergelände liegende kleinere Spannung und belastete sie mit 600 t Schienen, so daß sie als Ankerarm für die 700 t schwere Flußöffnung dienen konnte; dabei wurden zur Aufnahme der aus der Vorkragung sich ergebenden, außergewöhnlichen Spannkraft zeitweilig besondere Hülfsglieder eingebaut.

Die Brücke wurde von Mc. Creary und Willard, Spokane, Washington, erbaut, das Flußeisen von der Pennsylvania-Stahl Co. geliefert.

G. W. K.

## O b e r b a u.

### Neue Unterlegplatten der Pittsburgh- und Erie-See-Bahn.

(Engineering News 1911. 26. Januar, Band 65, Nr. 4. S. 110.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 9 auf Tafel LI.

Die Pittsburgh- und Erie-See-Bahn hat zwei neue Unterlegplatten eingeführt, eine für das gewöhnliche Gleis und eine für Brücken. Erstere (Abb. 6, Taf. LI) wird durch zwei Schwellenschrauben auf der Schwelle befestigt, während die Schiene durch Hakennägel gehalten wird. Die Schwellenschrauben werden rechtwinkelig zu der geneigten Fläche der Platte durch elektrisch getriebene Werkzeuge eingeschraubt. Die Platte hat einen Verstärkungsrücken unter den Rändern der Schienenauflagerfläche, einen Ansatz an beiden Seiten des Schienenauflegers und eine Aushöhlung des Schienenauflegers, so daß der Schienenfuß nur in der Mitte und an den Rändern unterstützt wird. Die ungleichseitige Platte ist  $165 \times 279$  mm groß, im Schienenaufleger 16 mm, an dessen Rändern 21 mm, an den Enden 6 mm dick und wiegt 8,2 kg. Damit die Platte beim Einschrauben der Schwellenschrauben fest auf der Schwelle liegt, wird das Gleis vorher nach Eintreiben der Hakennägel mehrere Tage befahren. Das Schienenaufleger ist 132 mm breit und läßt 1,6 mm Spiel zwischen dem Schienenfuß und den Ansätzen.

Die schweißseiserne Unterlegplatte (Abb. 5, Taf. LI) für die

Kragträgerbrücke über den Ohio-Fluß bei Beaver in Pennsylvanien hat die gleichförmige Dicke von 13 mm unter der Schiene. Sie hat zwei Ansätze, die nur 0,8 mm Spiel für den Schienenfuß lassen. Zwei Schwellenschrauben dienen zur Befestigung für Schiene und Platte. Die Platte hat an jedem Schwellenschraubenloche einen so hohen Vorsprung, daß zwischen dem Schienenfuß und dem Kopfe der niedergeschraubten Schwellenschraube 0,8 mm Spiel bleibt, so daß sich die Schienen zwischen zwei festen Punkten der Brücke ausdehnen und zusammenziehen können. Die Platte wiegt 3,9 kg.

Bei den schweißseisernen Unterlegplatten (Abb. 8, Taf. LI) an den Schienentößen auf der Brücke sind die Schwellenschrauben ganz von der Schiene und den Laschen abgerückt, die Schienen werden hier nur durch ihr Eigengewicht und ihre Steifheit auf den Unterlegplatten gehalten. Die Platte wiegt 5,3 kg. Abb. 7, Taf. LI zeigt die auf der Brücke verwendete Schwellenschraube.

Zur Verhütung des Schienefwanderns auf der Brücke werden an den festen Punkten der Brücke auf dem Mauerwerke und ungefähr 10 m vom Widerlager auf der Uferseite in der Verkehrsrichtung breitflanschtige Laschen (Abb. 9, Taf. LI) an die Schienen gelotzt und an den Schwellen durch Schwellenschrauben befestigt.

B—s.

## M a s c h i n e n u n d W a g e n.

### Amerikanische Bodenentleerer.

(Engineering News 1910. Bd. 64. Nr. 17. S. 435. Mit Abbildungen und Zeichnungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 12 auf Tafel LII.

Die Eisenbahngesellschaften, die das Erz von den Lagerstätten in Michigan nach den Versandspeichern und Löschplätzen am Ufer des Michigansees befördern, haben mit neuen Arten von Bodenentleerern Versuche angestellt und sie auf ihren Strecken eingeführt.

Die Wagen sind ganz aus Eisen und ergeben eine größere Lade- und Leistungsfähigkeit und geringere Unterhaltungskosten als die früher üblichen hölzernen, deren Entladung 15 bis 20 Minuten und 4 bis 6 Arbeiter erforderte, die in den engen Öffnungen des Bodens steckenbleibende Stücke nachstossen mußten. Jetzt werden die Wagen mit weit größerer Ladung in weniger als einer Minute durch einen Mann entleert. Die Kosten sind nur  $1\frac{0}{10}$  der früheren.

Die »Pressed Steel«-Wagengesellschaft hat Wagen mit 4,65 qm Bodenöffnung gebaut. Die Trichterflächen sind an den Enden unter  $50^\circ$ , an den Seiten unter  $60^\circ$  gegen die Wagerechte geneigt. Die beiden Seitenflächen der Trichteröffnung bilden die Türen, die durch Schraubenspindel von einem Manne geöffnet und geschlossen werden. Ein ähnlicher von der Summers-Gesellschaft hergestellter Wagen ist in Abb. 8 bis 12, Taf. LII dargestellt. Da das Öffnen und Schließen der Klapptüren bei diesen Wagen 2 bis 3 Minuten erforderte, führte man hierzu Prefsluft ein und erzielte auch dadurch große Erfolge. Ein Zug von 40 bis 50 Wagen konnte ohne Schwierigkeiten mit der erforderlichen Prefsluft von der Loko-

motive aus versorgt werden. Das Öffnen und Schließen der Türen erforderte weniger, als eine Minute.

Man glaubte anfangs, eine plötzliche Entleerung der Wagen würde bei den schweren Ladungen den Speichern Schaden tun, und öffnete deshalb die Türen durch Schraubenspindeln. Es zeigte sich aber, daß die Erze ohne Schaden in 8 bis 15 Sekunden ausgestürzt werden konnten.

Man schaltete daher auch die Prefsluft aus und öffnete die Türen durch eine Aufklinkanordnung, die in Abb. 11 und 12, Taf. LII gezeichnet ist. Um die Türen zu öffnen und zu schließen, ist an einem 90 cm langen Hebel 23 kg Zug erforderlich. Die inneren Trichterwandungen haben keine Vorsprünge, so daß die Erzstücke nicht stecken bleiben und Nachstossen nicht erforderlich ist.

Schr.

### Triebmaschinen der Triebwagen der Stadtbahn in Paris.

(Génie Civil 1910. 12. November, Band LVIII, Nr. 2. S. 33.  
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 und 6 auf Tafel LII.

Die Triebwagen haben zwei Triebmaschinen, die je auf eine der beiden Achsen des vordern Drehgestelles wirken. Die älteren Triebwagen haben Westinghouse-Triebmaschinen von je 80 bis 100 PS und ungefähr 2000 kg Gewicht, die neueren Thomson-Houston-Triebmaschinen von je 125 bis 150 PS oder Triebmaschinen aus der Werkstatt Jeumont von je 140 bis 175 PS; die letzteren beiden Bauarten wiegen ungefähr 2700 kg.

Abb. 5 und 6, Taf. LII zeigen eine Thomson-Triebmaschine. Sie ist in ein luftdichtes Gehäuse aus Stahlguß

eingeschlossen, das mit Türen zur Besichtigung des Stromsammelers, der Bürsten, des Vorgeleges und der Lager versehen ist. Sie besteht aus einem stromdicht geschützten Nuten-Trommelanker, der sich in zwei an den Enden des Gehäuses angebrachten Lagern dreht, und aus einem feststehenden Erreger mit vier auf dem innern Umfange des Gehäuses befestigten kurzen Magnetschenkeln aus Blechen. Auf der einen Seite des Gehäuses befinden sich zwei auf die Achse aufgesetzte vorspringende Lager, auf der andern ein Ohr, mit dem die Triebmaschine mittels einer Schraubfeder auf einem Querträger des Drehgestelles ruht. Der Anker der Triebmaschine, der 1000 bis 1200 Umläufe in der Minute macht, überträgt seine Bewegung auf die Achse durch ein Zahnradvorgelege, das sich in einem mit Öl gefüllten Gehäuse (Abb. 6, Taf. LII) bewegt und die Geschwindigkeit um etwas mehr als die Hälfte vermindert.

B—s.

### Neuartige Anordnung innerer Niederdruckzylinder vierzylindriger Verbundlokomotiven.

(Engineer 1910, November, S. 566. Mit Abbildungen; Railway Age-Gazette 1910, Februar, S. 245. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 4 auf Tafel LII.

Bei kräftigen IV.  $\overline{\text{F}}$ -Lokomotiven ist die Unterbringung der Niederdruckzylinder zwischen den Rahmen mit Schwierigkeiten verbunden. Die französische Nordbahn hat neuerdings die zwischen den Rahmen liegenden Niederdruckzylinder ihrer besonders kräftigen 2 C 2. IV.  $\overline{\text{F}}$ . S.-Lokomotiven\*) in der in Abb. 2 bis 4, Taf. LII dargestellten Weise angeordnet. Bei dieser von dem Maschinendirektor dieser Bahn, Asselin, angegebenen Anordnung sind die Zylinder in der Längsrichtung so gegeneinander versetzt, daß die Kolbenstange des einen Zylinders unmittelbar an der Wand des andern geführt werden kann. Dabei bildet ein Teil des hintern Deckels des einen Zylinders den vordern Deckel des andern.

Im vorliegenden Falle war es möglich, bei einem Rahmenabstande von 1095 mm den Mittenabstand zweier Zylinder von 620 mm Durchmesser auf 385 mm zu verringern. — k.

\*) Organ 1911, S. 369.

## Betrieb in technischer Beziehung.

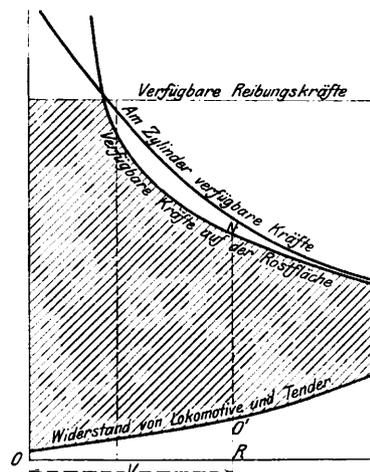
### Belgisches Verfahren zum Prüfen von Lokomotiven während der Fahrt.

(Bulletin des Internationalen Eisenbahnkongreß-Verbandes, April 1909, Nr. 9, S. 29 und März 1911, Nr. 2, S. 255. Mit Abb. L'Ergomètre d'inertie de J. Doyen. Brüssel 1909, Verlag M. Weissenbruch, rue du Ponçon 49. Mit Abb.)

Die belgischen Staatsbahnen stellen nach Angaben ihres technischen Leiters Doyen die Leistungen der Lokomotiven im regelmäßigen Zugbetriebe durch ein Verfahren fest, das auf Anwendung eines »Arbeitsmessers der Trägheitskräfte« beruht. Bei der in der Quelle ausführlich erläuterten Einrichtung, die im Meßwagen aufgestellt ist, wird der Einfluß, den die Zugbewegung auf ein Pendel ausübt, in Schaulinien angezeigt. Da die Angaben des Pendels unabhängig von der Wirkung der Schwere auf den fahrenden Zug sind, ergibt sich, daß der vom Pendel gemessene Widerstand  $R$  die Summe der Widerstände bezogen auf die  $t$  Zuggewicht ohne Rücksicht auf die Schwere darstellt, ferner daß in jedem Falle die Beschleunigungskraft  $F$  aus der Dampfkraft und den Eigenwiderständen des Zuges ganz unabhängig von der Neigung der Strecke ist, und daß  $\psi = F + R$  unter allen Umständen die ganze Dampfkraft am Angriffspunkte der treibenden und widerstehenden Kräfte, also in Schienenoberkante darstellt. Aus den bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten aufgezeichneten Werten für die Arbeit der Beschleunigungskräfte lassen sich nun  $R$ ,  $F$  und  $\psi$  rechnerisch ableiten und zu neuen Schaulinien auftragen. Die Leichtigkeit, mit der danach die Dampfkraft während der Fahrt gemessen werden kann, ermöglicht beispielsweise die Ermittlung der besten Zylinderfüllung

für eine gegebene Geschwindigkeit oder die Anstellung von Vergleichen zwischen einfacher Dampfdehnung und Verbundwirkung mit gesättigtem und überhitztem Dampfe bei verschiedenen Geschwindigkeiten.

Abb. 1.



Die gewonnenen Schaulinien umschließen nach Textabb. 1 eine Fläche, die die Leistung der Lokomotive darstellt. Für irgend eine Geschwindigkeit  $OR$  misst die in dieser Fläche liegende zugehörige Höhe  $O'N$  diejenige Kraft am Zughaken der Lokomotive, die sie solange aufrecht zu erhalten vermag, als die Feuerkiste die aus Erfahrungswerten ermittelten hinreichenden Heizstoffmengen verbrennen kann. Aus den Werten  $O'N$  als Höhen und den Geschwindigkeiten  $V$  als Längen wird eine für die Kennzeichnung der Lokomotive sehr wichtige Schaulinie gewonnen, die auch die Bestimmung der mit einem bestimmten Zuggewichte an bestimmter Stelle der Strecke mögliche Geschwindigkeit gestattet und damit beim Aufstellen von Fahrplänen gute Dienste leistet. Die Quellen vergleichen schließlich die Genauigkeit dieses Meßverfahrens mit der in Amerika angewandten Prüfung auf festem Stande.

A. Z.

## Besondere Eisenbahntypen.

### Stadtbahn zu Paris.

(Génie Civil 1910, 10. Dezember, Band LVIII, Nr. 6, S. 113. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel LII.

Die in Abb. 1, Taf. LII dargestellte Übersicht des Netzes der Stadtbahn zu Paris zeigt den Zustand der Linien am 1. Dezember

1910, der gegenüber dem\*) am 31. Dezember 1907 erhebliche Veränderungen erfahren hat. Das Netz umfaßt gegenwärtig:

a) Die der Stadtbahn-Gesellschaft ursprünglich durch das Gesetz vom 30. März 1898 bewilligten acht Linien, die außer der

\*) Organ 1908, S. 364.

Linie Nr. 8 und den Enden der Linie Nr. 7 jetzt alle im Betriebe sind :

Linie Nr. 1 : von Porte de Vincennes nach Porte Maillot.

« « 2 n : Nordring, von Porte Dauphine nach Place de la Nation.

» » 2 s : Südring, von Place de l'Étoile nach Gare d'Orléans.

» » 3 : von Bahnhof Avenue de Villiers nach dem Gambetta-Platze.

» » 4 : von Porte de Clignancourt nach Porte d'Orléans.

» » 5 : vom Nordbahnhofe nach Gare d'Orléans.

» » 6 : von Place de la Nation nach Place d'Italie.

» » 7 : vom Donauplatze nach dem Palais Royal.

» » 8 : von Auteuil über Grenelle nach der Oper.

b) Folgende der Stadtbahn-Gesellschaft später endgültig bewilligten elf Linien :

1. Nordwestliche Verlängerung der Linie Nr. 3 von Bahnhof Avenue de Villiers nach Porte de Champerret.

2. Nordöstliche Zweigbahn der Linie Nr. 7 von Carrefour Louis Blanc nach Porte de la Villette.

3. Von Porte de Saint Cloud über den Trocadero nach der Oper, unter Umständen weiter nach Carrefour Drouot, mit Verbindung von Porte de Saint Cloud nach Linie Nr. 8 bei Porte Molitor.

4. Verlängerung der Linie Nr. 7 über die Kais und Boulevard Morland nach der Bastille.

5. Verlängerung der Linie Nr. 3 bis Porte des Lilas mit Verbindung nach Linie Nr. 7 bei Porte du Pré Saint Gervais.

6. Verlängerung der Linie Nr. 4 von Porte d'Orléans nach Porte de Gentilly.

7. Zweigbahn von der Bastille nach Porte de Picpus.

8. Innere Ringbahn von Hôtel des Invalides über die großen Boulevards, Boulevard Saint Germain und Rue de Sèvres zurück nach dem Hôtel des Invalides, zwischen dem Hôtel des Invalides und der Oper mit Linie Nr. 8 zusammenfallend.

9. Von Porte de Choisy und Porte d'Italie nach Place Maubert und längs Boulevard Saint Germain neben der innern Ringbahn nach Linie Nr. 4 bei Carrefour de l'Odéon.

10. Von Porte de Montreuil nach Place de la République.

11. Von Place de la République nach Porte des Lilas.

c) Folgende der Nordsüdbahn-Gesellschaft endgültig bewilligten zwei Linien :

1. Von Porte de Versailles nach Place Jules Joffrin.

2. Von Gare Saint Lazare nach Porte de Saint Quen mit Zweigbahn von Bahnhof Avenue de Clichy nach Porte de Clichy.

d) Folgende der Stadtbahn-Gesellschaft am 23. Dezember 1907 bedingungsweise bewilligten fünf Linien :

1. Zweigbahn der Linie Nr. 8 von Bahnhof Boulevard der Grenelle nach Porte de Sèvres.

2. Zweigbahn von Saint Augustin nach Porte des Ternes oder weiter nach Porte Maillot.

3. Von Place Maubert nach Place de la République.

4. Zweigbahn von Bahnhof Boulevard de la Villette nach Porte de Pantin.

5. Südliche Verbindung zwischen den Linien Nr. 8 und Nr. 4 von der Mirabeau-Brücke nach der Kirche von Montrouge.

e) Folgende der Nordsüdbahn-Gesellschaft bedingungsweise bewilligten zwei Linien :

1. Verlängerung ihrer Hauptlinie von Place Jules Joffrin nach Porte de la Chapelle.

2. Zweigbahn von Gare Montparnasse nach Porte de Vanves.

B—6.

#### Stromzuleitung der Stadtbahn in Paris.

(Génie Civil 1910. 12. November, Band LVIII, Nr. 2. S. 32. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel LII.

Von jedem der vier Stromabnehmerschuhe jedes Triebwagens fließt der Strom durch ein kurzes, in der Mitte des Schuhs befestigtes, biegsames Kabel nach einer Sicherung aus in stromdichtem Zylinder eingeschlossenen Kupferdrähten am Stromabnehmerbalken. Von den vier Sicherungen fließt der Strom durch dicke, in eisernen Röhren längs der Langträger des Untergestelles stromdicht verlegte Kabel nach einem gemeinsamen Kabel, das unter dem Führergelasse nach dem Fahrschalter führt. Von diesem Kabel zweigen zwei dünnere, in je einem Schalter endigende ab. Von diesen beiden Schaltern speist der eine durch ein kurzes Kabel den positiven Pol einer eine Luftpumpe treibenden elektrischen Triebmaschine von 8 PS und 550 Volt, deren negativer Pol mit dem Untergestelle verbunden ist. Der zweite Schalter ist mit einer Lichtleitung verbunden, die sich über den ganzen Zug erstreckt und aus einem auf dem Dache der Wagen angeordneten, bei den älteren Wagen in hölzerner Leitung, bei den neueren in eisernem Rohre stromdicht verlegten Kabel besteht. Dieses endigt an jedem Wagenende in einem Kuppelkasten, wo es an den Stöpsel eines biegsamen Kabels anschließt, dessen anderes Ende in den Kuppelkasten des benachbarten Wagens eingeführt ist. An der einen Stirnwand des Wagens führt die Lichtleitung beim Austritte aus dem Kuppelkasten durch einen Verbindungskasten. Von diesem gehen zwei oder drei stromdichte Drähte in einem eisernen Rohre nach einem Sicherungskasten und dann über das Dach des Wagens; sie bedienen je fünf in Reihe geschaltete Lampen von 110 Volt und sind dann mit dem den negativen Pol bildenden Untergestelle verbunden.

Die Haupt-Lichtleitung L (Abb. 7, Taf. LII) wird durch den Kopf-Triebwagen  $A_1$  und den End-Triebwagen  $A_2$  gespeist. Die Züge werden während der ganzen Fahrt, selbst auf den Hochbahnstrecken erleuchtet. Sobald der Fahrstrom eingeschaltet ist, werden die Lichtschalter  $L'_1$ ,  $L'_2$  geschlossen. Der Lichtschalter  $L'_3$  eines etwa im Zuge befindlichen dritten Triebwagens  $A_3$  wird nicht geschlossen.

Neben der Lichtleitung befinden sich in denselben Rohren, denselben Verbindungskasten und demselben biegsamen Kuppelkabel drei dünne stromdichte Drähte  $s_1, s_2, s_3$ , die eine durchlaufende Leitung für die elektrischen Glocken  $S$  bilden, die im Innern jedes Wagens und jedes Führergelasses auf einer Stirnwand angebracht sind. Zur Betätigung der Glocken befindet sich in jedem Führergelasse eine kleine Leclanché-Zellen-Reihe  $p$ . In den Wagen mit elektrisch gesteuerten Westinghouse-Prefsluft-Ausrüstungen fehlt diese Zellenreihe, weil die Glocken dann durch die zur Steuerung der Triebwagen erforderlichen Stromspeicher betätigt werden. Die Glocken  $S$  sind dauernd zwischen den negativen Draht  $s_2$  und den Hilfsdraht  $s_3$  eingeschaltet. Wenn der Führer, ein Schaffner oder ein Fahrgast auf einen der Knöpfe  $b$  drückt, die im Innern jedes Wagens auf jeder Stirnwand angebracht und zwischen den positiven Draht  $s_1$  und den Hilfsdraht  $s_3$  eingeschaltet sind, so tönen alle Glocken des Zuges gleichzeitig.

Endlich trägt der Zug eine in der Leitungsübersicht nicht dargestellte elektrische Hauptleitung für die gleichzeitige Steuerung der Triebwagen. Diese Leitung besteht aus mehreren dünnen stromdicht verlegten Drähten, deren Anzahl je nach der angewendeten Einrichtung wechselt. Sie läuft in eisernem Rohre über das Dach der Wagen und endet an jedem Wagende in einem Kuppelkasten, nachdem sie an dem einen Ende durch einen Verbindungskasten gegangen ist: die Kuppelung zwischen den Wagen geschieht durch ein biegsames Kabel mit Stöpseln.

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

### Preussisch-hessische Staatsbahnen.

Ernannt: Die Regierungs- und Bauräte Hartmann bei der Königlichen Eisenbahn-Direktion Bromberg und H. Schwarz beim Königlichen Eisenbahn-Zentralamte in Berlin zu Oberbauräten mit dem Range der Oberregierungsräte.

In den Ruhestand getreten: Die Oberbauräte Hagenbeck beim Königlichen Eisenbahn-Zentralamte in Berlin und Scheibner bei der Königlichen Eisenbahn-Direktion Bromberg.

### Badische Staatsbahnen.

In den Ruhestand getreten: Der Geheime Oberbaurat

Die Züge haben Westinghouse-Prefsluftbremse. Jeder Triebwagen  $A_1, A_3, A_2$  trägt eine Luftpumpe  $c_1, c_3, c_2$ . Diese Luftpumpen speisen durch Zuleitungen eine am Zuge entlang laufende Hauptleitung  $K$ , »conduite blanche«, an die die unter den Triebwagen angeordneten Hauptbehälter  $P_1, P_3, P_2$  angeschlossen sind. An jedem Triebwagen kann der Hauptbehälter  $P_1, P_3$  oder  $P_2$  durch einen Führerhahn  $R_1, R_3$  oder  $R_2$  mit der gewöhnlichen, die Hilfsbehälter  $w_1, w_4, w_3, w_2$  aller Trieb- und Anhängewagen speisenden Hauptleitung  $G$  verbunden werden. Das durch die Hauptleitung erfolgende gleichzeitige Füllen und Entleeren der Hilfsbehälter, die ihrerseits die Bremszylinder jedes Wagens durch die üblichen Steuerventile speisen, geschieht durch den Hauptbehälter  $P_1$  und den Führerhahn  $R_1$  des Kopf-Triebwagens allein. Aber dieser Hauptbehälter  $P_1$  wird nicht nur durch die Luftpumpe  $c_1$  des Kopfwagens  $A_1$ , sondern auch mittels der Hauptleitung  $K$  durch die Luftpumpen  $c_3, c_2$  der übrigen Triebwagen gespeist, die alle gleichzeitig tätig sind, weil sie je durch eine in den Fahr-Stromkreis des betreffenden Triebwagens eingeschaltete elektrische Triebmaschine  $F_1, F_3, F_2$  betätigt werden. Jede Luftpumpengruppe wird durch ein unabhängiges Ventil gesteuert, das die elektrische Triebmaschine ausschaltet, wenn der Druck in dem entsprechenden Hauptbehälter 7 at erreicht, und wieder einschaltet, wenn dieser Druck auf 5 at gefallen ist. Die beiden Haupt-Bremsleitungen  $K$  und  $G$  liegen unter dem Untergestelle der Wagen und sind zwischen den Wagen durch in biegsame metallische Rohre eingeschlossene Gummischläuche gekuppelt.

B—s.

Engler bei der Großherzoglichen General-Direktion in Karlsruhe unter Ernennung zum Geheimen Räte II. Klasse.

### Österreichische Staatsbahnen.

Ernannt: Der Oberbaurat im Eisenbahnministerium Burger zum Direktor der Direktion für die Linien der Staatseisenbahn-Gesellschaft unter Verleihung des Titels eines Hofrates; der Sektionschef im Eisenbahnministerium Rother zum Generalinspektor der österreichischen Eisenbahnen unter Beibehaltung des Titels eines Sektionschefs; der Direktor der Direktion für die Linien der Staatseisenbahn-Gesellschaft Trnka zum Sektionschef im Eisenbahnministerium. —d.

## Bücherbesprechungen.

**Die elektrische Untergrundbahn der Stadt Schöneberg.** Von Fr. Gerlach, Königl. Geheimer Baurat, etatsm. Professor an der Königl. Technischen Hochschule in Danzig, Stadtbaurat a. D. Berlin 1911, W. Ernst und Sohn.

Die wertvolle Sonderveröffentlichung über die neueste großstädtische Untergrundbahn behandelt die Vorarbeiten, den Entwurf, den Bau, die Betriebsanlagen, die Kosten und die Möglichkeiten späterer Erweiterung und Anschlüsse unter Berücksichtigung aller bislang gewonnenen Erfahrungen und gibt so nicht bloß ein umfassendes Bild des jetzt Entstandenen, sondern zugleich ein höchst wertvolles Mittel für die Lösung der großen Zahl ähnlicher Aufgaben, die jetzt vorliegt. Der Inhalt beweist, daß alle technischen und Betriebs-Fragen in sorgfältigster und die örtlichen Verhältnisse eingehend berück-

sichtigender Weise behandelt sind, wir betonen in dieser Beziehung die besondere Behandlung des Gründungsbeton im Moorwasser.

Die zahlreichen Lichtbilder, Pläne und Zeichnungen zeugen weiter von der Sachkunde, mit der die Arbeit behandelt ist, die wir als ein Muster technischer Veröffentlichungen namentlich auch in den Beziehungen hinstellen möchten, daß einerseits auch die nicht unmittelbar im Ergebnisse ausgedrückten Vorerwägungen, andererseits die Einwirkungen auf und die Bezüge zu den vorhandenen und zukünftigen verwandten Anlagen als wichtigste Teile der geistigen Arbeit zur Geltung gebracht sind.

Das wird genügen, um die vielseitige, nach Inhalt und Ausstattung vortreffliche Veröffentlichung in das ihr gebührende günstige Licht zu stellen.