

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

78. Jahrgang

15. April 1923

Heft 4

Am 1. April d. Js. verschied in Hannover der langjährige Schriftleiter des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens,

Herr Geheimer Regierungsrat Professor a. D. Dr.-Ing. E. h.

Georg Barkhausen

im 74. Lebensjahre.

Volle 36 Jahre hat der Verstorbene das mühe- und verantwortungsvolle Amt des Schriftleiters des technischen Vereinsfachblattes, das er im Jahre 1886 übernommen und erst vor kurzem wegen Krankheit niedergelegt hat, mit großer Hingabe und unermüdlicher Sorgfalt geführt. Durch sein reiches Wissen und seine umfassenden Erfahrungen hat er dem Verein wie auch dem Verlag wertvolle Dienste geleistet und sich in den weitesten Kreisen die Hochschätzung seiner Fachgenossen erworben.

Wir werden ihm ein dankbares, ehrendes Andenken bewahren.

Berlin, den 6. April 1923.

Die Geschäftsführende Verwaltung
des Vereins
Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

C. W. Kreidel's Verlag.

Zur Nachricht.

Herr Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Eisenbahndirektionspräsident a. D. Dr.-Ing. **Rimrott** hat wegen vorgerückten Alters seine Tätigkeit als Stellvertretender Schriftleiter des Organs niedergelegt. Für seine langjährige Tätigkeit in diesem Amte sprechen wir dem scheidenden Herrn den wärmsten Dank aus.

Die Geschäfte des Schriftleiters hat nunmehr Herr Oberregierungsbaurat Dr. **Uebelacker**, Referent der Reichsbahndirektion Nürnberg, die des Stellvertretenden Schriftleiters Herr Regierungsbaurat Dr. **Bloss** bei der Reichsbahndirektion Dresden übernommen.

Infolge der ungünstigen Zeitverhältnisse wird bis auf weiteres monatlich ein Heft in verstärktem Umfange herausgegeben werden.

Die Geschäftsführende Verwaltung
des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Im Anschluß an vorstehende Bekanntgabe der Übernahme der Schriftleitung richten wir an den Leserkreis des „Organ“ die Bitte, wie bisher die Zeitschrift mit literarischen Beiträgen zu unterstützen. In Betracht kommen Aufsätze und kleinere Mitteilungen über praktische Fragen aus Technik und Wirtschaft des Eisenbahnwesens, Berichte über neue Anlagen und Einrichtungen, sowie Untersuchungen theoretischer Art.

Nur bei reger Mitarbeit ist es uns möglich, unsere Leser stets über Neuerungen zu unterrichten, Verbesserungen zu allgemeiner Kenntnis und damit zu rascher Einführung zu bringen, Erfahrungen zum Allgemeingut zu machen. Gerade in der gegenwärtigen, lebendigen und umgestaltenden Zeit ist dies ein dringendes Gebot.

Auch die leitenden Stellen der dem Verein angehörenden Verwaltungen bitten wir um weitere geneigte Unterstützung.

Mit der Verbreitung neuer Erkenntnisse und der Vermittlung des Austausches der Meinungen über neue Ziele und Wege dient das „Organ“, das, im Jahre 1846 gegründet, die Entwicklung des Eisenbahnwesens von seinen Anfängen an begleitet, dem Fortschritte auf diesem wichtigen Kulturgebiet.

Die Schriftleitung.

Verkehrssteigerung und Wirtschaftlichkeit bei Verkehrsunternehmungen.

Von Dr. Ing. Risch, o. Professor an der Technischen Hochschule Braunschweig.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß jede neue Verkehrslinie sich ihren Verkehr erst schafft. Er ist bei Eröffnung des Betriebes meist noch gering und steigert sich im Laufe der Jahre, bis die Verkehrsbedürfnisse voll befriedigt oder die Verkehrsanlage an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gelangt ist. In vielen Fällen ist daher der Verkehr der ersten Jahre nicht groß genug, um aus den Einnahmen die Ausgaben einschließlich der Aufwendungen für den Kapitaleinsatz zu decken, das Unternehmen arbeitet mit Zuschüssen. Das gleiche gilt auch für die Erweiterung bestehender Anlagen. Eine solche Zuschußwirtschaft kann sich ein gemeinwirtschaftliches Unternehmen unter gewissen Voraussetzungen, die in gemeinnützigen Aufgaben begründet liegen, leisten, ein einzelwirtschaftlicher Betrieb aber nur dann, wenn die in den ersten Jahren erforderlichen Zuschüsse nebst Zinsen und Zinseszinsen durch entsprechende Überschüsse nach einer Reihe von Jahren ausgeglichen werden und darüber hinaus dann ein über die normale Verzinsung des Anlagekapitals hinausgehender Gewinn zu erwarten ist.

Schon Launhardt hat auf die Notwendigkeit hingewiesen, daß man bei der Trassierung von Verkehrswegen weder die Betriebskosten in den ersten Jahren noch die in sehr ferner Zeit zu erwartenden Betriebskosten zugrunde legen darf*). Er hat zu diesem Zwecke das »Normalbetriebsjahr« und die »Normalbetriebskosten« eingeführt, das sind diejenigen Kosten, welche bei einer von Anfang bis in alle Ewigkeit unveränderlich bleibenden Höhe als gleichwertig mit den in Wirklichkeit veränderlichen Betriebskosten in Rechnung zu stellen sind. Mit diesem Verfahren kann sich aber ein einzelwirtschaftliches Unternehmen nicht begnügen, weil es mit einer angemessenen Verzinsung seiner Anlagewerte schon in einer nahen Zukunft rechnen muß. Die von Launhardt unter Annahme einer ewigen Dauer des Betriebes errechneten Werte kommen also nicht in Frage. Es soll daher nachstehend ein anderes Verfahren entwickelt werden, das der berechtigten Forderung nach Ausgleich etwaiger Zuschüsse in den ersten Jahren durch entsprechende Überschüsse innerhalb endlich begrenzter Zeiträume Rechnung trägt.

Bezeichnen y die Verkehrsleistungen in einem Jahr und $y = f(x)$ ganz allgemein das Gesetz, nach dem sich die Verkehrsleistungen mit den Jahren x ändern, dann kann z. B. der Verkehr nach der in Textabb. 1 ausgezogenen Linie ansteigen.

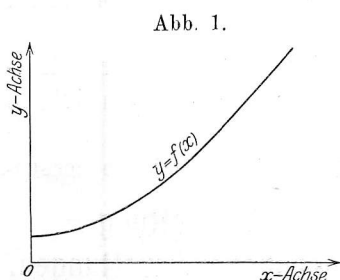


Abb. 1.

Teil der Ausgaben wächst dagegen nahezu in gleichem Verhältnisse mit den Verkehrsleistungen, so daß wir die Gesamtausgaben im Jahr auf die Formel:

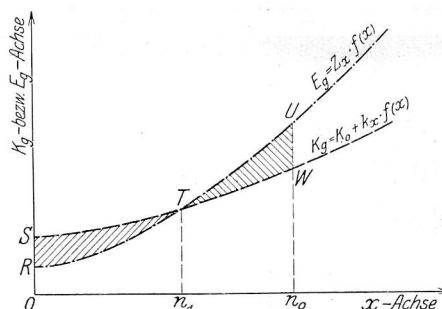
$$K_g = K_0 + y \cdot k_x = K_0 + k_x \cdot f(x) \quad M$$

bringen können, wobei k_x andeuten soll, daß dieser Proportionalitätsfaktor mit den Jahren innerhalb gewisser Grenzen schwanken kann. Auch K_0 ist nur als unveränderlich anzusehen, solange die Aufwendungen für den Kapitaleinsatz unveränderlich bleiben, also das Anlagekapital oder der Zinsfuß sich nicht ändern, was vorausgesetzt werden soll. Trägt man die Werte

*) Launhardt: Theorie des Trassierens. Heft I, Hannover 1887, S. 52 u. f.

von K_g auf, so erhält man etwa die in Textabb. 2 gestrichelt dargestellte Ausgabenlinie.

Abb. 2.



Ferner sind von den Verkehrsleistungen abhängig die Einnahmen. Bezeichnet z_x den Durchschnittstarif für die Einheit der Verkehrsleistung, dann sind die Jahreseinnahmen E_g unmittelbar verhältnismäßig den Verkehrsleistungen und man erhält

$$E_g = y \cdot z_x = z_x \cdot f(x).$$

Trägt man die Werte für E_g in Textabb. 2 ein, dann erhält man etwa die strichpunktierte Linie.

Fällt die Einnahmenlinie mit der Ausgabenlinie zusammen, dann verzinst sich das Unternehmen mit dem in den Ausgabenbetrag eingestellten Zinsfuß. Bleibt die Einnahmenlinie unterhalb der Ausgabenlinie, dann erfordert das Unternehmen zur Verzinsung seines Anlagekapitals einen Zuschuß, verläuft sie oberhalb der Kostenlinie, dann wirft das Unternehmen noch einen über die eingerechnete Verzinsung hinausgehenden Überschuf ab. In Textabb. 2 hätten wir es bis zum Jahre n_1 mit einem Zuschußbetrieb zu tun, darüber hinaus sind Überschüsse zu verzeichnen. Würde man auf Zins und Zinseszins verzichten, dann wären die Zuschüsse bis zum Jahre n_1 ausgeglichen durch die Überschüsse in der Zeit von n_1 bis n_0 und man erhält n_0 , wenn man das Flächenstück RST dem Flächenstück TUV macht. Da aber ein einzelwirtschaftliches oder anderes sich selbst erhaltendes Unternehmen auf die Verzinsung der geleisteten Zuschüsse nicht verzichten kann, so stellt sich die für uns zu lösende Aufgabe so dar: Es soll diejenige Verkehrsmenge V ermittelt werden, bei der unter Berücksichtigung von Zins und Zinseszins die in den ersten Jahren geleisteten Zuschüsse durch entsprechende Überschüsse in späterer Zeit ausgeglichen werden.

Der Jahresüberschuf der Einnahmen über die Ausgaben ist im Jahre x :

$$U_x = E_g - K_g = y \cdot z_x - K_0 - y \cdot k_x = y \cdot (z_x - k_x) - K_0 \quad (I)$$

Ist U_x positiv, dann handelt es sich um Überschüsse, wird U_x negativ, dann sind Zuschüsse zu leisten. In der Gleichung I ist y die unabhängig Veränderliche, U_x die abhängig Veränderliche, z_x und k_x aber ebenfalls Veränderliche, die noch näherer Bestimmung bedürfen. Ist y_1 der Verkehr im ersten Jahre, dann ist der Zuschuf am Ende des ersten Jahres U_1 . Am Ende des zweiten Jahres ist dieser Zuschuf infolge des

Zinsendienstes auf $U_1 + U_1 \cdot \frac{i}{100} M$ angemessen, wenn i den

Zinsfuß in % darstellt. $U_1 + U_1 \cdot \frac{i}{100} = U_1 \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right) = U_1 \cdot p$.

Hierzu tritt der Zuschuf aus dem zweiten Jahre mit $U_2 M$, so daß die Schuld am Ende des zweiten Jahres $U_1 \cdot p + U_2 M$ beträgt. Am Ende des dritten Jahres ist die Schuld unter Berücksichtigung von Zins und Zinseszins auf $(U_1 \cdot p + U_2)$

$\left(1 + \frac{i}{100}\right) + U_3 = U_1 p^2 + U_2 p + U_3 M$ angewachsen, am

Ende des n ten Jahres auf

$$U_1 p^{n-1} + U_2 p^{n-2} + \dots + U_{n-1} \cdot p + U_n M.$$

Da in den letzten Jahren Überschüsse erzielt werden, die die Zuschüsse ausgleichen, so ist n so zu bestimmen, daß die Summe von geleisteten Zuschüssen und Überschüssen gleich Null wird, also

$$U_1 \cdot p^{n-1} + U_2 \cdot p^{n-2} + \dots + U_{n-1} \cdot p + U_n = 0 \dots (II)$$

Diese Gleichung ist nur lösbar, wenn man das Bildungsgesetz von U_x kennt. Dieses ist aber abhängig von der Tariffunktion und der Kostenfunktion. Ohne auf deren Bildungsgesetze schon jetzt im Einzelnen einzugehen, wird man annehmen können, daß die Tarife in demselben Maße Schwankungen unterliegen, in dem sich die Kosten wegen wechselnder wirtschaftlicher Verhältnisse aufwärts oder abwärts bewegen. Mit andern Worten: Wächst k_x auf das Mehrfache, dann wird eine Tarifpolitik, die nach einzelwirtschaftlichen Grundsätzen verfährt, auch z_x steigern und zwar so, daß das Verhältnis des Tarifsatzes zu den Kosten für die Einheit der Verkehrsleistung unveränderlich bleibt. Dann kann aber $\frac{z_x}{K_0 + k_x} = c$ gesetzt

werden, worin c unveränderlich ist.

$$\text{Hieraus ergibt sich } U_x = y \cdot \left[c \cdot \left(\frac{K_0}{y} + k_x \right) - k_x \right] - K_0$$

$$\text{oder } U_x = y \cdot k_x \cdot (c - 1) + K_0(c - 1) \dots (IIIa)$$

Ergibt die Selbstkostenberechnung, daß K_0 im Vergleich zu $y \cdot k_x$ sehr klein ist, dann kann man auch annehmen, daß z_x in demselben Verhältnis geändert wird, in dem k_x sich ändert, daß also $\frac{z_x}{k_x} = \text{unveränderlich} = c^1$ wird. Dann ergibt sich für U_x der Wert

$$U_x = y \cdot k_x \cdot (c^1 - 1) - K_0 \dots (IIIb)$$

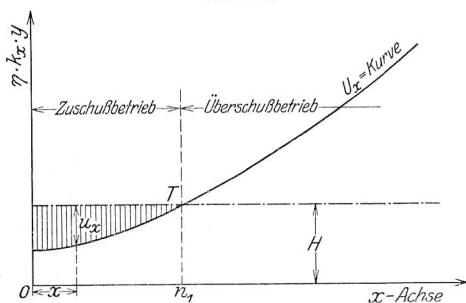
Die Gleichungen IIIa und IIIb zeigen hinsichtlich der Veränderlichen und Unveränderlichen denselben Bau, man kann daher allgemein schreiben:

$$U_x = \eta \cdot y \cdot k_x - H \dots (IIIc),$$

wo η und H Unveränderliche sind, deren Werte sich aus den Gleichungen IIIa und IIIb leicht ergeben.

Trägt man die Werte von U_x auf der Zeitachse X auf, dann erhält man die in Textabb. 3 dargestellte Überschusslinie. Bis zum Jahre n_1 sind Zuschüsse erforderlich, darüber hinaus werden Überschüsse erzielt.

Abb. 3.



Zur näheren Bestimmung der Funktion U_x müssen aber die Funktionen von $y = f(x)$ und von k_x bekannt sein. Verhältnismäßig einfach läßt sich das Bildungsgesetz für den Kostenfaktor k_x bestimmen, man wird der Aufwärtsbewegung der Kosten in ausreichendem Maße meist durch die Annahme gerecht werden, daß k_x sich alle Jahre um einen bestimmten Prozentsatz ändert, also um $a\%$ zunimmt. Bezeichnen k_0 die Durchschnittskosten im ersten Jahre, dann sind sie im zweiten $k_0 + \frac{k_0 \cdot a}{100} = k_0 \left(1 + \frac{a}{100} \right) = k_0 \cdot a$, im dritten $k_0 \cdot a + k_0 \cdot a \cdot \frac{a}{100} = k_0 \cdot a \left(1 + \frac{a}{100} \right) = k_0 \cdot a^2$, im x ten

$$k_x = k_0 \cdot a^{x-1} \dots (IVa)$$

Gleichung IVa stellt das Bildungsgesetz der Kostenentwicklung dar, wir haben es mit einer Exponentialfunktion zu tun, deren Verlauf für den Wert $a = 5$ in Abb. 4 durch die ausgezogene Linie dargestellt ist. Das Bildungsgesetz kann durch geeignete Wahl von a den jeweiligen Verhältnissen angepaßt werden. Vielfach wird die Exponentialfunktion in der Form $k_x = k_0 \cdot e^{y(x-1)}$ das Bildungsgesetz für die Kostenentwicklung abgeben können, worin k_0 und y unveränderliche Größen und e die Basis der natürlichen Logarithmen ist*). In anderen Fällen wird der Entwicklung des Kostenfaktors durch Annahme einer geradlinigen Funktion Rechnung getragen werden können, in diesem Falle nimmt dann das Bildungsgesetz die Form:

$$k_x = k_0 + m \cdot k_0 (x - 1) \dots (IVb)$$

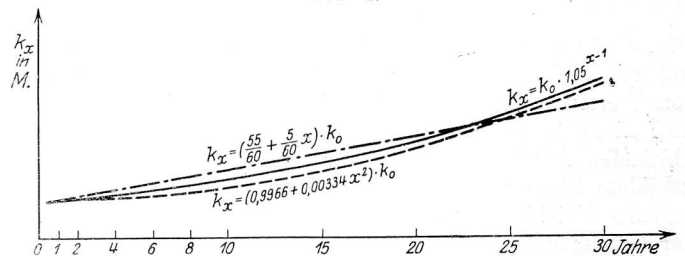
an, worin m ein Zahlenwert ist, der die Schnelligkeit des Anwachsens der Kosten berücksichtigt. Für $m = \frac{5}{60}$ ist das

Bildungsgesetz in Abb. 4 durch die strichpunktierte gerade Linie dargestellt. Auch die Parabel kann als Bildungsgesetz herangezogen werden in der allgemeinen Form $A + x^2 = B \cdot k_x$. In dieser Gleichung sind A und B so zu bestimmen, daß für $x = 1$ Jahr $k_x = k_0$ und für $x = n$ Jahre k_x ein Mehrfaches von k_0 wird, also $k_n = m \cdot k_0$. Die erste Bedingung liefert die Gleichung $A + 1 = B \cdot k_0$, die zweite die Gleichung $A + n^2 = B \cdot m \cdot k_0$, aus beiden Gleichungen ergibt sich $A = \frac{n^2 - m}{m - 1}$, $B = \frac{n^2 - 1}{(m - 1) \cdot k_0}$ und hieraus das Bildungsgesetz:

$$k_x = \frac{x^2}{B} + \frac{A}{B} \dots (IVc)$$

Für $n = 30$ und $m = 4$ zeigt die gestrichelte Linie in Textabb. 4 den Verlauf der Parabel.

Abb. 4.



In ähnlicher Weise ließen sich noch mit Hilfe anderer mathematischer Funktionen eine Reihe weiterer Bildungsgesetze ableiten.

Dasselbe Verfahren kann nun auch für die Ermittlung der Bildungsgesetze der Verkehrsentwicklung angewandt werden. Geht man von der Annahme aus, daß der Verkehr um $\beta\%$ in jedem Jahre zunimmt, dann lautet die Funktion für die Verkehrsänderung:

$$y = y_0 \cdot b^{x-1} \dots (Vc),$$

wenn y_0 der Durchschnittsverkehr im ersten Jahre und $b = 1 + \frac{\beta}{100}$ ist. Wächst der Verkehr jährlich um einen bestimmten unveränderlichen Betrag $m \cdot y_0$, dann erhalten wir die geradlinige Funktion:

$$y = y_0 + m \cdot y_0 (x - 1) \dots (Vb)$$

in der m angibt, um welchen Teil von y_0 der Verkehr jährlich zunimmt. Entwickelt sich der Verkehr nach einer Parabel, dann lautet das Bildungsgesetz:

$$y = \frac{x^2}{B'} + \frac{A}{B'} \dots (Vc)$$

mit $A = \frac{n^2 - m}{m - 1}$ und $B' = \frac{n^2 - 1}{y_0(m - 1)}$ ist, worin m eine Zahl bedeutet, die angibt, auf das Wievielfache der Verkehr nach n Jahren angewachsen ist.

*) Helm: „Über die Selbstkosten des Eisenbahnbetriebes, Verkehrstechnische Woche 1916, S. 405.

Durch Verbindung der drei Gleichungen IV mit den drei Gleichungen V ergeben sich neun Möglichkeiten für die Entwicklung der Funktion von U_x gemäß Gleichung IIIc. Von diesen neun möglichen Lösungen sollen hier die Verbindungen mit den Gleichungen IVb und Vb nicht weiter verfolgt werden, weil die in diesen Gleichungen gemachte Annahme einer jährlichen Steigerung des Verkehrs und der Kosten um einen unveränderlichen Betrag wenig wahrscheinlich ist. Dann bleiben nur noch die folgenden vier Fälle für die weitere Untersuchung übrig.

I. Fall: $k_x = k_0 \cdot a^{x-1}$; $y = y_0 b^{x-1}$.

Diese Werte in Gleichung IIIc eingesetzt, ergibt

$$U_x = \eta \cdot y_0 b^{x-1} \cdot k_0 \cdot a^{x-1} - H = \eta \cdot y_0 \cdot k_0 \cdot (ab)^{x-1} - H \quad (\text{VI})$$

Gleichung VI stellt das Bildungsgesetz von U_x dar, in dem die einzige unabhängig Veränderliche x ist. Nunmehr kann auch die Bedingungsgleichung II aufgelöst werden, sie nimmt nach Einsetzung der Werte für U die Form an:

$$\begin{aligned} & [\eta \cdot k_0 y_0 \cdot (ab)^0 - H] \cdot p^{n-1} + [\eta \cdot k_0 y_0 (ab)^1 - H] \cdot p^{n-2} + \dots \\ & + [\eta \cdot k_0 y_0 \cdot (ab)^{n-2} - H] p + [\eta \cdot k_0 y_0 (ab)^{n-1} - H] = 0 \\ & \eta \cdot k_0 \cdot y_0 (ab)^{n-1} \cdot \left[\frac{p^{n-1}}{(ab)^{n-1}} + \frac{p^{n-2}}{(ab)^{n-2}} + \frac{p^{n-3}}{(ab)^{n-3}} + \dots + \frac{p}{ab} + 1 \right] = \\ & = H \cdot [p^{n-1} + p^{n-2} + p^{n-3} + \dots + p + 1] \end{aligned}$$

$$\eta \cdot k_0 \cdot y_0 (ab)^n \cdot 1 \cdot \left[\left(\frac{p}{ab} \right)^n - 1 \right] = H \cdot \frac{[p^n - 1]}{p - 1}$$

$$\eta \cdot k_0 \cdot y_0 \cdot \frac{[p^n - (ab)^n] (p - 1)}{(p - ab) \cdot (p^n - 1)} = H \quad \dots \quad (\text{VII})$$

Hieraus ist n zu berechnen. Die Gleichung wird am schnellsten auf zeichnerischem Wege aufgelöst, indem man für eine Reihe von Werten n den linksseitigen Wert der Gleichung ermittelt und diese Werte als Höhen zu den Werten n als Grundabständen aufträgt. Wo die von den Endpunkten der Höhen gebildete Linie von der im Abstände H zur Grundachse gezogenen Gleichlaufenden geschnitten wird, liegt die Wurzel n_0 der Gleichung.

Hat man auf diese Weise n_0 ermittelt, dann ergibt sich der Verkehr, von dem an der Zuschufsbetrieb durch den Überschufsbetrieb ausgeglichen ist, nach Gleichung Va zu:

$$V = y_0 b^{n_0-1}$$

In der Gleichung VII gibt das Produkt $a \cdot b$ den Einfluß an, den die Veränderlichkeit der Kosten und des Verkehrs ausübt. Man kann dann beispielsweise, wenn der Ausgleich zwischen Zuschüssen und Überschüssen nach einer bestimmten Anzahl von Jahren eingetreten sein soll, aus Gleichung VII $a \cdot b$ berechnen und hieraus rückschließend feststellen, wie sich der Verkehr und die Kosten verändern müssen, damit die Forderung $a \cdot b$ gleich dem berechneten Werte erfüllt ist. Vielfach ist dieser letztere Weg für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Verkehrsunternehmens der zuverlässigere, weil nur das eine der beiden Bildungsgesetze, entweder für den Verkehr oder für die Kosten, angenommen zu werden braucht, während das andere sich aus dem Produkt $a \cdot b$ errechnen läßt und für dieses dann nur das Urteil abgegeben zu werden braucht, ob ein solches Bildungsgesetz wahrscheinlich ist oder nicht. Gleichung VII nach $a \cdot b$ aufgelöst ergibt die nachstehende Gleichung:

$$\begin{aligned} & (ab)^n \cdot \eta \cdot k_0 y_0 (p - 1) - (a \cdot b) \cdot H (p^n - 1) - \\ & - \eta \cdot k_0 y_0 p^n \cdot (p - 1) + H \cdot p \cdot (p^n - 1) = 0 \quad (\text{VIII}) \end{aligned}$$

Auch die Wurzeln dieser Gleichung werden am schnellsten auf zeichnerischem Wege gefunden.

$$\text{II. Fall: } k_x = k_0 \cdot a^{x-1}; y = \frac{x^2}{B'} + \frac{A}{B'}$$

Werden diese Werte in Gleichung IIIc eingesetzt, so ergibt sich:

$$U_x = \frac{\eta \cdot k_0}{B'} \cdot (x^2 + A) \cdot a^{x-1} - H \quad \dots \quad (\text{IX})$$

Wird nach diesem Bildungsgesetz die Reihenentwicklung in Gleichung II ausgeführt, so erhält man:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{\eta \cdot k_0}{B'} (1 + A) \cdot a^0 - H \right] p^{n-1} + \left[\frac{\eta \cdot k_0}{B'} (2^2 + A) a^1 - H \right] \cdot \\ & \cdot p^{n-2} + \left[\frac{\eta \cdot k_0}{B'} (3^2 + A) \cdot a^2 - H \right] p^{n-3} + \dots \\ & \left[\frac{\eta \cdot k_0}{B'} ((n-1)^2 + A) \cdot a^{n-2} - H \right] \cdot p + \frac{\eta \cdot k_0}{B'} \cdot (n^2 + A) \cdot a^n - H = 0 \\ & \frac{\eta \cdot k_0}{B'} \left\{ p^{n-1} \cdot \left[1 + 2^2 \cdot \frac{a}{p} + 3^2 \cdot \frac{a^2}{p^2} + 4^2 \cdot \frac{a^3}{p^3} + \dots + (n-1)^2 \cdot \frac{a^{n-2}}{p^{n-2}} + \right. \right. \\ & \left. \left. + n^2 \cdot \frac{a^{n-1}}{p^{n-1}} \right] + A \cdot p^{n-1} \left[1 + \frac{a}{p} + \frac{a^2}{p^2} + \frac{a^3}{p^3} + \dots + \frac{a^{n-2}}{p^{n-2}} + \frac{a^{n-1}}{p^{n-1}} \right] \right\} = \\ & = H \cdot [1 + p + p^2 + p^3 + \dots + p^{n-2} + p^{n-1}] \end{aligned}$$

Nach Zusammenzählung der Glieder in den Klammern erhält man:

$$\begin{aligned} & \frac{\eta \cdot k_0}{B' \cdot (a-p)^4} \cdot \left\{ n^2 \cdot a^{n+3} - (3n^2 + 2n - 1) a^{n+2} \cdot p + (3n^2 + 4n) \cdot \right. \\ & \cdot a^{n+1} \cdot p^2 - (n+1)^2 \cdot a^n \cdot p^3 - a^2 \cdot p^{n+1} + p^{n+3} + A(a^n - p^n) \cdot \\ & \left. \cdot (a-p)^3 \right\} = H \cdot \frac{p^n - 1}{p - 1} \quad \dots \quad (\text{X}) \end{aligned}$$

Auch diese Gleichung ist nur durch das zeichnerische Verfahren zu lösen. Hat man dann den Wurzelwert n_0 gefunden, so ergibt sich die Größe des Verkehrs, bei dem die Zuschüsse durch die Überschüsse ausgeglichen sind, aus Gleichung Vc zu:

$$V = \frac{n_0^2}{B'} + \frac{A}{B'}$$

$$\text{III. Fall: } k_x = \frac{x^2}{B} + \frac{A}{B}; y = y_0 b^{x-1}$$

Setzt man diese Werte wiederum in Gleichung IIIc ein, so erhält man

$$U_x = \frac{\eta \cdot y_0}{B} \cdot (x^2 + A) \cdot b^{x-1} - H$$

Diese Gleichung stimmt mit Gleichung IX überein, nur daß an Stelle von a , B' und k_0 die Werte b , B und y_0 ge-

*) Die Summenbildung in dem ersten Klammerausdruck, der keine einfache geometrische Reihe darstellt, ist auf nachstehende Weise vollzogen:

$$1 + 2^2 \cdot \frac{a}{p} + 3^2 \cdot \frac{a^2}{p^2} + 4^2 \cdot \frac{a^3}{p^3} + \dots + (n-1)^2 \cdot \frac{a^{n-2}}{p^{n-2}} + n^2 \cdot \frac{a^{n-1}}{p^{n-1}} =$$

$$= 1 + 2^2 \cdot z + 3^2 \cdot z^2 + 4^2 \cdot z^3 + \dots + n^2 \cdot z^{n-1} = f(z), \quad \frac{a}{p} = z \text{ gesetzt.}$$

Man bildet nun die Funktion:

$$\varphi(z) = \int f(z) \, dz = z + \frac{2^2 z^2}{2} + \frac{3^2 z^3}{3} + \frac{4^2 z^4}{4} + \dots + \frac{n^2 z^n}{n}, \text{ und hieraus}$$

$$\psi(z) = \int \frac{\varphi(z)}{z} \, dz = z + \frac{2 z^2}{2} + \frac{3 z^3}{3} + \frac{4 z^4}{4} + \dots + \frac{n z^n}{n} = z + z^2 + z^3 + \dots + z^n =$$

$$= \frac{z^{n+1} - z}{z - 1}. \text{ Auf diese Weise ist die Reihe höherer Ordnung auf}$$

eine einfache geometrische Reihe zurückgeführt. Um die Summe der Ausgangsreihe zu finden, muß man nun den umgekehrten Weg einschlagen und durch Differentiation bilden

$$\begin{aligned} \frac{\varphi(z)}{z} &= \frac{d\psi(z)}{dz} = d \left(\frac{z^{n+1} - z}{z - 1} \right) \cdot \frac{1}{dz} = \frac{(z-1)[(n+1) \cdot z^n - 1] - (z^{n+1} - z)}{(z-1)^2} \\ \frac{d\varphi(z)}{dz} &= f(z) = d \left\{ \frac{z \cdot (z-1) \cdot [(n+1) \cdot z^n - 1] - z \cdot (z^{n+1} - z)}{(z-1)^2} \right\} = \\ &= \frac{n^2 \cdot z^{n+3} - (3n^2 + 2n - 1) \cdot z^{n+2} + (3n^2 + 4n) \cdot z^{n+1} - (n+1)^2 \cdot z^n - z^2 + 1}{(z-1)^4} \end{aligned}$$

treten sind. Daher ergibt sich zur Berechnung von n aus Gleichung X die Beziehung:

$$\frac{\eta \cdot y_0}{B \cdot (b-p)^4} \cdot \left\{ n^2 \cdot b^{n+3} - (3n^2 + 2n - 1) \cdot b^{n+2} \cdot p + (3n^2 + 4n) \cdot b^{n+1} \cdot p^2 - (n+1)^2 \cdot b^n \cdot p^3 - b^2 \cdot p^{n+1} + p^{n+3} + A(b^n - p^n) \cdot (a-p)^3 \right\} = H \cdot \frac{p^n - 1}{p - 1} \dots \dots \dots (XII),$$

aus der die Wurzeln wiederum auf zeichnerischem Wege zu finden sind. Ist n_0 der Wurzelwert, so entspricht diesem Werte ein Verkehr

$$V = y_0 \cdot b \cdot n_0^{-1}$$

$$\text{IV. Fall: } k_x = \frac{x^2}{B} + \frac{A}{B}; y = \frac{x^2}{B'} + \frac{A}{B'}.$$

Nach Einsetzung vorstehender Werte in Gleichung IIIc ergibt sich:

$$U_x = \frac{\eta}{BB'} \cdot (x^2 + A)^2 - H \dots \dots \dots (XIII)$$

Mit diesem Bildungsgesetz für U_x liefert Gleichung II die nachstehende Reihe:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{\eta}{BB'} (1 + A)^2 - H \right] \cdot p^{n-1} + \left[\frac{\eta}{BB'} (2^2 + A)^2 - H \right] \cdot p^{n-2} + \\ & \left[\frac{\eta}{BB'} (3^2 + A)^2 - H \right] \cdot p^{n-3} + \dots \left[\frac{\eta}{BB'} ((n-1)^2 + A)^2 - H \right] \cdot p \\ & + \frac{\eta}{BB'} (n^2 + A)^2 - H = 0. \\ & \frac{\eta}{BB'} \left\{ p^n \left[\frac{1}{p} + \frac{2^4}{p^2} + \frac{3^4}{p^3} + \dots + \frac{(n-1)^4}{p^{n-1}} + \frac{n^4}{p^n} \right] + \right. \\ & 2A p^n \cdot \left[\frac{1}{p} + \frac{2^2}{p^2} + \frac{3^2}{p^3} + \dots + \frac{(n-1)^2}{p^{n-1}} + \frac{n^2}{p^n} \right] + \\ & \left. A^2 \cdot [1 + p + p^2 + \dots + p^{n-2} + p^{n-1}] \right\} \\ & = H [1 + p + p^2 + p^3 + \dots + p^{n-2} + p^{n-1}]. \end{aligned}$$

Die Summenbildung läßt sich auch hier nach dem auf S. 68 in der Fußnote mitgeteilten Verfahren ausführen. Die hierbei zu leistende Rechenarbeit ist aber sehr umfangreich, sodaß sich unter Umständen der nachstehende Weg empfiehlt, der auch in solchen Fällen zum Ziele führt, in denen sich die Verkehrsänderung überhaupt nicht durch eine stetige Funktion ausdrücken läßt oder der mathematische Ausdruck für die Reihenentwicklung ungeeignet ist.

Man berechnet aus den Durchschnittswerten des Verkehrs und der Kosten im ersten Jahr nach Gleichung IIIc den Wert U_1 , ebenso aus den Durchschnittswerten des zweiten Jahres den Wert U_2 , und ebenso die Werte U_3 , U_4 usw. Dann bildet man aus diesen Werten die Summe $U_1 p^{n-1} + U_2 p^{n-2} + \dots + U_{n-1} \cdot p + U_n$ gemäß Gleichung II und zwar zunächst für den Wert $n=1$, das ergibt U_1 , dann für $n=2$, das gibt die Summe $U_1 \cdot p + U_2$, dann für $n=3$ u. s. f. Diese Summenwerte trägt man als Höhen von einer Grundachse über den zugehörigen Zeitabschnitten »n« auf, und zwar die negativen Werte als Zuschüsse nach unten, die positiven als Überschüsse nach oben. Die Endpunkte der Höhen werden durch eine Linie mit einander verbunden. Wo diese die Grundachse schneidet, liegt ein Wurzelwert der Bedingungsgleichung II, für den die Zuschüsse durch die Überschüsse ausgeglichen sind. Nach diesen Verfahren lassen sich also auch solche Fälle untersuchen, für die nur bildliche Darstellungen über die Verkehrszunahme oder die Kostenänderungen vorliegen.

Zum Schluß sei an einem Beispiel die Anwendung des Verfahrens gezeigt. Ein Straßenbahnnetz, das vorwiegend ein-

gleisige Strecken aufweist, hat mit einem Verkehr von 9 Millionen Fahrgästen im Jahr die Grenze seiner Leistungsfähigkeit erreicht. Mit einer weiteren Verkehrssteigerung ist zu rechnen und zwar ist nach den bisherigen Erfahrungen anzunehmen, daß sich der Verkehr von Jahr zu Jahr um 10% steigern wird. Die Aufnahme dieses Verkehrs setzt den zweigleisigen Ausbau der meisten Strecken und die Einstellung neuer Wagen und neuer Mannschaften voraus. Hierzu ist die Aufnahme neuen Kapitals von 5 000 000 $\mathcal{M}$ erforderlich. Die Betriebskosten ausschließlich der Aufwendungen für den Kapitalsdienst (Verzinsung, Abschreibung, Rücklagen) sind zu $k_0 = 0,06 \mathcal{M}$ für den Fahrgast nach den statistischen Aufzeichnungen der Vorjahre ermittelt. Diese lassen weiter darauf schließen, daß sich die Betriebskosten k_0 von Jahr zu Jahr um 1% erhöhen werden und daß das Verhältnis $\frac{z_x}{k_0} = \frac{0,102}{0,06} = 1,7$ als unveränderlich vorzusetzen ist.

Es fragt sich, wie ist die Aufnahme des neuen Kapitals durch den neu aufkommenden Verkehr und dessen jährliche Zunahme wirtschaftlich zu werten.

Das Verkehrsgesetz, nach dem der Verkehr anwächst, ergibt sich bei jährlicher prozentualer Steigerung nach Gleichung Va zu

$$y = y_0 \cdot b^{x-1}.$$

$$\text{Hierin ist } b = 1 + \frac{10}{100} = 1,10.$$

Da die neuen Kapitalaufwendungen durch den neu aufkommenden Verkehr bedient werden sollen, so ist von y der von den alten Anlagen bewältigte Verkehr in Abzug zu bringen, so daß das Verkehrsgesetz lautet:

$$y = y_0 b^{x-1} - y_a = y_a \left(\frac{y_0}{y_a} \cdot b^{x-1} - 1 \right).$$

Hierin ist $y_0 = 9 450 000$ und $y_a = 9 000 000$, also ist $y = 9 000 000 (1,05 \cdot 1,1^{x-1} - 1)$.

Der veränderliche Teil k_r der Kosten ändert sich nach Gleichung IVa, also ist:

$$k_x = k_0 \cdot a^{x-1} = 0,06 \cdot 1,01^{x-1}.$$

Das Bildungsgesetz für U_x ergibt sich aus Gleichung VI zu

$$U_x = \eta \cdot y_0 k_0 (a b)^{x-1} - H.$$

Dieser Wert ist noch durch das Glied $-\eta \cdot y_a k_0 a^{x-1}$ zu berichtigen, entsprechend der abweichenden Bildung des Verkehrsgesetzes. Es wird also

$$U_x = \eta y_a k_0 [1,05 (a b)^{x-1} - a^{x-1}] - H$$

und Gleichung VII nimmt dann die Form an

$$1,05 \cdot \eta \cdot k_0 y_a \frac{[p^n - (a b)^n]}{(p - (a b))} = H \frac{(p^n - 1)}{p - 1} + \eta \cdot k_0 \cdot y_a \frac{(a^n - p^n)}{a - p}.$$

Hierin ist nach Gleichung IIIb zu setzen:

$$\eta = c' - 1 = 1,7 - 1 = 0,7,$$

$H = K_0$, worin K_0 die jährliche feste Ausgabe für den Kapitalsdienst, also für Verzinsung, Tilgung und solcher Rücklagen ist, deren Höhe sich nach der Größe des Anlagekapitals bemisst. Für das neu aufzunehmende Kapital von 5 000 000 $\mathcal{M}$ beläuft sich dieser Kapitalsdienst auf 297 000 $\mathcal{M}$ im Jahr, mithin $H = 297 000$. Der Zinsfuß i sei zu 5% angenommen, mithin $p = 1,05$.

Mit diesen Zahlenwerten wird Gleichung VII

$$\begin{aligned} & 1,05 \cdot 0,7 \cdot 0,06 \cdot 9 000 000 \frac{[1,05^n - (1,01 \cdot 1,10)^n]}{(1,05 - 1,01 \cdot 1,10)} = \\ & = 297 000 \cdot \frac{(1,05^n - 1)}{1,05 - 1} + 0,7 \cdot 0,06 \cdot 9 000 000 \cdot \frac{1,01^n - 1,05^n}{1,01 - 1,05}; \end{aligned}$$

hieraus ergibt sich nach Ausrechnung der Zahlenwerte die Bedingungsgleichung für n :

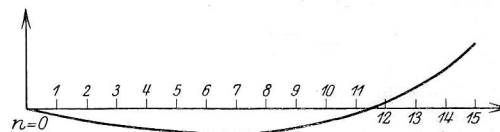
$$49 \cdot (1,11^n - 1,05^n) = 44 (1,05^n - 1) + 70 (1,05^n - 1,01^n).$$

Nachstehende Zusammenstellung zeigt die Werte dieser Gleichung für die Zahlenreihe von $n = 1$ bis $n = 20$.

n	Wert der Gleichung	n	Wert der Gleichung
1	-2,06	11	-2,15
2	-3,94	12	+1,65
3	-5,85	13	+6,70
4	-6,91	14	+12,90
5	-7,94	15	+21,10
6	-8,43	16	+30,50
7	-8,63	17	+42,30
8	-8,10	18	+55,60
9	-7,18	19	+72,45
10	-5,0	20	+91,70

Die Werte der Gleichungen sind außerdem in Textabb. 5 als Höhen zu den Grundabstandswerten $n = 1$ bis $n = 15$ aufgetragen. Aus der Zusammenstellung und aus Textabb. 5 ist ersichtlich, daß die Wurzel der obigen Bedingungsgleichung

Abb. 5.



zwischen $n = 11$ und $n = 12$ liegt, daß also die in den ersten Jahren wegen der Aufnahme eines neuen Kapitals von 5 000 000 $\mathcal{M}$ nötig werdenden Zuschüsse nach 12 Jahren unter Berücksichtigung von Zins und Zinseszins durch den neu aufkommenden Verkehr getilgt sein werden.

Neuzeitliche Bearbeitung von Radsätzen.

Von Krohn, Regierungs- und Baurat in Paderborn.

Aus einem mir kürzlich zugegangenen Prospekt entnahm ich, daß mir der im Heft 20 des »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens« vom 15. Oktober 1922 veröffentlichte Aufsatz des Herrn Diplom-Ingenieur Krupski in Ratibor entgangen ist, in dem unter dem Titel »Neuzeitliche Bearbeitung von Radsätzen« die neueste Radsatzbank der Firma Hegenscheidt in Ratibor beschrieben wird. Die Ausführungen und Angaben erfordern m. E. einige Zusätze.

Daß die von ernsthaften Werkzeugmaschinenfabriken wie u. a. Hegenscheidt angegebenen Zeiten für die Bearbeitung von Wagenradsätzen in den Eisenbahnwerkstätten nicht annähernd erreicht würden, trifft nach meinen Erfahrungen in dieser Allgemeinheit erstens nicht zu und hat zweitens, wenn es einmal vorkommt, meistens Ursachen, die außerhalb der Eingriffsmöglichkeit der liefernden Firma liegen. Wenn eine Firma, sagen wir, 15 Radsätze für einen Tag verspricht, dann ist dies selbstverständlich ein Durchschnittssatz aus einem längeren Beobachtungszeitraum. Wenn ich auf dieser Bank dauernd sehr hart gebremste Radsätze zu drehen habe, werde ich diesen Satz kaum erreichen; wenn ich dauernd weiche ungebremste Radsätze zu verarbeiten habe, kann ich diesen Satz mit Sicherheit überschreiten. Einen Einfluß hat u. a. auch der Umstand, ob eine geschickte Zustellung der Achsen es ermöglicht, eine größere Zahl Scheibenräder oder Speichenräder hintereinander zu verarbeiten und ich nicht gezwungen bin, nach jedem Satz die Mitnehmer verstellen zu müssen. Ich behaupte, daß eine Leistung von 15 Radsätzen im Durchschnitt von erstklassigen Banken gefordert werden kann und geleistet werden muß. Eine bekannte Tatsache ist es, daß dieser Satz nicht nur jetzt, sondern schon vor Jahren und Jahrzehnten bei Abnahmeversuchen von vielen Firmen erheblich überschritten wurde. Ein Wagenradreifen wiegt neu etwa 280 kg und alt, d. h. in dem Zustand, in dem er von dem Rade abgenommen wird, etwa 100 kg, im Mittel also, d. h. während der Laufzeit, etwa 200 kg, zwei Stück also rund 400 kg. Der Fall, daß hierbei, wie Krupski angibt, 140 kg, d. h. also etwa 35%, bei einer Bearbeitung abgenommen und verspannt werden, dürfte, wenn er überhaupt vorkommt, eine so seltene Ausnahme darstellen, daß er bei Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer Bank nicht berücksichtigt werden sollte. Ebenso abwegig wäre es m. E., in diese Bank zeitweise 100 PS hinein zu schicken. In 99,9% der Zeit würde der Motor mit dem denkbar schlechtesten Wirkungsgrad laufen und die Bank damit nicht nur unwirtschaftlich arbeiten, sondern auch unnütz bei der Beschaffung verteuert werden. Wenn man mit 40 bis 45 kg Späne für einen Radsatz rechnet, so erhält man Werte, die nach meiner Kenntnis in der Wirklichkeit in den meisten Fällen unterschritten werden. Die niedrigste Grenze dürfte

wahrscheinlich bei 22–25 kg liegen und im Mittel 30 bis 35 kg betragen. Wir können nur mit derartigen Mittelwerten rechnen, und hierfür muß eine Bank mit einem 25 PS-Motor bei einer mittleren Schnittgeschwindigkeit von 10 m in der Minute 15 Radsätze liefern. Sicherlich muß die Schnittgeschwindigkeit bei harten Reifen gelegentlich auf 5 m eingeschränkt, ebenso kann sie bei neuen Reifen auf 15 m erhöht werden. Eine weitere erhebliche Steigerung der Schnittgeschwindigkeit scheinen die Versuche mit »Stellit« und »Volomit« zu versprechen. Einwandfreie zahlenmäßige Versuchsergebnisse hierüber liegen aber z. Z. noch nicht vor. Außerdem bleibt die Frage offen, ob die hohen Preise dieser Werkzeuge noch einen Überschuf in der Wirtschaftlichkeit erzielen lassen. Auch die Versuchung zu Diebstählen wird bei diesem kostbaren Werkzeuge groß sein.

Die Festspannung der Achsen in konischen Buchsen wird seit vielen Jahren auch von zahlreichen anderen Firmen angewendet. Die Bewegung des Reitstockes durch einen besonderen Motor, wie von Krupski angegeben, halte ich sogar für eine entbehrliche Komplizierung des ganzen Vorganges. Ebenso sicher, schneller und einfacher ist m. E. die Verstellung der Hülse mittels Handrad, wobei der Reitstock unbewegt stehen bleibt, wie dies von anderen Firmen gehandhabt wird.

Was die Art der Supporte anbelangt, so ist es für die Leistung ohne Einfluß, ob man Schablonen verwendet oder Hebel. Wichtig ist nur, daß die Supporte und der Antrieb der Stähle so kräftig gebaut sind, daß sie einen größeren Vorschub von angenommen 2 mm bei einer Umdrehung aushalten. Erwünscht ist, möglichst wenige bewegliche Teile in Antrieb zu haben, und die beiden Stähle im Kurvensupport, die einerseits die Lauffläche, andererseits den Spurring bearbeiten, unabhängig voneinander einstellen zu können. Inwieweit die von Krupski beschriebene Hegenscheidtsche Bank dieser Bedingung entspricht, ist mir z. Zt. unbekannt. Überhaupt ist es weniger wichtig, eine an sich überaus sinnreiche Konstruktion zu verwenden und jeden Handgriff des bedienenden Arbeiters durch maschinelle Betätigung ersetzen zu wollen, als die ganze Konstruktion so stabil, einfach und haltbar zu gestalten, daß eine Bruchgefahr möglichst ausgeschlossen ist, daß die Zahl der Fehlerquellen möglichst gering ist und daß zur Bedienung der Bank nicht ein außerordentlich hochwertiger Arbeiter erforderlich ist, sondern daß sie auch von Bediensteten, die eine geringere Ausbildung und geringere Fähigkeiten haben, — was heutzutage mehr als früher zu berücksichtigen ist — mit Erfolg bedient werden kann. Keinesfalls lassen sich mit Hebelsupporten höhere Leistungen oder bessere Arbeit erzielen, als mit Schablonensupporten, vorausgesetzt, daß sonst beide Maschinen den allgemein zu stellenden Anforderungen in gleicher Weise entsprechen.

Übergangsbogen in Eisenbahngleisen.

Von Ingenieur **Karl Domansky**, Madrid.

Als Beitrag zur Frage der Gestaltung der Bogen im Eisenbahngleise soll im folgenden kurz gezeigt werden, daß der für die Übergangsbogen gestellten Bedingung: linear stetiger Übergang vom Halbmesser r_1 zum Halbmesser r_2 gemäß der Gleichung

$$\varrho = \frac{k^2}{s} \dots \dots \dots (I)$$

nur unter gewissen Voraussetzungen genau entsprochen werden kann. Gl. I leitet sich aus

$$\begin{aligned} \frac{1}{\varrho} : \frac{1}{r_1} &= s : l_1 \text{ und} \\ \frac{1}{\varrho} : \frac{1}{r_2} &= s : l_2 \text{ ab, worin} \end{aligned}$$

ϱ den veränderlichen Krümmungshalbmesser im Übergangsbogen, s die Länge des Übergangsbogens vom Anschlußpunkte an die Gerade bis zum Punkte des Übergangsbogens mit dem Krümmungshalbmesser ϱ , l_1 die Länge des Übergangsbogens von einer Geraden nach einem Kreise mit dem Halbmesser r_1 , l_2 die Länge des Übergangsbogens von einer Geraden nach einem Kreise mit dem Halbmesser r_2 bezeichnet. Aus diesen Gleichungen folgt $\varrho \cdot s = r_1 \cdot l_1 = r_2 \cdot l_2 = \dots = \text{unveränderlich} = k^2$ oder

$$\varrho = \frac{k^2}{s}.$$

Durch Einführung der entsprechenden Werte für ϱ und s nach kartesischen Koordinaten in Gl. I folgt weiter

$$\frac{(1 + y'^2)^{3/2}}{y''} = \frac{k^2}{\int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx} \dots \dots (II)$$

Aus Gl. II folgt

$$\int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx = \frac{k^2 y''}{(1 + y'^2)^{3/2}},$$

durch Differentiation ergibt sich

$$\sqrt{1 + y'^2} = \frac{k^2 y'''}{(1 + y'^2)^{3/2}} - \frac{3}{2} \frac{k^2 \cdot y''^2 \cdot y' \cdot 2}{(1 + y'^2)^{5/2}}$$

und nach entsprechender Umformung.

$$k^2 y''' + k^2 y''' y'^2 - 3 k^2 y''^2 y' - y'^6 - 3 y'^4 - 3 y'^2 - 1 = 0 \dots (III)$$

Man erhält also zur Bestimmung der Linie eine Differentialgleichung dritter Ordnung sechsten Grades. Man verfügt daher in der Integralgleichung über drei Integrations-Festwerte und den Festwert k^2 , zusammen über vier Festwerte. Da die Linie den Achsenabständen des Bogenanfanges und Bogenendes und den Richtungen und Längen der Krümmungshalbmesser in diesen Punkten, also acht Bedingungen, genügen muß, aber nur über vier Festwerte verfügt werden kann, ist die Aufgabe in dieser Form vierfach überbestimmt. Hingegen kann die sich ergebende Linie als Übergangsbogen verwendet werden, wenn, was unter Umständen mit gewissen Einschränkungen zulässig ist, die Orte des Anschlusses an die beiden Kreisbogen, also die Achsenabstände des Übergangsbogenanfanges und Übergangsbogenendes nicht von vornherein festgelegt werden.

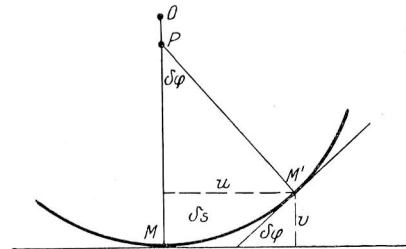
Um die Gestalt der Linie zu bestimmen, möge Gl. I in die »natürliche Gleichung« umgeformt werden.

Aus $s \cdot \varrho = k^2$ und $ds = \varrho \cdot d\varphi$ folgt durch Vervielfältigung $s \cdot ds = k^2 \cdot d\varphi$ und durch Integration $\frac{s^2}{2} = k^2 \cdot \varphi$, oder $s = \pm k \sqrt{2\varphi}$; dieser Wert für s in Gl. I eingesetzt, ergibt die natürliche Gleichung der Linie: $\varrho = \pm \frac{k}{\sqrt{2\varphi}} \dots (IV)$

Zur Bestimmung der asymptotischen Punkte dieser Linie hat man die Werte von φ zu betrachten, für die $\varphi = \infty$ wird. Im Punkte A, der einer dieser Wurzeln entsprechen soll, ist keine Berührende vorhanden, was unmittelbar aus Gl. IV hervorgeht. Eine Berührende ist aber unter bestimmten Voraus-

setzungen, die hier erfüllt sind, in einem Punkte A', der in genügender Nähe von A liegt, und in allen zwischen diesen liegenden Punkten vorhanden. Wenn man A' nach A hin wandern läßt, so führt die Berührende in A' unendlich viele Umdrehungen aus und zwar stets im selben Sinne; sie wird, wenn A' = A ist, unbestimmt. Die Linie wickelt sich also unbegrenzt um den Punkt A herum, obwohl dieser von A' aus auch nach einem endlichen Wege erreicht werden kann.

Abb. 1.



Zeichnet man in einem Punkte M der Linie die Rechtwinkelige und die Berührende und von einem benachbarten Punkte M' Rechtwinkelige zu diesen, die die Längen u und v haben mögen, so ist, wie sich aus Abb. 1 sofort ergibt,

$$\sqrt{u^2 + v^2} < \delta s < u + v;$$

δs bezeichnet das Linienteilchen zwischen M und M'. Ebenso folgt unmittelbar:

$$\lim_{\delta s \rightarrow 0} \frac{v}{u} = 0 \text{ und } \lim_{\delta s \rightarrow 0} \frac{\delta s}{u} = 1.$$

Ferner ist $\varrho = MO = \lim_{\delta s \rightarrow 0} MP = \lim_{\delta s \rightarrow 0} (v + u \cotg \delta \varphi)$; für

$\delta s = 0$ wird $v = 0$ und $\varrho = \frac{u}{\delta \varphi}$ oder, da $\lim_{\delta s \rightarrow 0} \frac{\delta s}{u} = 1$ ist,

$\frac{1}{\varrho} = \lim_{\delta s \rightarrow 0} \frac{\delta \varphi}{\delta s}$, die Krümmung als Funktion des Bogens.

Für einen Augenblick sei nun M Anfangspunkt des Bogens. M' liege in genügender Nähe von M, um auf dem Bogen MM' jeden Punkt mit unbestimmter Berührender auszuschließen. Dann ist

$$\frac{du}{ds} = \cos \varphi \text{ und } \frac{dv}{ds} = \sin \varphi.$$

Da $ds = \varrho \cdot d\varphi$ ist, so erhält man

$$du = \varrho \cdot \cos \varphi d\varphi \text{ und } dv = \varrho \cdot \sin \varphi d\varphi,$$

oder:

$$u = \int_0^\varphi \varrho \cos \varphi d\varphi \text{ und } v = \int_0^\varphi \varrho \sin \varphi d\varphi \dots (V)$$

Nach diesen Gleichungen berechnen sich nun die Achsenabstände der asymptotischen Punkte. Das Vorhandensein eines asymptotischen Punktes kann man sofort feststellen, wenn sich nach Verlegung des Anfangspunkts des Bogens nach dem betreffenden zu untersuchenden Punkte herausstellt, daß ϱ gleichzeitig mit s unendlich klein wird, aber von einer Ordnung, die nicht kleiner als 1 ist.

Die durch $s \cdot \varrho = k^2$, oder $\frac{s}{\sqrt{2\varphi}} = \pm k$, oder $\varrho = \pm \frac{k}{\sqrt{2\varphi}}$

bestimmte Linie ist die Klothoide*). Aus der vorletzten Gleichung folgt, daß φ verhältnisgleich s^2 ist. φ wird Null für $s = 0$; für diese Werte von φ und s wird $\varrho = \infty$; also ist der Anfangspunkt des Bogens ein Wendepunkt. Von ihm ausgehend wird die Krümmung nach beiden Seiten hin immer stärker, so daß sich die Linie asymptotisch um ihre beiden Endpunkte wickelt, die symmetrisch in Bezug auf den Anfangspunkt liegen.

*) Organ 1921, S. 161.

φ wird unendlich groß für $s = \pm \infty$; für diese Werte ist $\varphi = 0$. Die Achsenabstände der asymptotischen Punkte in Bezug auf die Berührende und Rechtwinkelige im Anfangspunkt als Achsen berechnen sich aus den Gleichungen V, wenn man in diese für φ den Wert $\varphi = \pm \frac{k}{\sqrt{2}}$ einsetzt. Dann ist

$$u = \frac{k}{\sqrt{2}} \int_0^{\infty} \frac{\cos \varphi}{\sqrt{\varphi}} d\varphi \quad \text{und} \quad v = \frac{k}{\sqrt{2}} \int_0^{\infty} \frac{\sin \varphi}{\sqrt{\varphi}} d\varphi.$$

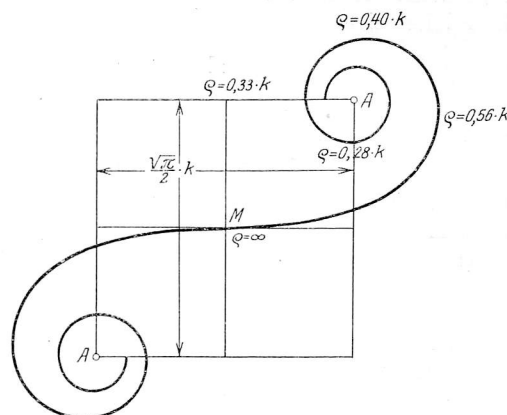
Da $u + iv = \frac{k}{\sqrt{2}} \int_0^{\infty} \frac{\cos \varphi + i \sin \varphi}{\sqrt{\varphi}} d\varphi = \frac{k}{\sqrt{2}} \int_0^{\infty} \frac{e^{i\varphi}}{\sqrt{\varphi}} d\varphi =$
 $= k \sqrt{\frac{i\pi}{2}}$ ist, so ist $u^2 - v^2 + 2iuv = \frac{k^2 i \pi}{2}$; setzt man nun die Koeffizienten der reellen und die der imaginären Glieder links mit rechts gleich, so folgt unmittelbar $u = v$ und $u^2 = v^2 = \frac{k^2 \pi}{4}$; also ist $u = v = \pm \frac{k}{2} \sqrt{\pi} \dots \dots \dots$ (VI)

Die beiden asymptotischen Punkte sind also gegenüberliegende Ecken eines Quadrates, das dem Kreise mit dem Halbmesser k gleich ist. Die Linie hat also die in Abb. 2 dargestellte Gestalt. Einer Änderung des Festwerts k entspricht nur eine Änderung des Maßstabs der gezeichneten Linie, die Gestalt wird dadurch nicht beeinflusst.

Eine Anwendung der Klothoide als Übergangsbogen mag vorläufig nur angedeutet werden. Man zeichnet die Linien für verschiedene Werte von k auf Gelatin und schreibt zu einzelnen

Punkten der Linie die ihnen entsprechenden Krümmungshalbmesser. Man wird dann, um einen Kreis mit dem Halbmesser r_1 mit diesem Übergangsbogen an einen Kreis mit dem Halbmesser r_2 anzuschließen, von den vorhandenen Klothoiden die verwenden, die beide Kreise berührt und in den Berührungspunkten die verlangten Krümmungshalbmesser hat. Aus dem Vorhandensein eines Wendepunkts geht ohne weiteres hervor, daß die Linie auch Gegenbogen geometrisch richtig verbindet

Abb. 2.



Der Verfasser behält sich vor, in einem späteren Aufsatz über die Grenzen der Anwendungsmöglichkeit der Klothoide als Übergangsbogen zu berichten, ferner auch einige Zahlen tafeln für die Absteckung dieser Bogen mitzuteilen.

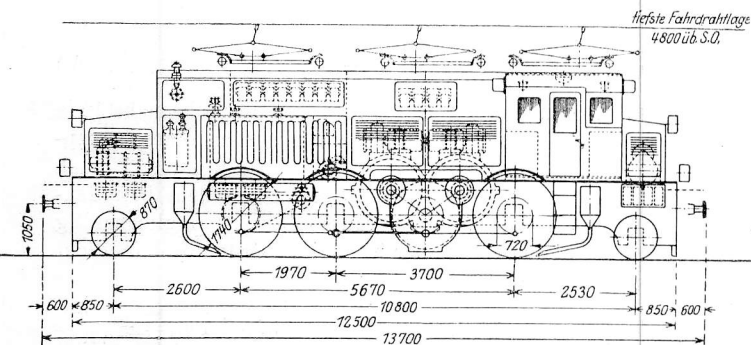
Antrieb für elektrische Lokomotiven mittels Kuppelstangen

von einer überhöht gelagerten Welle aus auf zwei durch ein starres Dreieck gekuppelte Achsen durch eine an dieses angelenkte schräge Treibstange.

Von Regierungsbaurat Kleinow, Berlin.

Der Antrieb einer elektrischen Lokomotive durch Kuppelstangen gestaltet sich am einfachsten, wenn es möglich ist, den Motor bzw. das Zahnradvorgelege in der Höhe der Radmitte anzuordnen wie in Textabb. 1, die eine 1 C 1-Personenzuglokomotive für die Arlbergbahn darstellt. Mäßige Schwingungen des im abgedeckten Rahmen gelagerten Motors in senkrechter Richtung sind hierbei ohne Einfluß auf das Getriebe. Da indessen zwischen Motorgehäuse bzw. Zahnradvorgelege und Schienenoberkante auch bei niedrigstem Pufferstande noch ein bestimmter Abstand

Abb. 1. 1 C 1-Personenzuglokomotive der Arlbergbahn.
Höchstgeschwindigkeit 65 km/Std. Maßstab 1:155.



bestehen muß, der durch die vorgeschriebenen Umgrenzungslinien des Fahrzeugs genau festgelegt ist, so muß stets der Raddurchmesser um einen bestimmten Betrag größer sein als der Durchmesser des Motorgehäuses bzw. des großen Zahnrades. Bei größeren Leistungen kommt man daher zu großen Raddurchmessern, die ihrerseits große Radstände zur Folge haben und zu langen, sperrigen Fahrzeugen und hohem Gewicht führen.

Bei Lokomotiven mit Zahnradvorgelegen werden häufig die Vorgelege in die Ebene der Radreifen gelegt, da sie hier vor Beschädigungen besser geschützt sind und deshalb tiefer hinabreichen dürfen, als wenn sie außerhalb der Radreifen angeordnet wären. Da aber die Motoren den Platz zwischen den Rahmen zur Erzielung einer wirtschaftlichen Raumaussnutzung voll in Anspruch nehmen, so führt diese Lösung zu verhältnismäßig schmalen, schwer zugänglichen, in den Motor hineinragenden und von ihm beheizten Lagern, die im Betriebe leicht zu Schwierigkeiten Anlaß geben. Da auch die Abdichtung der Lager gegen Ölaustritt wegen Platzmangels nur notdürftig sich ausführen läßt, gelangt leicht Öl in den Motor und verschmutzt die Wickelungen. Jedem Betriebsleiter aber ist es bekannt, daß auf diese Verunreinigungen viele und schwere Isolationschäden und Überschlüge zurückzuführen sind.

Das Bestreben der Konstrukteure war daher stets darauf gerichtet, Antriebe zu ersinnen, welche die vorstehend erwähnten Schwierigkeiten vermeiden und es erlauben, den Motor bzw. die Vorgelegewelle über der Mitte der Treibräder anzuordnen. In geringem Umfange ist das bei dem einfachen Kuppelstangenantrieb ohne besondere Maßnahmen möglich. So hat man z. B. bei den 1 B-B 1-Lokomotiven der Gotthardbahn, Textabb. 2, die Vorgelegewelle 30 mm über der Radmitte angeordnet. Wesentlich mehr läßt sich aber nicht gewinnen, besonders nicht bei beiderseits angeordneten Kuppelstangen.

Eine erheblich größere Überhöhung kann man mit Hilfe der Schlitzkuppelstange erreichen, welche zwei Treibachsen verbindet und in der Mitte von dem Treibzapfen der Vorgelege- bzw. Motorwelle angetrieben wird. Damit senkrechte Schwingungen des Rahmens unbehindert stattfinden können, ist das Treibzapfenlager mit parallelen ebenen Flächen in einem Schlitz der Treibstange geführt. So ist bei den B-B-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn eine Überhöhung von 75 mm, bei den

1 B-B 1-Lokomotiven der Bernischen Dekretsbahnen, Textabb. 3, sogar eine Überhöhung von 133 mm ausgeführt. Die Schlitzkuppelstange ist aber kinematisch nicht einwandfrei und verhältnismäßig schwer. Das Gleitlager ist schwierig zu unterhalten, da das Öl leicht abfließt, die Gleitflächen leicht verschmutzen und schnell verschleifen.

Abb. 2. 1 B-B 1-Personenzuglokomotive der Gotthardbahn.
Höchstgeschwindigkeit 75 km Std. Maßstab 1:125.

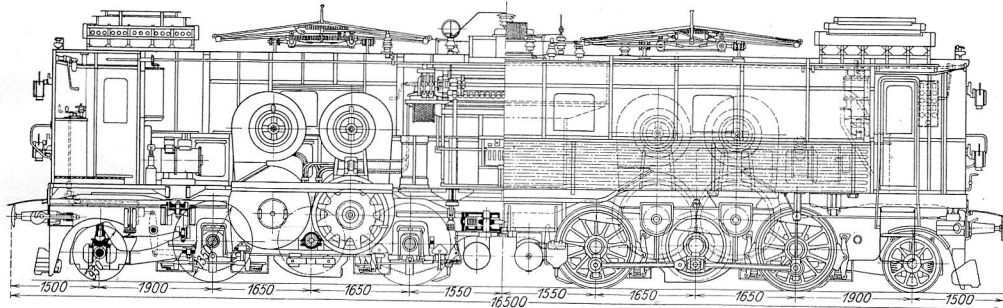


Abb. 3. 1 B-B 1-Lokomotive der Bernischen Dekretsbahnen.
Höchstgeschwindigkeit 60 km/Std. Maßstab 1:150.

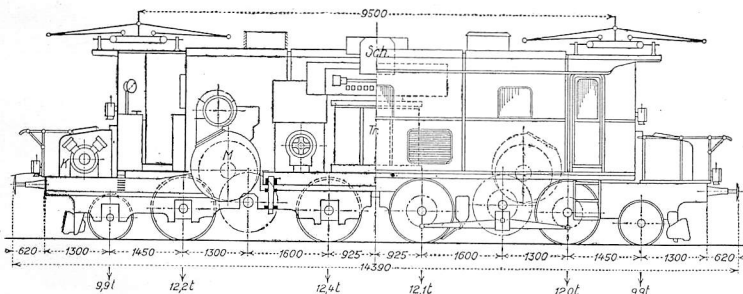


Abb. 4. 1 E 1-Lokomotive der Lötschbergbahn. Höchstgeschwindigkeit 75 km/Std. Maßstab 1:115.

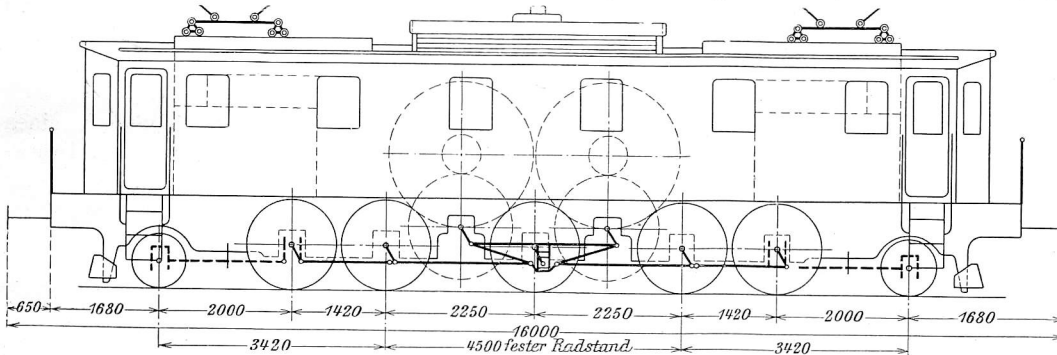
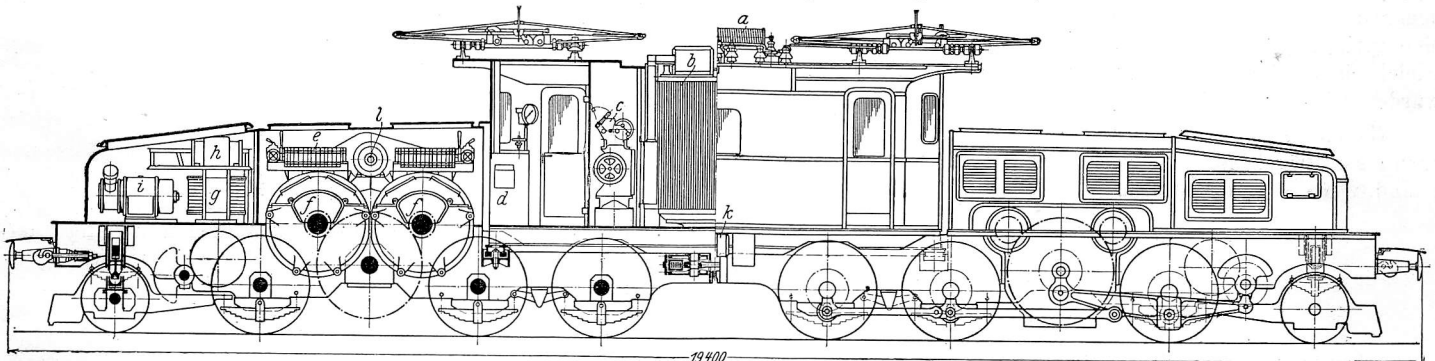


Abb. 5. 1 C-C 1-Güterzuglokomotive der Gotthardbahn. Höchstgeschwindigkeit 65 km/Std. Maßstab 1:103.



der Bauart 1 C-C 1 für die Gotthardbahn dar. Für die Rhätische Bahn ist dann eine ganze Reihe von zehn neuen Lokomotiven der Bauart C-C, Textabb. 6, mit diesem Antrieb versehen worden. Der Antrieb ist sehr einfach und leicht und wird mit verhältnismäßig großen Überhöhungen (bis 265 mm) ausgeführt. Er ist allerdings kinematisch nicht einwandfrei. Die Betriebs-

Hat man es mit zwei getrennten Motoren bzw. Vorgelegen zu tun, so kann man den kinematisch einwandfreien Antrieb durch einen Kuppelrahmen anwenden und hiermit bedeutende Überhöhungen ermöglichen. So besitzt die 1 E 1-Lokomotive der Lötschbergbahn, Textabb. 4, eine Überhöhung um 320 mm; bei italienischen Lokomotiven sind noch größere Überhöhungen

ausgeführt. Hierdurch gewinnt man nicht nur große Freiheit in der Wahl der Durchmesser der Motorgehäuse, sondern auch eine hohe Schwerpunktslage und vorzügliche Zugänglichkeit der Motorlager und der Motoren selber. Allerdings sind die Kuppelrahmen ziemlich schwer. Treibt man, wie in Textabb. 4 und auch sonst üblich, eine Achse durch ein Schlitzlager unmittelbar vom Kuppelrahmen an, so muß man auch die hiermit verbundenen,

vorstehend bereits erwähnten Nachteile in Kauf nehmen. Ferner ist es ein Nachteil, daß mit der Kuppelung zweier Motoren durch ein Getriebe, in welchem nach Größe und Richtung fortgesetzt wechselnde Kräfte auftreten, auch bei peinlichster Einstellung stets die Möglichkeit verschiedenartigster Schwingungen gegeben ist, die zu sehr bedenklichen Erscheinungen führen und nur durch besondere Maßnahmen wenigstens teilweise unschädlich gemacht werden können.

Textabb. 5 zeigt eine Ausführung mit einem Kuppelrahmen, der nur einseitig angetrieben und am anderen Ende lediglich durch eine verhältnismäßig schwache Welle geführt ist. Dieser Antrieb ist von den Schweizerischen

Bundesbahnen bei einer großen Anzahl von Güterzuglokomotiven mit 278,6 mm Überhöhung angewendet worden. Er ist kinematisch ebenfalls einwandfrei, aber schwer und schwierig zu unterhalten.

Im folgenden ist ein Antrieb behandelt, der bei einer C-C Probelokomotive für die Lötschbergbahn im Jahre 1910 erstmalig angewendet wurde. Eine zweite Ausführung stellt eine Probegüterzuglokomotive

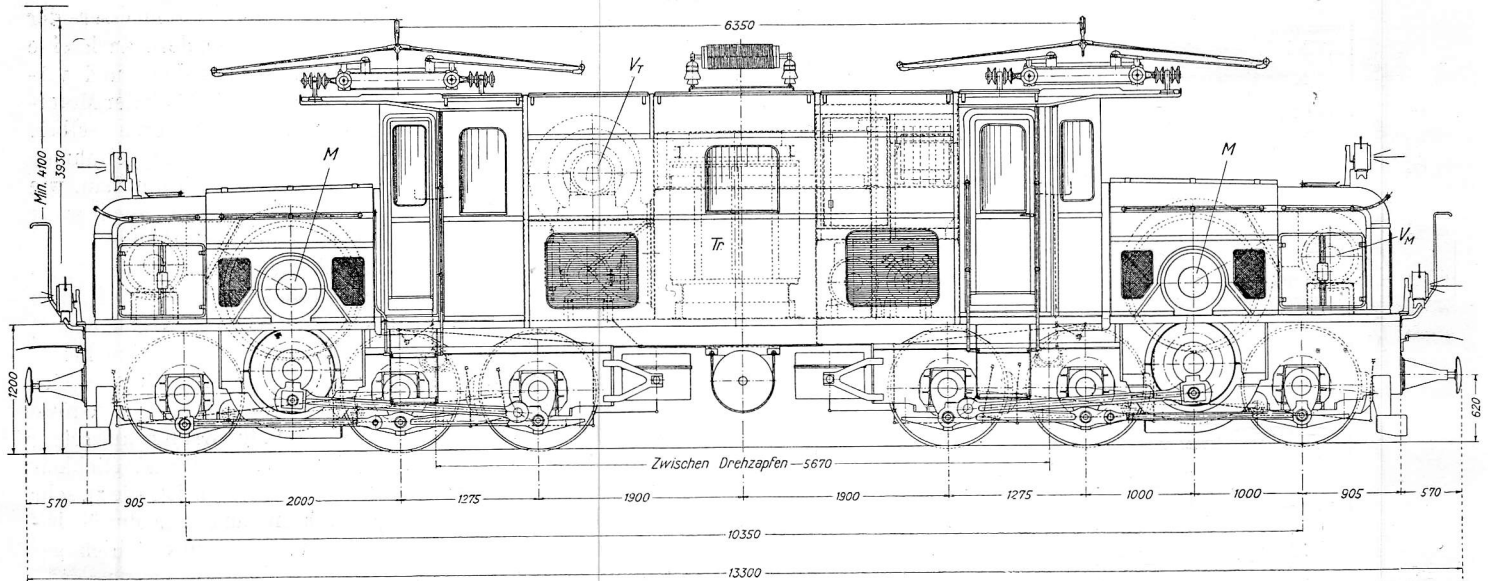
erfahrungen der Schweizerischen Bundesbahnen, der Berner Alpenbahngesellschaft und der Rhätischen Bahn sind aber durchweg sehr gute. Die Deutsche Reichsbahn hat sich daher entschlossen, für die neuen Güterzuglokomotiven der Bauarten 1 B-B 1 und C-C diesen Antrieb allgemein anzuwenden.

Textabb. 7 zeigt schematisch den Antrieb. Hierin sind A und B

die Zapfen an den Treibachsen, C der Zapfen an der Motoren- bzw. Vorgelegewelle. An den Punkt D des starren Kuppeldreiecks A B D ist die schrägliegende Treibstange z angelenkt. Es ist ersichtlich, daß senkrechte Bewegungen der Punkte A, B und C Längenänderungen in der Treibstange z verursachen, die sich in zusätzliche Zug- bzw. Druckkräfte umsetzen. Es

ist nötig, sich über die GröÙe der durch die einzelnen Bewegungen erzeugten Längenänderungen ein genaues Bild zu machen, um die Abmessungen des Getriebes so zu wählen, daß die Gesamtwirkung die beste ist. Bei festliegenden Radständen und gegebener Überhöhung H kann man über die Maße h und x in gewissen Grenzen nach Belieben verfügen.

Abb. 6 C-C-Lokomotive der Rhätischen Bahn. Höchstgeschwindigkeit 45 km/Std. Maßstab 1:70.

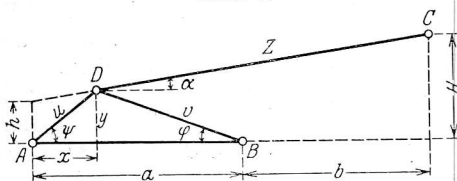


Es sei λ_A die Längenänderung von z, wenn A um das Maß e steigt oder fällt,

λ_B die Längenänderung von z, wenn B um das Maß e steigt oder fällt,

λ_C die Längenänderung von z, wenn C um das Maß e steigt oder fällt.

Abb. 7.



Die Bewegungen des Punktes C werden durch Rahmenschwingungen auf den Achsfedern, die Bewegungen der Punkte A und B durch Springen oder Fallen der Achsen bei Gleisunebenheiten usw. hervorgerufen. Es ist im folgenden angenommen, daß von den beiden Achsen A und B immer nur eine springt, während die andere auf dem Gleis stehen bleibt. Gleichzeitige Bewegungen beider Achsen im gleichen Sinne würden wie eine Federung von C wirken.

Gegenüber den kleinen Beträgen von e, wie sie in einem ordnungsmäßigen Betriebe vorkommen, kann man die Längen u und v als so groß annehmen, daß man setzen kann

$$\lambda_A = e \frac{v}{a} \sin(\varphi + \alpha)$$

$$\lambda_B = e \frac{u}{a} \sin(\psi - \alpha)$$

$$\lambda_C = e \sin \alpha$$

Dabei ist

$$\tan \alpha = \frac{H - h}{a + b}$$

$$y = h + (H - h) \frac{x}{a + b}$$

$$\tan \varphi = \frac{y}{a - x}$$

$$u = \frac{x}{\cos \varphi}$$

$$\tan \psi = \frac{y}{x}$$

$$v = \frac{a - x}{\cos \varphi}$$

Die Längenänderungen λ ergeben in der Stange z, sofern kein Spiel vorhanden ist, eine Spannung

$$\sigma = E \frac{\lambda}{z} \text{ in kg/qcm,}$$

worin E der Elastizitätsmodul ist. Besitzt die Stange einen Querschnitt F in qcm, so ergibt sich eine Zug- bzw. Druckkraft von

$$P = \sigma \cdot F \text{ kg}$$

Die Gleichung $\lambda_C = e \sin \alpha$ kann man schreiben, da

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \cot^2 \alpha}}, \quad \cot \alpha = \frac{a + b}{H - h}$$

$$\lambda_C = e \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{a + b}{H - h}\right)^2}} \dots \dots \dots (I)$$

Bei den ausgeführten Antrieben ist stets $\frac{a + b}{H - h} > 10$

[Ausführungen schwanken zwischen 14 und 30], also

$$\left(\frac{a + b}{H - h}\right)^2 > 100 \quad [196 \div 900]$$

Man kann daher im Nenner unter der Wurzel mit völlig ausreichender Genauigkeit den Wert 1 vernachlässigen gegen $\left(\frac{a + b}{H - h}\right)^2$ und erhält

$$\lambda_C = e \frac{H - h}{a + b} \dots \dots \dots (Ia),$$

also eine lineare Funktion, die durch eine gerade Linie darstellbar ist, wenn man verschiedene Werte von h als Abszissen, die zugehörigen Werte von λ_C als Ordinaten aufträgt. Die gerade Linie ist durch zwei Punkte gegeben, nämlich:

$$\text{für } h = 0: \lambda'_C = e \frac{H}{a+b}$$

$$\text{für } h = H: \lambda''_C = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Ferner ist: } \lambda_B &= e \frac{u}{a} \sin(\psi - \alpha) \\ &= \frac{ex}{a} \cdot \frac{\sin \psi \cos \alpha - \cos \psi \sin \alpha}{\cos \psi} \\ &= \frac{ex}{a} \left[\frac{y}{x} \cos \alpha - \sin \alpha \right] \\ &= e \frac{h}{a} \cos \alpha + e \frac{x}{a} \frac{H-h}{a+b} \cos \alpha - e \frac{x}{a} \sin \alpha \dots (II) \end{aligned}$$

Hierin ist:

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{H-h}{a+b}\right)^2}} \\ \sin \alpha &= \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{a+b}{H-h}\right)^2}} \end{aligned}$$

und unter der Voraussetzung $\frac{a+b}{H-h} > 10$
mit ausreichender Genauigkeit

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= 1 \\ \sin \alpha &= \frac{H-h}{a+b} \\ \lambda_B &= e \frac{h}{a} \dots (IIa) \end{aligned}$$

wieder eine lineare Funktion, unabhängig von x , die sich durch eine gerade Linie darstellen läßt. Man erhält zwei Punkte dieser Linie

$$\text{für } h = 0: \lambda'_B = 0$$

$$\text{für } h = H: \lambda''_B = e \frac{H}{a}$$

Entsprechend ist:

$$\begin{aligned} \lambda_A &= e \frac{v}{a} \sin(\varphi + \alpha) \\ &= \frac{e(a-x)}{a} \cdot \frac{\sin \varphi \cos \alpha + \cos \varphi \sin \alpha}{\cos \varphi} \\ &= e \frac{a-x}{a} \left[\frac{y}{a-x} \cos \alpha + \sin \alpha \right] \\ &= e \frac{a-x}{a} \cdot \left[\frac{h + \frac{H-h}{a+b} x}{a-x} \cos \alpha + \sin \alpha \right] \dots (III) \end{aligned}$$

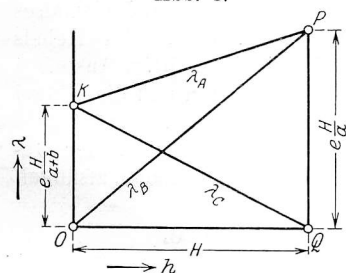
und für $\frac{a+b}{H} > 10$

mit ausreichender Genauigkeit nach mehrfachen Umformungen

$$\lambda_A = e \left[\frac{h}{a} + \frac{H-h}{a+b} \right] = \lambda_B + \lambda_C \dots (IIIa)$$

wiederum eine lineare Funktion unabhängig von x , die sich durch eine gerade Linie darstellen läßt.

Abb. 8.



Schaubild, Textabb. 8, darstellen, wenn man in ein senkrecht koordinatensystem als Abszissen die verschiedenen Werte

Man kann also folgendes feststellen: Die Längenänderungen der Stange z bei Bewegungen der Punkte A, B und C sind von dem Maß x , d. h. der wagerechten Entfernung des Anlenkungspunktes D von A überhaupt unabhängig. Im übrigen lassen sie sich für verschiedene Maße h in einfachster Weise in einem

von h , als Ordinaten die zugehörigen Werte von λ_A , λ_B und λ_C aufträgt. Macht man nämlich

$$OK = e \frac{H}{a+b}$$

$$OQ = H$$

$$QP = e \frac{H}{a}$$

und verbindet O mit P, K mit Q und K mit P, so stellt

KP die Funktion λ_A in Abhängigkeit von h

OP die Funktion λ_B in Abhängigkeit von h

und KQ die Funktion λ_C in Abhängigkeit von h

dar. Die absolut kleinsten Werte für die Längenänderungen, hervorgerufen durch Bewegungen der Punkte A, B und C um den gleichen Betrag e , erhält man also für $h = 0$, wo

$$\begin{aligned} \lambda_B &= 0 \\ \lambda_A &= \lambda_C = e \frac{H}{a+b} \text{ werden.} \end{aligned}$$

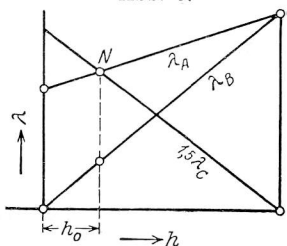
Man erkennt, daß die Längenänderungen um so größer werden, je größer H im Verhältnis zu $a+b$ ist. Für die so errechneten Längenänderungen in der Treibstange z ergibt sich wieder die kleinste spezifische Zug- oder Druckspannung σ für ein möglichst großes z , also $x = 0$, d. h., wenn man die Stange z unmittelbar an A anlenkt. Die Anlenkung in A läßt sich bei einelnigem Triebwerk aber nicht ausführen. Man müßte also in diesem Falle Treib- und Kuppelstangen wie bei Dampflokomotiven in zwei Ebenen legen, wobei sich entweder sehr lange Treib- oder sehr lange Kuppelzapfen ergeben würden.

Im Schaubild Abb. 8 sind nun die Längenänderungen

$$\lambda_A, \lambda_B \text{ und } \lambda_C$$

für das gleiche Maß e dargestellt. Es fragt sich, welche Beträge von e im Betriebe wirklich zu erwarten sind. Die Bewegungen des Punktes C entstehen dadurch, daß der Rahmen entweder als Ganzes senkrechte Schwingungen ausführt oder um eine wagerechte Achse quer zum Gleis pendelt (Nicken). Man muß hier also mit dauernden Bewegungen rechnen, die mit der Größe der Fahrgeschwindigkeit im allgemeinen wachsen und von der Gleislage abhängig sind. Bei den Bewegungen der Punkte A und B sei zunächst noch einmal daran erinnert, daß es sich nur um Bewegungen gegeneinander, nicht um gleichzeitige Bewegungen im selben Sinne handelt. Solche kommen im Betriebe vor beim Befahren von Schienenstößen, da das Ende der Schiene, von welcher das Rad abrollt, infolge der Belastung tiefer steht als dasjenige, auf welches das Rad aufrollt. Es entsteht daher eine Beschleunigung nach oben, welche das Springen der Achse verursacht. Dieses ist um so größer, je schlechter die Schienenstöße unterhalten sind und je größer die Fahrgeschwindigkeit ist. Im allgemeinen handelt es sich jedoch um verhältnismäßig kleinere Werte. Größere Werte kommen vor beim Befahren von Herzstücken, in Weichen und Kreuzungen, besonders aber beim Fahren auf Drehscheiben, die auf dem Königstuhl frei pendeln und erst

Abb. 9.

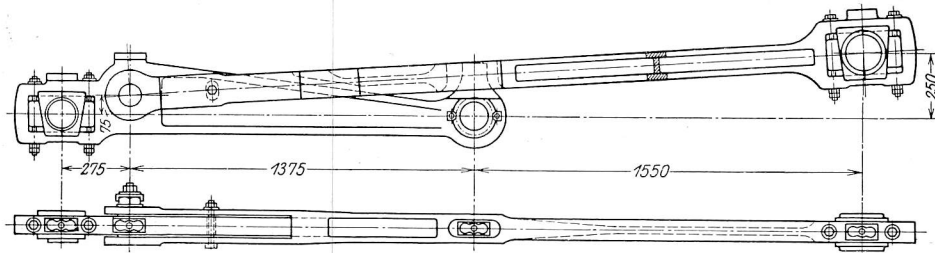


neuen Schaubild, Textabb. 9, die Werte λ_C für ein größeres e , d. h. in einem größeren Maßstabe aufzuzeichnen. Im vor-

beim Befahren auf die Stützsachsen niedergedrückt werden. Dieser Fall kommt aber im Verhältnis zu den fortwährenden Schwingungen des Rahmens auf der Strecke doch sehr selten vor und kann daher nicht dieselbe verschleißende Wirkung auf das Getriebe haben wie diese. Es erscheint daher angemessen, wenn man die günstigsten Abmessungen des Antriebes ermitteln will, in einem

liegenden Falle ist für λ_C ein um die Hälfte größerer Maßstab angenommen als für λ_A und λ_B . Man findet dann im Schnittpunkt N von λ_A und $1,5 \lambda_C$ den günstigsten Wert h_0 für das veränderliche h .

Abb. 10. Stangen der 1 B-B 1-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn. Maßstab 1:30.



Zum Schluss seien noch die für $e = 10$ mm errechneten Werte der Längenänderungen für 4 verschiedene Lokomotiven angeführt, nämlich für die

C - C Lokomotive der Lötschbergbahn,	
1 C - C 1 » » Gotthardbahn,	
C - C » » Rhätischen Bahn und die im	
Bau befindliche	
1 B - B 1 » » Deutschen Reichsbahn	

Lokomotive	a mm	b mm	H mm	y mm	x mm	h mm	λ_A mm	λ_B mm	λ_C mm
C - C Lötschberg	1800	1125	265	70	230	53,4	1,019	0,296	0,723
1 C - C 1 Gotthard	1600	1550	260	160	245	152,1	1,294	0,951	0,343
C - C Rhätische Bahn	1275	1000	215	75	180	63	1,163	0,495	0,668
1 B - B 1 Deutsche Reichsbahn	1650	1510	250	75	275	58,3	0,960	0,354	0,606

Textabb. 10 zeigt noch das Getriebe, wie es für die 1 B-B 1-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn ausgeführt wird. Das Treibzapfenlager ist zweiteilig mit senkrechter Fuge und nachstellbar durch zu beiden Seiten angeordnete Keile. Die beiden Kuppelzapfenlager sind einteilig. Das Lager B ist als ein-

fache, in den Stangenkopf eingeprefste Buchse ausgeführt, das Lager A dagegen ist in wagerechter Richtung durch Doppelkeil verstellbar. Nach dem Aufbringen der Kuppelstange wird zunächst Lager A genau nach dem Achsenstichmaß eingestellt, dann die schräge Treibstange eingehängt und schließlich Lager C ebenfalls genau nach dem Stichmaß eingestellt.

Wegen der dem Getriebe anhaftenden Fehler, die um so störender werden, je schlechter die Gleislage und je größer die Fahrgeschwindigkeit ist, dürfte sich das Getriebe nur für Güterzuglokomotiven mit geringen und mittleren Geschwindigkeiten eignen. Eine Höchstgeschwindigkeit von 65 km/Std. möchte unter mittleren Verhältnissen etwa als obere zulässige Grenze bezeichnet werden.

Zusammenfassung.

Für einen Lokomotivantrieb mittels Kuppelstangen von einer überhöht gelagerten Welle aus auf zwei durch ein starres Dreieck gekuppelte Achsen durch eine an dieses angelenkte schräge Treibstange wird durch Rechnung ermittelt, welche Einwirkungen senkrechte Bewegungen der Vorgelegewelle bzw. der angetriebenen Achsen auf den Antrieb haben. Es wird ein einfaches, übersichtliches Verfahren abgeleitet, um die Größe der in der Schrägstange auftretenden Zerrungen bzw. Stauchungen für verschiedene Lagen des Anlenkungspunktes schnell zu berechnen und hiernach die günstigste Wahl dieses Punktes zu treffen.

Lademaße mit selbsttätiger Auslösevorrichtung.

Von K. Becker, Eisenbahn-Ingenieur in Darmstadt.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1—4 auf Tafel 19.

Das dem Werke für Eisenbahnbedarf von A. Rawie in Osnabrück geschützte*) Lademaß (Abb. 1 und 2, Taf. 19) mit selbsttätiger Auslösevorrichtung besteht aus einem eisernen Gerüste mit beweglichen Flügeln aus Flachisen für das Lademaß 1 oder 2. Die Flügel werden bei Nichtbenutzung gleichlaufend zum Gleise, beim Gebrauche rechtwinkelig zum Gleise gehalten. Für den Gebrauch werden die in der Ruhelage feststehenden Maßflügel durch eine Griffstange selbsttätig ausgelöst und umgelegt. Durch diese Einrichtung sollen Beschädigungen der Flügel und des Gerüsts bei unvorsichtigem Anfahren vermieden werden. Zu diesem Zwecke hat das obere Gelenk (Abb. 3, Taf. 19) außerhalb der Auflagerfläche eine Nase a und zwei Feststellnocken b. Am Gestelle g ist ein Festhaltehebel c mit einem Ausschnitt angebracht, in den die

Nocken b greifen, wenn sich die Maßflügel in Ruhestellung (Abb. 4, Taf. 19) befinden. Hierdurch wird ein unzeitiges Bewegen durch Wind und dergleichen verhindert. Mit der Griffstange d am Hebel kann dieser ausgelöst werden, und die Flügel werden zum Umstellen frei. Der Ausschnitt im Feststellhebel ist unten rechtwinkelig ausgebildet, um die Nocken festzuhalten, und oben abgeschrägt, damit die Nase a hinweggleiten kann.

In der Gebrauchsstellung (Abb. 3, Taf. 19) des Lademaßes greift die Nase a am Gelenk in den Ausschnitt des Hebels und hält die Maßflügel fest. Damit die Nase beim Anstoßen ungehindert aus ihrem Ausschnitte gleiten kann und die Flügel zum Ausweichen frei gibt, ist sie beiderseits abgeschrägt.

Längliche Löcher für die Befestigungsschrauben der Gelenke ermöglichen ein genaues Nachregeln der Lademaßflügel.

* D. R. P. 287 283 und 330 362.

Wanderausstellung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure.

Von Oberregierungsbaurat Angerer, München.

Die bereits in mehreren deutschen Städten gezeigte betriebstechnische Wanderausstellung war vom 15. März bis 2. April 1923 in Räumen der technischen Hochschule in München auf-

gebaut. Die Ausstellung verfolgt den Zweck, die Ziele und die bisherigen Erfolge der wissenschaftlichen Betriebsführung bei der wirtschaftlichen Leitung von industriellen Anlagen,

insbesondere solchen der Maschinenindustrie, aufzuzeigen und damit der örtlichen Industrie Anregungen zur Vervollkommnung der Betriebsführung zu geben.

Auch das Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern, hat die Ausstellung beschickt und die hauptsächlichsten Bestrebungen auf dem Gebiete des Werkstattwesens der deutschen Reichsbahn und der psychotechnischen Eignungsprüfung der Handwerkslehrlinge zur Darstellung gebracht.

In der Abteilung Werkstattwesens der Deutschen Reichsbahn kamen zur Darstellung: die Einzelheiten des Gedingeverfahrens, die Neuordnung der Hauptwerkstätten, das Fristwesen, das Förderwesen in vorhandenen und in neuen Werkstätten, die Wärmewirtschaft in Dampferzeugung und Dampfverwendung, Abwärmanlagen, die Brennstoffersparnis im Schmiedebetrieb usw. .

Das Gedingeverfahren war durch das vom Reichsverkehrsministerium genehmigte Merkbuch, durch Vordrucke für die technische und rechnerische Durchführung und durch Schaubilder über Werkstättenleistungen dargelegt. Als Beispiel der Werkneuordnung war eine bildliche Darstellung der Gliederung der Hauptwerkstätte Ingolstadt ausgestellt, aus der auch die mannigfaltigen Beziehungen der einzelnen Werkabteilungen zu ersehen waren. Das Fristwesen wurde in sehr instruktiven Schaubildern nach der grundlegenden Seite vorgeführt und mit den für den praktischen Gebrauch bestimmten Darstellungen des Arbeitsplanes mehrerer Lokomotiven belegt. Bisherige Erfolge und das Endziel veranschaulichten die Tafeln. Die zweckmäßige Gruppierung der Werkstättenunterabteilungen zur Erzielung günstiger Ergebnisse im Förderwesen wurde an mehreren Plänen alter, umgebauter und neu zu errichtender Werkstätten dargelegt. Für die Erfolge in der Wärmewirtschaft zeugten das Fernheizwerk München Hbf., die Abdampfverwertungsanlage und die Schmiedeanlage der Hauptwerkstätte München, die Kesselauswaschanlage und die Sandtrochananlage der Betriebswerkstätte München I u. a.

Unter den Fortschritten in der wirtschaftlichen Fertigung wurden gezeigt: das Genauigkeitsverfahren für Lager und Kreuzköpfe, die Stehbolzenherstellung, das Verschleißsen hohler Stehbolzen durch Preßluftstemmer, das Einschweißen kupferner Flecke jeglicher Art in die Feuerbüchswände und das Schweißen einer vollständigen neuen kupfernen Feuerbüchse unter Fortfall jeder Nietverbindung, das elektrische Kaltschweißverfahren für gebrochene Gußstücke und die sonstigen elektrischen Schweißverfahren.

Weiter waren Bohrfutter für gebrochene Spiralbohrer, Stahlhalter und dergl. ausgestellt.

Die psychotechnische Ausstellung enthielt alle für die Auswahl der Lehrlinge angewandten Prüfungsarten, ihre unmittelbaren Ergebnisse und die Verwertung in der praktischen Ausbildung der Lehrlinge. Zusammen mit der gleichartigen Ausstellung der Süddeutschen Bremsen-A.G. und anderer Firmen, sowie des einschlägigen Schrifttums bot dieser Teil der Aus-

stellung einen guten Überblick über dieses neuzeitliche und noch viel versprechende Sondergebiet.

Aus der reichen Fülle des sonst Gebotenen sei als für das Werkstattwesen der Deutschen Reichsbahn verwertbar hervorgehoben:

Die Süddeutsche Bremsen-A. G. zeigte ein großes Modell eines Wagenuntergestelles mit Kunze-Knorr-Bremseinrichtung und einen Prüfstand für diese Bremse.

Von neuartigen Werkzeugen seien erwähnt, Schiebelehren von Deckel-München, Parallelreißer mit auf Null einstellbarem Stahlmeißelband von Krupp, Schraubstöcke zum sichern und dabei schonlichen Einspannen von Werkstücken jeder Form ohne Zuhilfenahme von besonderen Futter und Beilagen. Zur Prüfung der gewindeschneidenden Werkzeuge und der Bohrer dienen die Erzeugnisse der Fa. Karl Zeiss, Jena, die für das wichtige Bauelement der Lokkessel, die Stehbolzen, in Frage kommen. Die Vorteile der Kugellager sind in sinnfälligen Vorrichtungen dargestellt.

Ein zweckmäßiger Werkstatt-Innenförderwagen »Schildkröte« ist von Wagner, Reutlingen, ausgestellt. Fahrgestell und Fördergutbehälter lassen sich auf einfache Weise trennen und unabhängig voneinander verwenden.

Rechenmaschinen und Arbeitermarkenuhren zur raschen Lohnfeststellung zeigen die hier zu erzielenden Vereinfachungen.

Besondere Vertretung fanden auch die Bestrebungen zur Aufstellung von »Werkzeugmaschinenkarten«, die die Grundlage für die wirtschaftliche Verteilung der aufkommenden Arbeiten je nach ihrer Art auf die hierfür geeignetste Werkzeugmaschine bilden und, was ebenso wichtig ist, die für beide Teile, Werkleitung und Arbeiterschaft, gerechte, unanfechtbare Bemessung der Stückzeit ermöglichen.

Im ganzen zeigte die Ausstellung deutlich, wie die technische Wissenschaft, die sich früher in vielen Betrieben mehr auf die konstruktive Gestaltung der Kraft- und Arbeitsmaschinen aller Art beschränkt hatte, nunmehr schon tief in die werkstattmäßige Ausführung eingedrungen ist und wie sich beide Zweige der technischen Wissenschaft nunmehr die Hand reichen, um, wenn auch mit einem höheren Aufwand an wissenschaftlicher Arbeitsverbreitung, die Herstellung der Erzeugnisse rascher, billiger und doch noch vollkommener zu ermöglichen.

Vergleicht man schließlich das Gebotene mit dem, was in den Werkstätten der Deutschen Reichsbahn schon durchgeführt oder im Werden ist, und was als Ziel vorschwebt, so kann man mit Befriedigung feststellen, daß unter der zielbewußten Werkleitung in den einzelnen Werkstätten der Geist neuzeitlicher Betriebsführung Eingang gefunden hat und daß besonders unter Berücksichtigung der vielfach schwierigeren Verhältnisse der Ausbesserungsbetriebe gegenüber den Betrieben für Neuherstellung die Grundsätze der wissenschaftlichen Betriebsführung nicht weniger kräftig und nachhaltig zur Geltung kommen als in der Industrie.

Nachruf.

R. Ulbricht †.

Am 13. Januar dieses Jahres starb der ehemalige Präsident der Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen, Geheimrat Professor Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Richard Ulbricht*), über dessen Lebenslauf und hohe Verdienste wir gelegentlich seines Übertrittes in den Ruhestand ausführlich berichteten**). Neben seiner dienstlichen Tätigkeit hat Ulbricht an den Arbeiten wissenschaftlich-technischer Vereine

den regsten Anteil genommen; seine klaren Ausführungen, sein reifes Urteil und seine reichen Kenntnisse verschafften seiner Stimme immer ausreichendes Gehör. Er genoß den Ruf eines wohlwollenden Vorgesetzten, unter dem und mit dem es sich vortrefflich arbeiten ließ; durch seinen lautereren Charakter, seine vornehme Denkweise und sein liebenswürdiges Wesen hat er sich viele Freunde erworben. Die deutsche Technik hat in Ulbricht einen vom Vertrauen seiner Fachgenossen getragenen Führer, einen Pionier auf verschiedenen, scheinbar weit voneinander abliegenden Gebieten und einen geistreichen Forscher verloren. —k.

*) Elektrotechnische Zeitschrift vom 8. Februar 1923, S. 139.

**) Organ 1919, S. 283.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Französische Kongobahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1923 I, Band 81, Heft 5, 3. Februar, S. 58.)

Die 580 km lange französische Kongobahn von Pointe Noire an der Küste über Minduli nach Brazzaville am Kongo, deren Bau schon vor dem Kriege beschlossen war, wird nunmehr von beiden Endpunkten aus in Angriff genommen. Zwischen Minduli und Brazzaville folgt sie dem Zuge der 150 km langen schmalspurigen Kleinbahn zur Ausbeutung der Kupfergruben bei Minduli. Sie hat 1 m Spur, 200 m kleinsten Bogenhalbmesser und 15‰ steilste Neigung. Nach Fertigstellung der Katangabahn*) bis Leopoldville wird die französische Kongobahn deren Endstück bis zur Küste bilden. In Pointe Noire soll ein Hafen für 200 000 t jährlichen Umschlag hergestellt werden.

B-s.

Die Kohle im Schulunterricht.

Der Reichskohlenrat hat unlängst 1,5 Millionen M für die ausgedehnteste Verbreitung von Kenntnissen über die wirtschaftlich günstigste Ausnutzung der Heizstoffe bewilligt, hauptsächlich auch um den Schul- und Fachschulunterricht in wärmewirtschaftlicher Hinsicht zu verbessern. Mit Vertretern der zuständigen Reichs- und Landesministerien, der Landeskohlenstellen, der heiztechnischen Berufe und der Hausfrauenverbände hat der Sonderausschuß für Hausbrandfragen die Haupttrichtlinien hierfür festgelegt und in einer besondern Niederschrift zusammengestellt. Diese übersichtliche, durch einen Schrifttumsnachweis und eine Zusammenstellung des Aufbaues der heiztechnischen Berufsverbände vervollständigte Niederschrift wird allen auf diesem Gebiete tätigen Körperschaften, besonders den Vereinigungen der Lehrer und Lehrerinnen, auf Wunsch von der

*) Organ 1920, S. 256; Schweizerische Bauzeitung 1922 I, Band 79, Heft 21, 27. Mai, S. 272; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1922, 62. Jahrgang, Heft 15, 20. April, S. 309.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Abtsche Klappbrücke der Wabash-Bahn über den Roten Fluß zu Detroit.

(Schweizerische Bauzeitung 1923 I, Band 81, Heft 8, 24. Februar, S. 98, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 12 und 13 auf Tafel 19.

Die Quelle enthält weitere Angaben über die früher*) beschriebene Abtsche Klappbrücke (Abb. 13 und 14, Taf. 19) der Wabash-Bahn über den Roten Fluß zu Detroit in Michigan. Die Stäbe 1, 2

*) Organ 1923, S. 37.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Anlagen zum Bekohlen und zum Verladen von Asche der London- und Nordwest-Bahn in Crewe.

(Engineering 1922 II, Band 114, 27. Oktober, S. 511, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel 18.

Die vor einiger Zeit in Betrieb genommene, von der Mitchell-Conveyor and Transporter Co. in London entworfene und gebaute Lokomotiv-Bekohlanlage (Abb. 1 bis 3, Taf. 18) der London und Nordwest-Bahn in Crewe mit rechtlich geschützten Einrichtungen besteht aus einem hochgestelltem Kohlenbehälter aus Eisenbeton, aus dem die Kohlen den Lokomotiven durch Schüttrinnen zugeführt werden, und einer Vorrichtung, um die Kohlen durch Hochheben und Kippen der Wagen in den Behälter zu entleeren. Die Kippvorrichtung besteht aus einer Bühne zur Aufnahme eines Kohlenwagens, die in einem Turm gehoben und mit dem Wagen in der erforderlichen Höhe gekippt wird, um die Kohle in den Behälter zu stürzen. Die Bühne wird durch Seile, die über Trommeln in dem auf dem Turm befindlichen Maschinenraum gehen, gehoben. Der Behälter für 250 t, dessen hintere Mauer auch das eiserne Bauwerk des Aufzugs trägt, hat Entladeöffnungen an 2 Gleisen. Es ist innen 10,36 m lang und 5,94 m breit. Seine 10,36 m lange, 3,05 m breite obere Öffnung liegt 11,82 m über Schienenoberkante. Jede Entladeöffnung hat eine untere Klappe, Meßkammer und Rutsche. Zum Beladen von Tenderlokomotiven ist eine ausziehbare Rutsche vorgesehen. Diese und die Klappen werden von Bühnen aus mit Hand bedient.

Geschäftsleitung der technisch-wirtschaftlichen Sachverständigenausschüsse des Reichskohlenrats, Berlin W. 62, Wichmannstraße 19 kostenlos zugestellt.

B-s.

Die Weltvorräte an Kohlen und Eisenerz.

(Glaser's Annalen 1923 I, Band 92, Heft 1, 1. Januar, S. 18;

Dr.-Ing. H. E. Böker, Glückauf 1922, Heft 16 und 17.)

Die nachstehende Zusammenstellung enthält die Vorräte der einzelnen Erdteile an Kohlen und Eisenerz nach einem Werke der geologischen Landesanstalt zu Washington.

Erdteil	Steinkohle		Braunkohle		Stein- und Braunkohle		Eisen in Erz	
	1000 Mill. t	‰	1000 Mill. t	‰	1000 Mill. t	‰	M. ll. t	‰
Europa . . .	747,5	16,99	36,7	1,22	784,2	10,6	16818	26,56
Nord- u. Mittel-								
Amerika . .	2261,5	51,4	2811,9	93,8	5073,4	68,58	42828	67,63
Südamerika . .	32,1	0,73	—	—	32,1	0,43	3057	4,83
Asien . . .	1168	26,55	112,9	3,77	1281	17,32	439	0,69
Ozeanien . .	133,8	3,04	35,1	1,17	168,9	2,28	111	0,17
Afrika . . .	56,8	1,29	1	0,03	57,8	0,78	75	0,12
Welt . . .	4399,8	100	2997,8	100	7397,6	100	63328	100

In dem amerikanischen Werke sind auch die Wasserkräfte*) der einzelnen Erdteile angegeben.

B-s.

*) Organ 1923, S. 57.

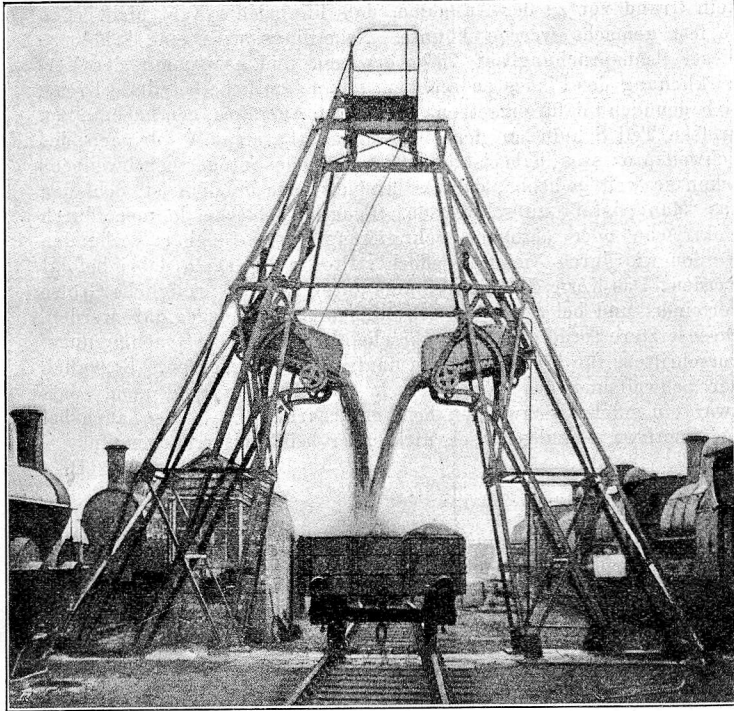
und 3 bilden das feste Gerüst mit den Drehpunkten A der Brücke und B des Gegengewichts G. Der Antrieb erfolgt vom Punkte C aus, der sich mit dem Antriebswagen W längs der zu den Punkten A und B symmetrisch liegenden Zahnstange gegen den Eckpunkt D zu bewegt. Die Stäbe 4 und 5 sind gleich lang, ebenso die Abstände 6 und 7 ihrer Angriffspunkte von den betreffenden Drehpunkten; die Drehung des Gegengewichts ist somit immer gleich der der Brücke, wodurch Gleichgewicht in jeder Lage der Brücke erreicht wird. Zum Antriebe dienen zwei Wechselstrom-Motoren für je 100 PS und ein Gasolin-Motor als Bereitschaft.

B-s.

Die Bühne kann 1,8 bis 2,7 m hohe Wagen von 12 t Fassungsvermögen aufnehmen. Sie hat zur Sicherung beim Kippen, das um eine zur Längsrichtung des Wagens parallelen Achse erfolgt, eine Stützeinrichtung längs einer Seitenwand, vier Sperrböcke und Sicherungshaken zur Sicherung gegen Abrollen des Wagens. Beide Einrichtungen kommen selbsttätig zur Wirkung, sobald die Bühne gehoben wird. Die den Wagen während des Kippens tragende Stütze ist mit Holz und Hanfseil bekleidet. Sobald sich die Bühne zu heben beginnt, rückt ein Getriebe an jedem Ende die Stütze vor, und drückt sie gegen die Seite des Wagens, wo sie sich verriegelt. Die das Abrollen des Wagens verhindernden Sperrböcke sind je an einem Winkelhebel, dessen Drehpunkt sich neben der Schiene befindet, befestigt. Wenn das untere Ende des Hebels durch Heben der Bühne frei wird, wird der obere Arm durch eine Feder nach der Schiene gezogen, so daß der Sperrbock auf diese zu liegen kommt. Auch gegen die Achsen des Wagens legen sich selbsttätig beim Anheben hakenförmige Organe an. Die Bühne wird durch zwei Stahldrahtseile gehoben, die von den Windentrommeln im oberen Windenhaus über Führungsrollen nach abwärts über Rollen an der Unterseite der Bühne und wieder aufwärts nach einem Punkte nahe der Oberkante des Kohlenbehälters gehen, wo die Enden befestigt sind. An einer Seite hat der Korb zwei Sätze kleiner bis zum Kippunkte des Wagens in lotrechten Führungen aus Eisen laufender Rollen. In dieser Höhe wird das obere Rollenpaar auf einem gebogenen Wege geführt,

das untere von den lotrechten Führungen abgehoben. Bei weiterem Einziehen des Seiles kippt die Bühne, bis die Gabeln an den oberen Ecken des Bühnengerüsts zwei Rollen auf der hinteren Mauer des Kohlenbehälters berühren. Die weitere Hubbewegung dreht die Bühne mit dem Wagen auf diesen Rollen in die Kippstellung (Abb. 2, Taf. 18). Quer über der oberen Öffnung des Kohlenbehälters liegt wagrecht ein starker Tragbalken, einerseits mit Ketten, andererseits an Drahtseilen befestigt, welche letztere über Rollen am Turm zu Gegengewichten führen. Der Tragbalken bewegt sich, nach festem Halbmesser um den Punkt, um den sich der Wagen beim Kippen dreht, wobei die Gegengewichte in die Höhe gehen. Der Ausgleich ist so

Abb. 1. Anlage zum Verladen von Asche.



bemessen, daß die Bühne in der Kippstellung gehalten wird und daß sie in die Ruhestellung zurückkehrt, sobald die Aufzugseile nachgelassen werden. Beim Zurückkehren fangen sich die unteren Führungsrollen der Bühne in Gabeln, die sie in die lotrechten Führungen zum Senken leiten. Für die Hubbewegung sind zwei durch einen Motor von 25 PS angetriebene Winden vorhanden. Die von den Windentrommeln ablaufenden Seilenden führen zu Gegengewichten in Flaschenzuganordnung. Diese sind so bemessen, daß der Motor nur ungefähr das halbe Gewicht der Kohlen zu bewältigen hat, der Stromverbrauch ist daher verhältnismäßig gering. Ein ganzer Entladevorgang kann in 3 Minuten ausgeführt werden, davon entfallen auf das Heben etwa 62, Kippen 28, Aufrichten 28, Senken 62 Sekunden. Rechnet man für Auf- und Abfahrt des Wagens 2 Minuten, so wird der ganze Vorgang in ungefähr 5 Minuten vollendet, stündlich können demnach 12 Wagen entladen werden. Der ganze Arbeitsvorgang vollzieht sich selbsttätig. Der Aufzug wird durch einen Mann mit einem Steuerschalter bedient, Grenzscharter verhüten eine zu weitgehende Bewegung. Das Bekohlen der Lokomotiven besorgt ein zweiter Mann. Stündlich können bis zu 60 Lokomotiven bekohlt werden. Der Aufzugwärter kann für die Nacht genügend Kohlen im Behälter sammeln, so daß während der Nacht nur der Mann für das Bekohlen Dienst zu tun braucht.

Nicht weit von der Bekohlungsanlage befindet sich eine ebenfalls von der Mitchell Conveyor and Transporter Co. gelieferte Anlage zum Verladen von Asche (Textabb. 1). Diese besteht aus zwei voneinander unabhängigen Aschenaufzügen mit je einem aus einer unterirdischen Grube durch Seil elektrisch gehobenen Kübel. Die Kübel haben kleine Rollen, die auf Führungen laufen, die so geformt sind, daß bei einer gewissen Stufe des Hubes die Vorderräder des Kübels vorwärts laufen, während der hintere Teil weiter gehoben wird, so daß der Inhalt gekippt wird. Jeder Kübel hebt ungefähr

0,5 t Asche auf 6,7 m Höhe von einer Grube unter dem Lokomotivgleise und kippt sie in einen Wagen auf einem durch das Bauwerk der Aufzüge überspannten Gleise. Von der Lokomotive fällt die Asche unmittelbar durch einen Trichter im Gleise in den Kübel. Der Wärter bewegt einen Steuerhebel auf die vorderen Einschnitte, worauf der Kübel gehoben und gekippt wird. Ein Grenzscharter bringt den Kübel zur Ruhe, worauf die Umsteuerung des Steuerschalters den Kübel wieder nach dem Boden senkt, wo wieder ein Grenzscharter die Bewegung an der richtigen Stelle aufhält. Das Heben und Senken dauert ungefähr je 50 Sekunden. B—s.

Schwellentränke der Neuyork-, Neuhausen- und Hartford-Bahn in Cedar Hill.

(Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 26, 23. Dezember, S. 1179, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 und 5 auf Tafel 18.

Die kürzlich in Betrieb genommene Schwellentränke (Abb. 4, Taf. 18) für 1500 000 Schwellen jährlich liegt am nördlichen Ende des Verschiebehofes Cedar Hill*) bei Neuhausen in Connecticut und ist mit den Einfahr-, Richtungs- und Ausfahr-Gleisen an diesem Ende verbunden. Die Anlage besteht aus einem Tränkhause, einem Kessel- und Maschinen-Hause, einem Dienstgebäude, Vorratsbehältern, einem Schwellenlager, einem Dechselmaschinengebäude und einem Netze von Schmalspurgleisen, auf denen eine elektrische Grubenlokomotive arbeitet. Die Anlage mit Schwellenlager nimmt ungefähr 19 ha ein. Diese Fläche grenzt an den Quinnipiac-Fluss und an die Einfahrtgleise der Air Line und die Ausfahrtgleise für nördliche Richtung des Verschiebehofes Cedar Hill.

Die Tränkung erfolgt nach dem verbesserten Lowry-Verfahren. Dieses unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Lowry-Verfahren dadurch, daß das Öl nach Vollendung der Druckfrist nicht in einen unterirdischen Behälter läuft und dann der Unterdruck hergestellt wird, sondern daß das Öl unmittelbar aus dem Tränkkessel nach den Ladebehältern gepumpt und zugleich ein Unterdruck hergestellt wird. Nach diesem Verfahren wird ein Unterdruck von 380 mm in ungefähr 5 Min., von 570 mm in 10 Min. erreicht. Gewöhnlich werden 12 at Arbeitsdruck bei 80° C und ein folgender Unterdruck von 670 mm verwendet. Eine 2,6 m lange Schwelle von 15×20 cm Querschnitt behält durchschnittlich 11 l, eine ebenso lange von 18×23 cm 16 l Öl.

Das Schwellenlager hat neun Regel- und acht Schmalspur-Stumpfgleise von durchschnittlich ungefähr 700 m Länge, die abwechselnd in 18,29 m Mittenabstand verlegt sind. Die Regelspurgleise sind an einem Ende durch eine Weichenstraße mit den Zu- und Einfahrts-Gleisen und den Ausfahrtsgleisen von den Ladestellen verbunden. Ein Gleis mit 610 mm Spur kreuzt den Bahnhof unter 45° ungefähr in der Mitte und verbindet alle schmalspurigen Bahnhofsgleise. Fahrten nach und von dem Tränkhause unmittelbar von Eisenbahnwagen oder dem Schwellenlager oder über das Dechsel- und Bohr-Werk können leicht ausgeführt werden. Zu diesem Zwecke ist das kreuzende Verbindungsgleis an die beiden Haupt-Zufahrtsgleise nach und von dem Tränkhause angeschlossen, das mit einer Gruppe von sechs schmalspurigen Aufstellgleisen für gedeckelte, zum Tränken bereite Schwellen, den Gleisen des Dechselwerkes und zwei Gruppen von drei Ladegleisen in 3,35 m Mittenabstand für getränkte Schwellen verbunden ist. Das Dechselwerk besteht aus vier Einheiten zum Dechseln, Bohren und Brennen, die je von einem Gleise auf der Zu- und Abgangs-Seite bedient werden, die Gleise sind so geneigt, daß die Schwellenwagen durch Schwerkraft bewegt werden können, und so lang, daß jedes zwei Züge von Schwellenwagen aufnehmen kann. Eine der beiden Gruppen von drei Ladegleisen liegt auf einer Laderampe in Höhe der Türen der Eisenbahnwagen, die andere in Schienenhöhe neben Lokomotivkran-Gleisen, gegenwärtig wird ein Kran für 18 t zum Verladen von Schwellen in offene Wagen verwendet. Alle Schmalspurgleise haben eine Oberleitung mit Kettenaufhängung, die eine elektrische Lokomotive zum Bewegen der Schwellenwagen mit Strom versorgt.

Das 53,24 m lange, 9,45 m breite Tränkhause (Abb. 5, Taf. 18) hat Backsteinmauern auf Gründungen aus Grobmörtel, eiserne Klappenfenster, eiserne Dachbinder und Wellblechdeckung mit Ausnahme eines 5,79×18,9 m großen Anbaues für einen Stromerzeuger mit gesandtem Teerdache auf Zementziegeln. Es hat einen Dachaufbau, die Höhe bis zur Traufe ist ungefähr 4 m. Der turmartige mittlere

*) Organ 1921, S. 97.

Teil mit den Ladebehältern ist $9,45 \times 10,97$ m groß, 11,28 m bis zur Traufe hoch. Die Backsteinmauern haben Wandpfeiler in ungefähr 5 m Teilung und zwischen diesen eine Reihe großer eiserner Fenster mit zwei weiteren, oberen Fensterreihen im turmartigen Teile. Die beiden 2,13 m weiten, 45,72 m langen Tränkkessel fassen 18 Schwellenwagen mit 2,4 m, 17 mit 2,6 m langen Schwellen. Die Heizeinrichtung besteht aus Rohrleitungen, in denen der Dampf von einem mittlern Gufsstücke nach beiden Richtungen und zurück strömt. Jede Rohrleitung besteht aus einem innern 19 mm weiten und einem äußern 51 mm weiten Rohre. Der Dampf strömt vom mittlern Gufsstücke durch das innere Rohr nach dem andern Ende und durch das äußere nach einer besondern Kammer im mittlern Gufsstücke zurück. Die Einrichtung ist mit durchlöchernten Platten bedeckt. Die Türen werden von einem Manne durch einen Hebel gesteuert, sie können mit geringer Kraft aufgerichtet oder für die Bewegung von Schwellenwagen niedergelegt werden. Sie sind durch Gegengewichte vollständig ausgeglichen. In einer Grube in der Mitte des Gebäudes sind die Pumpen für die Ladung und ein großer Teil der Rohrleitung untergebracht. Die Luftpumpen sind in Fußbodenhöhe aufgestellt. Nahe der Mitte steht eine Zeigertafel, darunter sind die Steuerventile angeordnet. Für jeden der beiden Ladebehälter ist ein großer Ladungs-Zeiger auf der Zeigertafel angebracht. Die Zeiger stehen mit einem Schwimmer in Verbindung. Die 4,88 m weiten, 7,62 m hohen Ladebehälter fassen je 168 cbm. Außerhalb des Gebäudes stehen vier $9,14 \times 9,14$ m große Vorratsbehälter für je 680 cbm, zwei weitere sind für später vorgesehen. Ferner soll ein Haupt-Vorratsbehälter für 2040 cbm errichtet werden. Die äußern Behälter sind zur Heizung mit Frisch- und Abdampf mit dem Kesselhause verbunden. Die Behälter, aus denen ständig Öl zum Gebrauche abgezogen wird, werden auf etwa 50°C gehalten. Ein besonderes Pumpenhaus pumpt Öl aus einem $1,52 \times 30,48$ m großen Aufnahmebehälter in einer Grube aus Grobmörtel unter einem

Nebengleise nach den Vorratsbehältern und setzt die Bestandteile im Mischbehälter in Umlauf. Die Einrichtung besteht aus einer Dampfmaschine und einer elektrischen Schleuderpumpe, von denen eine in Bereitschaft gehalten wird. B-s.

Schweißen von Feuerbüchsenblechen.

(Railway Age 1920, Juni, Band 68, Nr. 23, S. 1581.)

In der „Master Boiler Maker's Convention“ gab Prof. Kinsey einen Überblick über den gegenwärtigen Stand des autogenen Schweißverfahrens und seine Bedeutung für den Kesselbau:

Für feuergeschweißte Nähte ist eine Beanspruchung von 52% der Materialfestigkeit gestattet, und obgleich das autogene Schweißverfahren in dieser Richtung noch nicht untersucht ist, so liegt doch kein Grund vor zu der Annahme, daß hierbei die Naht nicht eben so fest gemacht werden könnte. Neuerdings wird eine Erhöhung dieser Beanspruchung auf 75% erwogen und es ist mit der Verwirklichung des Planes zu rechnen, wenn sämtliche beteiligte Kreise sich genügend dafür einsetzen. Schlechte Ausführungen haben einen großen Teil Schuld an dem bisherigen langsamen Vordringen des Schweißprozesses; dabei ist die Entwicklung des autogenen Schweißens schon so weit gediehen, daß es beispielsweise möglich ist, Schienen aus Manganstahl zu schweißen. Feuerbüchsenbleche können durch elektrische oder autogene Schweißung ebenso sicher verbunden werden wie durch Nieten. Jedoch sollten zwei Regeln dabei befolgt werden: Das Korn des Metalls muß unter seine ursprüngliche Größe verfeinert und bei Stahl die Schweißnaht noch ausgeglüht werden. Diese letztere Forderung wird wahrscheinlich auch in die Genehmigungsvorschriften für Schweißungen aufgenommen werden. Bezüglich der Schweißung der Rohrenden in den Kesseln fand man, daß zwar ein solches Schweißen bei Feuerrohrkesseln — also auch bei Lokomotiven — zulässig sei, nicht aber bei Wasserrohrkesseln.

R. D.

Maschinen und Wagen.

Verbesserungen im Lokomotivbau.

(Railway Age 1921, Mai, Band 70, Nr. 21, S. 1227, mit Abbildungen.)

Bis vor 15 Jahren war eine Vergrößerung der Lokomotivleistung nur möglich durch eine Vergrößerung der ganzen Lokomotive. Als die Menschenkraft zum Beschießen des Rostes nicht mehr genügte, mußte hierbei ein Stillstand eintreten, wenn nicht auf andere Weise eine weitere Leistungsvergrößerung zu erreichen war. Es wurden dazu im Lauf der letzten Jahre sieben Neuerungen eingeführt: Feuerbüchse, Überhitzer, Speisewasservorwärmer, Hilfstriebgestell^{*)}, selbsttätiger Rostbeschicker, Ausführung der hin- und hergehenden Teile aus hochwertigem Stahl und schließlich noch die Verbesserungen der Luftdruckbremse.

Das Feuerbüchse unterstützt die Verbrennung und verlängert die Lebensdauer der Feuerbüchse. Über 43000 Lokomotiven sind z. Zt. mit dem Feuerbüchse ausgerüstet, das wegen seines bequemen Einbaus auch für alle älteren Lokomotiven zu empfehlen ist.

Die bedeutendste Vergrößerung der Lokomotivleistung ergab der Einbau des Überhitzers. Seit 1910 wurden in Amerika über 33000 Überhitzer in alte und neue Lokomotiven eingebaut und es mußte als finanzieller Irrtum bezeichnet werden, wenn man heute noch Lokomotiven ohne Überhitzer bauen wollte.

Der Speisewasservorwärmer macht auch solche Wärmemengen noch für die Dampferzeugung nutzbar, die sonst unbenutzt entweichen würden. In Europa sind schon tausende von Vorwärmern in Gebrauch, in Amerika haben sich seit über 4 Jahren solche bewährt, die das Wasser von 40 bis 50 auf 230 bis 250 $^\circ\text{C}$ bringen, wobei etwa 15% des Auspuffdampfes niedergeschlagen und entölt werden. Der Hauptvorteil liegt hier im Wegfallen des oftmaligen Wasserfassens.

Das Hilfstriebgestell wirkt beim Ingangsetzen des Zuges sowie beim Befahren von Steigungen auf die Schleppachsen der 2 C1-, 1 D1- und 2 D1-Lokomotiven und macht damit den in Amerika besonders hohen Schienenruck dieser Achsen für die Zugkraft nutzbar. Bei Schnellfahrten auf Flachlandstrecken ist es ausgeschaltet. Auf diese Weise ist der Zylinderinhalt stets der Zugkraft und der Kesselleistung angepaßt und es werden unwirtschaftliche Zylinderfüllungen vermieden. Mit einer 2 C1-Lokomotive konnte bei Verwendung des Hilfstriebgestells ein um etwa 20% schwererer Zug gefahren werden.

Der selbsttätige Rostbeschicker ersetzt die physische Kraft des Heizers durch die Dampfkraft. Die Einrichtung ist so entwicklungs-

^{*)} Organ 1922, S. 14 und 214, Booster.

fähig, daß sie noch eine wesentliche Vergrößerung der Lokomotivleistungen zuläßt.

Den Einfluß der Verwendung hochwertigen Stahls für die hin- und hergehenden Teile zeigt treffend der in der Quelle angeführte Vergleich von zwei 1 D1-Lokomotiven. Die leichtere derselben mit normalen hin- und hergehenden Teilen hat einen ruhenden Treibachsdruk von etwa 25,0 t, die schwerere ein solches von etwa 27,0 t, jedoch sind bei ihr die hin- und hergehenden Teile aus hochwertigem Stahl gefertigt. Schon bei mittlerer Geschwindigkeit werden die Achsbelastungen unter dem Einfluß der Fliehkräfte bei beiden Lokomotiven gleich groß, bei großer Geschwindigkeit jedoch erreicht die leichtere Lokomotive Achsdrücke von etwa 32,0 t, während bei der schwereren nur solche von etwa 30,0 t auftreten.

Bezüglich der Verbesserungen der Luftdruckbremse ist zu sagen, daß ohne sie eine Weiterentwicklung der Lokomotiven gehemmt gewesen wäre, weil ohne die Möglichkeit einer sicheren Bremsung schwere und schnellere Züge überhaupt nicht gefahren werden könnten.

Der Gesamteinfluß aller dieser Neuerungen auf die Leistungsfähigkeit wird endlich noch zeichnerisch klar dargestellt. Es mag nur angeführt werden, daß zur Erzielung derselben Leistung, die eine moderne 1 D1-Lokomotive besitzt, eine alte Satteldampf-Lokomotive sieben Kuppelachsen und drei Laufachsen besitzen mußte. R. D.

Neues aus dem Lokomotivbau im Jahre 1922.

(Railway Age 1923, Januar, Band 74, Nr. 1, S. 41. Mit Abbildungen.)

Das Jahr 1922 hat im Lokomotivbau einige vollständig neueartige Konstruktionen gebracht: die Turbolokomotive und die Lokomotive mit Verbrennungskraftmaschine und hydraulischer Kraftübertragung. Von ersteren sind nunmehr in Europa 3 Stück im Betrieb, 2 weitere im Bau. Die Ljungström'sche Turbolokomotive, deren bekannte Anordnung aus einem Kesselfahrzeug und einem die Turbinen tragenden Kondensatorfahrzeug besteht, hat nur den halben Kohlenverbrauch einer modernen Heißdampflokomotive und es ist kaum anzunehmen, daß gegenwärtig eine Kolbenlokomotive von gleicher Wirtschaftlichkeit gebaut werden könnte. Trotzdem kommt ihre Einführung für Amerika auf absehbare Zeit noch nicht in Betracht. Es müßten vorher leistungsfähigere Einheiten geschaffen werden: die Leistung der Turbolokomotive beträgt 1800 PS gegen 3000 PS bei den neueren amerikanischen Lokomotiven. Die hohen Beschaffungs- und Unterhaltungskosten der Turbolokomotive dürften

zur Zeit ihre Gesamtwirtschaftlichkeit unter diejenige der Kolbenlokomotive herabdrücken. Das gesagte gilt ebenso auch für die Turbolokomotive von Escher Wyss und Comp. in Zürich und für die von Armstrong, Whitworth und Comp. gebaute Turboelektrische Lokomotive, bei der das Gewicht für jede Pferdestärke doppelt so groß ist als bei einer gewöhnlichen Dampflokomotive.

Erfolgversprechender scheinen die Versuche mit der Diesellokomotive. Mit der hydraulischen Kraftübertragung ist hier die für den Lokomotivbetrieb erforderliche Anpassungsfähigkeit gesichert und der Weg zur weiteren Entwicklung gezeigt.

Der amerikanische Lokomotivbau hat sich dagegen im wesentlichen darauf beschränkt die überlieferte Bauart zu vervollkommen. Der größte Erfolg wurde dabei mit einer 2 D 1-Lokomotive der Union-Pacific-Bahn erzielt. Bei Versuchsfahrten entwickelte diese Lokomotive 3500 PSI und damit die größte Leistung, die außer mit Malletlokomotiven, seither erreicht wurde. Sie leistete also für je 44,7 kg Lokomotivgewicht 1 PSI und hat auch hierin die seitherigen Werte übertroffen. Dabei ist zu beachten, daß die Lokomotive keinerlei besondere Einrichtungen aufwies.

Versuchsweise hat die Delaware und Hudson-Bahn eine neue Heißdampf-Verbundmaschine in Dienst genommen. Der Kessel besitzt vollständig neue Anordnung und soll einen Überdruck von 24 at und eine Überhitzung von 300° C aufweisen. Der Hochdruckzylinder sitzt auf der einen, der Niederdruckzylinder auf der anderen Seite.

Weiterhin sind Versuche zur Verbesserung der Feueranfachung unternommen worden, jedoch läßt sich hierüber ein Urteil noch nicht abgeben. Meistens handelte es sich dabei um den Einbau von Turboventilatoren.

Der Speisewasservorwärmer findet ausgedehntere Verwendung. Im 2. Halbjahr 1922 ist für 27,5% der in Auftrag gegebenen Lokomotiven diese Einrichtung vorgesehen worden.

Ebenso zeigte das Jahr 1922 lebhaft Bestrebungen zur Verbesserung der Zusatztriebmotoren. Der „Tender-Booster“ und der „Lokomotiv-Starter“ sind neu aufgetaucht und der „Booster an Schleppachse“ ist an ungefähr 1000 Lokomotiven eingebaut worden.

R. D.

Selbsttätige Schmierung für Eisenbahnfahrzeuge.

(Railway Age 1921, Mai, Band 70, Nr. 21, S. 1242 mit Abbildungen).

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 9 auf Tafel 18.

Bei Berücksichtigung der Steigerung des Ladegewichts und der Geschwindigkeit, sowie in Anbetracht der bedeutenden Temperaturschwankungen in einigen Gegenden scheint die gegenwärtige Art der Schmierung für Wagenachsen ungenügend. Das Ansaugen des Öls durch die Schmierpolster ist mangelhaft und viele Lagerschäden sind die Folgen. Die Hennessy Lubricator Company in Newyork hat eine Lager-Schmierpresse entworfen, die für Wagen ebenso brauchbar ist wie für Lokomotiven. Abb. 6 und 7, Taf. 18 und Abb. 8 und 9, Taf. 18 zeigen zwei verschiedene Ausführungen für Lokomotiven. Die Achsschenkel haben in den Lagern Spiel. Die Seitenverschiebung des Rades, die hierdurch ermöglicht wird, überträgt sich durch eine Übersetzung auf einen Preßkolben, der das Öl nach oben drückt, wodurch auch die Verwendung dickflüssigen Öles noch ermöglicht wird. Die Schmierpressen sollen ordnungsgemäß alle 90 Tage nachgesehen werden, jedoch sind sie auf der Norfolk- und Western-Bahn bis zu 11 Monaten unbeaufsichtigt gelaufen, ohne die geringsten Anstände zu zeigen. Einzig erforderlich ist ungefähr allwöchentlich ein Nachfüllen des Öles je nach der Beanspruchung des betreffenden Fahrzeugs.

R. D.

Verbesserte Blasrohrwirkung.

(Railway Age 1920, Juni, Band 68, Nr. 23, S. 1582, mit Abbildungen).

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 und 9 auf Tafel 19.

Die Lewis Draft Appliance Company in Chicago bringt eine neue Blasrohr- und Schornsteinanordnung in die Öffentlichkeit, durch welche eine gleichmäßige, also nicht schlagweise Anfachung des Feuers und selbsttätig ein niedriger Gegendruck auf die Kolben erzielt wird. Die Anordnung, die völlig von der seitherigen Bauart abweicht, besteht aus einem Blasrohr mit rechteckiger Mündung, die sich durch selbsttätig einstellbare Klappen vergrößert oder verkleinert, einer Aufnahme-Kammer zwischen dem Schieber und dem Blasrohr, und einem Schornstein von ovalem Querschnitt, dessen lange Achse quer zur Lokomotivachse steht. Die Blasrohrklappen sind mit ihren

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LX. Band.

Wellen aus der Rauchkammer herausgeführt und miteinander verbunden. Die selbsttätige Einstellung der Klappen geschieht durch Gewichte, welche auf einen bestimmten Gegendruck eingestellt sind. Der Schornstein hat die Form einer doppelten Düse. Der innere Teil kann gerade den Dampfstrahl aufnehmen, der an seiner Mündungsstelle den Hauptschornstein füllt. Der Raum zwischen dem inneren und äußeren Schornstein dagegen nimmt nur die Rauchgase auf; das Absaugen derselben erfolgt nicht durch den Dampfschlag, sondern durch die Luftverdünnung, die an der Vereinigungsstelle der beiden Düsen auftritt. Die beschriebene Form des Auspuffstrahles ist aus zwei Gründen gewählt: einerseits haben die Gase das Bestreben, den kürzesten Weg einzuschlagen und zum andern hängt die Zugwirkung mehr vom Umfang des Auspuffstrahles ab als von seinem Querschnitt.

Eine wesentliche Verbesserung stellt auch die Aufnahme-Kammer vor. Sie ist so geräumig, daß die Auspuffschläge bei größeren Geschwindigkeiten völlig und bei kleineren nahezu verschwinden, so daß eine schädliche Beeinflussung des Feuers durch die Schläge ausgeschlossen ist.

Abb. 8 und 9, Taf. 19 zeigen die Anordnung für eine Heißdampflokomotive. Eine 1 D 1-Nafsdampflokomotive, an der die Einrichtung zuerst erprobt wurde, zeigte im regelmäßigen Verkehr eine um 10 bis 20% vergrößerte Schleppleistung. Der Gegendruck betrug nie mehr als 0,28 kg/cm² und der Unterdruck in der Rauchkammer ungefähr 64 mm Wassersäule. Dieser Zug genügte auch auf Steigungen stets zur Erzeugung des nötigen Dampfes.

R. D.

Elektrischer Heizkessel für Eisenbahnzüge.

(Railway Age 1923, Januar, Band 74, Nr. 2, S. 196.)

Während man in den Vereinigten Staaten zur Heizung der Eisenbahnzüge, die von Strecken mit Dampftrieb auf solche mit elektrischer Zugförderung übergehen, Kessel mit Ölfeuerung benutzt, hat die englische Nord-Ost-Bahn jetzt einen solchen mit elektrischer Heizung beschafft, der sich zu bewähren scheint. Der Kessel hat einen Durchmesser und eine Länge von je 1016 mm und liefert selbst für die schwersten Züge des normalen Verkehrs noch genügend Dampf. Die Leistung ist in vier Stufen veränderlich mit einem Kraftverbrauch von 68 bis 408 KW. Die höchste Stufe ist selten erforderlich; bei Versuchen erzeugte der Kessel mit einem Verbrauch von 298 KW Std. 440 kg Dampf von 8,4 at Überdruck, der bei einer Temperatur des Speisewassers von 5° C schon nach 24 Minuten erreicht wurde. Mit der vollen Leitungsspannung von 1500 V ergab sich ein Wirkungsgrad von 98%.

Die Konstruktion ist außerordentlich einfach. Der Kessel enthält 144 Heizrohre, in deren jedes eine Quarzröhre von 20 mm Durchmesser eingeführt ist. In jeder dieser Röhren ist ein spiralförmig gewundener Heizdraht vorgesehen. Durch diese Anordnung werden allzustarke örtliche Erhitzungen der Heizröhren vermieden. Die Lösung ist so befriedigend, daß solche Kessel für Spannungen bis 3000 V gebaut werden sollen. Sehr einfach und zweckmäßig ist auch die Verbindung mit den Heizelementen gesichert, so daß Schäden an den Quarzröhren vermieden werden, die infolge von Erschütterungen auftreten könnten. Die Quarzröhren sind in hohlen Porzellanköpfen befestigt, welche ihrerseits mittels Federdruck an der Kesselwand gehalten werden. Jedes Element ist mit Silber an ein Endstück gelötet, das durch den Porzellankopf gesteckt ist. Geringer Platzbedarf, leichte Bedienung und Überwachung, guter Wirkungsgrad und andere Vorzüge sichern ihm weitere Verbreitung, zugleich scheint mit dieser Anordnung noch die Möglichkeit gegeben, auch an solchen Orten Dampfkessel aufzustellen, wo aus irgendwelchen Gründen eine Heizung mit Kohle nicht angängig ist.

R. D.

2 B-Heißdampf-Zwillings-Schnellzuglokomotive der Sao Paulo-Bahn, Brasilien.

(Die Lokomotive 1923, Februar, Heft 2, S. 22. Mit Abbildung.)

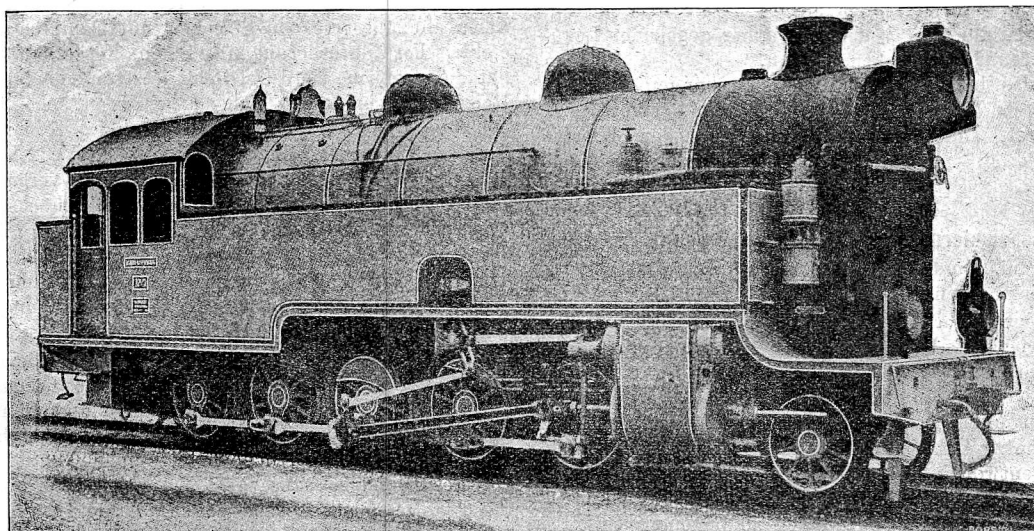
Die für 1600 mm Spur bestimmte Lokomotive wurde von Borsig geliefert. Die flufseiserne Feuerbüchse steht über den Barrenrahmen, die aus 110 mm starken, gewalzten Panzerplatten autogen herausgeschnitten und allseitig bearbeitet wurden. Das Triebwerk zeigt zweigleisige, besonders lange Kreuzköpfe, die Heusinger-Steuerung wirkt auf Hochwaldschieber mit innerer Einströmung. Die Tragfedern der Trieb- und Kuppelachsen liegen unterhalb der Achslager und sind durch Ausgleichhebel verbunden. Das Führerhaus ist dem Klima

entsprechend besonders luftig ausgeführt. Zu der Ausrüstung gehören Schmierpumpe von Friedmann, saugende Nathan-Dampfstrahlpumpen vor dem Führerhause, Popventile, Geschwindigkeitsmesser von Hasler, Rufsausbläser, Azetylenlaterne mit Scheinwerfer, Sandstreuer für Trieb- und Kuppelräder, sowie Dampfbremse, diese auch für den mit zwei zweischigen Drehgestellen ausgestatteten Tender.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	560 mm
Kolbenhub h	640 "
Kesselüberdruck p	12 at
Kesseldurchmesser	1900 mm
Heizrohre, Anzahl	210 und 30
Heizfläche der Feuerbüchse und Heizrohre	179,9 qm
„ des Überhitzers	50,1 "
„ im Ganzen, feuerberührt, H	230 "
Rostfläche R	3,1 "
Triebraddurchmesser D	1676 mm
Triebachslast G_1	38,4 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	64,4 "
Leergewicht	56,4 "
Betriebsgewicht des Tenders	38,5 "
Leergewicht	18,5 "
Wasservorrat	15 cbm
Kohlenvorrat	5 t
Fester Achsstand	2600 mm
Ganzer	7500 "
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 h : D =$	10778 kg

Abb. 1. 1 E-Heißdampf-Güterzug-Tenderlokomotive der Gewerkschaft Altenberg II.



Verhältnis H : R =	74,2
„ H : G_1 =	6 qm/t
„ H : G =	3,57
„ Z : H =	46,9 kg/qm
„ Z : G_1 =	280,7 kg/t
„ Z : G =	167,4 " —k.

1 E-Heißdampf-Güterzug-Tenderlokomotive der Gewerkschaft

Altenberg II in Gleiwitz.

(Die Lokomotive 1923, Februar, Heft 2, Seite 18. Mit Abbildung.)

Die von Borsig gelieferte Lokomotive (Textabb. 1) hat Mittelkuppelung nach van der Zypen. Der hochliegende Kessel steht frei über Rahmen und Rädern, die beiden Vorderachsen bilden ein Drehgestell nach Kraufs-Helmholtz, die Hinterachse hat jederseits 20 mm Seitenspiel, so daß Gleisbögen von 190 m Halbmesser durchfahren werden können. Der Überhitzer zeigt die Bauart Schmidt, zur Dampfverteilung dienen Hochwaldschieber. Die Lokomotive ist ausgerüstet mit Druckluftbremse, Sandstreuer, Popventilen, Dampflocke und Azetylenlampe mit großem Scheinwerfer. Sie befördert einen aus 20 Selbstentladewagen bestehenden, 1120 t schweren Zug auf anhaltenden Steigungen von 7,7‰ mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 24 km/Std.

Ihre Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	640 mm
Kolbenhub h	640 "
Kesselüberdruck p	12 at

Feuerberührte Gesamtheizfläche	237 qm
Rostfläche R	3,24 "
Triebraddurchmesser D	1250 mm
Triebachslast G_1	85 t
Betriebsgewicht G	96,5 "
Leergewicht	73,8 "
Wasservorrat	12 cbm
Kohlenvorrat	2,5 t
Fester Achsstand	2900 mm
Ganzer Achsstand	8300 mm
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 h : D =$	18874 kg
Verhältnis H : R =	73,1
„ H : G_1 =	2,79 qm/t
„ H : G =	2,46 "
„ Z : H =	79,6 kg/qm
„ Z : G_1 =	222,1 kg/t
„ Z : G =	195,6 " —k.

2 C 1-Heißdampf-Zwillings-Schnellzuglokomotive der Brasilianischen Zentralbahn.

(Railway Age 1923, Februar, Band 74, Nr. 8, S. 466. Mit Abbildung.)

Die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gelieferte, in Schenectady gebaute Lokomotive verkehrt auf Strecken mit

1600 mm Spur, 18‰ größter Neigung und 180 m kleinstem Bogenhalbmesser. Verfeuert wird Braunkohle. Der Stehkessel hat flache Decke, die Feuerbüchse ist mit einem auf Siederohren ruhenden Feuerschirm und mit Saugröhren nach Nicholson*) versehen, durch die die Heizfläche der Feuerbüchse um 3,72 m² vergrößert wird. Der Überhitzer mit Pyrometer wurde von der Superheater Company geliefert. Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber und Walschaert-Steuerung. Zu der Ausrüstung gehören Speisewasser-Vorwärmer von Worthington, Dampfstrahlpumpen und Schmiervorrichtungen von Nathan, Feuertür und selbsttätig sich nachstellende Keile für die Triebachslager von Franklin, elektrisches Pyle-National-Kopflicht, durch Prefschiff betätigte Glocke, Westinghouse-Bremse, und als Hilfsbremse eine auf die Triebräder wirkende Dampfbremse.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	546 mm
Kolbenhub h	711 "
Durchmesser der Kolbenschieber	305 "
Kesselüberdruck p	12,3 at
Kesseldurchmesser, aufsen vorn	1645 mm
Feuerbüchse, Länge	2442 "
„ „ Weite	1911 "

*) Organ 1922, S. 324.

Heizrohre, Anzahl	160 und 24
„ , Durchmesser	51 und 137 mm
„ , Länge	5791 „
Heizfläche der Feuerbüchse, der Verbrennkammer, Siederohre und Saugröhren	18,86 qm
Heizfläche der Heizrohre	206,42 „
„ des Überhitzers	51,28 „
„ im Ganzen H	276,56 „
Rostfläche R	4,66 qm
Triebraddurchmesser D	1727 mm
Triebachslast G_1	55,38 t
Betriebsgewicht G	95,26 „
„ des Tenders	48,31 „
Wasservorrat	17,03 cbm
Kohlenvorrat	7,71 t
Fester Achsstand	3810 mm
Ganzer „	9855 „
„ mit Tender	17977 „
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	11322 kg
Verhältnis $H : R =$	59,3
„ $H : G_1 =$	4,99 qm/t
„ $H : G =$	2,90 „
„ $Z : H =$	40,9 kg/qm
„ $Z : G_1 =$	204,4 kg/t
„ $Z : G =$	118,9 „
	—k

2 C 1-Heißdampf-Zwillings-Schnellzuglokomotive der Mogyana-Bahn, Brasilien.

Railway Age 1923, Februar, Band 74, Nr. 8, S. 467. Mit Abbildung.)

Die für Strecken mit 1 m Spur bestimmte Lokomotive wurde von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft geliefert und in Cooke gebaut. Verfeuert wird Holz, zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber und Walschaert-Steuerung. Zu der Ausrüstung gehören ein Pyrometer, elektrisches Pyle National-Kopflicht, Feuerfür von Franklin, selbsttätig sich nachstellende Keile für die Triebachslager, Dampfstrahlpumpen und Schmiervorrichtungen von Nathan.

Die Bremsausrüstung wurde von der Vacuum Brake Company in London geliefert.

Der Tender hat zwei zweiachsige Drehgestelle mit Gufsstahlrädern nach Davis.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	445 mm
Kolbenhub h	508 „
Durchmesser der Kolbenschieber	254 „
Kesselüberdruck p	11,95 at
Kesseldurchmesser, innen vorn	1400 mm
Feuerbüchse, Länge	2061 „
„ , Weite	1327 „
Heizrohre, Anzahl	103 und 16
„ , Durchmesser	51 und 137 mm
„ , Länge	4877 „
Heizfläche der Feuerbüchse	8,73 qm
„ „ Heizrohre	112,87 „
„ des Überhitzers	28,61 „
„ im Ganzen H	150,21 „
Rostfläche R	2,73 „
Triebraddurchmesser D	1143 mm
Triebachslast G_1	33,11 t
Betriebsgewicht G	51,26 „
Betriebsgewicht des Tenders	31,12 „
Wasservorrat	9,84 cbm
Kohlenvorrat	5,44 t
Fester Achsstand	2896 mm
Ganzer „	7874 „
„ mit Tender	14929 „
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	7887 kg
Verhältnis $H : R =$	55
„ $H : G_1 =$	4,54 qm/t
„ $H : G =$	2,93 „
„ $Z : H =$	52,5 kg/qm
„ $Z : G_1 =$	238,2 kg/t
„ $Z : G =$	153,9 „
	—k.

Elektrische B + B-Lokomotive.

(Génie civil, Januar 1923, Nr. 1, S. 18. Mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel 19.

Die von Bergamo ausgehende 30 km lange Bahn im Tale des Brembo wird seit 1907 mit Einphasenwechselstrom von 6000 V betrieben. Neuerdings sind hierfür von Brown, Boveri & Co. zwei neue B + B-Lokomotiven nach Abb. 7, Taf. 19 geliefert. Die beiden zweiachsigen Triebdrehgestelle tragen je einen Motor. Den Antrieb vermittelt eine Blindwelle mit Kurbel und Triebstangen. Das Zahnradvorgelege zwischen Triebmaschine und Blindwelle ist doppelt vorgesehen, die Schraubenverzahnung ist auf dem einen rechts-, auf dem andern linksgängig eingeschnitten, um den Schub in der Richtung der Achse aufzuheben. Der Kastenaufbau enthält in der Mitte den Abspanner und die Schaltvorrichtungen für die Hochspannung. Davor liegen die Führerstände, die in niedrige Ausbauten zum Schutze der Triebmaschinen auslaufen. Es ist Vorsorge getroffen, die elektrische Ausrüstung leicht ausbauen zu können.

Die Triebmaschinen leisten dauernd je 115 PS, für die Dauer einer Stunde 200 PS, die Fahrgeschwindigkeit beträgt dann 20 km/st. Die Schaltung der Maschinen nebeneinander kann bei Störungen einer Seite getrennt werden. Der Achsdruck soll 10,7 t betragen, die Zugleistung während einer Stunde 5100 kg. A. Z.

Kastenwagen der Kanadischen Pazifikbahn für 55 t mit Trichterboden.

(Railway Age 1920 II, Band 69, Heft 19, 5. November, S. 785, mit Abbildungen.)

Die neuesten Kastenwagen der Kanadischen Pazifikbahn tragen 55 t und haben besondere Trichter im Boden zum leichten Entladen von Massengut. Sie sind 12,34 m lang, 2,59 m breit, 2,74 m hoch, das Verhältnis der Nutz- zur Roh-Last ist 71,4%. Die Wagen haben eisernes Untergestell, eiserne Seitenrahmen, Wellblech-Stirnwände und ein Dach mit äußerer Eisendeckung. Die Trichter, Bauart Burnett, liegen an der Türöffnung auf jeder Seite des Wagens. Für Güter, die nicht durch den Trichter gestürzt werden können, hat der Wagen einen festen, ebenen Boden, wie ein gewöhnlicher Kastenwagen. Bei Verladung von Korn, Kohle oder dergleichen werden die besonders ausgebildeten Bodenteile über den Trichtern gegen den Pfosten der Seitentür aufgeklappt. Die Ladung fällt unmittelbar in die Trichter, auch wird viel Holz durch Wegfall zeitweiliger Türen oder Vorsetzbretter gespart. Wenn die Wagen entladen werden, braucht nur der die Trichtertüren verriegelnde Splint entfernt zu werden; die Türen öffnen sich schnell durch Schwerkraft und sofort wird ein großer Teil des Inhaltes des Wagens nach der Außenseite des Gleises entladen. Der Rest der Ladung kann von Hand oder wenn Kraftschaufeln zur Verfügung stehen, durch diese nach der Mitte des Wagens geschauvelt werden. Die Trichtertüren werden unmittelbar von Hand geschlossen und durch eine Verriegelungsstange einfacher Anordnung gesichert. B—s.

Zwei-Wagen-Zug für 250 Fahrgäste.

(Elektrotechnische Zeitschrift, Dezember 1922, Heft 50, S. 1486; Electric Railway Journal 1922, S. 317. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 10 auf Tafel 18.

In St. Paul (Minnesota) sind zur Verstärkung des Verkehrs ohne Vermehrung der Strafenbahnzüge probeweise Züge aus je zwei Wagen eingestellt worden, die zusammen 250 Fahrgäste aufnehmen können. Die Wagen sind zusammen 28,7 m lang und wiegen 23,4 t, auf jeden Sitzplatz nur 223 kg, das man auf 200 kg zu drücken hofft. Der Fußboden liegt 81 cm hoch; die Türen sind breit und die Stufen niedrig. Die hohlen Achsen der Drehgestelle haben Innenlager. Neben der Triebmaschine findet auf den Achsen noch eine Bandbremse Platz, die den Vorteil geringerer Abnutzung und geräuscherloser Bremsung bietet. Die beiden Triebmaschinen leisten je 25 PS. Die Wagen sind elektrisch beheizt. Die Türen sind während der Fahrt geschlossen. Beim Halten werden die Hintertüren beider Wagen vom Wagenführer mit einer Auslösung, die er mit dem Knie bedient, geöffnet. Ein Spiegel ermöglicht ihm den hierzu nötigen Ausblick. Die vorderen Türen dienen zum Aus-, die hinteren zum Einsteigen. Bezahlt wird beim Einsteigen. Zum Anfahren fordern die Schaffner den Wagenführer mit zwei Summern verschiedener Tonhöhe auf. Abb. 10, Taf. 18 zeigt die Anordnung der Sitzbänke und die Verteilung der inneren Ausrüstung. Zwei zusammengehörige Wagen bilden eine Einheit, die im gewöhnlichen Betriebe nicht getrennt wird. Durch die Röhrenkuppelung sind die Kabel für die Triebmaschinen und Klingel und der Luftschlauch hindurchgeführt. A. Z.

Besondere Eisenbahnarten.

Die Nordsüdbahn zu Berlin.

(Zentralblatt der Bauverwaltung 1923, 43. Jahrgang, Heft 11/12, 7. Februar, S. 69; Elektrotechnische Zeitschrift 1923, 44. Jahrgang, Heft 7, 15. Februar, S. 158; Deutsche Bauzeitung 1923, 57. Jahrgang, Heft 15, 21. Februar, S. 69 und Heft 17/18, 28. Februar, S. 84; Verkehrstechnische Woche 1923, 17. Jahrgang, Heft 9/10, 5. März, S. 62; F. Krause, Zentralblatt der Bauverwaltung 1923, 43. Jahrgang, Heft 27/28, 4. April, S. 157, Heft 31/32, 18. April, S. 181 und Heft 33/34, 25. April, S. 199, alle mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 und 11 auf Tafel 19.

Die am 30. Januar 1923 eröffnete städtische Nordsüdbahn (Abb. 11 und 12, Taf. 19) zu Berlin durchfährt, an der Kreuzung der Seestraße mit der Müllerstraße beginnend, die Müller-, Chaussee-, Friedrich- und Belle-Alliance-Straße, biegt dann in die Gneisenauststraße ein und fährt durch diese und die Hasenheide nach dem Hermannplatze. Dort verläßt die Bahn das Gebiet von Altberlin und endet auf Neuköllner Gebiet im Zuge der Berliner und Bergstraße am Ringbahnhofe Neukölln. Am Hermannplatze zweigt als Verlängerung der von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft geplanten Schnellbahn Gesundbrunnen—Neukölln eine Zweiglinie nach der Hermannstraße ab, die vorläufig bis zur Münchener Straße geführt ist. Die Hauptlinie ist rund 12,5 km, die Zweiglinie 1 km lang. Die Bahn hat im ganzen 20 Haltestellen in durchschnittlich etwa 700 m Teilung. Die wichtigsten Haltestellen, an denen zugleich ein Übergang auf andere Bahnen möglich ist, sind: Wedding am Ringbahnhofe Wedding, Friedrichstraße am Stadtbahnhofe Friedrichstraße, Leipziger Straße am Untergrundbahnhofe Leipziger Straße, Hallisches Tor am Hochbahnhofe Hallisches Tor, Hermannplatz, wo für die Nordsüdbahn und die Schnellbahn Gesundbrunnen—Neukölln ein Gemeinschaftsbahnhof mit Richtungsbetrieb angeordnet ist, und Südring am Ringbahnhofe Neukölln. Um bei dichtem Verkehr im Innern der Stadt nicht die ganze Strecke durchfahren zu müssen, sind außer den Kehrgleisen auf den Endbahnhöfen auch solche auf den Bahnhöfen Wedding, Stettiner Bahnhof und Hermannplatz vorgesehen. Die Züge durchfahren die zunächst in Betrieb genommene 7 km lange Strecke Seestraße—Hallisches Tor in 16 Min. Die Bahn ist als Unterpflasterbahn gebaut, nur die noch nicht in Angriff genommene Strecke Kaiser-Friedrich-Platz—Hermannplatz wird viel-

leicht der Kostenersparnis wegen als offene Einschnittsbahn auf dem im wesentlichen unbebauten Gelände südlich der Straße an der Hasenheide ausgeführt. Die Linie unterfährt den Landwehrkanal am Hallischen Tore und die Spree an der Weidendammer Brücke. Die beiden Arme der Panke in der Chausseestraße sind mit röhrenförmigen Dückern unter dem Tunnelkörper der Bahn hindurchgeführt. In der Friedrichstraße durchfährt die Bahn zwei 20 und 16 m tiefe Moorstrecken südlich der Weidendammer Brücke und südlich der Besselstraße. An der ersten Stelle schwimmt der Tunnelkörper gewissermaßen im Moore, an der zweiten ruht er auf einem Roste von Pfählen aus bewehrtem Grobmörtel. Auf Neuköllner Gebiet wurde der Tunnel unter dem Jakobikirchhof am Hermannplatze bergmännisch als Stollen vorgetrieben, um die Begräbnisstätten nicht zu stören.

Der Fahrstrom wird von zwei unmittelbar neben dem Bahntunnel unter der Erde angelegten Umformerwerken in der Nähe des Bahnhofes Wedding und unter dem Belle-Alliance-Platze geliefert. Ersteres wird von dem Netze des Stromwerkes Moabit mit Drehstrom von 6000 V, letzteres vom Stromwerk Oberspree über das Unterwerk Zossener Straße mit Drehstrom von 10000 V gespeist. In den Umformerwerken wird der Drehstrom in Gleichstrom von 800 V für den Zugbetrieb umgeformt. Sie liefern ferner Drehstrom von 220 V für die Beleuchtung und Wechselstrom von 500 V für den Signalbetrieb. Für Stellwerksbetrieb, Fernsprecher und Uhren werden Stromspeicher verwendet.

Zur Aufnahme, Reinigung und Ausbesserung der nicht im Betriebe befindlichen Wagen dient ein Betriebsbahnhof an der Türkenstraße am nördlichen Ende der Bahn; er besteht aus einer Wagenhalle, einer Werkstatthalte, Aufenthalts- und Dienst-Räumen.

Die im Frieden zu rund 80 Millionen $\mathcal{M}$ veranschlagten Baukosten der jetzt größten Teiles dem Betriebe übergebenen etwa 10,5 km langen Berliner Strecke Seestraße—Hermannplatz, von der schon vor und während des Krieges erhebliche Teile fertig gestellt waren, werden etwa 3 Milliarden $\mathcal{M}$ erreichen.

Der Betrieb ist der Hochbahngesellschaft übertragen, deren bisher betriebenes, 37,5 km Streckenlänge umfassendes Schnellbahnnetz mit der 13,5 km betragenden Betriebslänge der Nordsüdbahn 51 km Länge erreichen wird.

B—s.

Betrieb in technischer Beziehung.

Der elektrische Betrieb auf der Stadtbahn in Berlin.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, November 1922, Nr. 46/47, S. 1053.)

Vor rund 10 Jahren wurde durch einen Gesetzentwurf, dem die Vorarbeit mehrerer Denkschriften zugrunde lag, die Einführung elektrischen Betriebes auf der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn vorbereitet. Dabei wurde mit Rücksicht auf die Einheitlichkeit des später in und um Berlin einzurichtenden Hauptbahnbetriebes Einphasenstrom mit 15000 V im Fahrdrathe und $16\frac{2}{3}$ Perioden gewählt. Mit Rücksicht auf die Eigenart des Stadtbahnbetriebes wurde die Wahl der Triebmittel von besonderen Versuchen abhängig gemacht, die dann weiter zum Bau der bekannten Triebgestelle und zu neuen Untersuchungen über die Wahl des geeignetsten Betriebsstromes führten. Neuerdings hat der Verkehr auf der Berliner Stadtbahn

derart zugenommen, daß die in den Entwürfen vor 10 Jahren benutzten Grundlagen hinfällig wurden. Die neueren Untersuchungen ergaben die Überlegenheit des Gleichstromes über den Wechselstrom, besonders deshalb, weil die Beschaffungskosten der Fahrzeuge in der ganzen Wirtschaftsrechnung die ausschlaggebende Rolle spielen. Es steht nun, wohl endgültig, Gleichstrom von 800 V in Aussicht, der durch Umformung aus Drehstrom gewonnen und mittels besonderer Schiene zugeführt wird. Zur Zeit werden die Strecken Stettiner Bahnhof-Bernau und Stettiner Bahnhof-Hermsdorf ausgebaut, um möglichst von 1924 an elektrisch betrieben zu werden. Hierauf soll der elektrische Ausbau der Ringbahn, der Wannesebahn und schließlich der angrenzenden Vorortstrecken nachfolgen. Endlich werden die hinter Hermsdorf anschließende Strecke Hermsdorf-Oranienburg, ferner die eigentliche Stadtbahnstrecke und die anschließenden Vorortstrecken in Betrieb genommen.

A. Z.

Bücherbesprechungen.

Natur und Werkstoff. Grundlehren der Physik, Chemie, Werk- und Betriebsstoffkunde. Für Fachschulen, insbesondere Eisenbahnschulen und für den Selbstunterricht. Von Professor Titz, Breslau. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1923. IV und 119 große Achtelseiten mit 37 Abbildungen und 2 Skizzen- tafeln. Kartiert 690 $\mathcal{M}$, Preisänderung vorbehalten.

Das Buch behandelt im ersten Abschnitte die wichtigsten Naturgesetze mit Rechnungsbeispielen für deren Anwendung, im zweiten die Grundlehren der Stoffkunde, im dritten die Werk- und Betriebsstoffe. In dem physikalischen Teile des Buches sind eisenbahntechnische Vorgänge in den Vordergrund gestellt, im übrigen bringt das Buch das, was für jede metalltechnische Berufsschule wichtig ist. Es ist gemeinverständlich geschrieben und wird den Schülern

ein wertvolles Hilfsmittel sein, sich einen Einblick in die Wechselbeziehungen zwischen Natur und Technik zu verschaffen und sich über die Erzeugung und Verwendung der Werk- und Betriebsstoffe zu unterrichten.

B—s.

Die Eisenhütte, technisches Kunst- und Unterrichtsblatt, verfaßt und zu beziehen von Hubert Hermanns, beratendem Ingenieur in Berlin-Pankow. Preis zur Zeit $\mathcal{M}$ 1500.

Auf dem 71 cm breiten und 118 cm hohen Blatte sind Betrieb, Aufbau und Erzeugnisse des Hochofens, des Roheisenmischers, der Windfrischerei, der Herdfrischerei und der Walzwerke in Wort und Bild dargestellt. Die Tafel dürfte sich als Anschauungsmittel für den Unterricht an Hochschulen, Mittel- und Werkschulen, sowie auch zum Aushang in Büros gut eignen.

—k.