

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Stellv. Schriftleiter: Dr.-Ing. F. Rimrott, Wernigerode.

78. Jahrgang

15. März 1923

Heft 3

Der einwandfreie Übergangsbogen.

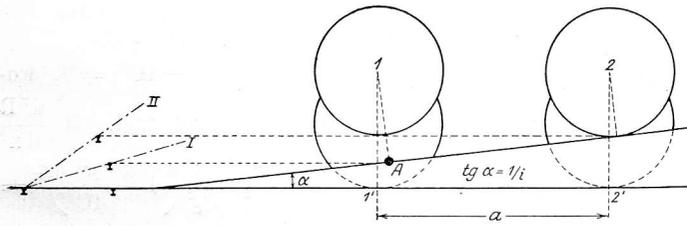
Von Ing. K. Borschke, Oberbaurat a. D. in Wien.

I. Die Anrampung.

Die bisher übliche Rampe 1 : i = 1 : 300 für die kubische Parabel mit dem Festwerte C = 12000 ist längst als unzureichend erkannt, da diese Anordnung unter Umständen betriebsgefährlich ist.

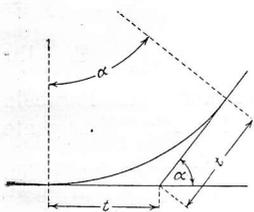
Schon bei der Fahrt auf der schiefen Ebene (Textabb. 1) wird das Rad 1 um $\frac{a}{i} \cos \alpha$ von der Schiene abgehoben, weil sich die Achse auf der Querneigung I im steifen Rahmen a gleichlaufend zur Linie II stellen muß. Das Rad 1 schwebt über A, während von den übrigen 1' und 2' auf der ungeänderten Neigung und 2 auf der Rampe feste Stützpunkte finden.

Abb. 1.



Da für neue Spurkränze ein Mindestmaß von 25 mm unter dem Laufkreise vorgeschrieben ist und gerade das führende äußere Vorderrad 1 beim Austritt aus dem Bogen um $\frac{a}{i}$ abgehoben wird, so stellt der Unterschied $25 - \frac{a}{i}$ die Sicherheit gegen Entgleisung dar.

Abb. 2.



Federpiel, einseitige Belastung und ungleichmäßige Abnutzung der Räder können die schiefliche Hebung noch ungünstiger gestalten. Ist die schwer zu erhaltende Ausrundung des Gefällsbruchs mit der Länge t der Berührenden (Textabb. 2) vorhanden, so wird diese Sicherheit um $\frac{t^2}{2r}$ verbessert, steht aber das Rad 2

noch auf dem Ausrundungsbogen ($a < t$), so wird sie wieder um $-\frac{(t-a)^2}{2r}$ verschlechtert. Demnach ergeben sich folgende, der nachstehenden Zusammenstellung I zu Grunde gelegten Formeln:

$$\text{für } a \geq t \dots S_1 = 25 - \frac{a}{i} + \frac{t^2}{2r} \dots \dots \dots (I)$$

$$\text{» } a < t \dots S_2 = 25 - \frac{a}{i} + \frac{a}{2r} (2t - a) \dots (II)$$

Daraus ist zu ersehen, wie wenige Millimeter diese Sicherheit bei i = 300 verbürgen und wie sehr die Bestrebungen zur Verlängerung der Rampe berechtigt sind. In

r = 500	550	570	600	635	700
h = 79	73	71	68	65	60
L = 23,7	21,9	21,3	20,4	19,5	18,0
l = 24	21,8	21	20	18,9	17,1

Zusammenstellung I.
Sicherheit gegen Entgleisung.

Anrampung 1 : i	Radstand a =	7500	7000	6000	5000	4500	Gefällsbruch
		mm					
1 : 300	$25 - \frac{a}{300} =$	0	1,7	5	8,3	10	ohne Ausrundung
	$S_2 =$	6,9	8,4	11,4	14,2	15,5	t = 8 1/3, r = 5000 m
1 : 1000	$25 - \frac{a}{1000} =$	17,5	18	19	20	20,5	ohne Ausrundung
	$S_1 =$	18,1	18,6	19,6	20,6	21,1	t = 2,5, r = 5000 m
	$*S_2 =$	18,8	19,3	20,3	21,3	21,7	t = 5,0, r = 10000 m
	$S_2 =$	20,3	20,7	21,4	22,1	22,4	t = 15,0, r = 30000 m

der Tat haben sich bereits einige Verwaltungen zu flacheren Rampen entschlossen. So schrieben die ehemaligen württembergischen Staatsbahnen für r = 300 und 180 eine Länge l = 83,333 und 138,888 m, die sächsischen für r = 350 ... l = 90 m vor. Als kubische Parabeln ausgeführt entsprechen erstere einem C = r l = 25 000, während bei letzteren C für jeden Halbmesser erst berechnet werden muß. Beispielsweise ergibt sich für

r = 350,	300,	250,	200,	180
C = 31 500,	27 000,	22 500,	18 000,	16 200,
V = 70	65	58	48	45 angenommen,
erhält man				
h = 100	108	116	120	125 mm
(= $\frac{V}{2r} \cdot 1000$),	demnach :			
i = 900	833	776	750	720.

Nach den Vorschriften der österreichischen Staatsbahnen darf die Rampe mit i = 300 nur bis zu einer Geschwindigkeit von 80 km/Std. angewendet werden. Für größere Geschwindigkeiten ist i = 500 vorgeschrieben. Da aber nur die eine kubische Parabel mit C = 12000 für die Hauptbahnen gilt, muß man gerade bei flacheren Krümmungen und größeren Geschwindigkeiten zu dem Auskunftsmittel greifen, den Rest der Überhöhung in den reinen Kreisbogen, unter Umständen sogar in die Gerade zu legen. So ist beispielsweise für r = 500 m, V = 85 km/Std., h = 131 mm die Rampenlänge L = 500 h = 65,5 m. Nun ist aber l = $\frac{12000}{500} = 24$ m,

daher kann der Rest L - l = 41,5 m nur außerhalb des Übergangsbogens liegen. Die gefährliche steile Rampe mit i = 300 ist aber nach diesen Vorschriften tatsächlich überall dort vorhanden, wo die Rampenlänge L ungefähr gleich dem l des Übergangsbogens wird, so beispielsweise für V = 60 km/Std. :

						800	900	1000 m	
						53	47	42 mm	$\left[= 46,514 \left(\frac{V}{\sqrt{R}} - 1 \right) \right]$
						15,9	14,1	12,6 m	(= 300 · h)
						15	13,3	12 m	$\left(= \frac{12000}{R} \right)$

Die Verlegung des Rampenrestes in den reinen Kreisbogen ist nicht nur besser, sondern beweist auch durch ihre erprobte Zulänglichkeit, daß die Überhöhungen im allgemeinen viel zu hoch angesetzt sind.

Da nun für $i=1000 \dots$ S fast den Festwert von rund 20 mm annimmt und hierbei das Vorhandensein der Ausrundung des Gefällsbruchs nicht mehr so stark in die Wagenschale fällt, was namentlich für die Bahnerhaltung äußerst wichtig ist, soll im weiteren diese Anrampung vorzugsweise behandelt werden.

Daß für scharfe Bogen mit $r \geq 400$ m und lange Rampen mit $i \geq 1000$ die kubische Parabel wegen ihrer Unstimmigkeiten nicht mehr geeignet ist, wird aus folgendem Abschnitte klar werden.

Für diese und auch für andere, später zu besprechende Fälle muß also eine Linie ohne diese Nachteile gesucht werden. Im allgemeinen könnte jede Linie mit einem Wendepunkte verwendet werden. Die Schwierigkeit beruht bei manchen nur darin, den Ursprung in den Wendepunkt zu legen und das Achsenkreuz so zu drehen, daß eine Achse in die Berührende im Wendepunkte fällt.

II. Beurteilung der kubischen Parabel.

Wird der Grundsatz aufgestellt, daß die Krümmung $\frac{1}{r}$ mit wachsenden Grundabständen zunehmen soll, so kommt man zu der Grundgleichung

$$\frac{1}{r} = \frac{x}{C} \text{ oder } C = r x \dots \dots \dots \text{(III)}$$

Der Zusammenhang zwischen x und y ergibt sich dann, von der bekannten Formel für den Krümmungshalbmesser

$$R = \frac{(1 + y')^{\frac{3}{2}}}{y''} \dots \dots \dots \text{(IV)}$$

ausgehend, aus $\frac{C}{x} = \frac{(1 + y')^{\frac{3}{2}}}{y''}$ oder, da $y'' = \frac{dy'}{dx}$ gesetzt werden kann:

$$C \frac{dy'}{dx} = x(1 + y')^{\frac{3}{2}} \text{ oder } \int x dx = C \int \frac{dy'}{(1 + y')^{\frac{3}{2}}} \dots \dots \text{(V)}$$

Hier hat man nun die Wahl, entweder die Gl. III in aller Strenge entsprechende Linie zu berechnen oder Gl. V durch die Annahme, daß $y' = 0$ ist, zu vereinfachen. Der erstere Weg führt zu umständlichen Reihenentwicklungen ohne Zeichenwechsel und daher sehr schwacher Annäherung, hat aber den Vorteil, daß $R = \frac{C}{x}$ mathematisch richtig ist.

Der letztere Weg ergibt $\frac{x^2}{2C} = y'$ und durch abermalige Integration

$$y = \frac{x^3}{6C} \dots \dots \dots \text{(VI)}$$

Diese Gleichung gehört der in Textabb. 3 mit verzerrten Höhen versinnlichten kubischen Parabel an. Ihre Berechnung ist bestechend vereinfacht, sie hat aber den Nachteil, daß Gl. III $\dots \dots \dots r = \frac{C}{x}$ hier nur näherungsweise gelten kann, da ja auch bei dieser Linie Gl. IV bestehen muß.

Wir haben wohl durch die Nullsetzung von y' in Gl. VI die kubische Parabel erhalten, allein bei der Frage nach dem Krümmungshalbmesser R kommt y' wieder durch eine Hintertür herein.

In der Tat, setzt man in Gl. IV $\dots y' = \frac{x^2}{2C} (= \text{tg } \alpha)$

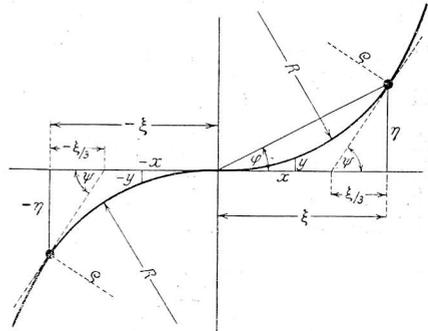
und $y'' = \frac{x}{C}$ ein, so erhält man den wirklichen Krümmungshalbmesser

$$R = \frac{C}{x} \left(1 + \frac{x^4}{4C^2} \right)^{\frac{3}{2}} = r \left(1 + \frac{x^2}{4r^2} \right)^{\frac{3}{2}} = r \cos^{-3} \alpha \dots \dots \text{(VII)}$$

Stets ist also $R > r$. Nichtsdestoweniger gebührt der kubischen Parabel vor allen übrigen Linien unter der Voraussetzung der Vorzug, daß die ihr gesteckten Grenzen nicht überschritten werden. Diese Grenzen sollen nun aufgesucht werden. Aus Gl. VII folgt:

$$\frac{dR}{dx} = \frac{1}{8C^2 x^2} \left[x \cdot \frac{3}{2} (4C^2 + x^4)^{\frac{1}{2}} \cdot 4x^3 - (4C^2 + x^4)^{\frac{3}{2}} \right] = \frac{1}{8C^2 x^2} (4C^2 + x^4)^{\frac{1}{2}} (5x^4 - 4C^2) \dots \dots \dots \text{(VIII)}$$

Abb. 3.



Dieser Ausdruck verschwindet für $(5x^4 - 4C^2) = 0$, wodurch x den Festwert $\xi = \sqrt[4]{\frac{4}{5}} \sqrt{C}$ annimmt und, da $\frac{d^2 R}{dx^2}$ positiv bleibt, R zum Kleinstwerte $\varrho = \frac{C}{\xi} \left(1 + \frac{\xi^4}{4C^2} \right)^{\frac{3}{2}} = \sqrt[4]{\frac{5}{4}} \left(\frac{6}{5} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{C}$ wird; ferner erhält man aus Gl. VI:

$$\eta = \frac{\xi^3}{6C} = \frac{1}{6} \left(\frac{4}{5} \right)^{\frac{3}{4}} \sqrt{C}.$$

Die kubische Parabel von der Form der Gl. VI hat also einen Scheitel, dessen Lage bestimmt ist durch:

$$\xi = 0,9457415 \sqrt{C}, \quad \eta = 0,1409828 \sqrt{C}, \quad \varrho = 1,389950 \sqrt{C}.$$

Die Berührende im Scheitel ergibt sich aus $\dots y' = \frac{\xi^2}{2C} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4}{5}}$ unabhängig vom Festwerte C. Ihr Winkelwert ist daher für alle möglichen kubischen Parabeln dieser Form unveränderlich: $\psi = 24^{\circ}5'41,4''$. Die Subtangente wird $\eta \cot \psi = \frac{\xi}{3}$, ein Wert, der auch allgemein für jeden

Punkt gilt, da ja $\frac{y}{y'} = \frac{x^3}{6C} \cdot \frac{2C}{x^2} = \frac{x}{3}$ ist.

Aus Gl. VI und VII folgt für $x = 0 : y = y' = y'' = 0$ und $R = \infty$, das heißt der Wendepunkt liegt im Ursprunge. Formt man den Ausdruck für R um: $R = C \left(\sqrt[3]{\frac{1}{x^2} + \frac{\sqrt[3]{x^{10}}}{4C^2}} \right)^{\frac{3}{2}}$, so erkennt man, daß erst für $x = \infty \dots$ R wieder unendlich groß wird, das heißt die kubische Parabel der Gl. VI ist in Bezug auf ihre Rechtwinkelige im Scheitel nicht gegengleich.

A) Die kubische Parabel der Gl. VI als Übergangsbogen.

Ohne Beachtung der Werte xi und varrho können statt der gewünschten Krümmung $\frac{1}{r}$ in Textabb. 4 folgende aus Zusammenstellung II hervorgehende, in den Textabb. 5 bis 7 dargestellte Fälle eintreten.

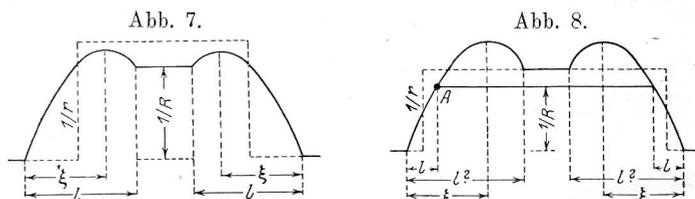
Der streng richtige Fall der Textabb. 4 ist bei der kubischen Parabel überhaupt nie zu erreichen. In Textabb. 5 kommt der erwünschte Halbmesser r zwar in der Linie vor,

Zusammenstellung II.
Erste Unstimmigkeit.

Zeilenreihe	1		2		3		4		5		6		berechnet aus:	
Festwerte	$v = 16,2 \text{ m/Sek.}$				$V = 58,32 \text{ km/Std.}$				$s = 1,5 \text{ m}$				$g = 9,81 \text{ m}$	
1 : i	1 : 300		1 : 563		1 : 625		1 : 788		1 : 1000					
$C = \frac{sv^2}{g} i$	12000		22500		25000		31500		40000		29160*		$*C = \frac{V}{2} i$	
r	180	300	180	300	180	300	180	300	180	300	180	300	$\frac{C}{i}$	
q	152,261		208,493		219,770		246,690		277,990		237,351		$1,38995 \sqrt{C}$	
R	189,337	302,002	213,514	307,059	221,648	308,722	247,435	313,886	292,134	328,406	237,356	311,887	$r \left[1 + \left(\frac{1}{2r} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}$ oder $r : \cos^3 a$	
l	66,6	40	125	75	133,8	83,3	175	105	222,2	133,3	162	97,2	$\frac{C}{r}$	
ξ	103,601		141,535		149,535		167,853		189,148		161,496		$0,9457415 \sqrt{C}$	
Grenzwinkel 2a	20°58'58"		38°17'46"		42°11'36"		51°50'58"		63°22'22"		48°27'18"		$\text{tg } a = \frac{l^2}{2C} = \frac{1}{2r}$	
entspricht der Textabb.	5	5	6	5	6	5	7	5	7	5	7	5		

Alle Berechnungen sind hier und auch im weiteren so durchgeführt, daß sich alle Maße mit drei Bruchstellen genau ergeben.

allein im Grundabstande l erreicht man schon vorher den Halbmesser $R > r$. In den Fällen der Textabb. 6 und 7 ist r in der Linie überhaupt nicht vorhanden, weil schon der Halbmesser der schärfsten Krümmung $q > r$ ist. Der Fall der Textabb. 8 ist ausgeschlossen, weil stets $R > r$ oder $\frac{1}{R} < \frac{1}{r}$ ist, daher die Linie $\frac{1}{r}$ nirgends von der Linie $\frac{1}{R}$ überschritten werden kann, somit $\frac{C}{r} = 1$ schon vor ξ im Punkte A eintritt und daher Textabb. 8 in Textabb. 5 übergeht. Der Fall der Textabb. 7 ist grundsätzlich wegen des vorzeitigen Eintritts der stärksten Krümmung $\frac{1}{Q}$ zu verwerfen. Der Kreis beginnt hier erst in $l > \xi$.



Nun wird aber statt dieses für $V > 42 \text{ km/Std.}$ zu große Werte h liefernden Ausdrucks der einfachere, aus der Erfahrungsformel $h = \frac{V}{2r}$ hervorgehende $C = \frac{V}{2} i$ auf Hauptbahnen allgemein angewendet. Demnach tritt für spätere Vergleichszwecke die Zeilenreihe 6 an Stelle der Zeilenreihe 5.

Ist β der Mittelpunktswinkel oder der äußere Winkel der Berührenden des gegebenen Kreises, so können folgende Fälle eintreten:

- I. $\beta = 2a$; man erhält einen Bogen, der sich durch Drehung des Bogenstückes AB um 180° um die Rechtwinkelige OB ergibt (Textabb. 9). Der Kreisbogen verschwindet

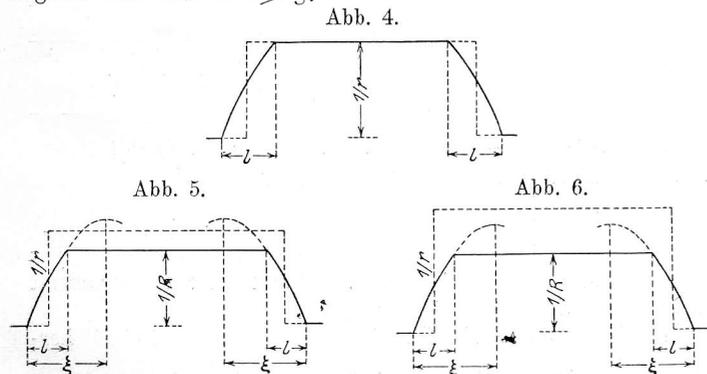
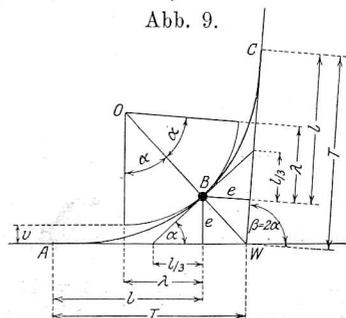


Abb. 9.



hier ganz und die Parabel erreicht nur in B die schärfste Krümmung mit $R > r$. Solche Bogen heißen Scheitelbogen*).

*) Organ 1921, S. 161.

Der Festwert C wird aus der Formel $C = \frac{sv^2}{g} i$ berechnet. Da aber hierin die mathematische Überhöhung $h = \frac{sv^2}{gr}$ steckt, so könnte man C auch durch $C = hri$ ausdrücken.

II. $\beta > 2\alpha$; der Kreisbogen $\beta - 2\alpha$ ist zwischen B und B' vorhanden (Textabb. 10).

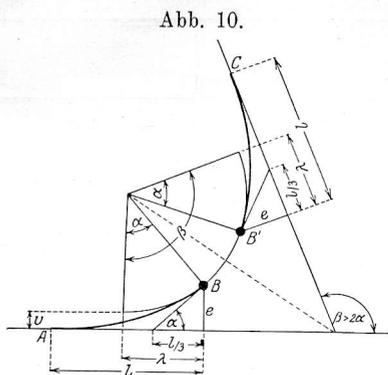


Abb. 10.

III. $\beta < 2\alpha$; hier kann der Halbmesser r überhaupt nicht erreicht werden, da l nicht kürzer werden kann als $\frac{C}{r}$.

Der Winkel 2α ($\text{tg } \alpha = \frac{l^2}{2C} = \frac{1}{2r}$) ist der untere Grenzwinkel.

Zum oberen Grenzwinkel führen folgende Erwägungen: Der Unterschied $R - r$ zeigt derartige Schwankungen, dass sich die Frage aufdrängt: Wann kann $\Delta = R - r$ vernachlässigt werden?

Man erreicht in B (Textabb. 11) den Halbmesser R, muss aber von der Berührenden aus den Kreisbogen mit dem Halb-

messer r, der entweder schon vorhanden oder geplant ist, abstecken, das heißt der flachere Bogen muss in den schärferen

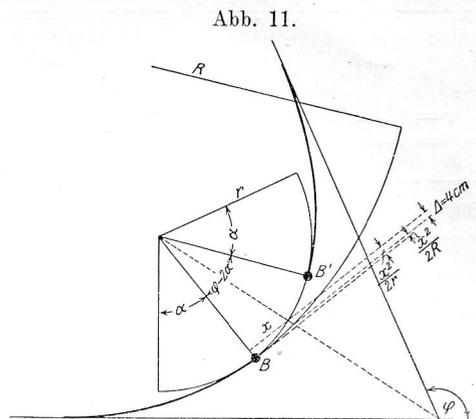


Abb. 11.

hineingepreßt werden. Hierbei darf man über eine gewisse Grenze nicht hinausgehen. Diese Verdrückung Δ beträgt $\frac{x^2}{2r} - \frac{x^2}{2R}$; wird daher die Regel aufgestellt, dass Δ nicht mehr als 4 cm in der Bogenmitte betragen darf, so ergibt sich die halbe zulässige Länge x des Kreisbogens BB' aus $0,04 = \frac{x^2 R - r}{2 R r}$

und der zugehörige Winkel aus $x = r \sin\left(\frac{\varphi}{2} - \alpha\right)$; dieser Winkel φ ist der obere Grenzwinkel.

Zusammenstellung III.
Unterer und oberer Grenzwinkel.

V = 58,32 km/Std., C = 29160, i = 1000.

	m										
R	237,356	311,887	404,992	502,535	601,477	700,929	800,621	900,438	1000,318		$R = r : \cos^3 \alpha$
r	180	300	400	500	600	700	800	900	1000		
l	162	97,2	72,9	58,32	48,6	41,657	36,45	32,4	29,16		
x	7,720	25,095	50,952	89,051	139,815	205,553	287,318	384,950	501,650		$0,04 = \frac{x^2(R-r)}{2 R r}$
$\frac{4}{x}$	$\frac{1}{193}$	$\frac{1}{627}$	$\frac{1}{1274}$	$\frac{1}{2236}$	$\frac{1}{3495}$	$\frac{1}{5139}$	$\frac{1}{7183}$	$\frac{1}{9624}$	$\frac{1}{12541}$		
$\frac{\varphi}{2} - \alpha$	20°27'28"	4°47'51"	7°19'5"	10°15'33"	13°28'31"	17°04'35"	21°02'52"	25°19'23"	30°06'33"		
$\varphi - 2\alpha$	4-54-56	9-35-48	14-38-10	20-31-6	26-57-2	34-9-10	42-5-44	50-38-46	60-7-6		$\text{tg } \alpha = 1/2 r$
2α	48-27-18	18-24-14	10-24-48	6-39-8	4-32-18	3-24-31	2-36-36	2-3-44	1-40-14		1. Grenzwinkel
φ	53-22-14	28-0-2	25-2-58	27-10-14	31-35-20	37-33-41	44-42-20	52-42-30	61-47-20		2. Grenzwinkel

Besteht daher bezüglich des äußeren Winkels β der Berührenden die Beziehung $2\alpha \leq \beta \leq \varphi$, so kann der Übergang als kubische Parabel ausgeführt werden, wenn das Verhältnis $\frac{4}{x}$ nicht zu groß wird. Dies ist aber von $r = 180$ bis 400 der Fall, weshalb die kubische Parabel hier nicht mehr anwendbar ist.

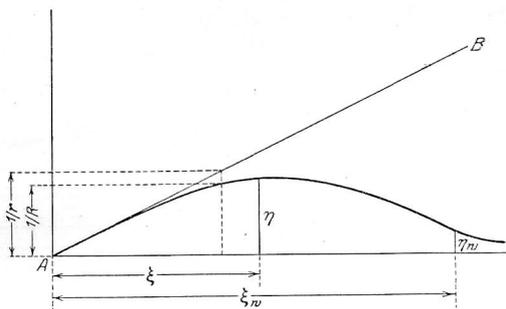
Damit ist die erste Unstimmigkeit der kubischen Parabel

von der Form $y = kx^3$ klargestellt. Sie folgt aus der Gestalt dieser Linie, wie Textabb. 12 zeigt.

In dieser im Maßstabe 1 : 4000 für $C = 29160$ hergestellten Zeichnung sind die Höhen $\frac{1}{r}$ und $\frac{1}{R}$ der größeren Deutlichkeit halber mit $\frac{C}{2}$ vervielfältigt, so dass die Gerade AB das beabsichtigte Krümmungsgesetz $\frac{1}{r} \cdot \frac{C}{2} = \frac{x}{C} \cdot \frac{C}{2} = \frac{x}{2}$, und

zwar für alle möglichen kubischen Parabeln, und die aus dem Gegenwerte der Gl. VII $\frac{1}{R} = K$ (IX) entstandene Linie das tatsächliche Krümmungsgesetz darstellt.

Abb. 12.



Um die kennzeichnenden Punkte der letzteren aufzufinden, entwickle man $\frac{dK}{dx} = \frac{8C^2}{(4C^2 + x^4)^{\frac{5}{2}}} \cdot (4C^2 - 5x^4) = 0$ und erhält in $x = \xi = \sqrt[4]{\frac{4}{5} \sqrt{C}}$ die Höhe des Punktes der schärfsten Krümmung $K = \eta = \frac{1}{Q} \cdot \frac{C}{2}$, ferner $\frac{d^2K}{dx^2} = -\frac{80C^2 x^3}{(4C^2 + x^4)^{\frac{7}{2}}} \cdot (12C^2 - x^4) = 0$, woraus sich die Achsenabstände des Wendepunkts ergeben: $\xi_w = \sqrt[4]{12 \sqrt{C}}$ und aus Gl. IX $K \cdot \frac{C}{2} = \eta_w = \frac{\xi_w^3}{2} \cos^3 \alpha^*$.

Durch Einsetzung der Werte aus Zusammenstellung II: $C = 29160$, $Q = 237,351$, ferner durch Berechnung des Kosinus aus $\text{tg } \alpha = \frac{\xi_w^2}{2C}$ erhält man:

$$\text{und } \xi = 161,496, \quad \eta = 61,428$$

$$\text{und } \xi_w = 316,532, \quad \eta_w = 20,149.$$

Die Lage der Geraden AB bleibt also unverändert, welchen Wert C auch immer annehmen mag, während die Linie je nach der Größe von C ihre Hauptpunkte verschiebt.

Textabb. 12 läßt somit deutlich die Nachteile erkennen, die aus der Überschreitung oder auch der Nähe des Parabelscheitels (Textabb. 7) entstehen. Man kann ihnen nur durch Verminderung von i einigermassen begegnen (Zusammenstellung II), was aber aus den eingangs angeführten Gründen abzulehnen ist.

Die zweite Unstimmigkeit der kubischen Parabel liegt nicht im geometrischen Baue, sondern in der Annahme, daß der Winkel α (Textabb. 13) der gemeinsamen Berührenden, der in der Parabel den einwandfreien Wert $\text{tg } \alpha' = \frac{l^2}{2C} = \frac{1}{2r}$ hat, dem Winkel α im Kreise, der sich aus $\frac{\lambda}{r} = \sin \alpha$ ergibt, gleichgesetzt wird. Dadurch erhält man, wenn man auch für F den Näherungswert $\frac{l^2}{8r}$ zuläßt, die bekannten einfachen

*) Der Winkel α ist aber nicht der Winkel der Berührenden im Wendepunkte, sondern der Winkel der Berührenden der kubischen Parabel in ξ_w , der aus Gl. VII folgt: $\frac{1}{R} = \frac{\xi_w}{C} \left[1 + \left(\frac{\xi_w^2}{2C} \right)^2 \right]^{-\frac{3}{2}} = \frac{\xi_w}{C} [1 + \text{tg}^2 \alpha]^{-\frac{3}{2}} = \frac{\xi_w}{C} [\sec^2 \alpha]^{-\frac{3}{2}} = \frac{\xi_w}{C} \cdot \cos^3 \alpha$. Um $\eta_w = K \cdot \frac{C}{2} = \frac{1}{R} \cdot \frac{C}{2}$ zu erhalten, muß man vorstehenden Ausdruck nach obiger Voraussetzung noch mit $\frac{C}{2}$ vervielfältigen.

Ausdrücke $\lambda = \frac{l}{2}$ und $v = \frac{e}{4}$. Dies ist nur bei kleinen Winkeln zulässig; bei größeren sind die genaueren Formeln anzuwenden:

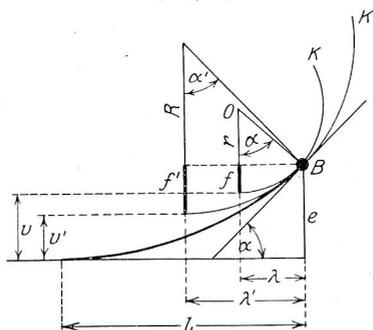
$$F' = R(1 - \cos \alpha') = 2R \sin^2 \frac{\alpha'}{2}$$

$$\lambda' = R \sin \alpha'$$

$$v' = e - F' = e - 2R \sin^2 \frac{\alpha'}{2}$$

Der Wert von $e = \frac{l^3}{6C} = \frac{l^2}{6r} = \frac{1}{3} \text{tg } \alpha$ und von $\text{tg } \alpha' = \frac{l^2}{2C} = \frac{1}{2r}$ ist in beiden Fällen mathematisch unanfechtbar, obwohl r hier nur eine Rechnungsgröße ist. Zusammenstellung IV zeigt diese Abweichungen.

Abb. 13.



Zusammenstellung IV.
Zweite Unstimmigkeit.

r	180	300	400	500
λ'	97,462	49,875	36,752	29,157
$\lambda = \frac{l}{2}$	81,0	48,6	36,450	29,160
F'	20,906	4,014	1,671	0,847
F	18,225	3,937	1,661	0,850
v'	3,394	1,235	0,543	0,287
v	6,075	1,312	0,553	0,285
e	24,300	5,249	2,214	1,134

Wird also $\sin \alpha = \text{tg } \alpha'$ gesetzt, so muß α im Kreise größer sein als α' der Parabel; OB kann nicht mehr rechtwinkelig zu der gemeinsamen Berührenden sein und beide Kreise müssen sich in B schneiden. Hier entsteht also ein Knick, der noch durch die schon bei der ersten Unstimmigkeit besprochene Einpressung des Kreisbogens K' in K verschärft wird.

Auch hier sind also die Unterschiede in den Absteckungsgrößen λ und v von $r = 180$ bis $r = 400$ bei $i = 1000$ so groß, daß sie nicht mehr vernachlässigt werden können.

B) Die kubische Parabel als Scheitelbogen.

Bei Neubauten kann man die Schwierigkeiten, die bei scharfen Krümmungen aus den beiden vorbesprochenen Unstimmigkeiten entstehen, durch Anwendung von Scheitelbogen leicht umgehen, wenn der äußere Winkel β der Berührenden innerhalb der beiden Grenzwinkel $2\alpha = 1^\circ 40' 14''$ und $2\psi = 48^\circ 11' 23''$ bleibt. Der Kreis und mit ihm die Absteckungsgrößen λ und v werden hierbei ganz ausgeschaltet

(Textabb. 9). Zwischen beiden Berührenden liegen dann die beiden Bogenabschnitte $AB \infty BC$; nur im Punkte B erreicht man die gewählte schärfste Krümmung mit dem Halbmesser R, nach dem sich die beiderseits abfallende Überhöhung richtet. Der obere Grenzwinkel 2ψ bleibt für alle möglichen Scheitelbogen gleich, der untere 2α ändert sich je nach dem gewählten kleinsten R (Zusammenstellung V).

Zur Absteckung von Scheitelbogen dient folgendes: Der äußere Winkel 2α der Berührenden und der gewählte Festwert $C = \frac{V}{2}i$ sind gegeben; l, e, r und R sind zu suchen, r ist

nur Rechnungsgröße. $\frac{l^2}{2C} = \text{tg } \alpha$, somit

$$l = \sqrt{2C \text{tg } \alpha} \dots \dots \dots (X)$$

$$e = \frac{l}{3} \text{tg } \alpha \dots \dots \dots (XI)$$

$$r = \frac{C}{l} \dots \dots \dots (XII)$$

$$R = r \cdot \cos^{-3} \alpha \dots \dots \dots (XIII)$$

Die Länge der Berührenden ergibt sich aus $T = l + e \text{tg } \alpha = \frac{1}{3}(3 + \text{tg}^2 \alpha)$.

Nun werden vom Winkelpunkte W aus A und C abgesteckt. Die übrigen Punkte werden nach dem üblichen Verfahren $y = \frac{x^3}{6C}$ von jeder der beiden Berührenden aus festgelegt und B außerdem durch die Zielrichtung von $\frac{1}{3}$ nach $\frac{1}{3}$ überprüft (Textabb. 9).

Zusammenstellung V.
Scheitelbogen.

2α			l	e	r	R	T
0	'	"	m				
1	40	14	29,160	0,142	1000	1000,318	29,162
1	51	4	30,695	0,165	950	950,372	30,698
2	3	44	32,400	0,194	900	900,438	32,403
2	18	43	34,306	0,231	850	850,519	34,311
2	36	36	36,450	0,277	800	800,621	36,456
2	58	10	38,880	0,336	750	750,456	38,889
3	24	31	41,657	0,413	700	700,929	41,669
3	57	10	44,862	0,516	650	651,161	44,879
4	38	18	48,600	0,656	600	601,477	48,627
5	31	8	53,018	0,852	550	551,918	53,059
6	39	8	58,320	1,130	500	502,535	58,386
8	14	11	64,800	1,555	450	453,504	64,912
10	24	48	72,900	2,214	400	404,992	73,102
13	34	29	83,314	3,305	350	357,463	83,707
18	24	14	97,200	5,249	300	311,837	98,050
26	15	44	116,640	9,070	250	270,682	118,756
40	3	12	145,800	17,715	200	241,153	152,257
2ψ=							
48	11	23	161,496	24,074	180	237,351	172,262

Zusammenstellung V dient auch insofern als Prüfung für die aus einem beliebigen Winkel 2α errechneten Werte, als sie nicht nur die Abstandsgrenzen aufzeigt, sondern auch den für den gegebenen äußeren Winkel der Berührenden vorteilhaftesten Krümmungshalbmesser angibt. Ist beispielsweise $2\alpha = 8^\circ$, so muß R zwischen 453,504 und 502,535 liegen und man erhält aus obigen Formeln: $l = 63,860$ m, $e = 1,489$, $r = 456,622$, $R = 459,975$ und $T = 63,964$.

Aus Zeilenreihe 6 der Zusammenstellung II ergibt sich die Unmöglichkeit, den Halbmesser $R = 180$ in der Rampe 1 : 1000 unterzubringen, da $\rho > 180$ ist. Man bemerkt aber auch, daß R und ρ sowie l und ξ nicht mehr stark von einander abweichen. Statt $r = 180$ erhält man $R = 237,356$. Wird $R = \rho$, $l = \xi$ und ist $2\alpha = 2\psi = 48^\circ 11' 23''$, so entsteht der Grenzfall des Parabel-Scheitelbogens. Über 2ψ hinaus ist kein Scheitelbogen mehr möglich.

So sehr also auch die Scheitelbogen die richtigste Krümmungsänderung verwirklichen, haftet ihnen leider der Nachteil der größeren Länge und die Einschränkung auf gewisse Grenzen an. Und gerade die scharfen Krümmungen sind bei größeren Winkeln der Berührenden ($> 2\psi$) angezeigt.

Aus vorstehendem ergibt sich die Unbrauchbarkeit der kubischen Parabel und ihrer Scheitelbogen in der Rampe 1 : 1000 in folgenden Fällen:

- I. Wenn der äußere Winkel der Berührenden $\beta > 61^\circ 47' 20''$ oder $< 1^\circ 40' 14''$ wird (Zusammenstellung III). Im letzteren Falle wird man $r > 1000$ m wählen, wobei überhaupt keine Übergangsbogen mehr nötig sind.
- II. Für die scharfen Krümmungen mit Halbmessern von 180 bis einschließlich 400 m überhaupt (Zusammenstellung IV).
- III. Für Scheitelbogen, wenn $\varphi > 2\psi$ wird.
- IV. Ist $\varphi = 2\psi$, so ist nur $R = \rho = 237,351$ im Punkte B (Textabb. 9) möglich, wie immer auch C gewählt werden mag.

Man muß sich daher nach Linien umsehen, die diese Nachteile nicht mehr aufweisen. Unter allen hier in Betracht kommenden Wendepunktlinien (goniometrische Linien, Klothoide*), Hütchenlinie, Cassinische Linie, Fußpunktlinie der Ellipse und dergleichen) ist die Lemniskate in jeder Hinsicht am geeignetsten, weil ihre Gleichung, trotz des verwickelten Baues, wegen ihrer gegengleichen Gestalt bemerkenswerte Vereinfachungen zuläßt.

III. Übergangsbogen für scharfe Krümmungen und flache Rampen.

Die Gleichung der Lemniskate lautet:

$$(x^2 + y^2)^2 = a^2(x^2 - y^2) \dots \dots \dots (XIV)$$

für $y = 0$ wird $x = \pm a$; $x = 0$ ist nur möglich, wenn gleichzeitig $y = 0$ wird.

Da für letztere Werte

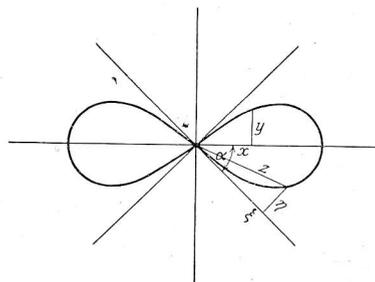
$$y' = \frac{x[a^2 - 2(x^2 + y^2)]}{y[a^2 + 2(x^2 + y^2)]} = 0 \dots \dots \dots (XV)$$

wird, so müssen zur Ermittlung des wahren Wertes Zähler und Nenner nochmals differenziert werden:

$$y' = \frac{a^2 - 6x^2 - 2y^2 - 4xyy'}{a^2y'y' + 2x^2y' + 6y^2y' + 4xy'y'}$$

woraus, $x = y = 0$ setzend, $y' = \frac{a^2}{a^2y'}$ also $y' = \pm 1$ und $\alpha = 45^\circ$ wird (Textabb. 14), das heißt die in Bezug auf die

Abb. 14.



Achse $\pm a$ gegengleiche Linie hat im Ursprunge zwei zu einander rechtwinkelige Berührende.

*) Organ 1921, S. 161.

Zur Bildung von y'' setze man in Gl. XV $y' = \frac{Z}{N}$ und erhält $y'' = \frac{1}{N^2} \left[N (a^2 - 6x^2 - 2y^2 - 4xyy') - Z \frac{dN}{dx} \right]$, für $x = y = 0$ wird auch $Z = N = 0$ und $y'' = \frac{a^2}{N} = \frac{a^2}{0} = \infty$, das heißt diese Linie hat im Ursprung einen Wendepunkt und ist daher für Übergangsbogen geeignet.

Nun wird das Achsenkreuz in eine Hauptberührende um -45° gedreht, indem man in Gl. XIV

$$x = \eta \sin a + \xi \cos a = \frac{1}{2} \sqrt{2} (\eta + \xi),$$

$$y = \eta \cos a - \xi \sin a = \frac{1}{2} \sqrt{2} (\eta - \xi)$$

setzt und damit erhält:

$$(\xi^2 + \eta^2)^2 = 2a^2 \xi \eta \dots \dots \dots (XVI)$$

Diese Gleichung wird durch Einführung von Polarkoordinaten weiter vereinfacht; man hat bloß

$$\xi = z \cos \varphi \text{ und } \eta = z \sin \varphi \dots \dots \dots (XVII)$$

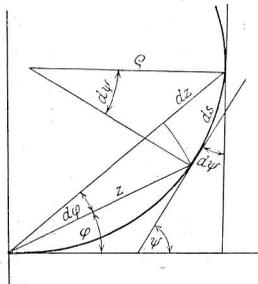
einzusetzen, womit sich die Polargleichung

$$z^2 = a^2 \sin 2\varphi \dots \dots \dots (XVIII)$$

ergibt (Textabb. 15); ferner ist:

$$z = a \sqrt{\sin 2\varphi} \text{ und } \frac{dz}{d\varphi} = a \frac{\cos 2\varphi}{\sqrt{\sin 2\varphi}} \dots \dots (XIX)$$

Abb. 15.



Aus Gl. XVII ist

$$\eta' = \frac{d\eta}{d\xi} = \frac{z \cos \varphi d\varphi + \sin \varphi dz}{\cos \varphi dz - z \sin \varphi d\varphi} = \frac{z + \operatorname{tg} \varphi \frac{dz}{d\varphi}}{\frac{dz}{d\varphi} - z \operatorname{tg} \varphi}$$

und mit Berücksichtigung von Gl. XVIII und XIX:

$$\begin{aligned} \eta' &= \frac{a \sqrt{\sin 2\varphi} + \operatorname{tg} \varphi \cdot a \frac{\cos 2\varphi}{\sqrt{\sin 2\varphi}}}{a \frac{\cos 2\varphi}{\sqrt{\sin 2\varphi}} - a \sqrt{\sin 2\varphi} \operatorname{tg} \varphi} \\ &= \frac{\sin 2\varphi \cos \varphi + \cos 2\varphi \sin \varphi}{\cos 2\varphi \cos \varphi - \sin 2\varphi \sin \varphi} = \operatorname{tg} 3\varphi, \end{aligned}$$

also ist

$$\psi = 3\varphi \dots \dots \dots (XX)$$

Bei der kubischen Parabel findet man ebenso $\operatorname{tg} \psi' = 3 \operatorname{tg} \varphi$ (Textabb. 3) und es fragt sich, ob $\operatorname{tg} \psi \geq \operatorname{tg} \psi'$ ist; die Untersuchung ergibt:

$$\operatorname{tg} 3\varphi \geq 3 \operatorname{tg} \varphi \text{ oder } \frac{\operatorname{tg} 2\varphi + \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg} 2\varphi \operatorname{tg} \varphi} \geq 3 \operatorname{tg} \varphi$$

und aufgelöst

$$\operatorname{tg} 2\varphi \geq \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 + 3 \operatorname{tg}^2 \varphi} \text{ oder } \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi} > \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 + 3 \operatorname{tg}^2 \varphi},$$

somit ist, in beiden Linien denselben Polarwinkel φ vorausgesetzt, $\operatorname{tg} 3\varphi > 3 \operatorname{tg} \varphi$, ein wichtiges Ergebnis, das die schnellere Zunahme der Krümmung in der Lemniskate verbürgt.

Daher müssen die zur Erreichung eines gewissen Halbmessers R erforderlichen Längen l hier kürzer werden als in der kubischen Parabel.

Um nun die Krümmung in Zusammenhang mit den Polarkoordinaten zu bringen, geht man von der bekannten Gleichung

$$\rho = \frac{ds}{d\psi} \dots \dots \dots (XXI)$$

aus. Nach Textabb. 15 ist $ds^2 = dz^2 + z^2 d\varphi^2$; mit Berücksichtigung von Gl. XIX $ds^2 = a^2 \left(\frac{\cos^2 2\varphi}{\sin 2\varphi} + \sin 2\varphi \right) d\varphi^2$,

somit $ds = \frac{a d\varphi}{\sqrt{\sin 2\varphi}}$, und nach Gl. XX $d\psi = 3 d\varphi$,

daher wird nach Gl. XXI $\rho = \frac{a d\varphi}{\sqrt{\sin 2\varphi}} \cdot \frac{1}{3 d\varphi} = \frac{a}{3 \sqrt{\sin 2\varphi}}$.

Da aber aus Gl. XVIII $\sqrt{\sin 2\varphi} = \frac{z}{a}$ folgt, so ist

$$\rho = \frac{a^2}{3z} \dots \dots \dots (XXII)$$

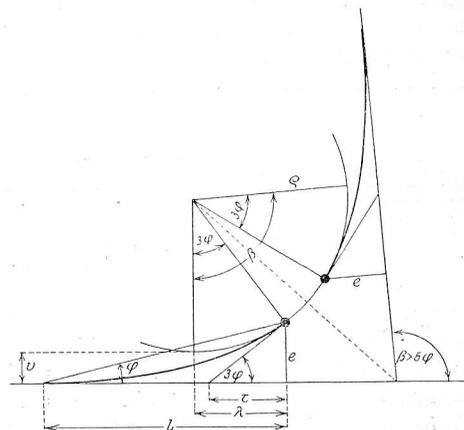
Hieraus ergeben sich die einfachen Beziehungen:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho} &= \frac{3z}{a^2} \\ a &= \sqrt{3} \rho z \\ \sin 2\varphi &= \frac{z}{3\rho} \\ \rho_{\min} &= \frac{a}{3} \text{ (für } z = a \text{)}. \end{aligned}$$

Die Krümmung $\frac{1}{\rho}$ steht also mit dem Fahrstrahl z in unmittelbarem Verhältnisse*). Bei dieser Linie ist ferner kein Unterschied zwischen R und r, denn es wird stets streng die gewünschte Krümmung $\frac{1}{\rho}$ und eine reine Berührung mit dem Kreise erzielt. Die Überschreitung des Scheitels, wie etwa in Textabb. 7, ist wegen des einfachen Kennzeichens $Z < a$ unmöglich.

Da wir von der Erfahrungsformel für die Überhöhung $h^{mm} = \frac{V}{2\varphi} \cdot 1000 = \frac{z}{i} 1000$ ausgehen, so ist für die Anrampung mit $i = 1000$ h in mm zugleich z in m.

Abb. 16.



Wie aus Gl. XX und Textabb. 16 ersichtlich, hat die Lemniskate nur einen Grenzwinkel $2\psi = 6\varphi$, dem aber hier eine

*) Der Zusammenhang zwischen den Veränderlichen ρ und z wird durch eine gleichseitige Hyperbel, bezogen auf ihre Asymptoten $\rho z = \frac{a^2}{3}$ dargestellt, wobei deren Halbachse $A = \frac{a}{3} \sqrt{6}$ ist.

ganz andere Bedeutung zukommt: er ist nämlich gleichzeitig der Winkel der Berührenden des betreffenden Scheitelbogens. Ist dieser äußere Winkel der Berührenden $\beta > 6\varphi$, so schließt in l der gewählte Kreisbogen an. Wäre beispielsweise $\beta = 18^\circ$, so kann man jeden Kreisbogen von $\varrho = 1000$ bis 400 wählen, wie aus Zusammenstellung VI hervorgeht.

Zusammenstellung VI.

ϱ	V	h = z		$\sqrt[3]{\varrho z} = a$	log a	Grenzwinkel 6φ		
		mm	m			o	'	''
1000	105	53		398,7480	2,60 070	3	2	13
900	100	56		388,8144	2,58 978	3	33	55
800	95	59		376,2977	2,57 553	4	13	34
700	90	64		366,6060	2,56 420	5	14	21
600	85	71		357,4912	2,55 327	6	46	54
500	80	80		346,4101	2,53 959	9	10	18
400	75	94		335,8750	2,52 615	13	28	52
300	65	108		311,7691	2,49 383	20	40	15
250	58	116		294,9576	2,46 976	26	41	32
200	48	120		268,3281	2,42 867	34	36	39
180	45	125		259,8076	2,41 465	40	9	11

Ist $\beta < 3^\circ 2' 13''$ so wird die Schwierigkeit durch Annahme von $\varrho > 1000$ leicht umgangen, da für solche Fälle keine Übergangsbogen mehr nötig sind. Wegen der geometrisch richtigen Berührung haben hier die Scheitelbogen nicht mehr die hervorragende Bedeutung wie bei der kubischen Parabel. Die übliche kubische Parabel mit $C = 12000$ läßt nur die Geschwindigkeit $V \approx 58,32$ km/Std. zu, während die Lemniskate einen Spielraum von $V = 45$ bis 105 km/Std., entsprechend der geplanten Bahnlinie und den vorkommenden Krümmungsverhältnissen, ermöglicht.

Nach Annahme von ϱ und z ergeben sich die Absteckungsgrößen aus:

$$\left. \begin{aligned} \sin 2\varphi &= \frac{z}{3\varrho}, \lambda = \varrho \sin 3\varphi, e = z \sin \varphi, l = z \cos \varphi, \\ v &= e - 2\varrho \sin^2\left(\frac{3\varphi}{2}\right), \tau = e \cot 3\varphi \end{aligned} \right\} \dots \text{(XXIII)}$$

Zur Berechnung der Zwischenpunkte könnte man wohl das unmittelbare Verfahren auf Grund der Polargleichung einschlagen, wenn dieser Weg wegen der vielen Winkelgrößen nicht zu umständlich wäre, wie man aus der deshalb nur andeutungsweise ausgeführten Zusammenstellung VII ersieht. Für jede einzelne Lemniskate müßte diese zeitraubende Arbeit ausgeführt werden.

Zusammenstellung VII.

Lemniskate für den schärfsten Bogen mit $\varrho = 180$.

z	2 φ			φ			x = z cos φ	y = z sin φ	Absteckungsgrößen
	o	'	''	o	'	''			
m									m
10	0	5	6	0	2	33	10,000	0,007	l = 124,148
20	0	20	22	0	10	11	20,000	0,059	e = 14,567
30	0	45	50	0	22	55	29,999	0,200	v = 3,629
40	1	21	30	0	40	45	39,997	0,474	$\lambda = 61,789$
...	
110	10	19	36	5	9	48	109,554	9,899	V = 45 km/Std.
120	12	19	4	6	9	32	119,307	12,874	$\tau = 39,857$
125	13	23	4	6	41	32	121,148	14,567	h = V : 2 $\varrho = 0,125$

Zu einer wesentlich einfacheren Berechnung gelangt man auf folgendem Wege: Man setze in Gl. XVI

$$\xi = K\eta \dots \dots \dots \text{(XXIV)}$$

wobei K alle Werte von ∞ bis 1 annehmen kann, und erhält:

$$\eta^4(K^2 + 1)^2 = 2a^2K\eta^2 \text{ oder } \dots \eta = a \frac{\sqrt{2K}}{K^2 + 1} \dots \text{(XXV)}$$

Es genügt, den Ausdruck $\log \frac{\sqrt{2K}}{K^2 + 1}$ ein für allemal zu berechnen, womit die alle möglichen Lemniskaten umfassende Zusammenstellung VIII aufgefunden ist.

Um $\log \eta$ zu erhalten, fügt man zu vorstehendem Ausdrucke

$$\log a \dots \log \frac{\sqrt{2K}}{K^2 + 1} + \log a,$$

um $\log \xi$ zu bekommen, fügt man noch

$$\log K \dots \log \frac{\sqrt{2K}}{K^2 + 1} + \log a + \log K \text{ hinzu.}$$

Zusammenstellung VIII.

Berechnung der Zwischenpunkte der Lemniskate.

n	$\varrho = 1000$			$\varrho = 180$	
	K^1_∞	log K	$\log \frac{\sqrt{2K}}{K^2 + 1}$	ξ	η
0	∞	∞	0	0	0
1	5400	3,73 239	0,55 193 - 6	5	0,001
2	1350	3,13 033	0,45 501 - 5	10	0,007
3	599,997	2,77 815	0,98 329 - 5	15	0,025
4	337,494	2,52 827	0,35 811 - 4	20	0,059
5	215,991	2,33 444	0,64 885 - 4	25	0,116
6	149,987	2,17 605	0,88 642 - 4	30	0,200
7	110,186	2,04 213	0,08 729 - 3	35	0,318
8	84,3513	1,92 609	0,26 132 - 3	40	0,474
9	66,6366	1,82 371	0,41 485 - 3	45	0,675
10	53,963	1,73 210	0,55 222 - 3	50	0,927
11	44,583	1,64 917	0,67 654 - 3	55	1,234
12	37,4466	1,57 341	0,79 009 - 3	60	1,602
13	31,890	1,50 365	0,89 461 - 3	65	2,038
14	27,4782	1,43 899	0,99 146 - 3	70	2,547
15	23,9163	1,37 869	0,08 172 - 2	75	3,136
16	20,9986	1,32 219	0,16 625 - 2	80	3,810
17	18,5773	1,26 898	0,24 578 - 2	85	4,575
18	16,5456	1,21 868	0,32 091 - 2	90	5,440
19	14,8232	1,17 094	0,39 213 - 2	95	6,409
20	13,3498	1,12 547	0,45 987 - 2	100	7,491
21	12,0788	1,08 202	0,52 452 - 2	105	8,6
22	10,9741	1,04 037	0,58 637 - 2	110	10,024
23	10,0071	1,00 031	0,64 574 - 2	115	11,492
24	9,15525	0,96 167	0,70 286 - 2	120	13,107
				l =	e =
				124,148	14,567

Der linke Teil gilt für alle Bogen der Zusammenstellung VI, der rechte enthält die Werte ξ und η für alle Zwischenpunkte der längsten Lemniskate im Abstände J_{180} von 5 zu 5 m; bei der kürzesten wird $J_{1000} = 7,6739$ m; die Längenabstände J aller übrigen Lemniskatenbogen liegen dazwischen: $J_{180} < J < J_{1000}$, weil die Größe J in der zweiten Zeile der Zusammenstellung VIII bloß a als Veränderliche enthält; aus Gl. XXIV und XXV ist nämlich $J = a \frac{K\sqrt{2K}}{K^2 + 1} = a \frac{5400\sqrt{2} \times 5400}{5400^2 + 1}$ oder, 1 im Nenner (für $K \geq 700$) vernachlässigend, hinreichend genau $J = a : 10\sqrt{27}$.

Zusammenstellung IX*).

Abstände.			
ϱ	J	n	n J
m			m
1000	7,6739	6	46,043
900	7,4833	7	52,383
800	7,2419	8	57,935
700	7,0553	9	63,498
600	6,8799	10	68,799
500	6,6667	11	73,333
400	6,4636	14	90,490
300	6,0000	17	102,000
250	5,67646	20	113,529
200	5,16398	23	118,771
180	5,0000	24	120,000

Die schärferen Bogen haben daher kürzere, die flacheren längere Abstände.

Beispielsweise wird für $\varrho = 700$ m . . $J_{700} = 7,0553$ (Zusammenstellung VI); da nun $z = 64$ ist, braucht man Zusammenstellung VIII nur bis zum neunten Abstände ($9 \cdot J_{700} = 63,498$ m) zu benutzen. Die Endwerte e und l sind aus den Gleichungen XXIII zu berechnen. Ergibt sich hierbei $l < nJ$, so hat man die Benutzung der Zusammenstellung VIII schon bei $(n - 1) J$ abzubrechen.

Es soll noch gezeigt werden, wie einige Zwischenpunkte berechnet werden. Da $\xi = nJ$ gegeben ist, hat man von $\log \xi$ blofs $\log K$ aus Zusammenstellung VIII abzuziehen, um η zu erhalten:

*) Würde man etwa von $J_{200} = 5$, also $a = 346,4101$ ausgehen, so müßten die Zusammenstellungen VIII und IX ganz neu berechnet werden.

Man erhielte aus $5 = a \frac{K \sqrt{2K}}{K^2 + 1} \cdot \frac{a \sqrt{2K}}{K}$. . $K_1 = 2 \left(\frac{a}{5}\right)^2 = 9600$ und sonach die Grenzabstände $J_{180} = 3,750$ und $J_{1000} = 5,7554$ m, ferner $K_2 = 2 \left(\frac{a}{10}\right)^2 = 2400$ usw.

Sinkt K_n unter 700, wie hier von K_4 ab, so müßten die weiteren Festwerte K_n nach der richtigen Formel $J_n = a \frac{K_n \sqrt{2K_n}}{K_n^2 + 1}$ berechnet werden.

	1. J	2. J	3. J	4. J	5. J	
$\xi =$	7,0553	14,111	21,166	28,221	35,277	usw.
$\log \xi =$	0,84852	1,14956	1,32564	1,45058	1,54749	usw.
$-\log K =$	-3,73239	-3,13033	-2,77815	-2,52827	-2,33444	usw.
$\log \eta =$	0,11613 ⁻³	0,01923 ⁻²	0,54749 ⁻²	0,92231 ⁻²	0,21305 ⁻¹	usw.
$\eta =$	0,001	0,010	0,035	0,084	0,163	usw.

Die Unterschiede in den Höhen der Lemniskate und der

kubischen Parabel $\eta - y = a \frac{\sqrt{2K}}{K^2 + 1} - \frac{x^3}{6C}$. . (für $x = \xi$)

werden bei abnehmender Krümmung wegen des wachsenden Faktors a und des zunehmenden Nenners 6 C immer größer.

Vergleichsweise soll nun an Stelle der Schleifenlinie für $\varrho = 600$. . (Zusammenstellung VI) unter gleichen Voraussetzungen eine kubische Parabel betrachtet werden. Man erhält

$C = \frac{V}{2} i = 42500$. . $r = 600$. . $l = \frac{C}{r} = 70,83$. .

$\text{tg } \alpha = \frac{l}{2r}$. . $\alpha = 3^\circ 22' 41''$. . $2\alpha = 6^\circ 45' 22''$, aus

$0,04 = \frac{x^2}{2} \cdot \frac{R-r}{Rr}$ folgt $x = 96,005$ ($R = r \cos^{-3} \alpha = 603,141$)..

$\left(\frac{\varphi}{2} - \alpha\right) = 9^\circ 12' 26''$. . $\varphi = 25^\circ 10' 14''$.

Während also der Unterschied der beiden Grenzwinkel in Zusammenstellung III $\varphi - 2\alpha = 26^\circ 57' 2''$ ist, wird er hier blofs . . . $\varphi - 2\alpha = 18^\circ 24' 52''$.

Dadurch wird das Geltungsgebiet der kubischen Parabel abermals weiter eingeschränkt.

Die Anwendung der Lemniskate als Übergangsbogen in der Rampe $\frac{1}{i} = \frac{1}{1000}$ empfiehlt sich daher:

- I. Von $\varrho = 180$ bis einschliesslich 400 überhaupt (Zusammenstellung III und IV).
- II. Wenn der äussere Winkel der Berührenden größer als der obere Grenzwinkel wird (Zusammenstellung III).
- III. Wenn im Zuge einer Bahnlinie eine größere Geschwindigkeit als $V = 58,32$ km/Std. anzustreben ist, da in diesem Falle die kubische Parabel zwar nur um Unbedeutendes länger wird, aber durch die außerordentliche Verringerung des Abstandes beider Grenzwinkel ($\varphi - 2\alpha$) eine noch beschränktere Anwendungsmöglichkeit zulässt.

Die Schleifenlinie weist somit wegen der reinen, geometrisch richtigen Berührung, gleichviel wie auch Anrampung und Krümmung gewählt werden mögen, so entschiedene Vorzüge auf, dafs sie nicht nur bei Hauptbahnen in Gebirgsländern, sondern vor allem bei Schnellbahnen ihre Rechtfertigung findet.

Besteigbares Lademaßgestell mit drehbaren Lademaßflügeln.

Von Ing. Dr. E. Feyl, Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel 17.

Ladungen, die auf vereinsfremde Bahnen übergehen sollen, für die ein vom Lademaß I verschiedenes Lademaß vorgeschrieben ist (vergl. Blatt III bis XXII des Radstands-Verzeichnisses [R. V.]), können mit den auf den Bahnhöfen vorhandenen Lehren des Lademaßes I nicht genau überprüft werden. Es kann bestenfalls geschätzt werden, ob das vereinsfremde Lademaß eingehalten ist oder nicht.

Diese Unsicherheit beim Beladen von Wagen mit sperrigen Gütern, die nach vereinsfremden Gebieten aufgegeben werden, hat vielfach zu Unzukömmlichkeiten im Betrieb geführt. Es werden häufig Umladungen notwendig, wodurch nicht unerhebliche Kosten entstehen.

Um diesen Übelständen abzuhelpen, hat der Ausschufs für technische Angelegenheiten des V. D. E. V. in seiner Sitzung zu Heidelberg, den 4. bis 6. Oktober 1922, beschlossen, dafs in künftigen Neuauflagen des R. V. um jedes in vollen Linien

ausgezogene Lademaß der einzelnen vereinsfremden Verwaltungen mit gestrichelter Linie das Lademaß I herumzuzeichnen ist — so dafs auf den ersten Blick hervorgeht, in welchen Teilen das vereinsfremde Lademaß schmaler ist als Lademaß I —, ferner, dafs neben den einzelnen vereinsfremden Lademaßen die oberen Teile besonders darzustellen sind und dafs in den Höhen von ungefähr 3000 mm über Schienenoberkante an, also dort, wo sich die Breiten der Lademaße nach oben hin verjüngen, in Abständen von 10 zu 10 cm in wagerechter Richtung die Unterschiedsbeträge zwischen dem vereinsfremden Lademaß und Lademaß I als Stichmaße einzutragen sind.

Um Ladungen nach vereinsfremden Bahnen, die ein Lademaß besitzen, das vom Lademaß I verschieden ist, an Hand dieser Behelfe leicht nachprüfen zu können, hat der technische Ausschufs weiter empfohlen, die auf den Versandbahnhöfen vorhandenen Lademaße I so einzurichten, dafs in den Höhen,

für die im R. V. die erwähnten Stichmaße angegeben werden, diese Maße leicht und genau abgenommen werden können.

Es handelt sich nunmehr darum, die Lademaßgestelle so auszugestalten, daß dieser Forderung leicht entsprochen werden kann, und es ist nur erwünscht, wenn hierfür verschiedene Anordnungen ausprobiert werden. Einen Vorschlag für ein derartiges Gestell zeigen beispielsweise Abb. 1 und 2 auf Taf. 17.

Das Gestell besteht aus einem Rahmen aus U-Eisen, der in Betonblöcken verankert ist. An den Rahmenständern sind die beiden Lademaßflügel in Scharnieren drehbar aufgehängt. Die Flügel bestehen der Hauptsache nach aus einem Flacheisen, das mit seiner inneren Umgrenzung dem Lademaß I angepaßt ist, und einem in einem bestimmten Abstand von dem U-Eisenständer lotrecht geführten Flacheisen. Diese beiden Flacheisen werden durch Quer- und Diagonalverbindungen versteift. Um bei Setzungen des Betonkörpers die Form der Lademaßflügel nicht ändern zu müssen, sind diese in den Scharnieren in der Querrichtung verschiebbar. Die Befestigung der Flügel an den Scharnieren erfolgt mit Schrauben. Die Scharniere werden an den U-Eisen gleichfalls mit Schrauben befestigt, die in einem Schlitz des U-Eisens beweglich sind, so daß die Lademaßflügel — falls es erforderlich ist — etwas gehoben und gesenkt werden können. Die Lademaßflügel können sowohl quer als auch gleichlaufend zur Gleisachse durch Haken festgestellt werden. Die Haken und die Einhängerringe sind im gleichen Maß wie die Flügel verschiebbar gedacht.

Um die Unterschiedsbeträge zwischen dem Lademaß I und den vereinsfremden Lademaßen III bis XXII von der inneren Umgrenzung der Lademaßflügel leicht abtragen zu können,

sind auf den inneren und äußeren Flacheisen der Lehren in Abständen von 10 zu 10 cm Eisenplättchen aufgenietet, deren Oberkante mit den ganzen Dezimetern des von der Schienenoberkante zu messenden Höhenabstandes übereinstimmt. Diese Höhenabstände sind auf den zugehörigen Plättchen eingeschlagen.

Soll nun in einer bestimmten Höhe nachgemessen werden, ob die Ladung das in Frage kommende vereinsfremde Lademaß überschreitet oder nicht, so wird auf die Plättchen eine Latte aufgelegt, auf der die Breite $a-b$ der Lademaßlehre durch einen Strich angegeben ist, dem der zugehörige Höhenabstand beigelegt wird. Diese Latte wird hierauf gegen die Gleisachse so weit vorgeschoben, bis die oben angegebene Marke mit der Außenkante der Lehre (Punkt b) zusammenfällt, wodurch erreicht wird, daß der eine Endpunkt der Latte sich mit der Umgrenzung des Lademaßes I deckt. Auf dieselbe Marke wird dann der Nullpunkt eines auf der Latte verschiebbaren Maßstabes eingestellt. Hierauf wird die Latte samt festgeklemmtem Maßstab gegen die Gleisachse zu verschieben. Kann die Latte so weit hineingerückt werden, daß die Verschiebung das im R. V. für die in Frage kommende Höhe angegebene Stichmaß samt dem gegebenenfalls nach Ladetabelle A oder B erforderlichen Zuschlag überschreitet, so ragt die Ladung nicht über das vereinsfremde Lademaß hinaus. Stößt aber die Latte an die Ladung an, bevor noch obenerwähntes, am Maßstab abzulesendes Maß mit der Außenkante der Lehre (Punkt b) zusammenfällt, so ragt die Ladung über das Lademaß hinaus und muß umgeladen werden.

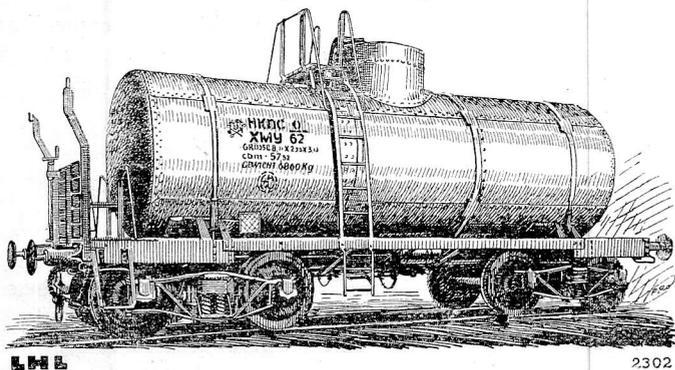
Um diese Messungen vornehmen zu können, muß das Gestell besteigbar sein. Zu diesem Zweck sind an der Außenseite der U-Eisenständer in Abständen von 400 mm Flacheisen von den in der Abbildung angeführten Mäßen angenietet.

Vierachsiger Kesselwagen für die russischen Eisenbahnen,

geliefert von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. in Breslau.

Von der seit Juni 1922 mit der Aktien-Gesellschaft Lauchhammer verbundenen Linke-Hofmann-Lauchhammer Aktien-Gesellschaft sind 1000 Stück Kesselwagen (Textabb. 1) in verhältnismäßig kurzer Zeit für die russische Regierung fertiggestellt; der letzte ist vor einiger Zeit für die Verwaltung in Südrussland zur Ablieferung gekommen. Im Herbst 1921 wurde der Auftrag durch die Regierung der

Abb. 1. Vierachsiger Kesselwagen für Rußland.



R. S. F. S. R. erteilt und Anfang dieses Jahres gelangte der 1000. Wagen zur Ablieferung. Ein beredtes Zeugnis des Könnens und der zähen Energie, mit der die deutsche Industrie am Wiederaufbau alter internationaler Handelsbeziehungen arbeitet, aber auch des Vertrauens, das in ihre ungebrochene wirtschaftliche Kraft gesetzt wird.

Die Kesselwagen haben eine reichhaltige Verwendungsmöglichkeit, da sie sich zum Befördern von Flüssigkeiten aller Art, wie Wasser, Öl, Benzin, Benzol und sonstigen Erdölprodukten benutzen lassen.

Die Hauptabmessungen der Wagen sind:

Länge des Wagens über die Puffer gemessen . . .	10506 mm
Länge des Wagens von Kopfstück zu Kopfstück . . .	9316 «
Länge des Wagens von Mitte zu Mitte Drehgestell . . .	5970 «
Breite von Längs- zu Längsträger (außen) . . .	2743 «
Gesamtlänge des Kessels	8207 «
Lichte Kesselweite	2210 «
Lichte Domweite	1372 «
Inhalt des Kessels	30 m ³
Tragfähigkeit des Wagens	etwa 31,5 t
Leergewicht des Wagens	21 «

Das Untergestell des vierachsigen Wagens ist aus Pressblechen und Formeisen zusammengesetzt und ruht auf zwei Diamond-Drehgestellen, wie sie bei der russischen Eisenbahn gebräuchlich sind. Ebenso entsprechen Puffer, Kuppelung und Zugvorrichtung in ihrer Ausführung den für den Bau vierachsiger Kesselwagen für Rußland herausgegebenen Vorschriften.

An einem Ende des Untergestells ist eine Bremsplattform mit einem herunterklappbaren Sitz angeordnet.

Neben der Handbremse besitzt der Wagen eine selbsttätige, mit dieser verbundene Luftbremse (Westinghouse 100 Zyl.).

Auf den Mittellängsträgern des Untergestells ist der darauf ruhende Kessel mittels 3 Paar gepreßter Winkel befestigt. Auf den Hauptquerträgern des Untergestells ist er auf 6 eichenen Sattelhölzern gelagert und wird außerdem durch 4 Flacheisenbänder gehalten.

Je eine Leiter auf jeder Seite des Kessels führt zu der mit einem Geländer versehenen Plattform neben dem Dom hinauf.

Der Mantel selbst ist aus 4 einzelnen Längsblechen zusammengesetzt, die durch zweireihige Längsnietung verbunden sind, und zwar haben das obere und die seitlichen Bleche eine

Stärke von 9 mm, das untere eine solche von 13 mm. Hierdurch und zugleich durch die unter ungefähr 45° liegende Überlappungsvernietung, wird eine wirksame Versteifung des Kesselmantels erzielt. Der Kesseldom ist 10 mm stark, hat eine lichte Weite von 1372 mm und ist durch einen 10 mm starken Deckel verschlossen. Im übrigen ist er in Übereinstimmung mit dem Buch der russischen Normenkessel mit allen notwendigen Einrichtungen, Ausflußventil und Sicherheitsventilen zum Befördern von Schwer- und Paraffinöl sowie Benzin ausgerüstet. In dem Domdeckel ist ein Sicherheitsventil eingeschraubt, welches zum Ausströmen von expandierenden Gasen dient.

Die Einrichtungen zum Füllen und Entleeren des Kessels sind nach dem Nobelsystem gebaut. Beide Handlungen werden mittels desselben Rohres vorgenommen, das bis auf den Boden des Kessels führt und am Ende mit einem Sieb versehen ist, um eine Verunreinigung zu verhüten. Das Entleeren geschieht mittels einer Vakuumpumpe.

Durch ein zweites Rohr entweicht die Luft während der Kesselfüllung und strömt ebenso bei der Entleerung hinein. Weiterhin dient ein besonderes Rohr mit Schwimmer und Anzeigevorrichtung zum Messen der Flüssigkeitsmenge im Kessel.

Als Material zum Bau der Kessel ist durchweg beste S-M-Qualität verwendet und zwar: Für Böden und Domaufsatz

34—41 kg Festigkeit, 25% Dehnung, für den Mantel und die Wellenbrecher 37—44 kg Festigkeit, mindestens 20% Dehnung. Die Kessel sind einem Probedruck von 4,2 at unterworfen.

Zur Prüfung der Arbeitsausführung und der Widerstandsfähigkeit liefs man zwei vollständig zusammengebaute Kesselwagen mit 10 km Geschwindigkeit aufeinanderprallen. Die Kessel waren bei dem Versuch bis oben hin mit Wasser gefüllt, also einer Flüssigkeit von spezifisch höherem Gewicht als Öl. Aufser einer Verbiegung der Puffer, die den schweren Zusammenstoß auffingen, trat keine Veränderung des Materials und des Baues ein.

Die Kesselwagen wurden zerlegt von Riesa (Lauchhammer) aus auf der Elbe und vom Stadthafen Breslau aus auf der Oder bzw. Elbe nach Hamburg befördert und dort auf Seedampfern verladen, die sie nach dem südrussischen Hafen Noworossisk beförderten. Dort zusammengebaut, wurden sie als Zug zwischen den Grozdní Ölfeldern und Noworossisk in Betrieb genommen, wo sie sich bestens bewähren.

Diese Leistung der Linke-Hofmann-Lauchhammer Aktien-Gesellschaft ist um so höher, sowohl in der Bewertung der Arbeitsausführung als der schnellen Lieferung, anzuerkennen, als die Wagen mit gleichzeitig gelieferten kanadischen Kesselwagen in Wettbewerb standen.

Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

Deutsche maschinentechnische Gesellschaft.

Als Fortsetzung seines Vortrages vom 17. Oktober 1922 über Massenverkehr mit Großgüterwagen*) sprach Regierungs- und Baurat Laubenheimer vom Eisenbahn-Zentralamt Berlin am 20. Februar d. Js. über: Die Bauart der neuen Großgüterwagen der Deutschen Reichsbahn.

Erzeigte zunächst, bis zu welchen Leistungen die Amerikaner ihre Eisenbahnfahrzeuge, mit denen die großen Massentransporte bewältigt werden, gesteigert haben, und führte in Lichtbildern den größten amerikanischen Güterwagen von 108,9 t Ladegewicht und die zu diesen Wagen gebaute größte Güterzuglokomotive der Welt (1 D + D + D2) von 75,4 t Zugkraft vor, die beide bei der Virginian-Eisenbahngesellschaft sich im Betriebe befinden.

Der Redner ging alsdann auf die Konstruktionsgrundlagen für die neuen Großgüterwagen der Deutschen Reichsbahn ein, die größere spezifische Belastungen nötig machen, als es bislang bei uns üblich war. Mit dem bisherigen 7,5 t Raddruck und 3,6 t Belastung für den laufenden m läßt sich überhaupt kein für die praktische Verwendung brauchbarer Großgüterwagen bauen. Ein 50 t-Wagen würde dabei rund 20 m lang werden.

Bei den neuen Entwürfen wurde deshalb ein Raddruck bis zu 10 t und eine Längenbelastung von 6,5 t m zugelassen, die später gemäß dem Lastenschema der für die zukünftigen Brückenberechnungen gültigen Lastenzüge N und E auf 8 t/m erhöht werden soll.

Unter diesen Voraussetzungen liefs sich ein 50 t-Großgüterwagen von nur 12 m Gesamtlänge entwerfen, wobei ein Kasteninhalt von 64 m³ erreicht wurde. Die Wagenverkürzung konnte durch die größere Profilausnutzung erreicht werden, weil sämtliche Großgüterwagen im Interesse der Vermeidung der unproduktiven Selbstkosten ihrer Benutzer als Selbstentlader gebaut sind, wodurch die bisherige Abhängigkeit von den niedrigen Wagenborden für die Handentladung fallen konnte. Hierdurch entfiel zugleich auch die Forderung der Kippfähigkeit der Wagen, die für Drehgestellwagen beim Kippen über Kopf starke konstruktive Schwierigkeiten verursacht hätte.

Die zulässige Umgrenzungslinie der Wagen (Transitprofil), wurde in Anbetracht der vielen noch bestehenden unzureichenden

Profile der Privatanschlüsse zunächst noch nicht voll ausgenutzt; die größte Konstruktionshöhe über S. O. wurde bei den ersten Entwürfen zunächst auf 3,75 m beschränkt.

Die Unabhängigkeit in der Bemessung der Kastenwandhöhe gab die konstruktiv sehr erwünschte Möglichkeit, auch bei den Flachbodenselbstentladern trotz der Türen den Obergurt durchziehen zu können, der bekanntlich bei 20 t-Wagen durch die Tür unterbrochen wird, wodurch der bisherige 20 t-Wagen starke Einbuße an Festigkeit, die bei den künftigen Wagen durch besondere konstruktive Maßnahmen behoben werden soll, erlitt.

Trotzdem machte die Forderung einer guten Kastensteifigkeit bei dem großen Totgewicht und bei der hohen Schwerpunktlage Schwierigkeiten, weil eine gute Selbstentladung die teilweise Öffnung der Seitenwände erforderlich macht, wodurch der Wagenkasten an Längsversteifung bedeutend einbüßt. Trotzdem ist es gelungen, auch diese Frage auf verschiedene konstruktive Weise zu lösen. Zur Versteifung der Wagenkasten ist eine Mittelwand eingezogen, wodurch gleichzeitig die Möglichkeit geschaffen wurde, bestehende Bunkeranlagen, die vielfach nur eine Länge von 6 m besitzen, auch ohne Vergrößerung bei den 50 t-Wagen benutzen zu können, indem man zwei Teilentladungen vornimmt.

Dem endgültigen Verwendungszweck der Großgüterwagen entsprechend werden künftig zwei Bauarten der Großgüterwagen erforderlich werden:

1. Reine Selbstentlader mit feststehendem Sattel für die Pendelzüge des Großmassenverkehrs und
2. Flachbodenselbstentlader für die freizügige allgemeine Verwendung.

Von den zunächst zur Ausführung kommenden 200 Großgüterwagen, die für 10 Züge von je 20 Wagen mit 1000 t Nutzlast gedacht sind, werden 2 Züge mit reinen Selbstentladern und 8 Züge mit Flachbodenselbstentladern, jeder Zug mit einer eigenen Wagenbauart, gebildet, um aus den Betriebserfahrungen mit diesen verschiedenen Konstruktionen die Konstruktionsunterlagen für die künftigen beiden Einheitsbauarten zu gewinnen.

Von den reinen Selbstentladern werden zur Zeit zwei Typen, Bauart Talbot, Aachen mit feststehendem Sattel von

*) Organ 1923, S. 43.

45° und Bauart Waggonfabrik Uerdingen, die einen gebrochenen Sattel von 60° und 45° Neigung hat, gebaut. Während der Talbotwagen ein Drehgestellwagen mit dem bekannten Fachwerk (Diamond)-Drehgestell ist, das sich besonders gut zur Erprobung des Kugellagers von Fichtel und Sachs in Schweinfurt und des sphärischen Rollenlagers, der S.K.F.-Norma Berlin eignet, stellt der Uerdinger Wagen in seiner Achsenanordnung einen ganz neuen Typ dar. Er ist der erste für den öffentlichen Verkehr bestimmte vierachsige Güterwagen ohne Drehgestelle. Er besitzt vielmehr freie Lenkachsen, deren Federanordnung durch ein System von Längsausgleichhebeln und einem Querausgleichhebel ausgebildet wurde, und hierdurch eine theoretische Auflagerung des Wagens auf drei Punkten erzielt, wodurch eine wesentliche Gewichtsersparnis und billige Unterhaltung gegenüber der Drehgestellbauart erreicht wird, während die Standsicherheit des Wagens in Gleiskrümmungen mit Kurvenüberhöhungen gewahrt bleibt und die Entgleisungsgefahr ausgeschlossen wird.

Die bisherigen Versuche mit dem Münchener Ausstellungswagen, Flachbodenselbstentlader der Waggonfabrik Uerdingen, der dieselbe Anordnung hat, hatten keine Anstände ergeben.

Bei den Flachbodenselbstentladern, die wahlweise als gewöhnliche Güterwagen mit flachem Boden oder als Selbstentlader für Schüttgüter verwendet werden können, sind zwei Abarten zu unterscheiden.

Bei der ersten muß der Sattel (Eselsrücken) vor der Beladung aufgerichtet werden, während er bei der zweiten Art sich erst im Augenblick der Entladung selbsttätig bildet.

Nach der ersteren Art sind die Flachbodenselbstentlader Bauart Uerdingen, Bauart Malcher der Oberschlesischen Eisenbahn-Bedarfs A. G. in Gleiwitz und Bauart Waggonfabrik Steinfurt in Königsberg entworfen worden. Während der Malcher-Wagen auch ohne Drehgestelle nur mit Lenkachsen gebaut wird, hat der Steinfurt-Wagen eine Achsenanordnung in einem Lenkgestell, das gewissermaßen ein Mittelding zwischen freien Lenkachsen und einem normalen Drehgestell darstellt. Nach der zweiten Art sind die Flachbodenselbstentlader der Bauarten Linke-Hofmann-Werke Breslau, Fried. Krupp A. G. Löwa, Essen-Ruhr, Orenstein & Koppel A. G. Berlin und Rheinmetall Düsseldorf entworfen worden.

Sämtliche vorstehenden Wagen sind in ihren Entwürfen rein deutscher Natur ohne fremde Vorbilder im Gegensatz zu den neuen englischen Großgüterwagen, die nur amerikanische Kopien darstellen. Nur ein Typ der deutschen Entwürfe, der Flachbodenselbstentlader Bauart Talbot ist einem in Amerika weit verbreiteten Typ nachgebildet worden.

Sämtliche Großgüterwagen, die nur in luftgebremsten Zügen fahren werden, erhalten je zwei normale Bremszylinder der Kunze-Knorr-Güterbremse, die so geschaltet sind, daß beim leeren Wagen nur ein Bremszylinder (bei einem Eigengewicht des Wagens über 23 t) bzw. nur die C-Kammer eines Zylinders (bei einem Eigengewicht unter 23 t) auf alle vier Achsen wirken, während beim beladenen Wagen alle vier Kammern beider Zylinder bremsen, wodurch es ermöglicht wird, beim leeren und beladenen Wagen annähernd den gleichen Brems-

prozentsatz zu erreichen. Im übrigen ist jeder Wagen mit einer Handbremse versehen, die nur auf zwei Achsen wirkt und nach amerikanischem Vorbild nur als Verschiebebremse zu benutzen ist.

Der Umstand, daß die Großgüterwagen zunächst nur in geschlossenen Pendelzügen, losgelöst von dem übrigen Verkehr laufen werden, gibt die erwünschte Gelegenheit, zwei wichtige wagentechnische Neuerungen zu erproben, die selbsttätige Mittelkuppelung und Kugel- bzw. Rollenlager.

Die jetzige Schraubenkuppelung, die nur eine zulässige Belastung von 14 t hat und schon bei den heutigen Zugbelastungen vielfach ein Strecken der Spindel und eine dadurch herbeigeführte Ungangbarkeit der Kuppelung erleidet, würde bei einer Vollausslastung des Großgüterwagens gänzlich versagen, zumal sie heute schon außerordentliche Unterhaltungskosten, die für das laufende Jahr zu mindestens 12 Milliarden Mark veranschlagt werden können, erfordert. Versuchsweise werden deshalb bei 100 Großgüterwagen die bekannte Scharfenbergkuppelung der Scharfenbergkuppelung A. G., Berlin W. 15 und die amerikanische Willisonkuppelung, welche von der Kunze Knorr-Bremse A. G., Berlin-Lichtenberg gebaut wurden, zugleich mit der neuen Uerdinger Ringfeder von 28 bzw. 50 t Belastungsfähigkeit erprobt werden. Die Möglichkeit zum Kuppeln der Wagen mit der normalen Schraubenkuppelung ist bei beiden Bauarten vorhanden.

Die versuchsweise Einführung von Kugel- und Rollenlagern hat neben dem hierdurch erzielten geringeren Zugwiderstande hauptsächlich den Zweck, ein Heißlaufen und dadurch bedingtes längeres Ausfallen dieser hochwertigen Wagen zu vermeiden. Zur Zeit betragen die Heißläufer der Deutschen Reichsbahn jährlich rund 250 000 Stück, was eine jährliche Unterhaltung von rund 15 Milliarden Mark verursacht, ohne daß hiervon sämtliche Verluste infolge der hierdurch verursachten Betriebsstörungen erfaßt sind. Von den ersten Großgüterwagenzügen sollen zwei mit Gleitlagern, einer mit Kugel- und sieben mit Rollenlagern ausgestattet werden, um mit den verschiedenen Konstruktionen eingehende Vergleichsversuche anstellen zu können.

Zum Schlusse knüpfte der Redner an ein Wort Dr. Walter Rathenau's an, der in seinem Vorwort zu den «Massengüterbahnen» sagte: «daß das Prinzip der Staatsbahnen mit seinen großen und anerkannten Vorzügen nicht die Eigenschaften verbindet, die den freikonkurrierenden Industrien anerkant sind: Lust zur Initiative und automatischen Anpassung an die Bedürfnisse der Gesamtheit ist evident.» Diese Bemerkung ist heute nicht mehr zutreffend. Wer die Fülle der Probleme überblickt, die heute die Deutsche Reichsbahn beschäftigt, muß wohl zugeben, daß hier eine Lust zur technischen und wirtschaftlichen Initiative vorhanden ist, wie sie kaum bei einer anderen Eisenbahnverwaltung, auch bei keiner privaten Gesellschaft, zur Zeit angetroffen wird. Auch diese Tatsache ist ein Beweis dafür, daß das ernste Streben nach produktivem Schaffen und der feste Wille zum Wiederaufbau nicht gebrochen ist und trotz aller Gegenmaßnahmen unserer Feinde auf die Dauer nicht gebrochen werden kann.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Eisenbahnen in Bolivien.

(J. P. Risque, Railway Age 1920 II, Bd. 69, Heft 19, 5. November, S. 791, mit Abbildungen.)

Von der Antofagasta- und Bolivia-Bahn*) zweigt bei der Haltestelle Ollague bei dem 6000 m hohen, rauchenden Vulkane von Ollague eine 93 km lange Zweigbahn nach den reichen Kupferbergwerken in Kollahausi ab. Bei Zebollar, etwas weiter von Antofagasta, liegt ein

38 km langer, der amerikanischen „Borax consolidated Co.“ gehörender und von ihr betriebener Borax-See. Die nächste Haltestelle, Askotan, auf 4000 m Meereshöhe bildet den Scheitel der Linie. Bei San Pedro, 501 km von Antofagasta, liegt das von der Bahn mit mehr als 6 Millionen Dollar gebaute Wasserwerk. Die Wasserbehälter sind aus festem Fels gesprengt, 28 cm weite Rohre führen reines Gebirgswasser 312 km weit nach Antofagasta und die umgebenden Salpeter-Felder. Die nördlich von der Haltestelle Kantschi, 296 km von Antofagasta, liegende, 102 m über dem Loa-Flusse hohe berühmte Loa-Überführung wird

*) Organ 1921, S. 201.

nicht mehr von der Bahn benutzt, nachdem eine Umgehungsstrecke gebaut ist. Näher nach Antofagasta, nahe km 243, zweigt eine 9,5 km lange Zweigbahn nach den gewaltigen, täglich mindestens 600 t Kupfer erzeugenden Kupferbergwerken der „Chile Exploration Co.“ in Tschuquikamata ab. In Mejillones, einer kleinen Stadt an der Küste, 69 km nördlich von Antofagasta liegt das Haupt-Ausbesserungswerk des chilenischen, in Oruro das des nördlichen Endes der Bahn.

Peru will seine geplante Bahn von Paita nach dem Marañon-Flusse unter Umständen zu einer Überlandbahn machen. Boliviens Ehrgeiz beabsichtigt das Gleiche für seine in Bau befindliche La Paz-Jungas-Bahn mit 1 m Spur. Koriyata in der Mitte des Jungas-Tales ist das gegenwärtige Ziel. Nach Erreichung dieses Punktes soll die Bahn bis zu einem Punkte am Beni-Flusse, genau nördlich von Koriyata verlängert werden. Der Beni-Fluss erreicht die Grenze von Brasilien über den Fluss Madre de Dios an einem Punkte etwas unterhalb des Endbahnhofes der Madeira-Marmore-Bahn in Brasilien. Diese Bahn bringt die Erzeugnisse aus dem Innern nach dem Madeira-Flusse und von dort nach dem Amazonas-Strome und dem Atlantischen Meere. Das Jungas-Gebiet in dem weiten nordöstlichen Hinterlande am Atlantischen Abhänge der Andenkette jenseit La Paz liefert Kaffee, Kakao, Holz, Früchte usw. in großer Menge, die bis zur Eröffnung der Bahn von Burros und Llamas nach La Paz getragen wurden. Wenn die 200 km lange Strecke zwischen Atotscha und La Quiaca über Tupiza vollendet ist, wird Ujuni, wo die Spur der Antofagasta- und Bolivia-Bahn wechselt, ein wichtiger Umsteigeplatz werden für Reisende aus Peru, Bolivien und alle ändern einen kurzen, verhältnismäßig bequemen Weg nach Buenos Aires suchenden. Die Überlandbahn durch Argentinien, Bolivien und Peru wird in kurzem verwirklicht werden, Peru und Bolivien mögen Chile viel Überlandhandel rauben.

Die Zweigbahn von Rio Mulato an der Antofagasta- und Bolivia-Bahn nördlich von Ujuni nach Potosi wird bis Sukre, vielleicht bis Lagunillas verlängert. Santa Kruz soll mit Korumba an der Grenze von Brasilien auf dem 19. Breitengrade, dem westlichen Endbahnhofe der Großen Westbahn von Brasilien, verbunden werden. Die Kupferbergwerke von Braden planen Bahnen von Sukre nach Jakuiba und von Santa Kruz südöstlich nach einem Punkte der Sukre-Jakuiba-Bahn, halbwegs zwischen den beiden Endbahnhöfen. Argentinien hat den Bau einer 139 km langen Bahn von Jakuiba südlich nach Embarkazion, dem nördlichen Endbahnhofe der argentinischen Staatsbahnen, genehmigt. B—s.

Andenbahn Salta—Antofagasta.

(R. F. Maury, Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 27, 30. Dezember, S. 1237, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel 16.

Die seit April 1921 im Baue befindliche Andenbahn von Salta in Argentinien nach dem Hafen von Antofagasta in Chile am Stillen Meere (Abb. 5, Taf. 16) kreuzt die Hauptkette der Anden ungefähr im Zuge der Inka-Straße. Als Glied des Netzes der argentinischen Staatsbahnen schließt sie mit dem östlichen Endpunkte an dieses an. Sie hat 1 m Spur, 25⁰/₁₀₀ steilste Neigung mit Ausgleich in den Bogen und 150 m kleinsten Bogenhalbmesser. Die Linie kreuzt von Salta aus das reiche Lerma-Tal auf etwa 40 km, um sich in die Schlucht des Rio Toro zu legen, dem sie bis Puerta de Tastil 105 km von Salta folgt. Da auf den ersten 30 km der Schlucht des Toro die Steigung des Flußbettes teilweise steiler als die steilste Neigung der Bahn ist, sind zwei 1200 und 800 m lange Kehrrampen auf Kreuzungsstellen angeordnet. Bei Puerta de Tastil steigt die Bahn aus der Schlucht des Toro etwa 700 m auf 8 km Entfernung in der Luftlinie. Hier macht die Linie an einem Punkte sechs Schraubengewindungen um eine Gruppe von Bergkegeln. Sie führt dann nach Westen mit schwacher Neigung mit Ausnahme der Kreuzung der drei verschiedenen Gebirgsketten, der Abra Blanca, 4100 m hoch, der Abra Chorillos, 4496 m, und der festländischen Hauptkette an der Grenze, deren Kreuzungspunkt noch nicht bestimmt ist. Die Bahn wird durch mit Rohöl aus den argentinischen Feldern geheizte 1 E 1-Lokomotiven betrieben.

Statt der ursprünglich geplanten Linie über Huaytiquina ist eine abgeänderte vorgeschlagen, die die Grenze in Socompa, beträchtlich südlich von Huaytiquina am Rande des Vulkans von Socompa überschreitet, um bei Augusta Viktoria, des Kaisers begaustendem Salpeterbergwerke, an die bestehende Zweiglinie der Antofagasta- und Bolivia-Bahn*) anzuschließen. Diese würde von 75 cm

*) Organ 1921, S. 201; 1923, S. 56.

auf 1 m Spur umgebaut werden. Die vorgeschlagene Abänderung würde für Argentinien sehr vorteilhaft sein, da sie die ganze Entfernung zwischen Salta und dem Meere beträchtlich vermindern, während sie den von Argentinien zu bauenden Teil um nur etwa 80 km vergrößern würde. Betrachtlicher Widerstand gegen diese Linie ist im Norden von Chile entstanden, da sie die reichern Bergwerksgebiete und das einzige Gebiet mit Bewässerung vermeidet. B—s.

Die Wasserkräfte der Erde.

(„Wirtschaft und Statistik“ 1922, Band 2, S. 323; Elektrotechnische Zeitschrift 1922, 43. Jahrgang, Heft 34, 24. August, S. 1096, letztere mit Abbildung.)

Zusammenstellung I zeigt das Verhältnis der ausgenutzten zu den wahrscheinlich vorhandenen Wasserkraften der Erdteile bei gewöhnlichem Niedrigwasser für 1920.

Zusammenstellung I.

Erdteil	Wahrscheinliche Wasserkräfte	Ausgenutzte Wasserkräfte	
	1000 PS	1000 PS	%
Europa	45 000	8 877	19,73
Nord- und Mittel-Amerika	62 000	12 210	19,69
Amerika im Ganzen . . .	116 000	12 634	10,89
Asien	71 000	1 160	1,63
Australien (Ozeanien) . .	17 000	147	0,86
Afrika	190 000	11	0,01

Zusammenstellung II.

Land	Wahrscheinliche Wasserkräfte 1000 PS	Ausgenutzte Wasserkräfte			
		1000 PS	%	auf 1 qkm	auf 100 Einwohner
Europa					
Frankreich	4 700	1 400	29,79	2,5	3,55
Norwegen	5 500	1 350	24,55	4,36	51,29
Schweden	4 500	1 200	26,67	2,92	20,33
Italien	3 800	1 150	30,26	3,7	2,96
Schweiz ¹⁾	4 000	860	21,5	20,82	22,13
Deutschland ²⁾	1 425	618	43,37	1,31	1,03
Spanien	4 000	600	15	1,19	2,85
England	585	210	35,9	0,56	0,45
Österreich	3 000	205	6,83	2,57	3,34
Finnland	1 500	185	12,33	0,57	5,55
Südslawien	2 600	125	4,81	0,5	1,07
Rußland	2 000	100	5	—	0,12
Amerika					
Vereinigte Staaten . . .	28 000	9 243	33,01	1,18	8,75
Kanada	20 000	2756 ³⁾	13,78	0,29	31,42
Mexiko	6 000	400	6,67	0,2	2,77
Südamerika	54 000	424	0,79	0,02	—
Asien					
Japan	6 000	1 000	16,67	2,61	1,79
Indien ⁴⁾	27 000	150	0,56	0,03	0,05

¹⁾ Nach Berechnungen des eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft.

²⁾ Von den Berechnungen des „United States geological Survey“ abweichend. Nach anderer deutscher Schätzung betragen die wahrscheinlichen Wasserkräfte etwa 6 Millionen PS, die ausgenutzten 1 bis 1,2 Millionen PS.

³⁾ Stand am 1. Januar 1922.

⁴⁾ Nach „Capital“, Kalkutta, 1922, 23. Februar, sind die auf 21,5 Millionen PS geschätzten Wasserkräfte zu 1,25% ausgenutzt.

Die Stärke der Verwertung war also 1920 in Europa und in Nord- und Mittel-Amerika ungefähr gleich, die anderen Erdteile, besonders das über 43,3% aller Wasserkräfte verfügende Afrika stehen weit zurück. Zusammenstellung II zeigt die Verteilung der wahrscheinlich vorhandenen und der ausgenutzten Wasserkräfte auf die wichtigsten Länder und setzt die ausgenutzten Wasserkräfte zur Fläche und Einwohnerzahl der Länder in Beziehung.

In Bezug auf das Verhältnis der ausgenutzten Wasserkräfte zur Fläche steht die Schweiz mit nahezu 21 PS/qkm bei weitem an erster Stelle. Ihr folgen Norwegen mit 4,36, Italien mit 3,7, Japan mit 2,61 PS/qkm. Im Verhältnis zur Einwohnerzahl ist die Ausnutzung der Wasserkräfte in Norwegen mit mehr als 51 PS auf

100 Einwohner am größten. Ihm folgen Kanada mit etwas mehr als 31, die Schweiz mit rund 22, Schweden mit etwas über 20 PS auf 100 Einwohner. Abgesehen von Südamerika, für das die Beziehung zur Einwohnerzahl nicht angegeben ist, stellt sich das Verhältnis zur Fläche und zur Einwohnerzahl am ungünstigsten für Indien. Deutschland hat, wenn man die vom Statistischen Reichsamte als mit der amerikanischen Berechnung¹⁾ nicht übereinstimmend bezeichnete sehr niedrige Zahl von 1,425 Millionen PS wahrscheinlich vorhandener Wasserkräfte und 43,37% Verwertung zu Grunde legt, nur 1,31 PS/qkm und 1,03 PS auf 100 Einwohner ausgenutzt. B—s.

¹⁾ Elektrotechnische Zeitschrift 1922, S. 622.

O b e r b a u.

Tränkung von Schwellen und Holz in Schweden im Jahre 1920.

Im Jahre 1920 wurde bei den schwedischen Staatsbahnen Tränkung ausgeführt mit Kresolkalzium an 46922 Stück Schwellen und 238,4 m³ anderem Holz, mit Triolith an 156130 Stück Schwellen und 276,45 m³ sonstigem Holz. Zur Herstellung von Kresolkalzium wurde aus England Kresol zu einem Preis von 95,69 Kr cif Göteborg bezogen. Zur Triolithherstellung wurde ein vom Jahre 1918 herstammender Vorrat von sog. Zusatzstoffen (Natriumphenolate) im Werte von 180 Kr für 100 kg verwendet und außerdem wurde Fluornatrium schwedischen Ursprungs zu 225 Kr für 100 kg gekauft. Die fertigen Tränkungsmittel kosteten am Tränkungsplatze im Mittel: Kresolkalzium 95 Kr, Triolith 214 Kr für je 100 kg. Die Tränkung wurde mit 2 Vorrichtungen in 5 verschiedenen Stationen durchgeführt. Unter dem Jahre wurden in der Versuchsanstalt bei Tomtebodas zur Probe 377 Stück Schwellen mit Emulsionen von Kreosotöl und Wasser getränkt. Wenn durch Anwendung von Emulsionen eine kleinere, aber vom Konservierungsstandpunkte genügende Menge Kreosotöl, z. B. 2 kg, im Aufszenholz der Schwelle gleichmäßig verteilt werden könnte, so könnte eine bedeutende Ersparnis erreicht werden. Das Ergebnis des Versuches war jedoch nicht günstig, da die Emulsionen bei der Tränkung teilweise sich in ihre Bestandteile auflösten, wobei das Splintholz nur fleckenweise vom Kreosotöl durchtränkt wurde. Dr. S.

Spurweite der Eisenbahnen der einzelnen Länder.

(Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 27, 30. Dezember, S. 1234.)

In der Quelle sind die Bahnlängen für 59 Hauptländer der Welt nach der Spurweite zusammengestellt. Von den in diesen Ländern 1920 betriebenen, 76% der Eisenbahnlänge der Welt darstellenden 909 396 km haben 637 555 km Regel-, 88 004 km Breit- und 183 837 km Schmal-Spur, oder etwa 70% Regel-, 10% Breit- und 20% Schmal-Spur. England hat 32 299 km oder 85% der 38 179 km betragenden Bahnlänge Regelspur. Auf dem europäischen Festlande stellt diese 76% der Bahnlänge dar. Vereinigte Staaten von Nordamerika, Kanada, Kuba, Holland, Ungarn, Neu-Südwesten, Türkei und Korea haben fast allgemein Regelspur. Die Meterspur findet sich in Porto

Rico, Französisch-Sudan, auf der Malaiischen Halbinsel, in Bolivien, Holländisch-Guiana, vorwiegend in Brasilien und kommt in fast allen Hauptländern Europas und Asiens vor. Die beiden nächst wichtigsten Spurweiten sind 1,676 und 1,067 m. Erstere findet sich hauptsächlich in Indien, Spanien und Argentinien, letztere in Südafrika, Neu-Seeland, Süd-Australien, Queensland, Tasmanien, West-Australien, Japan und auf den Philippinen. England hat 5003 km mit der ersten Spur, auch hat es mit 381 mm die schmalste Spur der Welt auf 11 km. In China findet sich vorwiegend die Spur 1,524 m. B—s.

Gleis-Kehrmaschine.

(Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 15, 7. Oktober, S. 655, mit Abbildungen)

Die auf der Pennsylvania-Bahn verwendete Gleis-Kehrmaschine fegt mit großer Geschwindigkeit den Schmutz, hauptsächlich Asche und -ohlenstaub, von Gleis und Bettung auf und lädt ihn in Wagen. Die durchschnittliche Geschwindigkeit ist ungefähr 6 km/Std. Die Kosten sind annähernd halb so hoch, wie gewöhnlich bei Handarbeit. Die Maschine wird hauptsächlich auf den mit Schiebelokomotive betriebenen Steilrampen der Hauptlinie durch das Allegheny-Gebirge verwendet. In einigen Fällen reinigt sie auch Ausweichgleise und Bahnhofsteile. Der Schmutz sammelt sich sehr schnell auf diesem Teile der Linie. Ungefähr 163 km Gleis erfordern jährlich vier- bis sechsmalige Reinigung, die nötig ist, damit die Signale richtig arbeiten, die Schienenbefestigungen in bestimmten Fristen untersucht werden können und die Bettung gut entwässert. Die Maschine hat eine 2,13 m lange Kehrwalze von 91 cm Durchmesser aus eisernen Stäben von 1×5 mm Querschnitt, die unter dem Rahmen eines alten bordlosen Wagens hängt und nach Bedarf durch einen mit der Bremsleitung des Zuges verbundenen Preßluftkolben gehoben oder gesenkt werden kann. Die Kehrwalze macht ungefähr 100/Min. Umläufe, sie wird durch Kette von einer Gasolinmaschine auf der Wagenbühne getrieben. Eine drehbare, über die beiden Schienen fallende eiserne Pfanne fängt den Schmutz auf und befördert ihn durch Förderband in einen mitgeführten Wagen. B—s.

B a h n h ö f e u n d d e r e n A u s s t a t t u n g.

Anlagen der Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Bahn zur Enthärtung des Wassers.

(C. Herschel Koyl, Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 13, 23. September, S. 573, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 8 auf Tafel 16.

Die Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Bahn hat östlich vom Missouri-Flusse in Süd-Dakota und Iowa 14, mit drei älteren 17 Anlagen zur Enthärtung des Wassers auf 640 km Strecke eingerichtet. Die neuen Anlagen arbeiten mit Dauerstrom und haben zwei Bauarten. Die Anlagen der Hauptlinien behandeln mit zwei Ausnahmen 68 m³/Std. dauernd und bestehen je aus einer Pumpe für hartes Wasser, einem Mischbehälter für 40 Min., in dem die Mischung von hartem Wasser und den in Dauerströmen zugeführten Enthärtungsstoffen langsam gerührt wird, einem Schlammbehälter für 3 Std., einer den Gleisbehälter speisenden Pumpe für enthärtetes Wasser und einem Lagerraum für Enthärtungsstoffe in geheizten Gebäuden (Abb. 6 bis 8, Taf. 16). Mit Ausnahme der Maschinen und Rohre besteht alles aus Holz. Der 51,2 m tiefe gebohrte Brunnen unter dem Pumpenraume liefert Wasser für eine Tiefbrunnen-Doppelpumpe, die es durch ein 15 cm weites Rohr nach dem Rühr-

werke bringt. Nach dem Durchgange durch dieses fließt das Wasser nach dem Boden des Mischbehälters, wo es beim Aufsteigen nach einander die Dauerströme der Lösungen von Kalziumhydroxyd, kohlen-saurem Natrium und schwefelsaurem Eisenoxydul trifft. Kalziumhydroxyd wird zum Ausziehen der Kohlensäure verwendet, was das Fällen des Kesselstein bildenden kohlen-sauren Kalziums auf 0,04 g/l oder weniger bringt. Kalzinierte Soda wird verwendet, um Kesselstein bildendes, schwefelsaures Kalzium völlig durch schwefelsaures Natrium zu ersetzen. Schwefelsaures Eisenoxydul wird zur Behandlung der letzten 0,04 g/l kohlen-sauren Kalziums verwendet, so daß es Strahlpumpe und Zweigrohr nicht verstopft; dies geschieht durch Verwandlung der Hälfte des kohlen-sauren Kalziums in schwefelsaures. Die Enthärtungsstoffe werden durch geregelte Wasserströme von dem das Rührrad versorgenden Rohre zugeführt. Der 2 m³ Wasser fassende Kasten für Kalkmilch trägt in jedem Falle genügend Kalziumhydroxyd für 5 Std. in Scotland 180 kg, in Lösung, dieses wird dauernd durch einen kleinen Wasserstrom zugeführt, der am Boden des Kalkkastens eintritt und nahe der Oberkante durch ein 5 cm weites Rohr bis nahe an den Boden des Mischbehälters überfließt. Über dem Kalkkasten befindet sich eine Kalkpumpe für Notfälle. Einmal stündlich wird trockenes Kalzium-

hydroxyd dem Kasten zugesetzt. Hierdurch wird eine stündliche Änderung in der Menge der Kalkspeisung erzeugt, aber das Rühren im Mischbehälter ist so gründlich und dauert mit 45 Min. so lange, daß das Wasser beim Überfließen von der Oberkante des Mischbehälters nach dem Boden des Schlammbehälters nur wenig verändert ist. Die trockene kalzinierte Soda ruht auf einer wagerechten Platte im Sodakasten und wird durch einen Strahl dem Mischbehälter zugeführt. Der Vorrat auf der Platte wird stündlich ergänzt. Das schwefelsaure Eisenoxydul wird in Lösung aus seinem Kasten durch einen kleinen Strom zugeführt, der am Boden eintritt und nahe der Oberkante überfließt.

Das fast völlig enthärtete Wasser mit zum Setzen bereitem Niederschlag gelangt nach dem Boden des Schlammbehälters, beginnt dort seinen Niederschlag abzusetzen, während es langsam steigt, um durch das durchlöchernte Sammelrohr nach der Pumpe für enthärtetes Wasser im Pumpenraume überzufließen, von wo es nach dem Gleisbehälter gesandt wird. Die beiden Pumpen im Pumpenraume werden durch eine Ölmaschine für 10 PS getrieben.

Der Schlammbehälter wird einmal täglich gereinigt, indem die durchlöchernten Schlammrohre am Boden des Behälters steuernden Ventile für 30 Sek. geöffnet werden. Die Löcher befinden sich in der Sohle der Schlammrohre, die Zweigrohre sind durch Zweigstücke so mit den Hauptrohren verbunden, daß sie dicht am Boden liegen. Pumpenraum und Arbeitsräume werden durch Warmwasserrohre längs der Mauern geheizt. Das chemische Lager faßt 2,5 Wagen Stoffe.

Die beiden übrigen Anlagen einer Hauptlinie und die einer Zweigbahn sind kleiner, die vorhandenen Gleisbehälter werden als Schlammbehälter und Vorratsbehälter für durch Lokomotiven zu entnehmendes Wasser verwendet. Der Mischbehälter steht im Gleisbehälter, eine kleine Maschine unter dem Behälter treibt drei kleine Pumpen, die die Enthärtungsstoffe aus je einem besondern Fasse in das unbehandelte Wasser entladen, und treibt auch das Rührwerk im Mischbehälter. Das unbehandelte Wasser tritt am Boden des Mischbehälters ein, wo es die Enthärtungsstoffe aufnimmt und dauernd gerührt wird, während es nach der Oberkante steigt, von wo es durch ein Überlaufrohr nach dem Boden der Schlammabteilung fließt. Wasser zum Füllen von Lokomotivbehältern wird dann von der Oberkante des Schlammraumes durch ein Rohr erlangt, dessen Mund durch einen Schwimmer gehoben wird. Das Gebäude um den Fuß des Behälters hat einen Ofen zum Heizen und ist groß genug, um den nötigen Vorrat an Enthärtungsstoffen zu lagern.

Die Anlagen wurden durch die Eisenbahnverwaltung gebaut, die größeren kosteten annähernd je 18 000, die kleinere 7 000 Dollar.

B-s.

Laufkran zum Heben und Drehen von Lokomotiven.

(Railway Age, Oktober 1922, S. 662. Mit Abbildungen)

Die Richthallen der Lokomotivwerkstätten sind entweder für Quer- oder Längsstände eingerichtet, erstere werden mit Schiebepöhlen oder Laufkränen oder beiden Fördermitteln zugleich, letztere nur mit Laufkränen bedient. Je nach der Örtlichkeit kann es erwünscht sein, die Lokomotiven in eine Halle mit Querständen durch eine Giebelwand einzubringen und hierzu ein Längsgleis einseitig durch die Halle zu führen.

Für einen derartigen Fall haben die Shaw-Kran-Werke von Manning, Maxwell und Moore in Newyork einen Laufkran gebaut, bei dem die in zwei Seilzügen hängende Lokomotive um 90° gedreht werden kann. Hierzu ist das Hubwindwerk auf einer Drehscheibe angeordnet, die vom Rahmen der Laufkatze getragen ist. An den 2134 mm auseinander liegenden Seilzügen ist ein langer Balken aufgehängt, der die Lokomotive mit Quergehängen und Seil-

schlingen trägt. Diese können auf dem Längsbalken so verschoben werden, daß die Last im Gleichgewichte hängt. Ein ausgeführter Kran hat 16,07 m Spannweite und 100 t Tragfähigkeit. Der Längsbalken kann abgenommen und ein kurzes Verbindungsstück mit Lasthaken in die Unterflaschen der beiden Seilzüge eingehängt werden, so daß die volle Kranleistung auch für andere Zwecke ausgenutzt werden kann. Auch die Anbringung einer besondern Hilfskatze ist möglich.

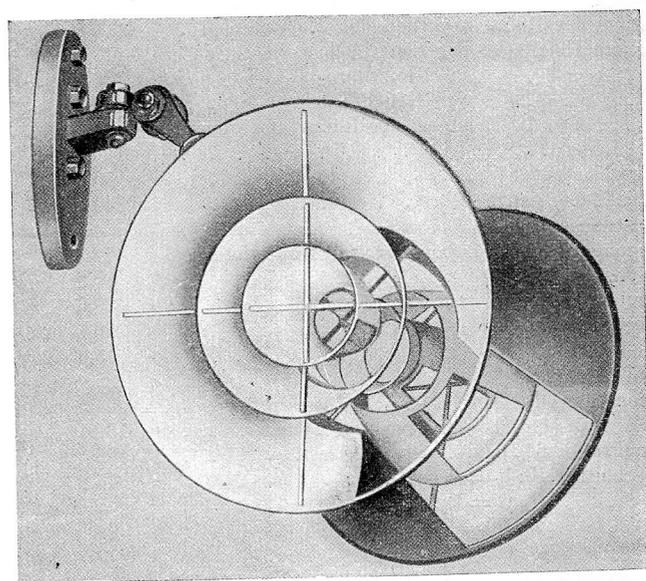
A. Z.

Beleuchtungskörper für Bahnhöfe.

(Electrical World 1922, Band 79, S. 731; Elektrotechnische Zeitschrift 1922, 43. Jahrgang, Heft 30, 3. August, S. 992, beide mit Abbildungen.)

Für wirksame Beleuchtung von Bahnhöfen eignet sich der von der „General electric Co.“ für von Kraftwagen befahrene Landstraßen entworfene und erprobte Beleuchtungskörper (Textabb. 1). Er hat zwei Strahlschirme aus drei gleichmittigen Teilen, mit je einer Öffnung auf jeder Seite der Lampe. Durch diese Anordnung wird

Abb. 1.



der größere Teil des Lichtes, der sonst durch Widerstrahlung nach oben und nach der Seite verloren gehen würde, gesammelt und in beiden Richtungen auf die Erdoberfläche geworfen. Die Lichtstrahlen, die bei Verwendung nur eines Strahlschirmes entweichen würden, werden durch die inneren Strahlschirme aufgenommen und unter einem Winkel von 10° unter der Wagerechten gegen die Erdoberfläche gerichtet. Zwei einzelne parabolische Strahlschirme, die dieselbe Wirkung haben sollten, müßten ungefähr 4,5 m Durchmesser haben. Der die Strahlschirme tragende Arm kann wagerecht und lotrecht verstellt werden. Die weisen zurückstrahlenden Flächen der Strahlschirme lassen keine Blendung auftreten. Die Beleuchtungskörper werden in 76 m Teilung auf Masten aus Grobmörtel 10,5 m über der Erdoberfläche angebracht. Die Glühlampen haben 250 H.K.

B-s.

Maschinen und Wagen.

Bau, Herstellung und Versand der in Schweden bestellten russischen Lokomotiven *).

Von Ing. Bengt Sjölin.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1—3 auf Tafel 13, Abb. 1—9 auf Tafel 14 und Abb. 1—8 auf Tafel 15.

Die bei fünfjähriger Lieferzeit angenommene Bestellung von auf einmal 1000 russischen Lokomotiven seitens Nydqvist und Holm, A. G. in Trollhättan, entsprechend ungefähr der Hälfte des

ganzen Bestandes an Lokomotiven in Schweden, bildet für das Land ein merkwürdiges Ereignis. Der Bau der Lokomotiven wurde durch den Vertreter des Zentrosjus, Professor Lomonosoff vorgeschrieben und zwar mit gewissen Veränderungen auf Grund einer Bauart, die schon früher in Rußland ausgeführt und von Lugansk 1912 für die Wladikawkasbahn entworfen wurde**). Die jetzt in Schweden für Rußland ausgeführten sind E-Heißdampf-Zwillings-Lokomotiven mit vierachsigen Tender und 80,6 t Gewicht.

*) Teknisk Tidskrift, Mekanik 25 Februar 1922.

**) Organ 1922, S. 329.

Nydqvist und Holm fertig sind. Die russischen Bestellungen übten eine starke Wirkung auf das Erwerbsleben Schwedens, sie haben wesentlich dazu beigetragen, dem ganzen Lande über seine augenblickliche wirtschaftlich und gewerblich gedrückte Lage hinweg zu helfen. Allein außerhalb des Werkes Nydqvist und Holm in Trollhätta sind Lieferungen vergeben worden, die rund 1,1 Millionen Tagschichten entsprechen. Auf Grund der nun vollzogenen Einstellung auf Massenerstellung von Lokomotiven hegt das schwedische Großgewerbe auf diesem Gebiete gute Hoffnungen für die Zukunft. Dr. S.

Öltriebmaschine.

(Engineer, Juli 1922, S. 37. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10—12 auf Tafel 14.

Auf der englischen Landwirtschaftsschau in Cambridge wurden kleine Verbrenntriebmaschinen der Mirrlees, Binkerton und Dag-Gesellschaft gezeigt. Sie leisten 3,5 PS und haben nur ein Ventil. Die Stellung des Ventiles in der im Viertakte arbeitenden Maschine zeigen Abb. 10—12, Taf. 14. An die Stelle des zweiten Ventiles tritt hierbei ein drehbarer Hahn mit wagerechter Achse. A. Z.

1 B + B 1-Wechselstrom-Lokomotiven für die bernischen Dekretbahnen.

(Schweizerische Bauzeitung, August 1920, Nr. 8, S. 83. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 13 auf Tafel 14.

Auf Antrag der bernischen Regierung beschloß der große Rat des Kantons Bern im Herbst 1918 die Einführung elektrischen Betriebes auf den eigenen Bahnstrecken des Bezirkes nach der bei den Schweizerischen Bundesbahnen verwendeten Bauart mit Einwellenstrom von 15 000 V. Die von den Bauanstalten Oerlikon und Winterthur mit Brown, Boveri & Cie. gelieferten 1 B + B 1-Lokomotiven nach Abb. 13, Taf. 14 sind zur weiten Verbreitung auf Nebenbahnen mit Regelspur und beschränktem Achsdrucke besonders geeignet. Sie leisten mit zwei Triebmaschinen von zusammen 1035 PS Stunden- und 780 PS Dauer-Leistung Zugkräfte von 8000 kg während einer Stunde und 6000 kg dauernd bei 35 km/Std. Auf der Neigung von 25‰ soll eine um 20‰ höhere Leistung während 15 min abgegeben werden. Die größte Geschwindigkeit soll 60 km/Std., die größte Triebachslast 12,75 t, das Dienstgewicht 72,5 t betragen. Die beiden Drehgestelle sind durch je einen Drehzapfen mit dem Hauptrahmen verbunden, der die Zugkräfte überträgt, während die Stoßkräfte durch Pufferplatten unmittelbar von einem zum andern Drehgestelle gehen. Der Rahmen ruht auf je zwei Gleitpfannen zu beiden Seiten der Drehzapfen und auf zwei federnden Rollenstützen über den Laufachsen. Jedes Drehgestell ist mit einer Triebmaschine ausgerüstet, die über Vorgelege mit Schraubenzahnung auf beiden Seiten eine Blindwelle und von dieser die Triebachsen durch einfache mit Schlitz und Stein versehene Kuppelstangen antreibt. Der geschlossene Kastenaufbau enthält in der Mitte den Abspanner, an den Stirnseiten je einen Führerstand. Die Triebmaschinen haben künstliche Kühlung und sind je nach den Eigenarten der beiden Bauanstalten etwas verschieden. Sie leisten je 560 PS während einer Stunde bei 580 Umläufen in 1 Min. Die Geschwindigkeit wird durch Stufenschalter geregelt. Der Abspanner hat Anzapfstufen von 500 und 220 V für die Hauptmaschinen und die Triebmaschinen für Preßluft, Lüftung und Beleuchtung, außerdem eine zweite Wickelung mit 800 bis 1000 V für die Heizung des Zuges.

Mit Rücksicht auf die geringen und kurzen Neigungen ist Nutzbremse bei Talfahrt nicht in Betracht gezogen. A. Z.

Turboelektrische Lokomotive.

(Génie civil, August 1922, Nr. 7, S. 166.)

Die North British Locomotive-Gesellschaft in Glasgow hat schon früher nach Angaben von Reid-Ramsay eine Lokomotive mit Turbinenantrieb und elektrischer Übertragung auf die Achsen erprobt. In Anlehnung an diese Versuche haben M. D. M. Ramsay und die Ramsay Condensing Locomotive-Gesellschaft in Verbindung mit Armstrong Whitworth & Co. eine neue Lokomotive mit Turbine und Kondensator gebaut, die nunmehr von der Nordwestbahn ausgedehnten Betriebsversuchen unterworfen wird.

Der in einem Lokomotivkessel erzeugte Dampf von 14 at und 160° Überhitzung geht durch eine Dampfturbine mit 3600 Umläufen/Min. und wird hier bis auf 70 mm Hg im Kondensator ent-

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

spannt. Mit der Turbine ist ein Drehstrom-Erzeuger nach Oerlikon gekuppelt, der 390 kW bei 600 V leistet und während einer Stunde um 25% überlastet werden kann. Die Erregermaschine wird von einer besonderen Turbine angetrieben. Zum Antriebe der Achsen dienen vier elektrische Triebmaschinen in zwei Gruppen, die mit Zahnradvorgelegen auf eine Zwischenwelle arbeiten. Von hier werden je drei Achsen mit Kuppelstangen angetrieben. Der Kessel, der Maschinensatz für die Erregung und Erzeugung des Stromes und eine Motorengruppe sind auf der vordern Hälfte des Fahrzeuges untergebracht. Der Tender trägt aufser dem Kohlenvorrat die zweite Triebmaschinen-Gruppe und den Kondensator nach Mirrlees-Watson, der aus einem Wasserbehälter mit darüber nach Art eines Käfigs angeordneten Röhren besteht. Letztere werden durch ein Lüftrad nach Brotherhood gekühlt. Eine Hauptschalterwalze steuert Vorwärts- und Rückwärtsgang und schaltet die Triebmaschinen einzeln neben- und hintereinander zu und ab.

Die Lokomotive wiegt mit 10 t Wasser- und 4 t Kohlen-Vorrat 130 t. Das Reibgewicht beträgt 108,5 t, die Zugkraft etwa 10 t. Der niedergeschlagene Dampf wird durch eine Umlaufpumpe der Speisevorrichtung wieder zugeführt. A. Z.

Leichter Triebwagen*).

(Railway Age, Oktober 1921, Nr. 18, S. 841. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 9 bis 12 auf Tafel 16.

Die Bowen Motor Railways Corporation in St. Louis baut leichte Triebwagen aus je einem Triebwagen und Anhänger für Bahnstrecken mit schwachem Verkehre. Bemerkenswert ist die Anordnung der Kraftübertragung auf die einzige Triebachse. Der Triebwagen nach Abb. 9 und 10, Taf. 16 läuft auf einem zweiachsigen Drehgestelle und der Triebachse, die unter dem hintern Drittel der Langträger steht, der Anhänger hat zwei leichte Drehgestelle. Ersterer enthält vorn einen besondern Raum für Führer, Maschine und Gepäck, dahinter den Raum für Fahrgäste mit 36 Sitzplätzen, letzterer 32 Plätze bei Anordnung von Querbänken oder 24 auf Längsbänken. In beide Wagen kann nach Bedarf ein Abort eingebaut werden. Die Triebmaschine hat vier 114 mm weite Zylinder mit 152 mm Hub und leistet bei 1600 Umläufen 62 PS. Die Verlängerung der Kurbelwelle geht zu einem Getriebekasten für vier Geschwindigkeitsstufen. Dahinter liegt das Umsteuergetriebe für Vor- und Rückwärtsfahrt. Von da führt die Welle zu der starr in einem besondern Rahmen gelagerten Triebachse nach Abb. 11 u. 12, Taf. 16, der den Gestellrahmen auf vier Blattfedern trägt. Kräftige nach unten angesetzte Kragarme A greifen hinter Verlängerungen der seitlichen Rahmenstücke der Triebachse und verhindern bei ausreichendem senkrechtem Spiele jeglichen Seitenausschlag. Die Mitte der Triebachse umgibt, vom Rahmen besonders gestützt, ein zweiteiliges leicht zugängliches Stahlgußgehäuse mit dem von der Längswelle angetriebenen Kegelradvorgelege. Der Luftpresser für die Bremse wird von der Hauptwelle angetrieben. Der abgebildete Wagen wiegt 12,7 t. Die erste Ausführung dieses Zuges ist seit drei Jahren im Betriebe und hat bereits 280 000 km zurückgelegt. Die Betriebskosten sind im Vergleich zum Dampfbetriebe gering, die Fahrzeuge können auch mit Vorteil an Stelle elektrisch betriebener treten, da Fahrleitungen und Kraftwerke entfallen. A. Z.

Elektrische Zugbeleuchtung der Electric Storage Battery-Gesellschaft in Philadelphia.

(H. Guérin, Génie civil 1922 II, Band 81, Heft 3, 15. Juli, S. 59, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 14 auf Tafel 14 und Abb. 9 auf Tafel 15.

Die von der Electric Storage Battery-Gesellschaft in Philadelphia hergestellte elektrische Zugbeleuchtung verwendet den Stromerzeuger von Rosenberg**) und arbeitet mit beschränkter Spannung. Sie enthält den Anker a (Abb. 9, Taf. 15), die Feldmagnetspule b; c sind Widerstände von Nernst oder Ballast, d feste, gewöhnliche Widerstände. Diese vier Widerstände sind als Brücke von Wheatstone aufgestellt, deren Eckpunkte E und F mit den Polen A und B des Stromerzeugers, die Eckpunkte D und G mit den Polen der Feldmagnetspule verbunden sind. Da die Widerstände c den sie durchfließenden Strom zwischen ziemlich weiten

*) Organ 1922, S. 339.

**) Génie civil 1911 I, Band 59, Heft 2, 13. Mai, S. 33.

Spannungsgrenzen unveränderlich halten sollen, kann man diese Brücke so regeln, daß einer Erhöhung der Spannung zwischen den Eckpunkten E und F aus einer solchen an den Polen des Stromerzeugers einer Verminderung der Spannung zwischen den Eckpunkten D und G, folglich einer Verminderung des Erregerstromes entspricht, oder umgekehrt. Die Widerstände *c* halten den sie durchfließenden Strom genau, den die festen Widerstände *d* durchfließenden annähernd unveränderlich. Da der Strom in den Feldmagneten verhältnismäßig schwach ist, ändern sich die Unterschiede der Spannung zwischen D und E und zwischen G und F sehr wenig, trotz den Veränderungen der Spannung zwischen E und F, oder zwischen A und B. Der Stromerzeuger von Rosenberg arbeitet wie einer mit Hilferregung, bei dem der zurückbleibende Magnetismus der Feldmagnete genügt, um eine regelrechte Spannung bei ziemlich hoher Geschwindigkeit zu geben, wenn die Wirkung des Ankers durch eine mit dem ganzen Stromkreise in Reihe geschaltete Spule ausgeglichen wird. Die Regelung muß so sein, daß bei dieser Spannung kein Strom durch den feinen Draht fließt, das heißt der Unterschied der Spannung zwischen D und G = 0 ist. Wenn die Widerstände *d* unter sich gleich gewählt sind, müssen die Unterschiede der Spannung zwischen D und E, und zwischen G und F in diesem Augenblicke je gleich der Hälfte des Unterschiedes der Spannung zwischen E und F, oder zwischen A und B sein. Die Unterschiede der Spannung D—E und G—F bleiben nach Obigem genau unveränderlich, wenn die Spannung an den Polen des Stromerzeugers sinkt oder wächst. Wächst die Spannung zwischen D und G in einem oder dem anderen Sinne, so trägt dies zur Stärkung oder Schwächung des durch den zurückbleibenden Magnetismus der Feldmagnete geschaffenen Feldes bei. In Wirklichkeit sind die Unterschiede der Spannung D—E und G—F nicht ganz unveränderlich, der Strom ändert sich in den Feldmagneten *b*, was die Verriegelung des Verbinders nur bei gewöhnlicher Geschwindigkeit gestattet. Da der hier verwendete Stromerzeuger starke Wirkung des Ankers zeigt, hat man ihn mit einer Ausgleichs-Hauptstrom-Spule *b* versehen. Dieser so ausgeglichene Stromerzeuger erfordert zur Erzeugung seiner regelrechten Spannung nur eine geringe Zahl von Ampere-Oberwindungen der Feldmagnete, ein sehr geringer Unterschied der Spannung an den Polen der Spule *b* genügt. Da der Stromerzeuger bei sehr schwacher Belastung oder leer laufen kann, kann er auch ohne Stromspeicher mit oder ohne Beleuchtung arbeiten. Alle nötigen Änderungen werden bei jeder Geschwindigkeit allmählich erlangt, die Metallfadenlampen konnten daher unmittelbar mit den Polen des Stromerzeugers, ohne Einschaltung eines Widerstandes verbunden werden, wie dies bei den Beleuchtungen mit Vorrichtungen für allmähliche Regelung, beispielweise bei der Beleuchtung nach Dick**) stattfindet.

Die Gesellschaft L'éclairage des véhicules sur rails hat eine ähnliche Beleuchtung A. J. ausgebildet, bei der die Widerstände der beiden Zweige der Brücke von Wheatstone durch zwei Hälften des Ankers des Stromerzeugers selbst ersetzt sind. Die Kurzschlußbürsten bilden dann einen Eckpunkt C (Abb. 14, Taf. 14) der Brücke von Wheatstone. Man verwendet so nur einen Widerstand *c* mit hohem Wärmewerte und einen Hilfs-Widerstand *d*. Der veränderliche Widerstand *c* kann nicht nur einer mit hohem Wärmewerte, sondern auch ein durch einen elektromagnetischen Regler gesteuerter sein, beispielweise der Regler von Dick. In letzterer Gestalt hat die erwähnte Gesellschaft diese Vorrichtung für die Sammelbeleuchtung der Vorortzüge der französischen Staatsbahnen angewendet, bei der ein Stromerzeuger auf einem Packwagen die Beleuchtung für den ganzen Zug liefern kann. B—s.

Elektrische Triebwagenzüge der österreichischen Bundesbahnen.

Die drei bislang in Betrieb genommenen Züge bestehen je aus einem Triebwagen an der Spitze und am Ende, zwei Beiwagen und einem Wagen nach Art eines Kohlen- oder Kalkwagens für die elektrischen Speicher. Die Triebwagen sind neu in Österreich von der Wagenbauanstalt Simmering und den Siemens-Schuckert-Werken erbaut. Jeder Bei- und Triebwagen faßt 50 Fahrgäste; alle Wagen, auch die Triebwagen ähneln sehr denen der Stadtbahn in Wien. Der Achsstand aller Wagen ist 5 m. Die Trieb- und der Speicherwagen wiegen je 15 t, die Beiwagen 12 t, auf 4.56 = 200 Reisende 3.15 + 2.12 = 69 t, oder 345 kg auf jeden; bei den Leichtzügen mit kleinen Dampflokomotiven des Berichterstatters

**) Organ 1922, S. 22.

und mit kleinen Erdöl-Lokomotiven von Dr.-Ing. Gölsdorf*) betrug das Gewicht der Kleinlokomotive 18 t, zweier vierachsiger Wagen von Noell in Würzburg, früher der Kremstalbahn gehörig, 2.10,4 t, zusammen 38,8 t auf 2.64 = 128 Reisende, oder 303 kg für jeden, 42 kg günstiger als bei Speicher-Zügen. Trotzdem sind die Speicher-Züge eine Errungenschaft, weil der Strom aus Österreich bezogen wird, die Kohle hingegen aus dem Auslande kommt. L—w.

Halb entlasteter Flachschieber für Lokomotiven.

(Engineer 1921, November, S. 499. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 28 bis 30 auf Tafel 11.

Die Bauart ist aus den Abbildungen 28 bis 30, Taf. 11 verständlich. Schieber und Dichtringe bestehen aus Kanonenmetall, der Entlastungskolben aus Gußeisen. Die aus Stahl hergestellte Feder drückt den Entlastungskolben mit 25 kg gegen den abgerichteten Deckel des Schieberkastens. — k.

2 C 2-Heißdampf-Zwillings-Tenderlokomotive der Glasgow- und Südwest-Bahn**).

(Engineer 1922, November, S. 502. Mit Zeichnungen und Abbildungen.)

Die Lieferung umfaßte sechs Stück, es sind die ersten Lokomotiven dieser Bauart in Schottland. Der Überhitzer ist der von Robinson, die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber nach Patent Allen und Simmonds und Walschaert-Steuerung. Die Feuerbüchse ist mit einem Feuerschirme, die Rauchkammer mit einem Lösche-Absauger ausgerüstet. Zu der Kesselbekleidung wurde blau angelassenes Stahlblech verwendet. Der Quelle sind die folgenden, die früheren Angaben ergänzenden Maße zu entnehmen:

Kesselmitte über Schienenoberkante	2743 mm
Heizrohre, Anzahl	141 u. 21
Äußerer Durchmesser	51 u. 133 mm
Ganze Länge der Lokomotive	14510 mm

Auf Fahrten zwischen Glasgow und Kilmarnock wurden bis 340 t schwere Züge befördert. — k.

1 D-Heißdampf-Zwillings-Güterzug- und D-Heißdampf-Zwillings-Tender-Lokomotive der Oldenburgischen Staatsbahn.

(Hanomag-Nachrichten 1922, Oktober, Heft 108, S. 157 und 162. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel 16.

Von der 1 D-Lokomotive lieferte die „Hanomag“ fünf, von der D-Tenderlokomotive zehn.

Der Entwurf der 1 D-Lokomotive wurde bei Henschel und Sohn in Kassel ausgearbeitet. Die Lokomotive hat Barrenrahmen, Feuerbüchse nach Belpaire, Bissel-Achse, Kipprost und Vorwärmer für Speisewasser, zur Dampfverteilung dient die Lentz-Ventilsteuerung***). Die Einströmrohre sind mit selbsttätigen Saugeventilen versehen. Im Kipproste (Abb. 3, Taf. 16) sind die mittleren Roststäbe durch Spindeltrieb vom Führerstande aus herunterzuklappen, die Schlacke wird dann durch die entstandene Öffnung vom Roste entfernt. Vorn und hinten am Aschkasten vorgesehene, nach unten aufschwenkbare Bodenklappen können vom Führerstande aus durch Handzug geöffnet und geschlossen werden. Um ein unbeabsichtigtes Öffnen der Bodenklappen während der Fahrt zu verhüten, sind vorn und hinten Verschlussriegel angebracht. Beiderseits hat der Aschkasten die üblichen Drehklappen, um die Asche von Hand in die Grube entleeren zu können. Die Rohre des Vorwärmers sind gerade, um das Durchstoßen zu erleichtern. Um eine mehrmalige Durchführung des Speisewassers durch den Vorwärmer zu erzielen, ist an beiden Deckeln eine Unterteilung in zusammen fünf Abschnitten vorgenommen, die nacheinander durchströmt werden. Die Dichtung erfolgt durch Kupferstreifen, die auf die Rohrwände und die Abschlufsdeckel aufgeschweißt und dann sorgfältig aufgeschabt sind.

Aufsen werden die Rohre des Vorwärmers vom Abdampf umspült, der nur dem linken Auspuffkasten entnommen wird. Auch der Abdampf der Pumpen für Luft und Speisewasser wird in den Vorwärmer geleitet. Am vordern Abschlufsdeckel befindet sich ein Umschalthahn, der drei verschiedene Stellungen ermöglicht. Bei der einen

*) Organ 1923, S. 43.

**) Organ 1922, S. 311.

***) Organ 1922, S. 194.

durchströmt das Speisewasser den Vorwärmer in der Richtung von oben nach unten, eine zweite ermöglicht die umgekehrte Richtung. Hierdurch wird erreicht, daß die Abscheidung von Schlamm zwecks Minderung der Reinigungen nahezu gleichmäßig in beiden Hälften des Rohrbündels erfolgt. Eine dritte Stellung gestattet, den Vorwärmer auszuschalten und unmittelbar in den Kessel zu speisen. Im vordern Teile des Langkessels, unmittelbar hinter dem ersten Sandkasten befindet sich ein Schlammabscheider der Bauart des Eisenbahn-Zentralamtes. Das in den Kessel eintretende Wasser wird durch zwei Düsen über stufenförmig ausgebildete Traufbleche gespritzt, an denen sich der Kesselstein in erster Linie ausscheidet. Unterhalb dieser Rieselbleche befindet sich an der tiefsten Stelle des Kesselschusses ein kegelförmiger Schlammtopf mit Abflusventil, durch das Schlamm und Kesselstein abgeblasen werden. Der Tender hat drei Achsen.

Die D-Tenderlokomotive wird für leichtere Reisezüge und auf Nebenbahnen verwendet. Sie ist mit Lenz-Ventilsteuerung*) und einem Kleinrohr-Überhitzer von Schmidt ausgerüstet. Der aus dem Ventilregler zugelassene Nafsdampf durchstreicht zunächst einen Sammelkasten in der Rauchkammer (Abb. 1, Taf. 16), an den die einzelnen Glieder des Überhitzers geschraubt sind. In je ein Anschlußstück sind drei oder zwei Überhitzerrohre eingeschweißst. Aus diesem Kasten gelangt der Nafsdampf durch die Anschlußstücke in die Überhitzerrohre, fließt zunächst im Innern eines Heizrohres in Gegenstrom mit den Rauchgasen bis zur Umkehrwindung, und strömt alsdann in Gleichstrom mit den Rauchgasen nach der Rauchkammer zurück. Darauf wird der Dampf durch Windungen desselben Überhitzerrohres einem zweiten Heizrohre zugeführt, das er in gleicher Weise durchströmt. Erst dann gelangt der Dampf in den Sammelkasten für Heißdampf. Da die Kästen für Nafs- und Heißdampf getrennte Gufsstücke bilden, können die beim Großrohrüberhitzer mehrfach beobachteten Undichtheiten zwischen den Räumen für Nafs- und Heißdampf hier nicht eintreten, auch werden Spannungen aus ungleichmäßiger Erwärmung vermieden. Die Heizrohre sind mit 70/76 mm weiter, als bei Nafsdampflokomotiven. Nur sechs Heizrohre ohne Überhitzerrohre sind 41/46 mm weit, um eine zweckmäßige Anordnung des Überhitzers zu erhalten. Bei der Steuerung wurde auf eine Hubvorrichtung der Einlaßventile für Preßluft zu Gunsten des Preßluft-Druckausgleichs nach Knorr verzichtet. Außerdem wurden die Einströmröhre mit selbsttätigen Saugeventilen versehen. Der Vorwärmer liegt über dem Langkessel. Der Kipprost nach Abb. 4, Taf. 16 ähnelt dem der 1 D-Lokomotive, doch ist nur eine Bodenklappe vorhanden, die mit dem Kipproste durch Hebelgestänge so verbunden ist, daß ihre Öffnung gleichzeitig mit der Betätigung des Kipprostes erfolgt; die entstehende Öffnung gestattet freien Durchfall der Schlacke in die Grube.

Die Hauptverhältnisse der beiden Lokomotiven sind:

	1 D	D
Spur	mm 1435	1435
Durchmesser der Zylinder d	630	530
Kolbenhub h	660	600
Kesselüberdruck p	at 12	12
Kesselmitte über Schienenoberkante	mm 3000	2450
Durchmesser der Überhitzerrohre	32/40	19/24
Heizfläche der Feuerbüchse und Heizrohre	m ² 166,7	92,5
Heizfläche des Überhitzers	53,5	49,3
„ im Ganzen H	220,2	141,8
Rostfläche R	3,4	1,7
Durchmesser der Triebräder D	mm 1400	1250
„ „ Laufräder	1000	—
„ „ Tenderräder	1000	—
Triebachslast G ₁	t 68	65,3
Betriebsgewicht der Lokomotive G	83,44	65,3
Leergewicht	76	53,2
Betriebsgewicht des Tenders	46,77	—
Leergewicht	21,25	—
Wasservorrat	m ³ —	7
Kohlenvorrat	t —	2,5
Fester Achsstand	mm 4500	3650
Ganzer	7000	5275
„ „ mit Tender	13875	—
Länge mit Tender	16975	—

*) Organ 1922, S. 194.

Zugkraft Z = 0,75 p. (d ^{cm}) ² h : D =	kg 16840	12135
Verhältnis H : R =	64,7	83,4
„ H : G ₁ =	m ² /t 3,24	2,17
„ H : G =	2,64	2,17
„ Z : H =	kg/m ² 76,5	85,6
„ Z : G ₁ =	kg/t 247,6	185,8
„ Z : G =	201,8	185,8
		—k.

1 D 1 - Heißdampf-Zwillings-Güterzuglokomotive der Michigan-Zentralbahn*).

(Railway Age 1922, September, Band 73, Nr. 10, S. 411. Mit Abbildungen.)

Die Quelle bringt weitere Einzelheiten und in Ergänzung der früheren folgende Hauptverhältnisse:

Durchmesser der Kolbenschieber	356 mm
„ des Kessels, vorn außen	2184 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	2972 „
Feuerbüchse, Länge	2899 „
„ „ Weite	2140 „
Heizrohre, Anzahl	253
„ „ Durchmesser	75/83 mm
„ „ Länge	6096 „
Heizfläche der Feuerbüchse und Siederohre	27,03 m ²
„ der Heizrohre	398,26 „
„ des Überhitzers	165,36 „
„ im Ganzen H	590,65 „
Rostfläche R	6,17 „
Durchmesser der Laufräder . . vorn 838, hinten	1143 mm
Triebachslast G ₁	111,36 t
Fester Achsstand	5029 mm
Ganzer Achsstand	11278 „
„ „ mit Tender	21806 „
Verhältnis H : R =	95,7
„ H : G ₁ =	5,3 m ² /t
„ H : G =	3,9 „
„ Z : H =	43,1 kg/m ²
„ Z : G ₁ =	228,6 kg/t

Alle Heizrohre sind 75 mm weit, ein großer Teil ist mit Überhitzerrohren besetzt, der Feuerschirm, Bauart der American Arch Company, besteht aus zwei Teilen, deren jeder auf vier wagerechten, 89 mm weiten Siederohren ruht. Diese Bauart soll vollständige Verbrennung sichern und den Wasserumlauf im Kessel verbessern. Von dem Einbau einer Verbrennkammer wurde deshalb abgesehen. Die Dampfverteilung erfolgt durch Baker-Steuerung, das Kopflicht zeigt die Pyle National-Bauart.

Eine Lokomotive dieser Bauart beförderte einen aus 138 Wagen bestehenden, 8393 t schweren Zug von Detroit bis Toledo, 76,6 km, ohne Vorspann in 3 Std. 31 Min., in einem andern Falle 147 Wagen von 9105 t Gewicht. —k.

1 E 1 - Heißdampf-Zwillings-Tenderlokomotive der österreichischen Bundesbahnen.

(Die Lokomotive 1923, Januar, Heft 1, Seite 1. Mit Abbildungen.)

Die nach Plänen des Sektionschefs Ing. Rihosek von der Lokomotivfabrik vormals G. Sigl in Wiener-Neustadt gebaute Lokomotive dient zur Zugförderung auf kurzen Strecken mit Pendelverkehr und für schweren Nachschiebedienst auf Gebirgsstrecken; sie hat vorn und hinten eine radial einstellbare Laufachse mit einer größten Seitenverschiebung von 70 mm. Die vierte der fünf gekuppelten Achsen wird unmittelbar angetrieben, diese sowie die zweite und vierte Kuppelachse sind feste Achsen. Die erste Kuppelachse ist 26 mm, die dritte 20 mm seitlich verschiebbar. Die Tragfedern der ersten, zweiten und dritten Kuppelachse liegen oben, die der Trieb- und der vierten Kuppelachse unten. Die Tragfedern über den Laufachsen sind durch je einen Querausgleichshebel, die über der ersten und zweiten Kuppel- und unter der Trieb- und vierten Kuppelachse durch je zwei kurze Längsausgleichshebel miteinander verbunden. Der Dom ist mit einem Ventilregler der Bauart Zara ausgerüstet, an der Vorderwand des Stehkessels sitzt ein Abschlammschieber Bauart Friedmann. Überhitzerklappen sind nicht vorhanden, für die Anbringung eines Pyrometers ist in dem über dem Überhitzer-

*) Organ 1922, S. 311.

kasten liegenden Deckblech ein Ausschnitt vorgesehen. Der Schornstein zeigt die Bauart Prüfsmann, über dem Blasrohr wurde ein Funkenfänger Bauart Langer angebracht.

Der Rost besteht aus zwei Feldern von Regel-Roststäben aus Walzeisen, in der Mitte des vorderen Feldes befindet sich ein Kipprost mit Welle und Kurbelantrieb, der vom Heizerstande aus betätigt werden kann. Um beim Umschwenken des Kipprostes die Asche und Schlacke ohne Berührung des Aschkastens entfernen zu können, ist unterhalb des Kipprostes im Aschkasten eine Bodenklappe angebracht, die vom Heizerstande aus durch eine Zugstange zu betätigen ist. Die Feuertür ist eine gewöhnliche gußeiserne Tür mit zweifacher Einklinkung zur Regelung der Verbrennung. Die Probierhähne wurden durch Probierschieber Bauart Friedmann ersetzt. Je ein kleines Luftsaugeventil sitzt am vorderen Zylinderdeckel und hinten am Zylinderkörper, je ein großes vorn an den Schieberkästen. Der Druckausgleich wird durch einen Automaten bestätigt, der Dampf wird von der Nafsdampfkammer des Sammelkastens entnommen. Der Hauptrahmen besteht aus zwei 34 mm starken Blechen, er ist vorn und hinten durch 28 mm starke Bleche verlängert. Die Trieb-, Kuppel- und Exzenterstangen haben Schmierung nach Bauart Martin. Zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber und Heusinger-Steuerung. Vor dem Dom sitzt ein Sandkasten, der vom Führerstande aus betätigt wird und der zweiten und dritten Kuppelachse Sand zuführt. Zwei weitere, im Führerhause angebrachte Sandkästen streuen bei Rückwärtsfahrt Sand vor die Räder der letzten Kuppelachse. Eine selbsttätige Saugeschnellbremse wirkt auf die Trieb- und die zweite, dritte und vierte Kuppelachse. Die Spurkränze der Laufachsen, sowie der ersten und vierten Kuppelachse werden geschmiert. Die beiden Wasserkästen sind durch ein Verbindungsrohr hinter den Dampfzylindern miteinander verbunden. Der die ganze Breite der Lokomotive einnehmende Kohlenkasten ist so eingerichtet, daß er einen Ölbehälter und die Einrichtung zur Ölfeuerung aufnehmen kann. Zum Schmieren der Zylinder dient eine im Führerhause untergebrachte Schmierpumpe der Bauart Friedmann mit acht Auslässen, die von einer am Kuppelzapfen der letzten Kuppelachse angebrachten Gegenkurbel angetrieben wird. In den Ölleitungen

zu den Kolbenschiebern vorn und hinten, sowie für den Kolbenlauf in den Zylindern sind Ölzerstäuber eingeschaltet. Lokomotiven dieser Bauart werden im Güterzugdienst auf der Wiener Verbindungsbahn und im Nachschiebedienst auf der Tauernbahn verwendet, wobei sie gelegentlich auch 28 t schwere Schnellzüge übernehmen. Sie können Gleisbögen von nur 150 m Halbmesser noch durchfahren.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	590 mm
Kolbenhub h	632 "
Durchmesser der Kolbenschieber	250 "
Kesselüberdruck p	14 at
Kesseldurchmesser, außen vorn	1600 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2750 "
Heizröhre, Anzahl	148 und 22
" , Durchmesser außen	51 und 127 mm
Heizfläche der Feuerbüchse, wasserberührte	12,0 m ²
" " Heizröhre, "	138,2 "
" des Überhitzers, dampfberührte	26,8 "
" im ganzen H	177,0 "
Rostfläche R	3,42 "
Triebradurchmesser D	1300 mm
Durchmesser der Laufräder	870 "
Triebachslast G ₁	72 t
Betriebsgewicht G	95 "
Leergewicht	73,3 "
Wasservorrat	11,3 m ³
Kohlenvorrat	4,32 t
Fester Achsstand	4200 mm
Ganzer "	10400 "
Zugkraft $Z = 0,75 \cdot p \cdot (d^{em})^2 \cdot h : D =$	17768 kg
Verhältnis H : R =	51,8 "
" H : G ₁ =	2,46 m ² /t
" H : G =	1,86 "
" Z : H =	100,4 kg/m ²
" Z : G ₁ =	246,8 kg/t
" Z : G =	187 " —k.

Betrieb in technischer Beziehung.

Vorschlag zur Bewältigung des Verkehrs in London.

(Engineer 1922 II, Band 134, 25. August, S. 200, mit Abbildung.)

F. Rings und T. C. Hood schlagen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in London vor, in der Themse eine Inselbühne auf Pfählen aus bewehrtem Grobmörtel zu schaffen, wobei der freie Lauf des Wassers durch Vertiefung des etwa 36 m breiten Wasserwegs auf beiden Seiten des Flusses gesichert werden soll. Die Inselbühne würde in der Breite zwischen 90 und 150 m wechseln und mit Straßen und Häuserblöcken belegt werden. Sie würde sich für Gasthöfe, Geschäftsräume, Läden usw., auch für öffentliche Gärten eignen. Die jetzigen Ufer des Flusses und die Insel würden durch eine Anzahl von etwa 12 m breiten Brücken im Laufe der recht-

winkelig zum Flusse gerichteten Straßen, im allgemeinen durch zwei weitere Brückenpaare verhältnismäßig kleiner Spannweite zwischen je zwei bestehenden Brücken verbunden werden. Zur Erhaltung des Durchblicks auf öffentliche Gebäude — Parliamentshäuser, Kreishaus usw. — würde die Insel hier nicht bebaut werden. Sie würde in Stufen gebaut werden und in der Höhenlage je nach der der Ufer und der bestehenden Brücken wechseln. Eine Straße in der Mitte der Insel würde diese Stufen verbinden. Schnelle Fahrzeuge, wie Droschken, Triebwagen, würden die Inselstraßen und die neuen Brücken benutzen, so daß die bestehenden Brücken und ihre Straßen fast allein für schwere, langsame Wagen blieben. Das geschaffene Bauland würde die Kosten mehr als decken. B—s.

Bücherbesprechungen.

40 Jahre Eisenschwellen-Oberbau. Von Regierungsbaurat Albert Diehl. Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf 1922. Teilauszug aus der an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe genehmigten Arbeit zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs über die „Lebensdauer des Oberbaues auf eisernen Querschwellen mit Roth- und Schülerscher Schienenbefestigung*) in Abhängigkeit von den Anlage- und Verkehrs-Verhältnissen der Bahn“.

Aus einer Erörterung von Biedermann**) ergibt sich eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer der eisernen Schwellen von 14 bis 20 Jahren, wobei die bei der frühern badischen Eisenbahnverwaltung seit 1881 gemachten Erfahrungen allerdings nicht berücksichtigt sind. Die vorliegende Abhandlung zeigt, daß diese Erfahrungen zu bedeutend höherer Lebensdauer führen, die unter günstigen Anlageverhältnissen bis 35 Jahre geschätzt werden kann. Zeichnungen verschiedener Oberbauanordnungen, Zahlentafeln und Schaubilder unterstützen die Ausführungen. B—s.

Handbuch der Reichs-, Privat- und Kleinbahnen verbunden mit einem Verzeichnis der Eisenbahn-Neu-, Um- und Ergänzungsbauten. 490 Seiten. Preis 2000 M. Verlag technischer Zeitschriften, H. Aplitz, Berlin W 57, Mansteinstr. 12.

*) Organ 1923, S. 38.

**) E. Biedermann: „Der Oberbau auf hölzernen und eisernen Querschwellen“. Charlottenburg 1915. Druck und Verlag von W. Möser. Organ 1917, S. 86.

Das Handbuch enthält eine Übersicht der Verwaltungsbehörden der Deutschen Reichsbahn und ihrer Geschäftsbezirke, eine Übersicht der deutschen Privateisenbahnen und nebenbahnähnlichen Kleinbahnen und ihrer Verwaltungsstellen sowie ein Verzeichnis der außerdeutschen Staats- und Privateisenbahnen.

Neben den behördlichen Angaben und der Abgrenzung der Verwaltungsbezirke der Eisenbahnen enthält das Handbuch die Namen der Dienststellen-Vorstände unter Angabe ihrer Amtsbezeichnung sowie ein ausführliches Verzeichnis der Eisenbahn-Neu-, Um- und Ergänzungsbauten.

Das Handbuch soll dazu dienen, der Geschäftswelt den Verkehr mit den Eisenbahnen zu erleichtern, sei es beim Schriftwechsel aus Beförderungsverträgen oder bei Übernahme von Lieferungen und Leistungen.

Wir empfehlen das nach zuverlässigen Angaben der Reichsbahnverwaltung zusammengestellte Handbuch der Aufmerksamkeit unserer Leser.

Geschäftsberichte und statistische Nachrichten.

Verwaltungsbericht der Gemeinde Wien-städtische Straßenbahnen für das Jahr 1920/21, erstattet von der Direktion der städtischen Straßenbahnen. 1922, Verlag der Gemeinde Wien-städtische Straßenbahnen.