

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LII. Band.

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

8. Heft. 1915. 15. April.

Berechnung der Leistung und des Heizstoffes für Lokomotiven.

Dr. M. Jgel in Charlottenburg.

Hierzu Schaulinien Abb. 1 bis 4 auf Tafel 19.

(Fortsetzung von Seite 115.)

Die Betriebsicherheit begrenzt die Zugstärke und Geschwindigkeit; nach der B. O. dürfen Personenzüge bis 50 km/St höchstens 80, von 51 bis 60 km St höchstens 60, von 61 bis 80 km/St höchstens 52, bei mehr als 80 km/St höchstens 44 Wagenachsen enthalten. Diese Zahlen können bei 61 bis 80 km/St bis zu 60, bei mehr als 80 km St bis zu 52 Wagenachsen für jeden sechsachsigen Wagen um zwei Achsen überschritten werden. Daher kommen hier für ausschließlich vierachsige D-Wagen nur die Teile der Schaulinien unter der gestrichelten Begrenzung in Abb. 5 und 7, Taf. 17 in Betracht. Ferner schreibt die B. O. für alle Lokomotivbauarten bestimmte Höchstgeschwindigkeiten vor, die für die untersuchte Lokomotive 120 km/St beträgt; weiter, daß auf Hauptbahnen die Geschwindigkeit in 5‰ Gefälle nur 105 km/St, in 7,5‰ Gefälle nur 95 km/St sein darf. Die Fahrten unter der angestrichelten Begrenzung in Zusammenstellung IX sind danach unzulässig.

Der Knick in den Schaulinien der Abb. 5, Taf. 17 bei 42 km St ist folgendermaßen zu erklären. Das Reibungsgewicht der betriebsfähigen Lokomotive ist $G_r = 33$ t. Soll bei der Reibung $\mu = \frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ oder 155 kg/t die größte mögliche Zugkraft am Umfang der Triebräder erreicht sein, so ist die Reibungskraft $Z_r = 155 \cdot G_r^t =$ rund 5000 kg; das entspricht einer 42 km/St Geschwindigkeit, also 44% von V . Von der höchsten bis zu dieser Geschwindigkeit hing die Zugkraft von der Kesselleistung ab, von hier an ist sie durch das Reibungsgewicht begrenzt. Bei 42 km/St sind Kessel und nutzbare Reibung voll ausgenutzt. Während die Zugkraft von 100 bis 42 km/St schnell von 2700 bis 5000 kg zunimmt, steigt sie unter 42 km nur noch so wenig an, daß sie für alle Geschwindigkeiten unter 42 km/St = 5000 kg gesetzt werden kann. Die Leistung nimmt von 42 km/St an abwärts im Verhältnis der Geschwindigkeit ab, da Füllung und Zugkraft von der Reibungsgrenze an unverändert bleiben, der

Kessel also nicht voll ausgenutzt werden kann. Demnach ist die Schaulinie*) unter 42 km/St eine Gerade durch den Anfang als Nullpunkt.

Nach Ermittlung der zu bewältigenden Wagengewichte ist es nun möglich, den Verbrauch der Lokomotive für 1000 tkm zu bestimmen. Abb. 8, Taf. 17 zeigt die Verhältnisse an der Grenze der Kesselleistung, nämlich den für alle Geschwindigkeiten unveränderlichen Verbrauch an Dampf D kg St und Kohlen B kg/St in zwei wagerechten Geraden, die Zugkraft**) am Triebadumfang Z_e kg, die Lasten der aus vierachsigen, 40 t schweren D-Wagen zusammengesetzten Wagenzüge G_w^t bei Fahrt auf $n = 0$ und die bei der Beförderung dieser Züge zurückgelegten Nutz-tkm. Die Teile der Schaulinien für G_w und tkm bei Geschwindigkeiten über 100 km/St haben nur theoretischen Wert, da so lange Züge nicht gefahren werden dürfen. Die Schaulinien in Abb. 8, Taf. 17 entsprechen den Zahlenwerten Reihe 1, 2, 6, 7 und 8 in Zusammenstellung XI. Aus dem Verbrauche an Dampf und Kohlen und aus der Zahl der in der Ebene zurückgelegten tkm ergeben sich die Verbrauchszahlen Δ_D und Δ_B für 1000 tkm; sie zeigen in den Reihen 9 und 10 der Zusammenstellung XI, daß der Verbrauch mit wachsender Geschwindigkeit stets zunimmt. Wie für die Fahrt in der Ebene können die Verbrauchszahlen für Steigungen bestimmt werden: in Zusammenstellung XI ist das für $n = 2$ und 5‰ geschehen. Δ_D und Δ_B wachsen auch mit der Steigung; je größer diese wird, um so kleiner ist das zu bewältigende Wagengewicht, um so größer also Δ_D und Δ_B .

Bei beliebigen Zügen und Geschwindigkeiten folgt der Verbrauch an Kohlen $\Delta_B^{kg/1000 tkm} = 1000 \cdot 1145 : (G_w^t \cdot V^{km/St})$ für Nutz-, und $\Delta_B^{kg/1000 tkm} = 1000 \cdot 1145 : (G_w^t + G_L^t) \cdot V^{km/St}$ für Brutto-Leistungen mit vorgeschriebenen Lasten und Geschwindigkeiten aus Zusammenstellung XII. Der Vergleich der Spalten

*) Vergleiche Abb. 2, Taf. 21.

**) Vergleiche Zusammenstellung IV.

Zusammenstellung XI (Abb. 8, Taf. 17).

Fahrt der 2 B. II. T. S-Lokomotive an der Grenze der Kesselleistung bei 500 kg/qmSt Rostanstrengung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr.	V km/St =	40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	D _{kg/St}	7670	7670	7670	7670	7670	7670	7670	7670	7670
2	B _{kg/St}	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145
3	D _{PSi-St}	8,85	8,42	8,01	7,59	7,29	7,04	6,9	6,97	7,29
4	N _{i PS}	823	911	956	1010	1055	1090	1110	1100	1056
5	N _{v PS}	741	820	860	910	950	980	1000	990	950
6	Z _{e kg}	5000	4428	3861	3510	3186	2943	2700	2430	2133
a) Auf gerader Strecke.										
7	G _{w t}	2452	1892	1408	1083	816	614	440	286	148
8	t _{km}	98080	94600	84480	75810	65280	55260	44000	31460	17760
9	Δ _{D kg/1000 tkm}	78,2	81,1	90,8	101,2	117,5	138,8	174,3	244,0	432,0
10	Δ _{B kg/1000 tkm}	11,7	12,1	13,5	15,1	17,5	20,7	26,0	36,3	64,5
b) Auf Steigung n = 2‰.										
11	G _{w t}	1096	882	680	542	420	322	232	145	63
12	t _{km}	43840	44100	40800	37940	33600	28980	23200	15950	7560
13	Δ _{D kg/1000 tkm}	174,9	174,0	188,1	202,1	228,3	264,7	330,6	480,9	1015,0
14	Δ _{B kg/1000 tkm}	26,1	26,0	28,1	30,2	34,1	39,5	49,3	71,8	151,5
c) Auf Steigung n = 5‰.										
15	G _{w t}	562	454	350	278	212	159	108	56	4
16	t _{km}	22480	22700	21000	19460	16960	14310	10800	6160	504
17	Δ _{D kg/1000 tkm}	341,2	338,0	365,5	394,3	452,5	536,0	710,1	1246,0	1522,0
18	Δ _{B kg/1000 tkm}	50,9	50,5	54,6	58,9	67,6	80,0	106,0	136,0	227,1

Zusammenstellung XII.

Kohlenverbrauch der 2 B. II. T. S-Lokomotive für 1000 tkm Wagen- und Zuggewicht bei Fahrt an der Grenze der Kesselleistung für 500 kg/qmSt Rostanstrengung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nr.	Wagen- gewicht	Zug- gewicht	Heizstoffverbrauch in kg für									
			1000 tkm Wagen- gewicht bei Geschwindigkeiten km/St					1000 tkm Zuggewicht bei Geschwindigkeiten km/St				
			40	60	80	100	120	40	60	80	100	120
1	160	270	178,7	119,2	89,5	71,6	59,7	105,9	70,7	53,0	42,4	35,4
2	240	350	119,2	79,6	59,6	47,7	39,8	81,8	54,6	40,9	32,7	27,3
3	320	430	89,4	59,7	44,7	35,8	29,8	66,5	44,4	33,3	26,6	22,2
4	400	510	71,5	47,7	35,8	28,6	23,9	56,1	37,4	28,1	22,5	18,7
5	440	550	65,0	43,4	32,5	26,0	21,7	52,0	34,7	26,0	20,8	17,7

9 bis 13 mit 4 bis 8 beweist, dass der Kohlenverbrauch für Brutto-tkm in engeren Grenzen wechselt, als der für Nutz-tkm; nach Spalte 4 ist der Verbrauch bei 440 t gegen 160 t Wagen-
gewicht für alle Geschwindigkeiten um 63,7‰ geringer, bei den entsprechenden Zuggewichten nur etwa 50,9‰. Die Neigungen, auf denen bei den in Zusammenstellung XII angegebenen Fahrten die gewöhnlichen Höchstleistungen erzielt werden, sind aus Zusammenstellung X zu entnehmen.

In Zusammenstellung XIII sind noch einmal einige größte D-Wagenlasten G_{w t} für bestimmte Neigungen und Geschwindigkeiten, nebst den Verbrauchszahlen an Kohlen für 1000 tkm

Nutzleistung eingetragen und in Abb. 1, Taf. 19 gezeichnet, wo alle für eine bestimmte Neigung gültigen Werte von Δ_B einer der Schaulinien entsprechen. Von der zweiten gestrichelten Linienschar entspricht jede einem D-Wagenzuge von 160, 200, 240 bis 440 t; sie sind aus Zusammenstellung IX entstanden. Aus Abb. 1, Taf. 19 kann der Verbrauch bei den gewöhnlichen Höchstleistungen für verschiedene Wagenzüge, Geschwindigkeiten und Neigungen abgelesen werden; aus ihr ist der Verbrauch an Kohle für jede Geschwindigkeitsänderung auf bestimmter Neigung und für jede Neigungsänderung bei gewünschter Geschwindigkeit ersichtlich. In Abb. 2, Taf. 19 sind unter Vertauschung der Größen die Schaulinien für weitere Neigungen zwischengerechnet; sie stellt die Abhängigkeit des Verbrauches von der Neigung für verschiedene Geschwindigkeiten dar. Die gestrichelte Schar in Abb. 2, Taf. 19 für die Wagenzüge ist aus Zusammenstellung X übernommen. Steigerung der Geschwindigkeit auf der Wagerechten von 100 auf 110 km/St, entsprechend der Kürzung der Fahrzeit für 100 km um 5,5 Minuten, kostet 10,3 kg/1000 tkm Kohlen; dabei muß die Wagenlast von 440 auf 286 t, um 35‰, herabgesetzt werden. Die Erhöhung der Geschwindigkeit von 80 auf 90 km/St auf n = 5‰, oder 8 Minuten Zeitgewinn auf 100 km, kostet 12,4 kg/1000 tkm Kohle, wobei das Wagen-
gewicht von 212 auf 150 t, um 25‰, herabzusetzen ist. Will man mit einer bestimmten Geschwindigkeit, beispielsweise 100 km/St, auf

Zusammenstellung XIII (Abb. 1 und 2, Taf. 19).

G_w und Δ_B der 2 B. II. T. S-Lokomotive bei Fahrten an der Grenze der Kesselleistung für 500 kg/qmSt Rostanstrengung.

V km/St	Neigungen $n\text{‰} =$														
	Gefälle				Steigung										
	1		0		1		2		4		5		8		10
G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	G_w^t	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	439	23,7	286	36,3	200	52,0	145	72,4	78	133,5	56	186,0	—	—	—
120	235	40,6	148	64,5	96	95,2	63	151,5	—	—	—	—	—	—	—

verschiedenen Neigungen fahren, so erfordert 1 ‰ gegen die Wagerechte bei Minderung der Wagenlast um 30 ‰, von 440 t auf 312 t, 10,7 kg/1000 tkm Kohle oder etwa 41 ‰ mehr. Bei Fahrt auf der Wagerechten ist der Verbrauch Δ_B bei 116,5 km/St doppelt so groß, wie bei 100 km/St. und auf der Steigung von 5 ‰ dreimal so groß bei 108, wie bei 50 km/St.

Aus diesen den Abb. 1 und 2, Taf. 19 entnommenen Beispielen geht hervor, daß hohe Geschwindigkeiten an unrichten Plätze und das Nehmen steiler Steigungen unwirtschaftlich sein kann, denn beide erhöhen den Kohlenverbrauch.

Um auf verschiedenen Steigungen mit demselben Verbrauche

für 1000 Nutz-tkm etwa $\Delta_B = 55 \text{ kg/tkm}$ auszukommen, muß man die Geschwindigkeit nach Zusammenstellung XIV ändern.

Zusammenstellung XIV.

$n\text{‰} =$	5	4	2	1	0
V km/St =	62	80	103,5	110,3	117,6

Für einen bestimmten Wagenzug nehmen die Geschwindigkeiten nach Abb. 6, Taf. 17 und Zusammenstellung IX mit wachsender Neigung bei voller Ausnutzung des Kessels ab. Zusammenstellung XV gibt den Kohlenverbrauch $\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$

Zusammenstellung XV.

Fahrtgeschwindigkeiten V, mit denen bei Fahrt an der Grenze der Kesselleistung bestimmte Zuglasten aus vierachsigen D-Wagen zu 40 t von der 2 B. II. T. S-Lokomotive befördert werden können und Kohlenverbrauch $\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$ bei 500 kg/qmSt Rostanstrengung

Wagen- ge- wichte G_w^t	Gefälle $n\text{‰}$		Steigungen $n\text{‰}$													
	1		0		1		2		4		5		8		10	
	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$	V km/St	$\Delta_B \text{ kg/1000 tkm}$
160	—	—	119,5	59,9	114	62,8	108	66,3	96	74,5	89,5	80,0	71,2	100,6	60	119,2
200	—	—	116	49,4	110	52,0	103	55,5	89,5	64,0	82,5	69,4	63	90,8	52,5	108,8
240	119,5	39,9	113	42,2	106,5	44,8	99	48,2	83	57,5	75,5	63,2	56	85,2	47	102,2
280	118,0	34,6	110,1	37,0	103,5	39,5	95	42,8	77,5	51,9	69,5	57,8	50,2	81,0	42	97,3
320	115,7	30,9	108,0	33,1	99,5	36,0	90	39,7	72,4	49,1	64	55,3	45,5	78,7	—	—
360	113,5	28,0	105	30,3	96	33,1	86	37,0	67,4	47,1	59	53,9	—	—	—	—
400	111,5	25,7	102,5	27,9	92,5	31,0	82	34,9	62,8	45,4	54,5	52,1	—	—	—	—
440	110,0	23,8	100	26,0	89	29,2	78	33,4	58,8	44,1	50,5	51,5	—	—	—	—

für verschiedene Neigungen und Geschwindigkeiten an; er wächst mit abnehmender Geschwindigkeit und mit zunehmender Steigung, wenn die Höchstleistung stets erreicht wird. Entsprechende Werte enthält Zusammenstellung XVI für 440 t Zuglast.

Zusammenstellung XVI.

Zuglast 410 t.

$n\text{‰} =$	1	2	4	5
Mehrverbrauch gegen $n=0$ ‰	12,3	28,4	69,5	98,0

Auf jeder Neigung nehmen bei Vergrößerung des Zuggewichtes die Geschwindigkeit und der Heizstoffverbrauch für 1 tkm ab, letzterer, weil bei gleichem Verbrauche im Ganzen die tkm mit der Vergrößerung der Zuglast zunehmen. Bei Zufügung eines Wagens von 40 t zu 160 t auf 200 t ergibt sich die Kohlenersparnis von 17,5 ‰ bei nur 2,9 ‰ Verlust an Geschwindigkeit: je ein weiterer Wagen bis 240 und 280 t gibt 14,6 und 12,3 ‰ Kohlenersparnis bei 2,6 und 2,3 ‰ Verlust an Geschwindigkeit.

die größtmögliche Dampferzeugung nach Abb. 6, Taf. 17 und Zusammenstellung IX entstanden, da dort die Geschwindigkeiten, mit denen 440 t Wagenlast bei größter unveränderlicher Dampferzeugung auf bestimmten Neigungen befördert werden können, schon ermittelt sind. A ist auch die Schaulinie für die Zugkräfte am Radumfang, B die der Höchstleistungen. Bei allen unter A oder B liegenden Fahrten wird der Kessel nicht ausgenutzt. Beträge die Rostanstrengung, mit der die Höchstleistungen erreicht werden sollen, beispielsweise nur 400 kg/qm St Kohle, so wären A_1 und B_1 die Grenzen, und die Orte aller Zugkräfte am Radumfang und Höchstleistungen bei voller Belastung der Lokomotive.

Die Schaulinien für Z_e und N_e in Abb. 3, Taf. 19 beziehen sich nur auf wenige Neigungen: für die übrigen sind sie nach Zwischenrechnung unter Vertauschung der aufzu-

(Fortsetzung folgt.)

tragenden Größen in Abb. 4, Taf. 19 gezeichnet. Für bestimmte Geschwindigkeiten liegen die Zugkräfte und Leistungen für alle Neigungen in einer Geraden: sie ändern sich in geradem Verhältnisse mit der Steigung. Alle einer bestimmten Geschwindigkeit entsprechenden Geraden für Zugkräfte haben gleiche Richtung. Eine Senkrechte in Abb. 4, Taf. 19 gibt an, welche Zugkräfte oder Leistungen nötig sind, um den Zug von 440 t auf einer bestimmten Neigung mit einer geforderten Geschwindigkeit zu befördern: eine Wagerechte zeigt die noch zu erklimmende Neigung an, wenn der Zug bei unveränderlicher Zugkraft oder Leistung mit einer bestimmten Geschwindigkeit fährt. Wie groß der Verbrauch dabei ist, kann nicht angegeben werden. Nur das steht fest, daß die Höchstleistungen am Radumfang und die Kesselzugkräfte auf den Grenzen A und B bei 1145 kg/St Verbrauch an Kohlen erreicht werden.

Über die Beanspruchung der Zapfen und Stangenschäfte des Triebwerkes der Lokomotiven.

Dr.-Ing. Heumann, Regierungsbaumeister in Berlin.

(Fortsetzung von Seite 109.)

B. 2) Stangenschäfte.

Zu a) S. 109 Beanspruchung auf Zug. Die Stangenkraft erfährt einen Zuwachs durch die Trägheitskräfte.

Zu b) S. 109 Beanspruchung auf Biegung. An Biegemomenten sind gegenüber der gebräuchlichen Rechnungsart neu: M_G , M_R wie im Falle A, außerdem das Biegemoment aus der Trägheit der betreffenden Stange: $M_T \cdot \sin \varphi$.

Zur Ermittlung der Höchstwerte von Stangenkraft, Biegemoment und Spannung genügt hier die ausschließliche Betrachtung der Zusatzkräfte nicht. Diese vereinigen sich nicht einfach zu denen der gewöhnlichen Rechnung, sondern sind nach x und φ in der Welle gegen diese verschoben. Hier müssen daher die Summen aller Kräfte, Momente und Spannungen der Stangenschäfte ermittelt werden.

2. a) Stangenkraft in Stangenmitte für $x = 1:2$.

2. a) a) der Triebstange: $P = P_1 \cdot \cos \alpha$, wenn P_1 = Dampfkraft - Trägheitswiderstand des Kolbengestänges + Hälfte der Triebstange vom Gewichte $\Sigma G + \frac{G_t}{2}$ ist.

$$P_1 = F \cdot p - \left(\frac{n}{300}\right)^2 + \left(\Sigma G + \frac{G_t}{2}\right) \cdot r \cdot \left(\cos \varphi \pm \frac{r}{l} \cos 2 \varphi\right).$$

P_{1gr} tritt bei Beginn der Dampfdehnung für $\varphi = \varphi'$, $p = p'$ auf und ist:

$$P_{1gr} = F \cdot p' - \left(\Sigma G + \frac{G_t}{2}\right) \cdot \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot r \cdot \cos \varphi'.$$

P_1 fällt, wenn, wie hier im Falle B, der Füllungsgrad klein ist, sehr steil im Kolbenverlaufe für $\varphi > \varphi'$ ab und $\left(\frac{P_1}{\cos \alpha}\right)_{gr}$ tritt bei Beginn der Dampfdehnung auf mit $\alpha = \alpha'$. Somit ergibt sich:

$$\text{Gl. 19) } P_{gr} = \frac{1}{\cos \alpha'} \left[F \cdot p' - \left(\Sigma G + \frac{G_t}{2}\right) \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot r \cdot \cos \varphi' \right]$$

gegenüber $\frac{F \cdot p'}{\cos \alpha'}$ der gewöhnlichen Rechnung. Die Trägheit vermindert also die Stangenkraft.

2. a) β) Bei der Kuppelstange ist P_{1gr} von der Trägheit unabhängig.

2. b) Summe der Biegemomente: ΣM .

$$\Sigma M = M_G + M_R \pm M_T \cdot \sin \varphi.$$

$M_T \cdot \sin \varphi$ kommt mit + für $\varphi = 0$ bis $\varphi = \pi$

mit - für $\varphi = \pi$ bis $\varphi = 2\pi$

bei Vorwärtsfahrt in Ansatz, bei Rückwärtsfahrt umgekehrt.

$$\Sigma M = \frac{G}{2} \left(x - \frac{1}{l} \cdot x^2 \right) + \mu \cdot P \cdot r - \mu \cdot P \cdot \frac{x}{l} \left(r_1 \pm r_2 \right) \pm M_T \cdot \sin \varphi.$$

M_G ist unveränderlich nach φ , veränderlich nach x ; M_R und $M_T \cdot \sin \varphi$ sind veränderlich nach φ und x .

Da nun bei M_R x und φ nach anderen Gesetzen veränderlich sind, als bei $M_T \cdot \sin \varphi$, so müssen die Werte von $x = x''$ und von $\varphi = \varphi''$ bestimmt werden, für die ΣM Höchstwerte annimmt. Trieb- und Kuppel-Stange werden gesondert betrachtet.

2. b) a) Triebstange.

a. 1) x'' . Von den drei Gliedern von ΣM überwiegt $M_T \cdot \sin \varphi$ weit. Bei ihm ist x'' annähernd $= 1:2$.

a. 2) φ'' . Hier kommen die Glieder $M_R \pm M_T \cdot \sin \varphi$ in Frage. Beide sind + bei Vorwärtsfahrt für den Hingang des Kolbens, φ'' muß also zwischen $\varphi = 0$ und $\varphi = \pi$ liegen. M_R hat seinen größern Wert bei $\varphi = \pi:2$ bis $\varphi = \pi$, $M_{Tgr} \cdot \sin \varphi$ erreicht seinen Höchstwert M_{Tgr} bei $\varphi = \pi:2$. Mithin ist zu setzen $\varphi'' \geq \pi:2$ für die Kurbelstellung, in der die Kurbel beim Hingange des Kolbens ihren tiefsten Punkt eben überschritten hat.

Somit ergibt sich:

$$(\Sigma M)_{gr} = \mu \cdot P \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} + M_{Tgr} + G_r \cdot \frac{l}{8} \text{ für } \varphi \geq \frac{\pi}{2}.$$

Die Darstellung der Ermittlung von M_{Tgr} in Abb. 5, Taf. 16 zeigt die starke Entlastung von M_T durch die überhängenden Teile des Kurbelzapfenkopfes, (Vorrichtung zum Nachstellen des Keiles). Bei der im Beispiele angenommenen, auf Taf. 16 dargestellten Stangenanordnung kann man mit hinreichender Genauigkeit setzen:

Gl. 20) $M_{T_{gr}} = \frac{1 \text{ cm}}{22} \cdot T_{gr} = \frac{0,70}{22} \cdot r \cdot \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot G_t$

Mithin:

Gl. 21) $(\Sigma M)_{gr} = \mu \cdot P \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} + \left[0,032 \cdot r \cdot \left(\frac{n}{300}\right)^2 + \frac{1}{8}\right] \cdot G_t$

In der gebräuchlichen Rechnung ist $(\Sigma M)_{gr} = 0$.

2. b) β) Kuppelstange.

β . I) $x'' = 1 : 2$.

β . II) φ'' . M_R hat hier die Form der Gl. 1) und 4), ist also von φ unabhängig. Da $M_T \sin \varphi$ bei $\varphi = \frac{\pi}{2}$ den Höchstwert hat, ist $\varphi'' = \frac{\pi}{2}$.

M_R ist für $x=1:2$ so klein, daß es vernachlässigt werden kann*). Mithin ist:

$(\Sigma M')_{gr} = G_K \cdot \frac{1}{8} + M'_{T_{gr}}$

Die zeichnende Ermittlung von $M'_{T_{gr}}$ ist durchgeführt auf Seite 111 und Tafel 16**). Letztere zeigt die starke Entlastung des Schaftes durch die überhängenden Teile beider Stangenköpfe. Für die vorliegende Anordnung kann man, wie bei der Triebstange, setzen:

$M'_{T_{gr}} = \frac{1 \text{ cm}}{22} \cdot T'_{gr} = \frac{1}{22} \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot r \cdot G_K$

Gl. 22) $(\Sigma M')_{gr} = G_K \cdot l \left[\frac{r}{22} \left(\frac{n}{300}\right)^2 + \frac{1}{8} \right]$

B. 2. c) Spannung s in der äußersten Faser des Stangenschaftes.

\mathfrak{B} bezeichne das angenähert unveränderliche Widerstandsmoment des Stangenquerschnittes, dann ist:

$s \cdot \mathfrak{B} = (P : f) \cdot \mathfrak{B} + M_G + M_R \pm M_T \cdot \sin \varphi$

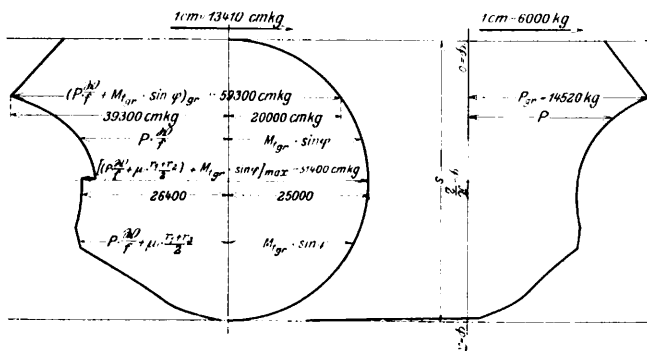
Der Ausdruck ist wieder nach x und φ veränderlich $x = x''' = \frac{1}{2}$, wie oben, da f und \mathfrak{B} als unveränderlich angesehen werden.

Die Stangen werden gesondert betrachtet.

2. c. a) Triebstange.

Das maßgebende φ''' wird wesentlich durch P bestimmt. P'_{gr} liegt bei $\varphi = \varphi'$, daher ist stets zu untersuchen, ob φ'''

Abb. 7.



$= \varphi'$ oder $> \pi : 2$ zu setzen ist. Die Darstellung in Textabb. 7 ergibt $\varphi''' = \varphi'$. Der Sprung bei $\varphi = \pi : 2$ entspricht der sprunghaften Vergrößerung von M_R bei Überschreiten von $\pi : 2$.

*) Vergleiche S. 110.

**) Unter I. B. 1. b. β).

Der hier dargestellte Fall $\varphi''' = \varphi'$ dürfte die Regel sein. Dann ist

$s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = \frac{P'_{gr}}{f} \cdot \mathfrak{B} + G_t \cdot \frac{1}{8} + M_{T_{gr}} \cdot \sin \varphi'$

M_R kann aus demselben Grunde, wie oben, vernachlässigt werden. Annähernd kann man wieder setzen:

Gl. 23) $s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = \frac{P'_{gr}}{f} \cdot \mathfrak{B} + \left[0,0320 \cdot r \cdot \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot \sin \varphi' + \frac{1}{8}\right] \cdot G_t$

gegenüber $s_{gr} : \mathfrak{B} = \frac{P}{f} \cdot \mathfrak{B}$ für $\varphi = \varphi'$ bei der gebräuchlichen Rechnungsart.

2. c. β) Kuppelstange.

Bei der Kuppelstange ist P'_{gr} unabhängig von φ . M_R ist wieder zu vernachlässigen, also ergibt sich:

$\varphi''' = \frac{\pi}{2}$ und $s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = G_K \cdot \frac{1}{8} + \frac{P'_{gr}}{f} \cdot \mathfrak{B} + M'_{T_{gr}}$

Bezeichnet R das Gewicht des Kuppelachssatzes,

D den Triebraddurchmesser,

k die Reibungswertziffer zwischen Rad und Schiene,

so ist $P'_{gr} = k \cdot R \cdot (D : 2r)$ und annähernd:

Gl. 24) $s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = k \cdot R \cdot \frac{D}{2r} \cdot \frac{\mathfrak{B}}{f} + G_K \cdot l \left[\frac{r}{22} \left(\frac{n}{300}\right)^2 + \frac{1}{8} \right]$

gegenüber $s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = k \cdot R \cdot \frac{D}{2r} \cdot \frac{\mathfrak{B}}{f}$ der gebräuchlichen Rechnung.

Zahlenbeispiel zu I.

Dem Beispiele wird eine C 1. II. Γ . P-Tenderlokomotive der Bauanstalt Kraufs. vorn mit zweiachsigem Drehgestelle nach Helmholtz, hinten mit zweiachsigem amerikanischem Drehgestelle und den folgenden Hauptverhältnissen zu Grunde gelegt:

Überdruck des Dampfes p_{gr}	12 at
Größte zulässige Fahrgeschwindigkeit V_{gr}	90 km/St
Kurbelhalbmesser	28 cm
Triebraddurchmesser D	164 cm
Wirksamer Kolbenquerschnitt F	1570 qcm
Betriebsbelastung des Kurbelachssatzes R	15000 kg
Wertziffer der Reibung zwischen Rad und Schiene $k \leq$	$\frac{1}{3}$
Wertziffer der Zapfenreibung μ	$\frac{1}{16}$
Gewicht des Kolbengestänges ΣG	209 kg
» der Triebstange G_t	131 kg
» der Kuppelstange G_k	139 kg
Halbmesser des Zapfens des Kreuzkopfes r_2	7,5 : 2 cm
» » der Kurbel r_1	$\frac{11,5}{2}$ cm
» der beiden Lager der Kuppelstange r'_1	8 cm
r'_2	6 cm
Länge der Triebstange l	235 cm
Querschnitt der Triebstange f	41,5 qcm
Widerstandsmoment der Triebstange \mathfrak{B}	113 cm ³
Länge der Kuppelstange l	205 cm
Querschnitt der Kuppelstange f	34,85 qcm
Widerstandsmoment der Kuppelstange \mathfrak{B}	91,5 cm ³ .

Fall A.

Anfahren bei stärkster Zuglast.

Der Füllungsgrad betrage 70 %.

Stangensäfte.

A. 2. β . c) Triebstangenschaft. Nach Gl. 6), S. 110 ist $(\Sigma M)_{gr} \sim G_t \cdot \frac{1}{8} + \mu \cdot P_{gr} \cdot \frac{r_1 + r_2}{2}$, darin ist die Stangen-

kraft $P_{gr} = \frac{p_{gr} \cdot F}{\cos \alpha_{gr}} = \frac{12 \cdot 1570}{0,9929} = 19\,000 \text{ kg}$, mithin

$$(\Sigma M)_{gr} = 131 \cdot \frac{235}{8} + \frac{1}{16} \cdot 19\,000 \cdot \frac{11,5 + 7,5}{2 \cdot 2} =$$

$= 9495 \text{ kgcm}$, gegenüber 0 bei der gebräuchlichen Rechnung. Der Wert tritt auf bei $x \sim 1:2$. Ihm entspricht eine Biegespannung in der äußersten Faser:

$$k_{b_{gr}} = \frac{9495}{113} = 84 \text{ kg/qcm},$$

gegenüber 0 bei der gebräuchlichen Rechnung.

Der Stangenkraft $P_{gr} = 19\,000 \text{ kg}$ entspricht die Längsspannung:

$\sigma_{gr} = \frac{19\,000}{41,5} = 458 \text{ kg/qcm} =$ derjenigen nach der gebräuchlichen Rechnung.

Die Knicksicherheit ist wagerecht $= 2,15$ fach,
senkrecht $= 13,3$ fach.

Die ganze Randspannung ist:

$s_{gr} = (\sigma + k_b)_{gr}$, hier
 $= \sigma_{gr} + k_{b_{gr}} = 458 + 84 = 542 \text{ kg/qcm}$,
gegenüber 458 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnungsart.

Kuppelstangenschaft. Die Stangenkraft P'_{gr} ist unabhängig von Dampfdruck und Zusatzkräften:

$$P'_{gr} = k \cdot R \cdot \frac{D}{2r} \leq \frac{1}{3} \cdot 15\,000 \cdot \frac{164}{2 \cdot 28} \leq 14\,600 \text{ kg},$$

dem entspricht die Längsspannung:

$$\sigma_{gr} \leq \frac{14\,600}{34,85} < 420 \text{ kg/qcm} \text{ und die}$$

Knicksicherheit wagerecht $< 2,06$ fach, senkrecht $< 18,25$ fach.

Diese Werte stimmen mit denen der gebräuchlichen Rechnung überein.

Nach Gl. 5) Seite 110 ist:

$$(\Sigma M)_{gr} = \frac{139 \cdot 205}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{14\,600^2 (8 + 6)^2}{205 \cdot 139} \cdot \frac{1}{16^2} =$$

$= 6420 \text{ kgcm}$, gegenüber 0 der gebräuchlichen Rechnung.

Dieser Wert tritt auf bei $x' = \frac{1}{2} - \frac{1}{G_K} \mu \cdot P'_{gr} (r_1 + r_2) =$

$= 10,5 \text{ cm}$, der Höchstwert der Biegemomente liegt also im Abstände $10,5 \text{ cm}$ von der Mitte des Kurbelzapfens. Setzt man für diesen, noch im Stangenkopfe liegenden Querschnitt das Widerstandsmoment $= \mathfrak{W}$, dem mittlern Widerstandsmomente des Schaftes, so erhält man:

$k_{b_{gr}} = \frac{6420}{91,5} = 70 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 0 bei der gebräuchlichen Rechnung.

Die größte Randspannung ist:

$s_{gr} = \sigma_{gr} + k_{b_{gr}} = 420 + 70 = 490 \text{ kg/qcm}$,
gegenüber 420 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnungsart.

Fall B.

Größte unveränderliche Fahrgeschwindigkeit bei größter Leistung.

Der Füllungsgrad wird zu $0,2$ angenommen.

B. 1) Zapfen.

In dem Schaubilde des Dampfüberdruckes und der Trägheitswiderstände (Abb. 1, Taf. 16) sind die mit F vervielfältigten Werte von p , p_1 und p_2 als Abhängige des Kolbenweges dargestellt.

B. 1. a) Größte wagerechte Kraft am Kreuzkopfzapfen $P_r = (p - p_1)_{gr} F$.

Für den Entwurf des zusammengesetzten Schaubildes werden die Endwerte des Trägheitswiderstandes berechnet zu:

$$p_1 \cdot F = \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot \Sigma G \cdot r \left(1 \pm \frac{r}{l}\right) = \left(\frac{291}{300}\right)^2 \cdot 209 \cdot 28 \left(1 \pm \frac{28}{235}\right) = 6170 \text{ kg bzw. } 4180 \text{ kg}.$$

Abgreifen aus dem Schaubilde liefert $P_r = 15\,560 \text{ kg}$ bei Beginn der Dampfdehnung, $\varphi = \varphi'$, gegenüber $P_r = 12 \cdot 1570 = 18\,840 \text{ kg}$ nach der gebräuchlichen Rechnung.

Dem entspricht die Biegespannung in wagerechter Richtung: $k_{bw} = 370 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 447 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnungsart.

B. 1. b. γ) Größte senkrechte Kraft am Kreuzkopfzapfen $V_{r_{gr}}$. Die Massenkräfte der Triebstange: T_{gr} , T_{Ku} und T_r sind auf Taf. 16 genau ermittelt. Danach ergibt sich:

$$T_{gr} = 2400 \text{ kg}, T_{Ku} = 2080 \text{ kg}, T_r = 320 \text{ kg}.$$

Nach den Näherungs-Gl. 8), 9), 10) erhält man:

$$T_{gr} = 2410 \text{ kg}, T_{Ku} = 2090 \text{ kg}, T_r = 320 \text{ kg}.$$

Nach Näherungsgleichung 14) ist:

$$V_{r_{gr}} = \frac{G_t}{2} + \left[F(p - p_1) \frac{r}{l} + 0,09 \left(\frac{n}{300}\right)^2 \cdot G_t \cdot r \right] \sin \varphi' = 65,5 + \left[15\,560 \cdot \frac{28}{235} + 320 \right] 0,799 = 1845,5 \text{ kg},$$

gegenüber $18\,840 \cdot \frac{28}{235} \cdot 0,799 = 1790 \text{ kg}$ nach der gebräuchlichen Rechnungsart.

Ein größerer Wert für $V_{r_{gr}}$ folgt aus $p \cdot F \cdot r : l + G_t : 2 = 18\,840 \cdot 28 : 235 + 65,5 = 2315 \text{ kg}$ und $2249,5 \text{ kg}$ nach der gebräuchlichen Rechnungsart (Fall A).

$V_{r_{gr}} = 1845,5 \text{ kg}$ entspricht eine Biegespannung in senkrechter Richtung: $k_{bs} = 44 \text{ kg/qcm}$, gegenüber $42,17 \text{ kg/qcm}$ nach der gebräuchlichen Rechnungsart.

Die ganze Biegespannung ist $k_b = \sqrt{k_{bs}^2 + k_{bw}^2}$, $k_{b_{gr}} = 373 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 448 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

B. 1. a) Größte wagerechte Kraft am Kurbelzapfen $P_{Ku} = F(p - p_2)_{gr}$.

Für den Entwurf der Schaulinie Abb. 1, Taf. 16 wurden wieder die Endwerte von $p_2 \cdot F$ berechnet:

$$\left(\frac{n}{300}\right)^2 (\Sigma G + G_t) \left(1 + \frac{r}{l}\right) = 10\,000 \text{ kg und } 7920 \text{ kg}.$$

Durch Abgreifen aus dem Schaubilde ergibt sich: $P_{Ku} = 13\,480 \text{ kg}$ für $\varphi = \varphi'$, gegenüber $18\,840 \text{ kg}$ bei der gebräuchlichen Rechnung.

Dem entspricht eine Biegespannung: $k_{bw} = 763 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 1065 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

1. b. δ) Größte senkrechte Kraft am Kurbelzapfen $V_{K_{u_{gr}}}$. Die Massenkräfte der Kuppelstange T'_{gr} , T'_p , T'_{Ku} ergeben nach Gl. 11), den Näherungsgleichungen 12) und 13)

und nach der genauern zeichnerischen Ermittlung auf Taf. 16 die Werte:

$$T'_{gr} = 3670 \text{ kg}, T'_p = 1470 \text{ kg}, T'_{kn} = 2200 \text{ kg}.$$

δ. I) Größte senkrechte Kraft, ausgeübt von der Triebstange: nach Gl. 15)

$$V'_{ku_{gr}} = \frac{G_t}{2} + F(p_1 - p_2) \cdot \frac{r}{1} + 0,61 \left(\frac{n}{300} \right)^2 \cdot G_t \cdot r \text{ für } \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

$$V'_{ku_{gr}} = 65,5 + 8700 \cdot \frac{28}{235} + 2090$$

$$= 3190,5 \text{ kg bei } \varphi = \frac{\pi}{2}, \text{ gegenüber}$$

1790 kg nach der gebräuchlichen Rechnung.

Diese Kraft wirkt am Hebelarme 21 cm.

δ. II) Größte senkrechte Kraft, ausgeübt von der Kuppelstange: $V''_{ku_{gr}}$.

Nach Näherungsgleichung 16) ist:

$$V''_{ku_{gr}} = 0,6 \cdot G_K + 0,6 \cdot G_K \cdot \left(\frac{n}{300} \right)^2 \cdot r$$

$$= 83 + 2200 = 2283 \text{ kg, gegenüber 0 kg bei der üblichen Rechnung.}$$

Diese Kraft wirkt am Hebelarme 5 cm.

Biegespannung des Kurbelzapfens durch

$$V_{ku_{gr}} = V'_{ku_{gr}} + V''_{ku_{gr}}$$

$k_{b_g} = 210 \text{ kg/qcm}$ gegenüber 100 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

Die ganze Biegeanstrengung des Kurbelzapfens ist $k_b = 792 \text{ kg/qcm}$ gegenüber 1070 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

Zu B. 1. a) Größte wagerechte Kraft am Kuppelzapfen. Sie ist unabhängig von Dampfdruck und Zusatzkräften $= P'_{gr} \leq 14600 \text{ kg}$. Dem entspricht die Biegespannung: $k_{b_w} \leq 730 \text{ kg/cm}^2$, wie bei der gebräuchlichen Rechnung.

Zu B. 1. b. ε) Größte senkrechte Kraft am Kuppelzapfen. Nach Gl. 18) ist

$$V_{p_{gr}} = \left[0,462 \left(\frac{n}{300} \right)^2 \cdot r + 0,4 \right] G_k$$

$$= \left[0,462 \left(\frac{291}{300} \right)^2 \cdot 28 + 0,4 \right] \cdot 139 = 1755 \text{ kg}.$$

Nach der genauern zeichnerischen Ermittlung und genauer Berechnung der Trägheit des Kuppelzapfens ist $V_{p_{gr}} = 1764 \text{ kg}$, nach der gebräuchlichen Rechnung $= 0 \text{ kg}$. Dieser Kraft entspricht eine Biegespannung: $k_{b_s} = 94 \text{ kg/qcm}$. Die ganze Biegespannung ist

$$k_b = 735 \text{ kg/qcm, gegenüber}$$

$$730 \text{ kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnungsart.}$$

Zu B. 2. a. α) Stangenkraft der Triebstange P'_{gr} . $\cos \alpha'$ ist für den Beginn des Dehnens $= 0,995$.

Nach Gl. 19) ist

$$P'_{gr} = \frac{1}{\cos \alpha'} \left[F \cdot p' - \left(\sum G + \frac{G_t}{2} \right) \left(\frac{n}{300} \right)^2 \cdot r \cdot \cos \varphi' \right]$$

$$= 14600 \text{ kg, gegenüber } 18950 \text{ kg nach der gebräuchlichen Rechnung.}$$

Dem entspricht eine reine Längsspannung von 352 kg/qcm , gegenüber 457 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

Die Knicksicherheit ist senkrecht 17,32 fach, wagerecht 2,78 fach.

Zu B. 2. b. α) Biegemomente des Triebstangenschaftes:

$$(\sum M)_{gr} = \mu \cdot P \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} + M_{T_{gr}} + G_T \cdot \frac{1}{8} \text{ für } \varphi \cong \frac{\pi}{2}.$$

$M_{T_{gr}}$ ist nach der genauern Ermittlung durch Zeichnung (Abb. 5, Taf. 16) $= 25000 \text{ kgcm}$, nach der Näherungsgleichung 20) $= 25800 \text{ kgcm}$.

$$P \text{ ist nach dem Schaubilde } = 8800 \text{ kg für } \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

Somit ergibt sich:

$$(\sum M)_{gr} = (2620 + 25000 + 3850) \text{ kgcm} = 31470 \text{ kgcm}$$

gegenüber 0 kgcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

Dem entspricht: $k_b = 278 \text{ kg/cm}^2$, gegenüber 0 nach der gebräuchlichen Rechnung.

Zu B. 2. c. α) Anstrengung in der äußersten Faser des Triebstangenschaftes:

$$s_{gr} = (\sigma + k_b)_{gr}.$$

Nach Gl. 23 ist:

$$s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = \frac{P'_{gr}}{f} \cdot \mathfrak{B} + \left[0,0320 \cdot \left(\frac{n}{300} \right)^2 \cdot r \cdot \sin \varphi' + \frac{1}{8} \right] l \cdot G_t =$$

$$= \frac{14600}{41,5} \cdot 113 + \left[0,0320 \left(\frac{291}{300} \right)^2 \cdot 28 \cdot 0,798 + \frac{1}{8} \right] 235 \cdot 131$$

$$= 63550 \text{ kgcm, gegenüber } \frac{18950}{41,5} \cdot 113 = 51600 \text{ kgcm nach}$$

der gebräuchlichen Rechnung.

Dem entspricht: $s_{gr} = 563 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 457 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

Die Stangenkraft der Kuppelstange ist oben mit $P'_{gr} = 14600 \text{ kg}$ unabhängig von den Zusatzkräften ermittelt, $\sigma_{gr} = 420 \text{ kg/qcm}$.

Zu B. 2. b. β) Biegemomente des Kuppelstangenschaftes:

$$(\sum M')_{gr} = G_K \cdot \frac{1}{8} + M'_{T_{gr}}$$

$M'_{T_{gr}}$ ist $= 35000 \text{ kgcm}$ nach der genauern zeichnerischen Ermittlung auf Tafel 16 und $= 36000 \text{ kgcm}$ nach der Näherungsgleichung 22).

Also ist $(\sum M')_{gr} = 3560 + 35000 = 38560 \text{ kgcm}$, gegenüber 0 nach der gebräuchlichen Rechnung. Dem entspricht $k_{b_{gr}} = 422 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 0 nach der gebräuchlichen Rechnung.

Zu B. 2. c. β) Anstrengung in der äußersten Faser des Kuppelstangenschaftes: s_{gr} .

Nach Gl. 24) ist

$$s_{gr} \cdot \mathfrak{B} = k \cdot R \cdot \frac{D}{2r} \cdot \frac{\mathfrak{B}}{f} + G_K \cdot l \cdot \left[\frac{r}{22} \left(\frac{n}{300} \right)^2 + \frac{1}{8} \right]$$

$38400 + 35000 + 3560 = 76960 \text{ kgcm}$, gegenüber 38400 kgcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

Dem entspricht $s_{gr} = \sigma_{gr} + k_{b_{gr}} = 842 \text{ kg/qcm}$, gegenüber 420 kg/qcm nach der gebräuchlichen Rechnung.

In Zusammenstellung I und II sind die wichtigsten Ergebnisse vorstehender Rechnung und einer solchen, hier nicht wiedergegebenen, für die Zapfenwerte in Fall A zum unmittelbaren Vergleiche vereinigt. Die Höchstwerte sind stark gedruckt.

Zahlenzusammenstellung I.
Zapfen.

		Fall A			Fall B		
		k_{bs}	k_{bw}	k_b	k_{bs}	k_{bw}	k_b
Kreuzkopfzapfen	Gebrauchliche Rechnung	54	447	450	42,7	447	448
	Genauere Rechnung	55	447	450	44	370	373
Kurbelzapfen	Gebrauchliche Rechnung	127	1065	1072	100	1065	1070
	Genauere Rechnung	131	1065	1073	210	763	792
Kuppelzapfen	Gebrauchliche Rechnung	0	730	730	0	730	730
	Genauere Rechnung	0	730	730	94	730	735

Zahlenzusammenstellung II.
Stangenschäfte.

		Fall A					Fall B				
		Knicksicherheit		σ_{gr}	k_{bgr}	s_{gr}	Knicksicherheit		σ_{gr}	k_{bgr}	s_{gr}
		wagrecht	senkrecht				wagrecht	senkrecht			
Triebstange	Gebrauchliche Rechnung	2,15	13,3	458	0	458	2,78	17,30	457	0	457
	Genauere Rechnung	2,15	13,3	458	84	542	2,78	17,32	352	278	563
Kuppelstange	Gebrauchliche Rechnung	2,06	18,25	420	0	420	2,06	18,25	420	0	420
	Genauere Rechnung	2,06	18,25	420	70	490	2,06	18,25	420	422	822

Die Zusammenstellungen zeigen, daß die Zusatzkräfte die Zapfenbeanspruchungen nur unmerklich, die Randspannungen der Stangenschäfte jedoch erheblich vergrößern. Für die Randspannungen der Schäfte ist Fall B maßgebend. Die Stangenspannungen der Schäfte ist Fall B maßgebend. Die Stangenspannungen der Schäfte ist Fall B maßgebend. Die Stangenspannungen der Schäfte ist Fall B maßgebend. Die Stangenspannungen der Schäfte ist Fall B maßgebend.

(Fortsetzung folgt.)

Technische und wirtschaftliche Verhältnisse einiger schweizerischer und italienischer elektrischer Bahnen.

Auszug aus einem Reiseberichte von Ising, Regierungs-Baumeister in Bremen.

Der folgende Bericht ist nach den drei Stromarten: Gleichstrom, Drehstrom, Wechselstrom der Bahnen, und nach den einzelnen Teilen der elektrischen Ausrüstung, wie Triebmaschine, Steuerung, Oberleitung, mechanischer Antrieb, Schienen, sachlich geordnet.

I. Technische Ergebnisse.

Übereinstimmend teilten die Verwaltungen der besuchten Bahnen die Ansicht, daß die Triebmaschine der wichtigste Teil der Lokomotive, und dessen Betriebsicherheit von Ausschlag gebender Bedeutung ist. In dieser Beziehung steht unstrittig die Drehstrommaschine an der Spitze, und zwar von den beiden Ausführungen die Kurzschluß-Maschine. Bei der B + B-Lokomotive der Burgdorf-Thun-Bahn erhitze sich die Kurzschluß-Maschine während des Verschiebens soweit, daß auf sie gespritzte Öltropfen verdampften, ohne daß sie in ihrer Wirkung beeinträchtigt worden wäre. Auch bei den Simplon-Lokomotiven hat sich die Kurzschluß-Maschine, bei der E-Lokomotive der Strecke Genua-Busalla der Schleifringanker hinsichtlich der Betriebsicherheit bewährt.

Weniger betriebsicher aber auch noch ausreichend ist die Gleichstrom-Maschine, die aber nur unter besonderen Verhältnissen in Frage kommt.

Die Ansichten über die Betriebsicherheit der Wechselstrom-Sammler-Maschinen sind sehr geteilt. Die Löttschberg-Bahn verfügte im Jahre 1912 über die Erfahrung aus etwa achtzehn Monaten auf der Versuchstrecke Spiez-Frutigen. Dort soll sich herausgestellt haben, daß der Sammler der Maschinen bis 40000 km zurücklegen kann, ehe er abgedreht werden muß. Bei drei Fahrten des Berichterstatters auf der Löttschberg-Lokomotive von Oerlikon zeigte sich aber deutlicher Ansatz zu Rundfeuer, wenn dieses auch nicht zum Durchbruche kam. Die Belastung der Lokomotive betrug dabei bis 200 t gegenüber 500 t Vollast: bei einer Versuchsfahrt mit dieser Vollast soll die Funkenbildung unzulässig stark gewesen sein. Immerhin hat die Löttschbergbahn auf Grund der Versuchsergebnisse zwölf weitere Lokomotiven in Auftrag gegeben. Die Bahn Martigny-Orsieres hat im Anfange mit den Sammelern der Deri-Maschinen große Schwierigkeiten gehabt. Der Sammler der Lokomotive der Val-Maggia-Bahn verhielt sich bei einer Leerfahrt von Lokarno nach Ponte-Brolla ähnlich, wie der der Löttschbergbahn. Nach einer andern Mitteilung ist die Stellungnahme der schweizerischen Bahnverwaltungen die, daß man nicht völlig überzeugt von der befriedigenden Lösung der Frage der Stromwender bei den bisherigen Einwellen-Stromwender-

Maschinen ist: man wartet die Erfahrung bei der nun in Betrieb genommenen Löttschbergbahn ab, um sich danach ein endgültiges Urteil zu bilden. Den «Repulsions»-Maschinen macht man den Vorwurf zu großer Stromaufnahme beim Anfahren wegen der Wellenverschiebung, ein Nachteil, den die Reihenmaschinen nicht haben. Dagegen waren bei dem Besuche der Strecke Dessau-Bitterfeld die Maschinen der P-Lokomotiven der Maffei-Schwarzkopf- und der Siemens-Schuckert-Werke funkenfrei.

Anders, als nach der Betriebsicherheit verhalten sich die Maschinen der verschiedenen Arten beim Anfahren. Die Anhänger des Drehstrombetriebes versicherten zwar, die Eigenschaften ihrer Maschinen seien gut. Auf der Strecke Genua-Busalla fuhren aber die Güterzüge besonders langsam an, während am Simplon D-Züge sogar mit Dampfkraft in Gang gesetzt werden mußten. Weder bei Gleichstrom noch bei Wechselstrom wäre wegen der Eigenschaften der Reihenschaltung ein derartiges Hilfsmittel nötig.

Die Regelung der Geschwindigkeit der Drehstrom-Maschine ist ebenso ungünstig, wie ihr Anfahren. Die E-Lokomotive der Eisenbahn-Direktion Genua gestattet bei Kaskadenschaltung 22,5 km/St Geschwindigkeit, bei Nebenschaltung 45 km/St. Dagegen lassen die neuen, in Auftrag gegebenen Schnellzug-Lokomotiven der Eisenbahndirektion Genua bei Vereinigung der Polumschaltung und Kaskadenschaltung bei 15 Schwingungen vier Geschwindigkeiten von 90, 67, 45 und 32 km/St zu. Auch der Umstand, daß die Kurzschluß-Maschinen der Simplon-Lokomotiven und die der B + B-Lokomotive der Burgdorf-Thun-Bahn durch Polumschaltung vier Geschwindigkeiten erzielen, beweist das Bedürfnis für mehr als zwei Geschwindigkeiten. Gleichstrom verhält sich hinsichtlich der Regelung der Geschwindigkeit nur wenig günstiger, als Drehstrom. Durch vorgeschaltete Widerstände erreicht man zwar in der Regel acht Schaltstufen. Wenn jedoch die Widerstände, die nicht zu vernachlässigende Beträge an Arbeit verzehren, nicht sehr umfangreich und teuer werden sollen, so bleiben für den Betrieb für längere Zeiträume nur die Schaltungen zweier Maschinen hinter und neben einander. Daraus erhellt, daß die Einwellen-Sammler-Maschine, die durch Veränderung der zugeführten Spannung mittels Anzapf- oder Dreh-Abspanners geregelt wird, wobei jede Spannung beliebig lange beibehalten werden kann, hinsichtlich der Regelung der Geschwindigkeit an erster Stelle steht.

Die Ausführung der Schaltung und Steuerung ist bei den Lokomotiven der verschiedenen Werke wenig einheitlich. Der Antrieb der Schalter erfolgt durch unmittelbare mechanische Betätigung, durch elektrische Übertragung und durch Prefsluft. Die Steuerung durch von Hand betätigte Fahrschalter kommt nur beim Triebwagen vor, so bei den Triebwagen der Burgdorf-Thun-Bahn, bei der Gleichstrombahn Biaska-Aquarossa und bei der Bahn Mailand-Varese. Die einfachste Steuerung haben die Triebwagen der Bahn Martigny-Orsieres, wo die Bürsten mit einer durch Wellen und Kegehräder mit dem Bürstenhalter der Deri-Maschine verbundenen Kurbel verschoben werden. Von den mittelbaren Übertragungen zeichnet sich nach Ansicht der italienischen Staatsbahnen die Steuerung mit Prefsluft

durch genaues, schnelles Arbeiten aus, dagegen sind die Kosten der Instandhaltung größer, als bei elektrischer Betätigung, die aber nicht so zuverlässig ist. Bei den Triebwagen der Löttschbergbahn der Siemens-Schuckert-Werke hat sich die Schützensteuerung zur Schaltung verhältnismäßig geringerer Stromstärken gut bewährt, während die Schützensteuerung der Lokomotive der Bauanstalt Oerlikon bei großen Stromstärken sehr hohe Erhaltungskosten verursacht hat, und daher durch einen von Ferne gesteuerten Fahrschalter ersetzt ist. Dieser vereinigt die Vorteile der Schützensteuerung, nämlich geringen Kraftaufwand seitens des Führers, geringen Raumbedarf im Führerstand und Verminderung des störenden knallenden Geräusches bei der Unterbrechung großer Stromstärken in unmittelbarer Nähe des Führers, mit der jeden Kurzschlufs ausschließenden Betriebsicherheit des Fahrschalters, während er die Vierteiligkeit der Verriegelung der Schützen nicht aufweist. Bei den Lokomotiven der Burgdorf-Thun-Bahn und am Simplon geschieht die Regelung durch einen Anzapf-Abspanner und einen unmittelbar angetriebenen Fahrschalter, während die Betätigung der Polumschalter durch eine eigenartige, genau arbeitende Prefsluftmaschine erfolgt. Die Gleichstrombahn Mailand-Varese hat zwei Arten von Zügen. Bei der ältern werden die im Zuge verteilten Triebwagen von je einem besondern Führer gesteuert, während die neuere auch die hinteren Triebwagen vom Führerstand des vordern Triebwagens durch Vielfachsteuerung bedient. Die E-Lokomotive der Eisenbahndirektion Genua hat Prefsluft-Vorrichtungen von Westinghouse. Besonders eigenartig ist der Anlaufwiderstand der erwähnten Lokomotive. An Stelle des Drahtwiderstandes ist ein Wasserwiderstand gewählt, bei dem aus einem Wasserkasten Wasser durch Prefsluft in einen Raum hineingedrückt wird, in dem die Elektroden des Widerstandes stehen. Die Anordnung vermeidet jede Betriebsstörung durch Durchbrennen eines festen Widerstandes.

Die Stromzuführung erfolgt nur bei der Gleichstrombahn Mailand-Varese bei 650 Volt Spannung durch die dritte Schiene. Irgend welche Schwierigkeiten und Unglücksfälle sollen sich dabei nicht ergeben haben. Die Vereisung im Winter auf freier Strecke wird durch einen besondern Schaber beseitigt. Für Drehstrom und Wechselstrom kommen wegen der höheren Spannungen nur Oberleitungen in Frage. Die Einwellen-Löttschbergbahn ist mit Oberleitung in Vielfachaufhängung ausgerüstet. Als Regelquerschnitt des Kupferdrahtes wird aus Rücksichten des Betriebes auch dann, wenn die Stromstärke allein geringern Querschnitt erfordert, 100 qmm angesehen. Trotz der hohen Spannung von 10 000 Volt ist die Dichtung der Fahrleitung nur einfach. Nach Angabe der Bediensteten sollen jedoch mehrmals durch Vögel auf den Drähten Kurzschlüsse verursacht worden sein: man soll daher beabsichtigen, die überall doppelte Dichtung auszuführen. Im Hondrich-Tunnel mußte doppelte Dichtung ausgeführt werden, weil bei einfacher öfter Überschlüge nach der Tunnelwand vorkamen, die durch Berührung der Glocken durch den Rauch der Dampflokomotive eingeleitet waren.

Die Anordnung der Weichen der Einwellen-Oberleitung hat keine Schwierigkeiten gemacht. Störungen sind dagegen

bei den alten Weichen der doppelpoligen Oberleitung der Burgdorf-Thun-Bahn dadurch eingetreten, daß der Bügel in einzelnen Fällen in der Weiche entgleist ist, was nur durch sehr sorgfältige Abspannung der Oberleitung in den Weichen vermieden werden kann. Deshalb werden in der Schweiz diese Weichen nur bis zu 40 km/St Geschwindigkeit zugelassen. Dagegen läßt eine neue Weiche des früheren Depotvorstandes der Burgdorf-Thun-Bahn eine Geschwindigkeit von 70 km/St zu. Mit diesen nicht gerade hervorragenden Erfahrungen mit den Weichen der Oberleitung für Drehstrom stehen die nur günstigen Erfahrungen der italienischen Staatsbahnen in Widerspruch. Man beabsichtigt dort bei Schnellzügen der Mont Cenis-Linie mit neuen Lokomotiven sogar bis 100 km/St Geschwindigkeit zu gehen. Die Gründe dieser Unstimmigkeit sind nicht ganz klar. Vielleicht werden aber die günstigen Erfahrungen der italienischen Staatsbahnen durch das starre Rohrgestell erklärt, an dem die Drähte in den Weichen aufgehängt sind, und das betriebstörende Verschiebungen weniger leicht zuläßt. Ein Mangel dieser Aufhängung ist die Störung der Übersichtlichkeit der Bahnhöfe durch das Gewirr von Masten, die in Italien ganz aus Mannesmannröhren bestehen, große Kosten verursachen und sehr schwer wirken. Die gegliederten Träger der Lötschbergbahn wirken noch schwerer.

Als Stromabnehmer werden auf den besichtigten Bahnen fast überall Bügel verwendet. Eine Ausnahme macht die Rutenoberleitung der Maschinenbauanstalt Oerlikon bei der Val-Maggia-Bahn. Nach den dem Berichterstatter gemachten Angaben hat sich diese gut bewährt, nur ist ihre Anwendung nach Ansicht der Val-Maggia-Bahn auf geringe Geschwindigkeiten beschränkt, da die Rute, je nachdem sie in Bogen, in Tunneln, auf geraden Strecken oder Bahnhöfen läuft, erhebliche Drehungen ausführen muß, und außerdem der Flichkraft unterliegt. Ihr Vorteil liegt in den geringen Kosten der Masten für die Aufhängung der Oberleitung. Die Val-Maggia-Bahn betreibt auch die Straßenbahn in Locarno mit Einwellenwechselstrom niedriger Spannung, wenn sich auch der Einwellenstrom wegen des großen Gewichtes der Maschinen nicht für städtische Straßenbahnen empfiehlt, so daß man heute bei Neuanlage die Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom vorziehen würde.

Bei der mechanischen Anordnung der Lokomotiven soll das Gewicht der Lokomotive möglichst ganz als Reibungsgewicht ausgenutzt werden. Während die ersten 1 C 1 - Simplon-Lokomotiven mit zwei Drehgestellen nach Krauß ausgerüstet sind, hat man die Laufräder bei den weiteren D-Lokomotiven vermieden und die Beweglichkeit in Bogen bei Kuppelung aller vier Achsen durch Anwendung von Achsen nach Klien-Lindner als erste und vierte Achse gesichert. Dabei mußte man die Erhöhung der Achslast auf 17 t in Kauf nehmen. Die danach ausgeführte D-Lokomotive hat sich in ihrer elektrischen Leistung und in Bezug auf die Zugkraft aus dem Reibungsgewichte bewährt, doch gibt die große Belastung der Achsen zu häufigen Ausbesserungen der Klien-Lindner-Achsen Anlaß.

Gut gelungen sind dagegen hinsichtlich der mechanischen Anordnung die 2000 PS-Drehgestell-Lokomotive für Wechsel-

strom der Lötschbergbahn und die 500 PS-Drehgestell-Lokomotive für Drehstrom der Burgdorf-Thun-Bahn, sowie die E-Lokomotive der Eisenbahndirektion Genua. Die beiden ersteren haben zwei Drehgestelle, die von der Triebmaschine mit Zahnradübertragung angetrieben werden. Die Zahnradübersetzung könnte zu Bedenken Anlaß geben, sie hat sich jedoch bei dem Versuchsbetriebe der Lötschbergbahn, allerdings nur bei 200 t Nutzlast, durch achtzehn Monate bewährt, wovon sich der Berichterstatter bei drei Fahrten durch Untersuchung der noch völlig glatten Zähne überzeugt hat. Auch bei der Drehgestell-Lokomotive der Burgdorf-Thun-Bahn hat die Zahnradübersetzung befriedigt.

Von der Ansicht der schweizerischen Ingenieure weicht die der Eisenbahndirektion Genua ab, die an Stelle der Lokomotive mit zwei Triebdrehgestellen die abgeänderte Bauart der E-Gölsdorf-Lokomotive vorgezogen hat, bei der die zweite und die vierte Achse fest, die erste und fünfte Achse seitlich verschiebbar gelagert sind, und die mittlere Achse ohne Spurradschalen ausgeführt ist. Der Antrieb erfolgt durch zwei gekuppelte Drehstrommaschinen, die nach unten ausgebaut werden können. Die Eisenbahndirektion Genua ist der Ansicht, daß diese Gölsdorf-Anordnung vorteilhafter sei, als die Drehgestell-Lokomotive, da stets die ganze Lokomotivlast als Reibungsgewicht unter dem Antriebe der ganzen Leistung der beiden Maschinen steht, und daher bei zufälliger Entlastung einer Achse das angetriebene Reibungsgewicht nicht geändert wird. Bei dieser Auffassung fürchtet sie bei Drehgestell-Lokomotiven häufiges Schleudern. Der Berichterstatter glaubt, daß sich auch hier die verschiedenen Auffassungen der Eisenbahndirektion Genua und der Ingenieure in der Schweiz erklären lassen. Die 2000 PS-E-Lokomotive der Eisenbahndirektion Genua hat 12 t Achslast, die 2000 PS-Lötschberg-Lokomotive 15 t. Die Regelgeschwindigkeiten beider Lokomotiven, 42 und 45 km/St sind von gleicher Größenordnung, daher auch ihre Zugkräfte. Das Reibungsgewicht der E-Lokomotive der Eisenbahndirektion Genua ist also im Verhältnisse zur Zugkraft kleiner, als das der Lötschberg-Lokomotive, die besonderen Vorkkehrungen gegen Schleudern durch Kuppeln der fünf Achsen sind daher erklärlich. Dem Berichterstatter erscheint es unter diesen Umständen fraglich, ob das bei gleicher Leistung um 30 t geringere Gewicht der E-Lokomotive der Eisenbahndirektion Genua den Vorteil bietet, den die Eisenbahndirektion, abgesehen von dem mechanischen Aufbaue, darin sieht. Nach Ansicht des Berichterstatters ist das Wesentliche der durch die Dampf-Gölsdorf-Lokomotive gelösten Aufgabe der Antrieb von fünf Achsen unter Beibehaltung der Bogenbeweglichkeit der Lokomotive bei einfacher Maschine. Die Lösung der Aufgabe durch die Mallet-Rimrott-Lokomotive mit Dampf bedingt die Verdoppelung des Dampfzylindertriebwerkes und die bewegliche Dampfzuführung. Dem gegenüber ist bei der elektrischen Lokomotive der doppelte Antrieb Regel und die Stromzuführung zum beweglichen Drehgestelle nicht mit Schwierigkeiten verbunden. Die elektrische Drehgestell-Lokomotive kann also kaum als weniger einfach aufgefaßt werden. Da sich die Achsen bei der elektrischen Gölsdorf-Lokomotive nur seitlich, bei der Drehgestell-Lokomotive auch drehend einstellen, so

dürfte der Einheitswiderstand der Gölsdorf-Lokomotive größer sein, als der der Drehgestell-Lokomotive, so daß man annehmen kann, daß der Gewichtsunterschied in der erforderlichen Zugkraft beider Bauarten schon teilweise ausgeglichen wird. Die Aufhängung der Maschinen ist allerdings bei der Drehgestell-Lokomotive nicht so vorteilhaft, wie bei der Gölsdorf-Anordnung. Auch müßte ein Versuch erst zeigen, ob die Gölsdorf-Anordnung für die umfangreicheren Wechselstrom-Stromwender-Maschinen ausführbar ist.

In der Höhe der Spannung und damit in der geringen Abmessung der Oberleitung ist der Einwellenstrom dem Drehstrom überlegen. Die Spannung von etwa 4000 Volt ist bei Drehstrom die höchste Grenze, während sich bei Einwellenstrom auf der Lötschbergbahn 16000 Volt bewährt haben. Demgemäß hat die Eisenbahndirektion Genua die Spannung für die Giovi-Linie auf 3000 Volt, die für die im Baue befindliche Mont Cenis-Linie auf 3500 Volt festgesetzt. Die Eisenbahndirektion Genua ist der Ansicht, daß die Kosten der Oberleitung weniger durch den Kupferquerschnitt, als durch die Masten vergrößert werden, und daher der durch die niedrigere Spannung des Drehstromes bedingte größere Kupferquerschnitt weniger ins Gewicht fällt. Dem Berichterstatter ist es aufgefallen, daß seitens der Eisenbahndirektion Genua nichts davon erwähnt wurde, daß die hohe Spannung des Einwellenstromes gestattet, von einem Abspanner aus nach beiden Seiten eine viel längere Strecke zu speisen, als bei Drehstrom, so daß jeder Zug den Strom viel längere Zeit von demselben Abspanner entnimmt, daß sich also die Zugpausen und die Anfahrspitzen des Stromes bei dichter Zugfolge auf dieser Strecke ausgleichen, die wegen der Reihenschaltung der Maschinen bei Einwellenstrom schon an sich im Verhältnisse zum Strome der gleichmäßigen Fahrt niedriger sind, als bei Drehstrom, so daß ein viel höherer Jahreswirkungsgrad der Abspanner bei Einwellenstrom erzielbar ist.

Hohen Wert legt dagegen die Eisenbahndirektion Genua auf die Rückgewinnung von Strom im Gefälle. Auf der Talfahrt läßt man die Lokomotive mit einer Geschwindigkeit über den Gleichlauf hinaus laufen, macht dadurch die Maschinen zu Stromerzeugern, die die sonst abzubremsende Arbeit als Drehstrom an die Oberleitung zurückliefern. Der Berichterstatter konnte sich während einer Lokomotivfahrt selbst am Kilowattmesser davon überzeugen, daß die Lokomotive bei der Bergfahrt auf der Giovi-Linie mit 800 Kilowatt Stromverbrauch fuhr, während sie auf der Talfahrt in 35⁰/₁₀₀ Gefälle 400 KW in die Oberleitung zurücklieferte. Nach Angabe der Eisenbahndirektion Genua werden zwischen Spita und Giovi 30⁰/₁₀₀ der elektrischen Arbeit bezogen auf 1 km durch Wiedererzeugung erspart. Die ganze Ersparnis ist jedoch nicht so groß, wie es danach scheinen könnte. Es genügt nicht nur, daß die Arbeit erzeugt wird, sie muß auch verwendet werden können, was sich nur teilweise ermöglichen läßt. Sehr häufig finden nicht gleichzeitig mit den Talfahrten die Arbeit aufnehmende Bergfahrten statt. In diesem Falle muß der Strom dem Kraftwerke zugeführt werden. Aber auch hier sind die Stromerzeuger nicht immer so belastet, daß sie durch Entlastung der zugehörigen Kraftmaschine den wiedergewonnenen Strom

in jedem Augenblicke aufnehmen können. Deshalb sind im Kraftwerke in Genua zur Aufnahme des überschüssigen wiedergewonnenen Stromes Wasserwiderstände vorhanden, während im Kraftwerke der Mont Cenis-Linie Schwungräder aufgestellt werden sollen. Ob diese Schwungräder mit den Stromerzeugern gekuppelt werden sollen, oder ob ein besonderer Ausgleichsatz aufgestellt werden soll, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

Für den Schienenverbrauch erhoffen die Elektrotechniker von den elektrischen Lokomotiven eine günstige Wirkung. Sie nehmen an, daß die Schienen wegen Wegfalles der durch den Kurbelantrieb mit seinen hin und her gehenden Massen verursachten störenden Bewegungen der Lokomotive weniger abgenutzt werden. Eine andere günstige Einwirkung des elektrischen Betriebes auf die Lebensdauer der Schienen hat die Eisenbahndirektion Genua festgestellt, die man nicht vorausgesehen hatte. Durch die Stromerzeugung im Gefälle wird das Bremsen auf langen Strecken vermieden, dadurch ergibt sich eine erhebliche Ersparnis an Bremsklötzen, Radreifen und Schienen.

II. Wirtschaftliche Ergebnisse.

Die Gründe der schon ausgeführten und der noch beabsichtigten elektrischen Ausstattung von Eisenbahnen sind volkswirtschaftliche, einzelwirtschaftliche und militärische. Die Schweiz will durch sie die jetzt für Kohlen an das Ausland gezahlten Summen für die heimischen elektrischen Gewerbe im Lande halten. Für den Fall eines Krieges zwischen Deutschland und Frankreich rechnet sie mit der Möglichkeit des Aufhörens der Kohlenzufuhr und einer Störung des Eisenbahnbetriebes, die bei elektrischer Zugförderung wegfallen würde, soweit sie durch die Kohlenzufuhr veranlaßt wird. Einzelwirtschaftlich haben die Arbeiten des schweizerischen Ausschusses für elektrischen Bahnbetrieb ergeben, daß die elektrische Zugförderung bei geringem Verkehre mit höheren Selbstkosten arbeitet, als Dampftrieb, daß der elektrische Betrieb dagegen bei starkem Verkehre wirtschaftlich überlegen ist. Bei gleichen Verkehrsmengen ist der elektrische Ausbau einer Bergbahn wirtschaftlich besser begründet, als der einer Bahn in der Ebene, da der höhere Kraftbedarf der Bergbahn erhöhte Ausnutzung der Anlagekosten mit sich bringt. Nach Ansicht der Verwaltung der Bundesbahnen soll der elektrische Ausbau der Gotthard-Bahn eine Ersparnis von 5⁰/₁₀₀ bringen, Gleichzeitig soll aber eine Lokomotivbauanstalt mit dem Entwürfe einer 1 E-Dampflokomotive für die Gotthard-Bahn beauftragt sein. Die elektrische Einrichtung der Linie Seebach-Wettingen, der Versuchstrecke der Maschinenbauanstalt Oerlikon für elektrischen Betrieb, ist von der Verwaltung der Bundesbahnen nicht übernommen worden, weil der elektrische Betrieb bei dem geringen Verkehre nicht lohnend gewesen wäre. Auch steht schon jetzt fest, daß sich der elektrische Ausbau eines Kreises der Bundesbahnen nicht lohnen wird.

Die Gründe für die Wahl des elektrischen Betriebes der italienischen Bahnen liegen ebenso, wie in der Schweiz, in dem Bestreben, die Hilfsmittel des eigenen Landes, die Wasserkräfte, nutzbar zu machen. Dabei kommt dem elektrischen

Betriebe zu statten, daß die Kohlenpreise in den besuchten Gebieten sehr hoch sind. Die Burgdorf-Thun-Bahn rechnet mit einem Kohlenpreise von 24 *M/t*. Der von der Burgdorf-Thun-Bahn an das Kanderwerk gezahlte Strompreis bewegt sich zwischen 2,4 und 3,2 Pf/KW St. Da sich aber die Zähler nicht bewährt haben, so werden Verhandlungen über einen neuen Vertrag gepflogen, bei dem die Abgabe nach km der gefahrenen Fahrzeuge festgelegt wird. Die Lötschberg-Bahn hat mit dem Kanderwerke einen Vertrag geschlossen, bei dem sich der Strompreis nach einem Staffelsatze zwischen 2,4 und 3,2 Pf/KW St bewegt. Die jährlichen Stromkosten sollen sich auf 320 000 *M* belaufen, denen 888 000 *M* bei Dampftrieb gegenüberstehen. Der Unterschied von 560 000 *M* soll die Verzinsung der Anlagekosten der elektrischen Einrichtung decken, ob auch die Abschreibung, ist nicht bekannt.

Die Val-Maggia-Bahn bezieht ihren Strom für die Fernbahn und für die Straßenbahn in Locarno von dem Kraftwerke in Ponte-Brolla für 4 Pf/KW St und gibt im Jahre 19200 *M* dafür aus. Die Gleichstrombahn Biaska-Aquarossa kostet der Strom 3,2 Pf/KW St oder 9000 *M* jährlich. Von den italienischen Staatsbahnen wurden keine Strompreise angegeben.

Die Verkehrsmenge der besuchten schweizerischen Bahnen ist gering. Als Hauptbahn in deutschem Sinne können in der Schweiz nur die Lötschberg-Bahn und die Simplon-Linie trotz ihrer Eingleisigkeit angesehen werden. Die Burgdorf-Thun-Bahn und die Bahn Martigny-Orsieres entsprechen mit ihrem Triebwagenbetriebe nebenbahnähnlichen Kleinbahnen oder Nebenbahnen. Die Val-Maggia-Bahn und die Bahn Biaska-Aquarossa sind Kleinbahnen.

Außer den volkswirtschaftlichen Gründen sprechen beim Simplon-Tunnel und bei der Bahn Martigny-Orsieres besondere Gründe für die elektrische Ausstattung. Am Simplon lag es nahe, die schon beim Baue benutzten Wasserkraftwerke in Brieg und Iselle weiter zu benutzen. Dadurch gestalteten sich die wirtschaftlichen Verhältnisse insofern sehr günstig, als die Einrichtung nur noch den Einbau der Stromerzeuger und der Schaltanlagen erforderte. Um rasch zu bauen, hat man für das Kraftwerk Iselle einen grade vorhandenen Stromerzeuger, der ursprünglich für eine Dampfturbine bestimmt war, eingebaut und betreibt ihn mit niedrigerer Umlaufzahl. Aber auch abgesehen von der wirtschaftlichen Zweckmäßigkeit der Weiterbenutzung der vorhandenen Kraftwerke erforderte die Entlüftung des 20 km langen Tunnels und die Notwendigkeit der Abkühlung einer heißen Strecke nahe der Mitte, die bei mangelnder Lüftung 54° C Wärme aufwies, die Vermeidung des Dampfbetriebes. Ähnliche Bedingungen hinsichtlich der Kraftwerke, wie beim Simplon, legten bei der Bahn Martigny-Orsieres, die nach den gemachten Angaben von einer englischen Gesellschaft betrieben wird, die Wahl des elektrischen Betriebes nahe.

Die Val-Maggia-Bahn hat täglich 15 Personenzugfahrten und einen Güterzug. Das Kander-Elektrizitätswerk bei Spiez, das die Lötschberg- und die Burgdorf-Thun-Bahn neben einer großen Anzahl von Städten und Gemeinden mit Elektrizität versorgt, gibt jährlich 30 000 000 KWSt bei 1,6 bis 2,0 Pf/KW St Selbstkosten und 3,2 bis 4,0 Pf/KW St Preis für Großabnehmer ab. Bei den Turbinen rechnet man damit, daß die Laufräder alle vier Jahre wegen Verschleißes erneuert werden müssen.

Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

Verein deutscher Eisenportlandzement-Werke.

Verwendung von Eisenportlandzement.

Bislang war im Bereiche der preussischen Bauverwaltung die Verwendung von Eisenportlandzement mit der Bedingung gestattet, daß «die Eisenportlandzemente nicht nur bei Wasser-, sondern auch bei Luft-Erhärtung befriedigende Ergebnisse zeigten» *). Auf Antrag des Vereines deutscher Eisenportlandzementwerke sind nun amtliche Versuche bezüglich des

*) Ministerialerlaß III 109 A vom 6. III. 1909.
I D

Erhärtens der Eisenportlandzemente an der Luft mit dem Ergebnisse ausgeführt, daß diese Bedingung in Zukunft aufgehoben ist, so daß Portlandzemente und Eisenportlandzemente beliebig neben einander verwendet werden dürfen *).

Die bei diesen Versuchen gefundenen Festigkeiten teilen wir als wertvolle Anhalte für die Beurteilung von Zementen hierunter mit.

*) Ministerialerlaß III B 8. 575. B. A vom 18. I. 1915.
I 6 D 24280

A) Druckfestigkeiten

I. der Eisenportlandzemente.

Mischung mit Rohsand nach	1:2						1:5						1:7					
	Gewicht			Raum			Gewicht			Raum			Gewicht			Raum		
Bezeichnung des Zementes	7	28	90	7	28	90	7	28	90	7	28	90	7	28	90	7	28	90

a) bei Wasserlagerung.

A	343	520	646	260	423	534	87	153	212	47	84	123	48	75	117	27	50	73
B	569	707	888	478	624	767	144	230	311	77	137	171	73	111	177	39	68	94
D	392	543	655	324	466	620	100	167	236	57	91	138	53	88	126	30	53	72
E	586	813	904	497	733	839	155	277	263	86	168	227	80	146	197	49	84	127
F	467	684	763	385	596	719	111	176	254	75	117	170	62	95	127	41	70	92
G	409	599	700	341	522	640	97	164	234	64	110	154	50	84	125	37	65	82
Mittel . . .	461	644	759	381	561	686	115	195	268	68	118	164	61	100	145	37	65	90

b) bei Luftlagerung.

Mischung mit Rohsand nach	1:2						1:5						1:7					
	Gewicht			Raum			Gewicht			Raum			Gewicht			Raum		
Bezeichnung des Zementes	Bruchfestigkeit kg/qcm nach Tagen																	
	7	28	90	7	28	90	7	28	90	7	28	90	7	28	90	7	28	90
A	359	525	602	279	446	540	108	185	240	63	121	148	61	108	135	35	69	85
B	571	716	767	486	558	605	174	265	303	111	164	204	92	168	209	60	97	119
D	416	532	603	358	482	560	134	216	255	79	143	165	74	135	153	48	83	97
E	595	706	764	505	640	672	181	273	322	119	196	225	105	170	215	66	118	144
F	477	624	640	410	579	604	135	221	261	95	172	203	74	133	175	56	106	125
G	413	555	603	335	491	510	110	202	260	73	155	200	62	120	169	47	97	133
Mittel . . .	472	609	663	395	533	582	141	227	273	90	158	191	78	139	176	52	95	117

II. der Portlandzemente

a) bei Wasserlagerung.

B	—	—	—	309	414	—	—	—	—	88	123	—	—	—	—	—	—	—
D	—	—	—	206	275	—	—	—	—	60	82	—	—	—	—	—	—	—
J	—	618	—	—	—	—	—	230	—	—	—	—	—	134	—	—	—	—
K	—	345	—	—	—	—	—	122	—	—	—	—	—	67	—	—	—	—
L	—	337	—	—	—	—	—	105	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—
M	—	461	—	—	—	—	—	186	—	—	—	—	—	101	—	—	—	—
Mittel . . .	—	440	—	258	345	—	—	161	—	74	102	—	—	88	—	—	—	—

b) bei Luftlagerung.

B	—	—	—	301	438	—	—	—	—	92	179	—	—	—	—	—	—	—
D	—	—	—	223	331	—	—	—	—	76	133	—	—	—	—	—	—	—
J	—	572	—	—	—	—	—	231	—	—	—	—	—	151	—	—	—	—
K	—	389	—	—	—	—	—	166	—	—	—	—	—	108	—	—	—	—
L	—	360	—	—	—	—	—	138	—	—	—	—	—	74	—	—	—	—
M	—	475	—	—	—	—	—	219	—	—	—	—	—	132	—	—	—	—
Mittel . . .	—	449	—	262	384	—	—	188	—	84	156	—	—	116	—	—	—	—

B) Mittelwerte der Druckfestigkeit.

a) Mischung nach Raum.

b) Mischung nach Gewicht.

Zement: Rohsand Tage der Erhärtung	1:2				1:5				Lagerung in			Luft			Wasser		
	7		28		7		28		Tage der Erhärtung			28			28		
	Luft	Was-ser	Luft	Was-ser	Luft	Was-ser	Luft	Was-ser	Zement: Rohsand			1:2	1:5	1:7	1:2	1:5	1:7
Portlandzement	262	258	384	345	84	74	156	102	Portlandzement			449	188	116	440	161	88
Eisenportlandzement	395	381	533	561	90	68	158	118	Eisenportlandzement			609	227	139	644	195	100

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Versuche mit hochwertigem Eisen für Tragwerke.

(K. Haberkalt, Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1914, Heft 51, 17. Dezember, S. 815. Heft 52, 24. Dezember, S. 828 und Heft 53, 31. Dezember, S. 843. Mit Abbildungen.)

Auf Anregung des österreichischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten sind 1913 Versuche mit Nickelstahl und Siemens-Martin-Sonderstahl von höherem Mangan- und Silizium-Gehalte für Tragwerke ausgeführt. Die Zugfestigkeit soll 5500 bis 6500 kg/qcm, die Streckgrenze bei der die bleibenden Dehnungen zwischen 0,2 und 0,5% der Meßstrecke liegen, ungefähr 3500 kg/qcm, die Bruchdehnung derart sein, daß die Wertzahl aus der Vervielfältigung der Festigkeit in kg/qcm mit der Bruchdehnung des Stabes von F qcm Querschnitt in % der Meßlänge $l = \sqrt{80 F}$ bei Zerreißproben in der Walzrichtung etwa 120 000, rechtwinkelig zu dieser 110 000 wird. Die untersuchten Stähle genügten mit wenigen Ausnahmen an

Festigkeit und Dehnung diesen Forderungen. Nickelstahl zeigte im Großen und Ganzen gleichmäßiger Ergebnisse, als Sonderstahl, aber auch dieser kann als für Tragwerke geeignet bezeichnet werden.

Stahl der beschriebenen Beschaffenheit kann allen bei Herstellung eiserner Tragwerke vorkommenden Arbeiten, wie Bohren, Hobeln, Fräsen, Biegen in kaltem und warmem Zustande, Nieten, unterworfen werden, die fertigen Tragwerke verhalten sich bei Belastung bis zum Bruche ähnlich, wie solche aus Flußeisen, abgesehen von der höhern Tragfähigkeit.

Die Bearbeitung hochwertigen Eisens ist wegen seiner größern Härte schwieriger, als die von Flußeisen. Die Eigenheiten des Stoffes bedingen ferner gewisse Rücksichten bei der Bearbeitung, wie Vermeidung örtlicher Erhitzungen, der Behandlung in blauwarmem Zustande, von Härtungen und Ver-

letzungen der Oberfläche. Maschinen-Bohrung und -Nietung muß unter Vermeidung lockerer Niete, nötigen Falles unter Entfernung solcher durch Ausbohren erfolgen, alle Schnitte müssen mindestens 5 mm behohelt oder gefräst werden. Beim Entwerfen müssen daher Kröpfungen und scharfe, nur im

Feuer herzustellende Biegungen vermieden werden. Nieteisen aus hochwertigem Stoffe soll nicht mehr, als 6000 kg/qcm Zugfestigkeit haben.

Für Tragwerke aus Stahl dieser Arten können 40% mehr Spannung zugelassen werden, als für Flußeisen. B—s.

O b e r b a u.

Schienenbrüche auf amerikanischen Bahnen.

(Engineering News 1914, II, Bd. 72, Heft 24, 10. Dezember, S. 1160 und 1177.)

Die Zahl der Schienenfehler auf amerikanischen Bahnen ist sehr groß, während die vergleichsweise geringe Zahl der Unfälle durch Schienenbrüche wahrscheinlich von sorgfältiger Überwachung des Gleises herrührt. Die meisten Schienenfehler sind Kopffehler, wie gespaltene oder zerdrückte Köpfe, und rühren wahrscheinlich von fehlerhaftem Schienenstoffe, wie Seigerung, Schlackeneinschlufs oder Lunkern her. Eine wichtige Entwicklung während der letzten Jahre ist die zunehmende Verwendung basischer Herd-Schienen gewesen, bei denen die Fehler auf einen kleinen Bruchteil von den bei den früheren Bessemer-Schienen vorgekommenen vermindert sind. Die

Brüche während Frostwetters rühren oft von hohen Zugspannungen durch Zusammenziehung vor dem Gleiten der Schienen in den Laschen her, aber solche Brüche verursachen selten Entgleisung, da das Metall nicht brüchig und der Bruch nur eine Fuge quer durch die Schiene bildet.

Die Neuyork-Zentral- und Hudsonflufs-Bahn hat 835 km 39,7 kg/m, 853 km 49,6 kg/m und 657 km 52,1 kg/m schwerer basischer Herd-Schienen. Bis 1. September 1914 waren auf 100 km der 39,7 kg/m schweren basischen Herdschienen 1,2, der 49,6 kg/m schweren 0,35, der 52,1 kg/m schweren keine Schienen gebrochen. Im Winter 1913/4 mit sehr starkem Frostwetter verhielten sich die Fehler der basischen Herd- und der Bessemer-Schienen unter gleichen örtlichen und Verkehrs-Verhältnissen wie 1 : 22. 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.

Schweißen mit Sauerstoff und Azetylen bei den italienischen Staatsbahnen.

(Rivista tecnica. September 1914. Nr. 3, S. 135. Mit Abbildungen.)

In den Werkstätten der italienischen Staatsbahnen hat das Schweißen mit Azetylen bei Ausbesserungen weite Verbreitung gefunden. Der Verbrauch an Sauerstoff stieg 1909 bis 1913 von 4000 auf 65 000 cbm, der Verbrauch an Kalziumkarbid von 10 t auf 170 t. Die Quelle beschreibt eine Anzahl der gebräuchlichen Gasentwickler, Sicherheitsvorlagen und Brenner. Für das Anwärmen der auszubessernden Stücke werden einfache Hülfeinrichtungen verwendet. Größere Teile, wie Lokomotivzylinder und Überhitzerkammern, werden mit einer Herdwand aus feuerfesten Steinen umgeben, innerhalb deren ein Holz- oder Holzkohlen-Feuer die vorbereitende Erwärmung des Stückes herbeiführt. Die Entwickler sind meist ortfest in besonderm Raume untergebracht. Daneben befindet sich in den Hauptwerkstätten der Arbeitsraum für alle auszubessernden Teile, so daß lange Verteilungen durch die Werkstätten entbehrlich sind. Für den Fall, daß die Beförderung einzelner Teile zum Arbeitsraume besondere Schwierigkeiten bietet, sind kleinere tragbare Entwickler vorgesehen. In den Betriebwerkstätten führen dagegen Gasverteilungen vom ortfesten Entwickler zu den einzelnen Arbeitsständen, so daß nur die Sauerstoffflasche und der Brenner umgesetzt werden müssen.

Neben einer großen Anzahl kleinerer Ausbesserungen an Kesseln und Heizrohren, Schweißarbeiten an Blechen und Formeisen sind auch schwierige Arbeiten, wie das Aufschweißen von Achsschenkelbunden auf Lokomotivachsen, Flickarbeiten an Lokomotivzylindern, Schieberkasten und Überhitzerkammern gelungen.

A. Z.

Durch Schienen-Stromkreise geregelte Handblockung für eingleisige Bahnen.

(Railway Age Gazette 1914, II, Bd. 57, Nr. 15, 9. Oktober, S. 651.)

Ein Ausschufs des amerikanischen Eisenbahnsignal-Vereines hat eine durch Schienen-Stromkreise geregelte Handblockung für eingleisige Bahnen vorgeschlagen, die folgende Einrichtungen vorsieht.

- 1) Durchgehender Schienen-Stromkreis zwischen den Ausweichstellen, der elektrisch verriegelte Verkehrshebel und halb selbsttätige Signale regelt.
- 2) Verkehrshebel mit elektrischen Verschlüssen in angrenzenden Türmen bei den Ausweichstellen.
- 3) Elektrische Verschlüsse mit Regelung durch
 - a) alle Schienen-Stromkreise zwischen feindlichen, aus den Ausweichstellen führenden Signalen,
 - b) Stromunterbrecher, die nur geschlossen sind, wenn die Signale zwischen den Ausgängen der Ausweichstellen «Halt» zeigen.
 - c) den Wärter im nächsten Turme, der in Verbindung mit dem Wärter auf der Abfahrstelle arbeitet.
- 4) Verkehrshebel, die Richtungs-Magnetschalter regeln, die so gewickelt sind, daß sie die Signale beider Richtungen auf «Halt» stellen, wenn beide Verkehrshebel aus unbekannter Ursache zu derselben Zeit entriegelt werden sollten.
- 5) Halb selbsttätige Signale, die durch die Richtungs-Magnetschalter geregelt werden, und eine Zugfolge, wie bei der Blockung zweigleisiger Strecken ermöglichen. B—s.

Maschinen und Wagen.

Vierachsige Bahnpostwagen der schweizerischen Postverwaltung.

(Schweizerische Bauzeitung, April 1914, Nr. 16, S. 229. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 und 6 auf Tafel 19.

Die für den Dienst auf der Strecke Basel-Mailand bestimmten Postwagen nach Abb. 5 und 6, Taf. 19, haben zweiachsige Drehgestelle mit Wiege, Ausgleichpuffer, geschlossenen Seitengang, selbsttätige Westinghouse-Schnellbremse, nicht selbsttätige Westinghouse-Regelbremse, Handspindelbremse, Dampfheizung, Warmluftheizung nach Pape-May und elektrische Beleuchtung nach Brown, Boveri und Co. Zur Minderung des Wagengewichtes besteht die Außenbekleidung aus Aluminiumblech. Das Leergewicht beträgt 33 t. Die für Brief- und Paket-Post getrennten Räume sind durch einen Oberlichtaufbau mit Spiegelglasfenstern erleuchtet. Außerdem sind breite Außenfenster in Metallrahmen und mit Springvorhängen, nach dem Seitengange feste Mattglasfenster vorhanden. Zur Lüftung dienen Sauger und Klappen im oberen Teile der Seitenwände und ein unter dem Dache befestigtes, elektrisch angetriebenes Flügelrad. Wenn der Wagen unmittelbar hinter der Lokomotive oder am Schlusse des Zuges läuft, ist die Offenhaltung des Durchganges nicht erforderlich: der Seitengang kann dann durch Feststellen der geöffneten Türen abgesperrt und für den Postdienst nutzbar gemacht werden. Zum Ein- und Aus-Laden der Postsäcke sind in jeder Seitenwand zwei Schiebetore vorgesehen, die sich in ganz und halb geöffneter Stellung selbsttätig festlegen lassen. Der Paketraum ist vom Seitengange aus durch zwei Doppelflügeltüren zugänglich, die nach außen aufschlagen und den Durchgang während des Ausladens sperren. Die Einrichtung des Paketraumes besteht aus Paketbrettern, die durch eiserne Gitter getrennt sind, und einer Anzahl Sackhaken. Der Briefpostraum enthält neben einem Raume für die Briefsäcke den hufeisenförmigen Schreibtisch mit Fächern zum Ordnen der Briefe, dem Schranke für Wertbriefe und mit Gefachen unter der Tischplatte für Vordrucke, Bücher und die Wagen. Kleiderkasten für die Beamten, Waschraum und Abort vervollständigen die Einrichtung der sehr ruhig laufenden Wagen. A. Z.

Entseuchungswagen der italienischen Staatsbahnen.

(Rivista tecnica, Februar 1914, Nr. 2, S. 101. Mit Abbildungen.)

Die italienischen Staatsbahnen haben zwei Sonderwagen in Dienst gestellt, die als fahrbare Entseuchungsanstalten mit allem Erforderlichen einschließlic der Dampferzeugung versehen sind. Die zweiachsigen Fahrzeuge haben einen 12,2 m langen und 2,7 m breiten Wagenkasten, dessen Gerippe aus Teakholz besteht. Zur Bekleidung dient außen Blech, innen Kiefernholz, mit Ausnahme der Entseuchungskammer, die mit Blech ausgeschlagen ist. Querwände teilen den Wagen in fünf Abteile. Nächst der einen Stirnwand liegt ein 1,2 m langer fensterloser Raum zur Entseuchung mit Formaldehyd. Er enthält einen drehbaren Ständer zum Aufhängen der zu behandelnden Kleidungsstücke. Der Antrieb des Drehwerkes und die Hähne für die Zerstäubereinrichtung liegen im 3,6 m langen Nachbarraume, der zur Annahme der verseuchten Stücke dient.

Sie werden von hier in ein wagerechtes Dampffafs eingebracht, das durch die Trennwand in den nächsten Raum hineinragt und an beiden Enden drehbare Verschlussdeckel hat. Nach der Behandlung werden die nun keimfreien Gegenstände im 3,4 m langen Nachbarraume dem Dampfbehälter entnommen und können auf Klappgestellen und Klappischen gelagert werden. Neben dem Kessel ist ein Behälter aus Eisenbeton für schärfere Entseuchungsflüssigkeiten in die Trennwand so eingebaut, daß entseuchte Teile über eine niedrige Zwischenwand im Behälter zum Nachbarraume durchgereicht werden können. Eine weitere Verbindung durch die Trennwand besteht nicht, zur Verständigung dient ein Fernsprecher. Der anstossende Raum von 1 m Länge enthält den stehenden Röhrendampfkessel für 4 at und Kohlenbehälter. Der Dampf kann auch von einer Lokomotive entnommen werden und dient zum Füllen des Entseuchungsbehälters, zum Heizen der Räume und zum Zerstäuben von Formaldehyd in der Entseuchungskammer. An den Kesselraum stößt ein Abteil mit vier Sitzplätzen, einem Geräte- und einem Wasch-Raume. Die 630 mm breite geschlossene Endbühne enthält einen Bremsersitz. Die beiden größeren Mittelräume des Wagens haben breite Schiebetüren mit Fenstern in den Seitenwänden, die übrigen Abteile sind durch einfache Flügeltüren von außen zugänglich. Der Wagen ist elektrisch beleuchtet und hierzu mit einem Stromspeicher versehen. Zur Ausstattung gehören Handspritzen für Entseuchungsflüssigkeiten, eine Anzahl größerer und kleinerer Behälter aus Holz und Blech, Meißgefäße, Schutzkleidung für die Mannschaften, Pack- und Hand-Tücher. Der Wagen wiegt 22 t. A. Z.

Behelfswagen für Getreideversand.

(Railway Age Gazette, Juli 1914, Nr. 5, S. 199. Mit Abbildungen.)

Um dem Mangel an gedeckten Güterwagen für die Abfuhr der reichen Körnerfruchternte aus den angrenzenden Gebieten abzuhelfen, hat die Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn 800 Sonderwagen, die sonst nur zur Beförderung von Kraftwagen und Vieh verwendet werden, mit einfachen Mitteln zur Aufnahme von losem Getreide eingerichtet. Die Wagen wurden nach gründlicher Reinigung innen mit wasserdichtem Papiere ausgekleidet, das mit wagerechten Holzleisten befestigt ist. Besonders kräftige Leisten am Fußboden dienen zum Schutze gegen Verletzungen durch die Körnerschaufeln. Die Öffnungen der Seitentüren sind mit Brettafeln zugesetzt, die ebenfalls mit Papier gedichtet werden. A. Z.

Durchführung der selbsttätigen Wagenkuppelung in Frankreich.

(Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, Oktober 1914, Nr. 83, S. 1173.)

Im Gegensatze zum französischen Abgeordnetenhaus haben Regierung und Senat die für den Staatshaushalt 1914 beantragten Mittel zur Einführung der selbsttätigen Kuppelung nach Boirault*) abgelehnt und nur Mittel für weitere Versuche vorgesehen. Als wichtigster Grund der Ablehnung ist der anzusehen, daß die Kuppelungsfrage Sache aller durch den Eisenbahnverkehr verbundenen Staaten ist und nicht für ein Eisenbahnnetz allein gelöst werden kann. Bereits auf der

*) Organ 1912, S. 102; 1911, S. 356.

III. zwischenstaatlichen Beratung über die technische Einheit im Eisenbahnwesen 1907 wurde ein Beschluß in diesem Sinne gefaßt und die gemeinsame Behandlung dieser Frage erst zu dem Zeitpunkte angängig erachtet, wenn einer der beteiligten Staaten glaube, eine einwandfreie Kuppelung gefunden zu haben und mit dem bestimmten Antrage aufträte, allgemein zu dieser Kuppelung überzugehen. Dieser Zeitpunkt scheint noch in weiter Ferne zu liegen.

A. Z.

Bing's Verstellung der Räder für verschiedene Spuren.

(Riga'sche Zeitung, 7. März 1908.)

Um das Umladen aller Wagen an den Grenzen der Bereiche verschiedener Spuren zu vermeiden, wird bekanntlich das Verfahren von Breidsprecher verwendet, nach dem die ganzen Achssätze mit den Lagern unter den beladenen Wagen ausgewechselt werden.

Bing macht dagegen ein Rad auf der Achse verschiebbar und trifft dazu folgende Vorkehrungen. Die Drehung der Räder wird durch Federkeile verhindert. An der Übergangsstelle müssen die Räder zusammengezogen oder auseinandergeschoben werden. Diese Verschiebung ist nicht möglich, wenn die Last auf den Rädern ruht. Um diese zu entlasten, sind auf die Achse zwischen den Laufrädern zwei Hilfsräder mit wesentlich kleinerem Durchmesser aufgepreßt. An der Übergangsstelle liegen im Gleise zwei entsprechend höher verlegte Schienen, deren Enden langsam ansteigen. Kommt ein Wagen an, so treten die inneren Räder auf die mittleren Schienen auflaufend in Wirkung, und die Laufräder schweben frei in der Luft. Um letztere nun zu verschieben, ist die Nabe des Laufrades nach innen verlängert und mit Rechtsgewinde versehen. Das daneben liegende Hilfsrad hat auch eine verlängerte, mit Linksgewinde versehene Nabe; über beide greift eine als Schraubenmutter ausgebildete Hülse. Um diese Hülse zum Zwecke der Radeinstellung zu drehen, trägt sie ein Zahnrad, das in eine neben der erhöhten Schiene angebrachte Zahnstange eingreift. Das Zahnrad hat kleineren Durchmesser als das Hilfsrad. Wenn es sich auf der Zahnstange abrollt, findet eine Verdrehung der Hülse gegen die Achse statt. Durch diese Verdrehung wird nun das Laufrad mittels des Rechts- und Links-Gewindes je nach der Fahrrichtung an das festsitzende Hilfsrad herangezogen, oder nach außen geschoben. Die Größe der Verschiebung hängt von dem Verhältnisse der Durchmesser des Hilfsrades und des Zahnrades und der Länge der Zahnstange ab. Diese Größen lassen sich so bemessen, daß sich die Laufräder während des Überganges des Wagens über die Übergangstrecke so weit verschieben, daß sie der neuen Spur angepaßt sind. Am Ende der Übergangstrecke sind die überhöhten Mittelschienen wieder sanft abwärts gebogen. Der Wagen senkt sich, bis die Laufräder wieder auf den Schienen ruhen. Bei entgegengesetztem Übergange über die Stelle findet Rückstellung auf die erste Spur statt.

Betrieb in technischer Beziehung.

Widerstand von Einzelwagen.

(Teknisk tidskrift 1914 mekanik Heft II. Mit Abbildung und Schaulinien).

Ingenieur E. Nothin.

Untersuchungen über den Bewegungswiderstand von Loko-

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LII. Band. 8. Heft. 1915.

Hat der Wagen im fremden Lande einen Kreis durchlaufen, so gelangt er verkehrt auf die Übergangsstelle, die daher so eingerichtet ist, daß auch diese Schwierigkeit leicht überwunden wird.

B---s.

Elektrische 1 D 1-Lokomotive der rhätischen Bahnen.

(Engineer, Juli 1914, S. 74. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel 20.

Die mit Einwellen-Wechselstrom betriebene Lokomotive ist von der Maschinenbauanstalt Oerlikon geliefert; sie soll einen Zug von 200 t mit 28 km/St befördern. Die Triebachsen sind fest im Rahmen gelagert. Die Laufachsen haben Seitenverschiebung und sind an einem Dreischelgestelle geführt. Die Kuppelstangen greifen an einer in Rahmenmitte liegenden Blindwelle an, die ihrerseits mit einer schräg liegenden Stange von der Kurbelwelle des den beiden Triebmaschinen gemeinsamen Zahnradvorgeleges angetrieben wird. Die Vorgelegewelle und die Blindwelle sind in gemeinsamem, kräftigem Rahmen gelagert, der mit dem Rahmen fest verschraubt ist. Die Triebachsen sind einseitig gebremst. Zum Betriebe der Luftsaugbremse nach Hardy dient eine elektrisch angetriebene Pumpe. Der Bremsdruck beträgt 75 " „ des Reibungsgewichtes. Die Stromabnehmer, Pfeifen und Sandstreuer werden mit Prefsluft betrieben, die von einer Prefsluftpumpe mit selbsttätiger Regelung geliefert wird. Zum Anlegen der Stromabnehmer nach längerem Stillstande dient außerdem eine Handpumpe. Der ganz aus Stahl gebaute Aufbau enthält nach Abb. 1, Taf. 20 zwischen den geschlossenen Führerständen je einen Raum für die beiden Triebmaschinen und für die sonstigen elektrischen Einrichtungen. Zum Ausbauen der Maschinen und Abspanner kann das Dach teilweise abgenommen werden. Die Widerstände sind unter einem Lüftaufbaue in Dachmitte untergebracht, der gute Kühlung ermöglicht. Die Bügelstromabnehmer entsprechen Fahrdrahthöhen zwischen 4115 und 6275 mm. Zur erhöhten Betriebsicherheit und sparsamern Abnutzung der Oberleitung sind zwei Stromabnehmer gewählt, obwohl einer genügt hätte. Sie sind mit Porzellanlocken auf dem Dache des Wagens befestigt, die einer Prüf-Spannung von 50 000 V genügt haben. Der Hauptabspanner für 700 KW hat Luftkühlung und setzt die Spannung von 10 000 V auf 390 V herab. Zur Regelung sind 12 Anzapfstufen vorgesehen. Zur Steuerung dient eine der Bauanstalt geschützte Schalteinrichtung auf dem Mantel des Abspanners. Die Steuerströme hierfür werden von den Schaltwalzen auf jedem Führerstande verteilt, die mit Blas-Magneten zum Ausblasen der Funken versehen sind. Zur Beleuchtung dient Gleichstrom, der von einem besonders angetriebenen Stromerzeuger mit Stromspeicher geliefert wird. Ein selbsttätiger Regler sorgt für gleichbleibende Spannung. Auf der Lokomotive sind Vorkehrungen getroffen, um die zufällige Wirkung von Hochspannung unmöglich zu machen. Die Lokomotive wiegt 49,3 t, die elektrische Ausrüstung allein 27,6 t.

A. Z.

motiven oder von ganzen Zügen sind in den Fachschriften reichlich zu finden*); dagegen fehlen solche für Einzelwagen;

*) Organ 1883, S. 3, 69, 223, 237; 1899, S. 146. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 460; 1914, S. 46, 810; 1907, S. 94.

solche sind aber für die Berechnung der Triebwerke von Triebwagen nötig. Die schwedischen Staatsbahnen haben im Juli 1914 auf wagerechter Hauptbahnstrecke bei der Station Vingåker Versuche angestellt, und zwar an Wagen mit Drehgestellen mit verschiedenen Achslagern und an Wagen mit Lenkachsen. Man liefs die Wagen von beiderseits anschließenden Steigungen abrollen. Bis zum Eintritte in die Versuchstrecke wurde die verlangte Geschwindigkeit von einer schiebenden Lokomotive hergestellt, die dann bremste, so dafs die Wagen allein ausliefen. Durch Wiederholungen jedes Versuches in beiden Richtungen wurde die Wirkung von Unregelmäßigkeiten, wie Unebenheiten der Fahrbahn, Wind, Ablesungsfehler ausgeschaltet. Zur Bestimmung der Wege und Zeiten und der daraus zu berechnenden Widerstände diente ein Morseschreiber im Versuchswagen, auf dessen Papierstreifen jeder überfahrene Schienenstofs von einem auf der Vorderbühne stehenden Beobachter nach dem Gehöre kenntlich gemacht wurde. Da der Streifen nicht ganz gleichmäfsig lief, erhielt er alle 10 Sekunden durch einen zweiten Beobachter eine Marke. Die Verwendung eines andern Verfahrens mit Anwendung von Pendeln scheiterte an der Schwierigkeit der Ablesung der Ausschläge. Als Formel für Einzelwagen mit Drehgestellen und gewöhnlichen Lagern bei verschiedenen Geschwindigkeiten v benutzte man nach Barbier, Leitzmann, v. Borries und anderen den Aufbau $w = a + bv + cv^2$, und zwar wurden Messungen für $v = 0, 10, 20, 30, 40, 50$ und 60 km/St gemacht.

Durch Ausgleich nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung erhielt man $w_{kg/t} = 2,55 + 0,027 + 0,00127 v^2$ mit guter Näherung an die Ergebnisse der Beobachtungen selbst noch für den Aufsenbereich bis 75 km/St. Bei den höheren Geschwindigkeiten, also starkem Luftdrucke, betragen die Widerstände bis 250% der nach Barbier für Züge von zweiachsigen Wagen und $v = 60$ bis 110 km/St berechneten: die älteren Gleichungen sind demnach für Einzelwagen nicht anwendbar. Die Kopffläche der untersuchten Wagen teilt die Quelle nicht mit. Die Versuche mit verschiedenen Wagen bestätigen, dafs der Widerstand von Lenkachsenwagen mit gewöhnlichen Lagern wesentlich geringer ist, als der von Drehgestellwagen bei gleichem Gewichte und gleichen Lagern. Bei ihrem kurzen Achsstande und dem nötigen Spielraume im Gleise sollen die Drehgestelle leichter in schlingende Bewegung geraten und so den Widerstand erhöhen. Außerdem soll der kleine Achsstand eine tiefere örtliche Schienenwelle erzeugen als der zweiachsiger Wagen mit gleichem Radrucke. Hieraus eine Bevorzugung der Lenkachsenwagen abzuleiten, würde freilich dem Behagen der Reisenden nicht entsprechen.

Das ist die Darstellung von Nothin. Fast genau dieselbe Formel erzielt man einfachst durch Zwischenrechnung nach Lagrange, wenn man nur die drei Beobachtungen für $v = 0, 30$ und 60 km/St verwendet.

Verwendet man in gleicher Weise den Aufbau $w = a + bv^2$ nach Frank, so erhält man $w_{kg/t} = 2,83 + 0,00168 v^2$. Dr. S—.

Bücherbesprechungen.

Über die Wirtschaftlichkeit der zur Zeit gebräuchlichsten Hebezeuge in Lokomotiv-Werkstätten der Eisenbahn-Verwaltung. Von Regierungsbaumeister Ernst Spiro, Vorstand des Königlichen Eisenbahn-Werkstättenamtes in Trier. Preis 6 \mathcal{M} . Berlin 1914, F. C. Glaser.

Im Betriebe gröfserer Arbeitstellen bildet die Förderung der Stoffe und Arbeitstücke der Höhe und Weite nach einen der Vorgänge, deren Regelung den gröfsten Einflufs auf die Höhe der Kosten der Erzeugung der Güter hat.

Diese wichtige Frage wird in der vorliegenden, vom Verein deutscher Maschineningenieure veranlafsten Preisschrift bezüglich der Förderung in den staatlichen Werkstätten für Ausbesserung der Lokomotiven nach den in diesen gewonnenen Unterlagen sachgemäfs und eingehend behandelt. Die Arbeit hat also grofse Bedeutung für die wirtschaftliche Klärung derartiger Betriebe durch Wertangaben; da aber als Grundlage der Erörterung auch eine grofse Zahl von Querschnitten und Grundrissen neuerer und neuester Anlagen in klaren Übersichtszeichnungen mitgeteilt wird, so wird das gut ausgestattete Heft auch den Fachgenossen vom Baue und Betriebe ein sehr willkommenes Hilfsmittel für ihr amtliches Schaffen bieten.

Wir machen daher auf die gediegene, auch die neueren Veröffentlichungen gebührend berücksichtigende und geschickt zusammenfassende Arbeit besonders aufmerksam.

Die Tiroler Bergbahnen, technisch und landschaftlich dargestellt von Ing. K. Armbruster, Oberinspektor der Südbahn i. R. Verlag für Fachliteratur Berlin, Wien und London.

Das schöne Land Tirol hat den Bau von Bergbahnen später begonnen, als die Schweiz, wohl weil man vielerorts einen schädigenden Einflufs auf die besonders reizvollen, enger begrenzten Landschaftsbilder fürchtete, nicht überall mit Unrecht. Nachdem nun aber das unerwartete Wachsen des Verkehrs dieser Perle unserer Erde zu der Ausnutzung auch dieses Verkehrsmittels gezwungen hat, ist der Fortschritt ein

sehr rascher, ja auf Einzelgebieten, wie dem der Seilschwebbahnen, führender geworden.

Das aus eingehender Sachkunde, eigener Erfahrung und berufenster Feder hervorgegangene Werk behandelt im ersten Teile die Anlage von Bergbahnen im Allgemeinen, hier über den engsten Kreis des Landes Tirol hinausgehend, wo es die Vollständigkeit gebot; im zweiten schildert es die einzelnen Anlagen des gewählten Bezirkes in Wort und Bild. Dafs dabei aufser den technischen Fragen auch die der Gesetzgebung, Verwaltung und Wirtschaft, und besonders auch die Schilderung der landschaftlichen Reize umfaßt werden, macht den Inhalt in hervorragendem Mafse nutzbringend und zugleich reizvoll.

Hilfsmittel zur einfachen Berechnung von Formänderungen und von statisch unbestimmten Trägern. Von R. Schadek von Degenburg, vorm. Assistent für Brückenbau an der k. k. techn. Hochschule in Graz und K. Demel, vorm. Assistent an der k. k. deutschen techn. Hochschule in Brünn, Ingenieure der Brückenbauanstalt J. Gridl, Wien. Berlin. 1915, W. Ernst und Sohn. Preis geheftet 4,20 \mathcal{M} .

Das Buch sucht in fruchtbarer Weise Hilfsmittel für verwickeltere Berechnungen zu bieten, indem es eine sehr grofse Zahl von Integralwerten übersichtlich angibt, die bei Berechnung von Formänderungen und statisch nicht bestimmbar Gröfsen für verschiedene Arten der Belastung, bei veränderlichem Trägheitsmomente und den üblichen Gestaltungen der Bauwerke vorkommen; namentlich ist die weitgehende Berücksichtigung mehrerer Gesetze der Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes als wertvolle Ergänzung vorhandener Sammlungen von Rechnungsergebnissen hervorzuheben.

Das Werk bringt dann eine grofse Zahl von Anwendungen der gesammelten Ausdrücke auf bestimmte Bauwerke, wobei namentlich die üblichen Arten von Steifrahmen geknickter und gekrümmter Gestaltung berücksichtigt werden.

Das Buch erreicht das durch seinen Namen gesteckte Ziel unseres Erachtens in geschickter Weise.