

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XXXVI. Band.

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

10. und 11. Heft. 1899.

Das Anfahren der Eisenbahnzüge.

Von Friedrich Lackner, Maschinentechniker in Wien.

Im Eisenbahnbetriebe wird bei Aufstellung der Fahrpläne für das Anfahren der Züge ein gewisser Zuschlag zu den sogenannten »reinen«, durch Rechnung ermittelten Fahrzeiten gemacht, der in der Regel mit 1 bis 2 Minuten meist zu klein angesetzt wird; der Lokomotivführer kann daher die Fahrzeiten nur mittels größerer, als der der Berechnung zu Grunde gelegten Geschwindigkeit einhalten, die aber bei schweren Zügen und großer Fahrgeschwindigkeit oft nicht, oder nur auf Kosten der Sparsamkeit und Sicherheit des Betriebes zu erzielen ist.

Diese Zeilen haben den Zweck, aus den Verhältnissen des Lokomotivbetriebes eine zutreffende Formel für die Anfahrzeiten abzuleiten.

I. Ableitung der Formel.

Es bedeute:

Q_1^t das mittlere Gewicht der Lokomotive mit Tender in betriebsfähigem Zustande.

Q_2^t das Zuggewicht hinter dem Tender.

$Q^t = Q_1^t + Q_2^t$ das Gesamtgewicht des Zuges.

M die Masse des Zuges in Beziehung auf kg und m.

$g^{m/Sek.} = 9,8^m$ die Beschleunigung des freien Falles.

P^{kg} die beschleunigende Kraft des Zuges in kg.

Bis zur Erreichung der vorgeschriebenen Fahrgeschwindigkeit wird die Bewegung annähernd eine gleichförmig beschleunigte sein; es bezeichne also weiter:

$p^{m/Sek.}$ die durch P hervorgebrachte Beschleunigung des anfahren- den Zuges in m/Sek.,

$v_1^{m/Sek.}$ die vorgeschriebene Fahrgeschwindigkeit des Zuges in m/Sek. und

$v^{km/St.}$ die vorgeschriebene Fahrgeschwindigkeit des Zuges in km/St.,

$t^{Min.}$ die bis zur Erreichung der Regel-Geschwindigkeit erforderliche Zeit, — die Anfahrzeit —, in Minuten,

$N^{P.S.}$ die Pferdekraftleistung der Lokomotive,

$\mu^{kg/t}$ den Widerstand einer Tonne des Gesamtgewichtes Q des Zuges in kg und

$\pm i^{0/00}$ die Steigung oder das Gefälle der Bahnstrecke in $0/00$.

Bezüglich dieser Größen bestehen die Gleichungen:

$$\text{Gl. 1) } \dots P = M \cdot p = \frac{1000 Q}{g} \cdot p, \text{ also } p = \frac{g}{1000} \cdot \frac{P}{Q}.$$

Ferner ist: $v_1 = p \cdot 60 t$, oder $v = 3,6 \cdot 60 \cdot p t$, somit:

$$\text{Gl. 2) } \dots t^{Min.} = \frac{v^{km/St.}}{3,6 \cdot 60 \cdot p^{m/Sek.}} = \frac{1000 Q^t \cdot v^{km/St.}}{3,6 \cdot 60 \cdot g^{m/Sek.} \cdot P^{kg}}$$

In dieser Formel sind rechts alle Größen mit Ausnahme von P bekannt, es handelt sich nun also um die Bestimmung dieser die Beschleunigung des Zuges bewirkenden Triebkraft P .

Wird ein Zug auf der Steigung des Winkels α während 60 t Sek. fortbewegt, während deren er unter der Wirkung der Lokomotive einen Weg von s^m zurücklegt und hierbei die Geschwindigkeit von $v_1^{m/Sek.} = \frac{v^{km/St.}}{3,6}$ erreicht, so werden folgende Arbeiten von der Lokomotive verrichtet:

1. zur Fortbewegung des Zuges auf gerader, wagerechter Bahn: $\mu^{kg/t} \cdot Q^t \cdot s^m$,

2. zur Hebung des Zuges um h^m : nach zurückgelegtem Wege s : $\pm 1000 Q^t \cdot h^m = \pm 1000 Q^t \cdot \sin \alpha \cdot s^m$, worin das — Zeichen für Anfahren auf Gefällstrecken gilt.

Daher ist die gesammte von der Lokomotive während des Anfahrens zu leistende mechanische Arbeit

$$Q^t \cdot s^m [\mu^{kg/t} \pm 1000 \cdot \sin \alpha],$$

woraus sich die mittlere Arbeit in der Sekunde zu:

$$\text{Gl. 3) } \dots A^{kg \cdot m/Sek.} = \frac{Q^t \cdot s^m}{60 t^{Min.}} [\mu^{kg/t} \pm 1000 \cdot \sin \alpha] \text{ ergibt.}$$

Der in der Zeit 60 t Sekunden während des Anfahrens zurückgelegte Weg s bestimmt sich durch die Formel für die gleichförmig beschleunigte Bewegung

$$\text{Gl. 4) } \dots s_1^m = \frac{v_1^{m/Sek.}}{2} \cdot 60 t^{Min.} = \frac{60}{7,2} \cdot v^{km/St.} \cdot t^{Min.}$$

Dadurch wird:

$$\text{Gl. 5) } A^{\text{kg.m.Sek.}} = \frac{Q^t \cdot v^{\text{km.St.}}}{7,2} \cdot [\mu^{\text{kg}t} \pm 1000 \cdot \sin \alpha].$$

Diese Arbeit müßte in jeder Sekunde von der Lokomotive durchschnittlich geleistet werden, um einen Zug vom Gewichte Q^t in der Zeit $t^{\text{Min.}}$ in eine Fahrgeschwindigkeit von v km/St. zu versetzen, also dieselbe Wirkung hervorzubringen, die die Lokomotive im Betriebe bei der mit der Geschwindigkeit wachsenden Pferdekraftleistung N zu leisten vermag.

Dann ist die dieser Arbeit A entsprechende Kraft

$$K^{\text{kg}} = \frac{A^{\text{kg.m.Sek.}}}{v^{\text{m.Sek.}}} = \frac{3,6}{v^{\text{m.Sek.}}} \cdot A^{\text{kg.m/Sek.}}, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 6) } \dots K^{\text{kg}} = \frac{Q^t}{2} \cdot [\mu^{\text{kg}t} \pm 1000 \cdot \sin \alpha].$$

Da nun die Lokomotive N P.S./Sek. leistet, denen eine Zugkraft

$$Z^{\text{kg}} = \frac{(75 N \text{ P.S.})}{v_1^{\text{m.Sek.}}} \text{ oder}$$

$$Z^{\text{kg}} = 270 \cdot \frac{N \text{ P.S.}}{v^{\text{km.St.}}}$$

entspricht, so verbleibt noch als beschleunigende Kraft die Größe

$$P = Z - K.$$

Werden die Werthe eingesetzt, so ergibt sich

$$\text{Gl. 7) } \dots P = 270 \cdot \frac{N \text{ P.S.}}{v^{\text{km.St.}}} - \frac{Q^t}{2} \cdot [\mu^{\text{kg}t} \pm 1000 \cdot \sin \alpha]$$

Durch Einführung von P in Gl. 2 ergibt sich:

$$\text{Gl. 8) } t^{\text{Min.}} = \frac{1000}{3,6 \cdot 60 \cdot g^{\text{m.Sek.}}} \cdot \frac{Q^t \cdot v^{\text{km.St.}}}{270 \cdot \frac{N \text{ P.S.}}{v^{\text{km.St.}}} - \frac{Q^t}{2} [\mu^{\text{kg}t} \pm 1000 \cdot \sin \alpha]}$$

oder da $\pm 1000 \sin \alpha = \pm i$ ist, endlich

$$\text{Gl. 9) } \dots t^{\text{Min.}} = 0,472 \cdot \frac{Q^t \cdot v^{\text{km.St.}}}{270 \cdot \frac{N \text{ P.S.}}{v^{\text{km.St.}}} - \frac{Q^t}{2} \cdot [\mu^{\text{kg}t} \pm i^{\text{‰}}]}.$$

II. Pferdekraftleistung und Zugkraft der Lokomotiven.

1. Es ist eine bekannte Thatsache, daß die Pferdekraftleistung der Lokomotiven mit der Fahrgeschwindigkeit wächst; die von Frank aufgestellte empirische Formel bestimmt mit hinreichender Genauigkeit das Abhängigkeitsgesetz zwischen Pferdekraftleistung und Fahrgeschwindigkeit.

Dasselbe lautet:

$$\text{Gl. 10) } \dots N = (a + b \sqrt{v^{\text{km/St.}}}) H^{\text{qm}};$$

worin

H die Gesamtheizfläche des Lokomotivkessels,

a, b für verschiedene Lokomotiven durch Versuch festzustellende Werthziffern bezeichnen.

In Gl. 9) darf jedoch nicht der aus Gl. 10) für die Anfahr-Geschwindigkeit $v^{\text{km/St.}}$ folgende Werth N eingesetzt werden, da dieser die Pferdekraftleistung nach Erreichung der Geschwindigkeit v darstellt, vielmehr muß der allmählich wachsenden Geschwindigkeit Rechnung getragen und ein Mittelwerth für N bestimmt werden.

Werden die einzelnen Geschwindigkeiten v km/St. als Längen und die diesen nach Gl. 10) entsprechenden Pferde-

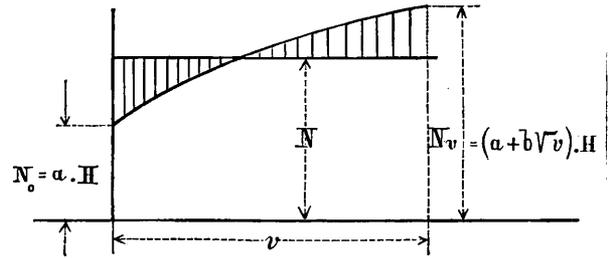
kräfte als Höhen aufgetragen, so ergibt sich der mittlere Werth dieser Höhen (Textabb. 1) mit

$$N = \frac{1}{v} \cdot \int_0^v Nv \cdot dv = H \cdot \int_0^v (a + b \sqrt{v}) \cdot dv.$$

$$\text{Gl. 11) } \dots N = \left(a + \frac{2}{3} \cdot b \sqrt{v} \right) \cdot H.$$

2. Wenn man die Werthe a und b nicht kennt und wenn größere Genauigkeit gefordert wird, ist es zweckmäÙig, die von der Lokomotive geäußerte Zugkraft zu berechnen.

Abb. 1.



Diese erscheint in Gl. 9) als der Ausdruck $270 \cdot \frac{N}{v_1}$ und wird bestimmt durch:

$$\text{Gl. 12) } \dots Z = \eta \frac{(d^{\text{cm}})^2 l^{\text{cm}}}{D^{\text{cm}}} p_m^{\text{kg/qcm}}, \text{ in welcher}$$

d den Zylinder-Durchmesser, l den Kolbenhub, D den Trieb-raddurchmesser,

p_m den mittlern nutzbaren Dampfdruck im Zylinder und η den Wirkungsgrad der Maschine bedeutet.

Dieser letztere hängt hauptsächlich vom Füllungsgrade Σ der Dampfzylinder ab und ist in Zusammenstellung I für verschiedene Werthe von Σ angegeben.

Zusammenstellung I.

Σ	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
η	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,74	0,72	0,68	0,62

Die Dampfspannung p_m ist der Unterschied zwischen den mittleren Drücken hinter und vor dem Kolben, selbstverständlich von der Kesselspannung p und dem Füllungsgrade Σ abhängig, und kann der Zusammenstellung II entnommen werden.

III. Bestimmung des Zugwiderstandes.

Ebenso wie die Pferdekraftleistung der Lokomotiven mit wachsender Geschwindigkeit zunimmt, ist auch der Zugwiderstand μ von letzterer abhängig und wird nach der vom »Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen« als zutreffend anerkannten Formel*) in kg für 1 t des Gewichtes von Lokomotive, Tender und Zug

$$\text{Gl. 13) } \dots \mu^{\text{kg}t} = 2,5 + \frac{(v^{\text{km/St.}})^2}{1000}$$

ermittelt.

*) Vergl. hierzu jedoch Organ 1899, S. 146.

Zusammenstellung II.
Mittlerer nutzbarer Kolbendruck p_m kg/qcm.

p	Füllungsgrad Σ												
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
6,0	1,52	1,86	2,15	2,40	2,63	2,84	3,04	3,22	3,40	3,56	3,72	3,87	4,02
6,5	1,67	2,04	2,36	2,64	2,90	3,12	3,34	3,54	3,73	3,92	4,10	4,26	4,42
7,0	1,83	2,23	2,58	2,88	3,16	3,40	3,65	3,87	4,08	4,28	4,47	4,65	4,83
7,5	2,00	2,43	2,80	3,14	3,44	3,72	3,97	4,20	4,44	4,66	4,86	5,06	5,25
8,0	2,15	2,63	3,04	3,40	3,72	4,02	4,30	4,56	4,80	5,04	5,27	5,48	5,70
8,5	2,32	2,84	3,28	3,66	4,02	4,34	4,64	4,92	5,18	5,44	5,68	5,90	6,13
9,0	2,49	3,05	3,52	3,93	4,30	4,66	4,98	5,28	5,56	5,84	6,10	6,35	6,58
9,5	2,67	3,27	3,77	4,20	4,62	5,00	5,33	5,65	5,96	6,25	6,53	6,80	7,05
10,0	2,85	3,50	4,02	4,50	4,93	5,32	5,70	6,04	6,36	6,67	6,97	7,26	7,53
10,5	3,03	3,70	4,28	4,80	5,25	5,67	6,06	6,43	6,77	7,10	7,42	7,72	8,00
11,0	3,22	3,94	4,55	5,08	5,57	6,02	6,43	6,82	7,20	7,54	7,88	8,20	8,50
11,5	3,40	4,18	4,82	5,40	5,90	6,38	6,82	7,23	7,62	8,00	8,35	8,70	9,02
12,0	3,60	4,42	5,10	5,70	6,24	6,74	7,20	7,65	8,06	8,45	8,83	9,20	9,54
12,5	3,80	4,66	5,38	6,02	6,60	7,12	7,60	8,07	8,50	8,92	9,32	9,70	10,06
13,0	4,00	4,90	5,67	6,33	6,94	7,50	8,00	8,50	8,96	9,40	9,80	10,20	10,60
13,5	4,20	5,16	5,96	6,66	7,30	7,90	8,43	8,94	9,43	9,90	10,32	10,75	11,15
14,0	4,42	5,42	6,26	7,00	7,67	8,28	8,85	9,40	9,90	10,38	10,84	11,30	11,70
14,5	4,64	5,68	6,56	7,34	8,04	8,68	9,28	9,85	10,38	10,90	11,37	11,84	12,28
15,0	4,86	5,95	6,87	7,68	8,42	9,10	9,72	10,30	10,87	11,40	11,90	12,40	12,86

Wie im Abschnitte II die mittlere Pferdekraftleistung, sollte hier der »mittlere« Zugwiderstand bestimmt werden, doch kann davon abgesehen werden, da dieser vom Werthe μ der Gl. 13) nur wenig verschieden ist.

IV. Berücksichtigung des Widerstandes in Bahnkrümmungen.

Bei Ableitung der Gl. 9) wurde der Einfachheit wegen der Einfluss des Widerstandes der Eisenbahn-Fahrzeuge in Bahnkrümmungen unberücksichtigt gelassen. Um die Formel auch für Strecken mit scharfen Krümmungen benutzen zu können, muß noch deren Widerstand in Rechnung gezogen werden.

Nach Röckl ist der Widerstand für 1 t des ganzen Zuges:
Gl. 14) $Q^{kg,t} = \frac{650,4}{R^m - 55}$,

in welcher Formel R den Krümmungshalbmesser bezeichnet.

Für eine Reihe von n verschiedenen Bogen kann der durchschnittliche Bogen-Widerstand mit:

Gl. 15):
$$Q^{kg,t} = \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{650,4}{R_1 - 55} + \frac{650,4}{R_2 - 55} + \dots + \frac{650,4}{R_n - 55} \right]$$

eingesetzt werden, dann ist in Gl. 9) statt μ die Widerstandsziffer $\mu + Q$ einzusetzen.

In den meisten Fällen erreicht man jedoch genügende Genauigkeit, wenn man den Bogen-Widerstand Q ganz vernachlässigt, was um so gerechtfertigter erscheint, als statt des mittlern Zugwiderstandes der der zu erreichenden Geschwindigkeit v entsprechende volle Werth μ eingeführt wurde.

V. Verwerthung der Formeln.

Diese Formeln bilden die Unterlagen für die Berechnung der Anfahrzeiten.

Um ihre Genauigkeit zu prüfen, sind ihre Ergebnisse in den Zusammenstellungen III und IV mit den Anfahrzeiten neben einander gestellt, die auf den Versuchsfahrten thatsächlich vom Geschwindigkeitsmesser abgelesen wurden.

Diese Fahrten fanden im Laufe der Jahre 1894 bis 1896 mit Eil- und Postzügen statt; zur Beförderung dieser Züge wurden die neueren $\frac{2}{4}$ gekuppelten Schnellzuglokomotiven mit zweiachsigem Drehgestelle unter Beobachtung durch Geschwindigkeitsmesser der Bauart »Haußhälter« benutzt.

Die Hauptverhältnisse dieser Lokomotiven sind die folgenden:

Lokomotive, leer	42,6 t
« ausgerüstet	47,8 t
Tender, leer	13,0 t
« mit 14 cbm Wasser und 6 cbm Kohle	32,0 t
Zylinder-Durchmesser d	425 mm
Kolbenhub l	600 «
Trieb-rad-Durchmesser D	1730 «
Werth des Verhältnisses: $\frac{(l^{cm})^2 l^{cm}}{D^{cm}}$	626,44
Heizfläche der Feuerkiste	8,5 qm
« « Heizrohre	123,0 «
Gesamt-Heizfläche H	131,5 «
Rostfläche R	2,33 «
Werth des Verhältnisses $\frac{R}{H}$	0,0177
Kesselspannung p	13,0 at

Wie die Spalten 10 und 11 der Zusammenstellungen III und IV zeigen, ist die Uebereinstimmung der Rechnungsergebnisse mit den erreichten Anfahrzeiten durchaus befriedigend.

Zusammenstellung III.
Strecke I. Wien—Triest.

Nr.	Station, in welcher das Anfahren erfolgte	Neigung $\pm i/100$	Gewicht der Wagen t	Anfahr- Geschwindigkeit in		Zug- Wider- stand μ kg/t	Füllungs- grad Σ	Kessel- spannung p at	Zugkraft Z kg	Dauer des Anfahrens t Min.	
				km/St.	m/Sek.					nach Beobachtung	berechnet aus Gl. 9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Wien	+ 1,7	150	40	11,11	4,1	0,20	12,0	2300	2,9	2,7
2			180							2,75	2,6
3			168							4,1	4,1
4	Meidling	+ 2,4	150	50	13,88	5,0	0,25	12,5	2790	3,25	3,0
5			168							3,1	3,0
6			180							3,25	3,3
7	Baden	+ 3,5	150	40	11,11	4,1	0,25	12,5	2790	2,75	2,7
8			168							2,9	3,0
9			150							4,75	4,8
10	Wiener Neustadt	+ 6,5	150	30	8,33	3,4	0,30	12,0	2970	1,6	1,7
11			168							1,6	1,8
12			180							1,5	1,7
13	Neunkirchen	+ 4,7	150	40	11,11	4,1	0,25	12,5	2790	2,5	2,5
14			168							2,75	2,7
15	Mürzzuschlag	- 7,4	180	50	13,88	5,0	0,20	11,0	2050	2,75	2,6
16			150							2,75	2,8
17	Bruck a. M.	- 6,6	180	50	13,88	5,0	0,15	12,0	1830	3,25	3,0
18			150							2,75	2,8
19	Graz	- 3,8	162	50	13,88	5,0	0,20	12,0	2300	2,4	2,5
20			180							2,75	2,9
21	Leibnitz	- 3,0	162	60	16,66	6,1				3,5	3,5
22	Marburg	+ 2,8	150	40	11,11	4,1	0,25	13,0	2930	1,9	2,0
23			140							2,25	2,4
24			147							2,5	2,6
25	Pragerhof	0,0	140	60	16,66	6,1	0,20	12,5	2430	2,9	2,8
26			147							3,25	3,0
27			150							3,1	3,0
28	Cilli	- 1,4	140	60	16,66	6,1	0,20	11,0	2050	4,25	4,2
29			147							3,5	3,4
30			150							4,5	4,4
31	Steinbrück	+ 1,0	150	40	11,11	4,1	0,20	12,0	2300	2,5	2,5
32			140							4,5	4,6
33			147							4,25	4,4
34	Laibach	- 1,0	150	50	13,88	5,0		12,5	2430	3,0	2,8
35	Loitsch	+ 11,1		35	9,72	3,7	0,40	13,0	3860	1,75	1,7
36	Rakek	0,0					0,25	12,5	2790	2,6	2,5
37	Adelsberg	- 7,7						11,0	2050	2,4	2,3
38	St. Peter	- 6,6		50	13,88	5,0	0,20	10,0	1810	2,75	2,8
39	Divacca	- 7,7								2,6	2,6
40	Nabresina	- 12,0	110				0,10	9,5	1040	2,6	2,7

Zusammenstellung IV.
Strecke II. Triest—Wien.

Nr.	Station, in welcher das Anfahren erfolgte	Neigung $\pm i\%$	Gewicht der Wagen t	Anfahr- Geschwindigkeit in		Zug- Wider- stand μ kg/t	Füllungs- grad Σ	Kessel- spannung p at	Zugkraft Z kg	Dauer des Anfahrens t ^{Min.}																
				km/St.	m/Sek.					nach Beobachtung	berechnet aus Gl. 9															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11															
1	Triest	+ 12,0	125	45	12,50	4,5	0,35	13,0	3570	2,25	2,3															
2	Nabresina	+ 12,5	135	20	5,55	2,9				0,9	1,0															
3	Seffana	+ 7,7		40	11,11	4,1				0,25	2,5	2,5														
4	Divacca	+ 6,2	150	50	13,88	5,0	0,20	12,0	2300	2,4	2,2															
5	St. Peter	— 7,6								40	11,11	4,1	0,35	13,0	3570	1,9	1,8									
6	Adelsberg	+ 6,6								60	16,66	6,1	0,25	11,0	2360	3,1	3,0									
7	Rakek	— 4,0								50	13,88	5,0						0,15	12,0	2640	2,6	2,6				
8	Loitsch	0,0								140	60	16,66	6,1	0,20	13,0	2560	4,1	4,1								
9	Laibach	— 2,5																	156	19,45	7,4	0,20	12,0	2300	4,5	4,4
10																			150	50	13,88					
11	Steinbrück	+ 1,0								156	60	16,66	6,1	0,20	12,5	2790	2,6	2,6								
12			140	60	16,66	6,1	0,20	13,0	2930	3,1									3,0							
13			Tüffer																	+ 2,5	150	60	16,66	6,1	0,20	13,0
14	Cilli	+ 2,0	156	65	18,00	6,8	0,25	12,0	2640	3,75	3,7															
15												150	60	16,66	6,1	0,30	13,0	3300	4,0	3,8						
16	Pragerhof	+ 3,0	140	60	18,00	6,8	0,25	12,0	2640	3,9	4,0															
17			150									60									16,66	6,1	0,25	13,0	3300	3,1
18			Marburg	+ 7,6	154	60	16,66	6,1	0,25	12,5	2790	3,75	3,8													
19	170	60			16,66									6,1	0,30	13,0	3300	3,25	3,2							
20	160																			40	11,11	4,1	0,30	12,0	2970	3,0
21	Spielfeld	— 6,6	160	60	16,66	6,1	0,25	13,0	2930	2,4	2,2															
22												178	60	16,66	6,1	0,25	12,5	2790	2,75	2,6						
23	Graz	+ 4,0	165	40	11,11	4,1	0,25	13,0	2930	2,5	2,4															
24												160	50	13,88	5,0	0,25	12,5	2790	2,5	2,4						
25	Bruck a. M.	+ 4,6	165	50	13,88	5,0	0,20	13,0	2930	2,4	2,2															
26												187	60	16,66	6,1	0,15	12,0	1830	3,4	3,3						
27												160									60	16,66	6,1	0,20	12,0	2300
28	Wiener Neustadt	+ 3,1	160	30	8,33	3,4	0,25	12,5	2790	3,0	3,0															
29												190	40	11,11	4,1	0,25	12,0	2640	1,5	1,6						
30	Baden	— 2,5	187	60	16,66	6,1	0,30	12,5	3140	4,0	4,0															
31												190	50	13,88	5,0	0,25	12,5	2790	2,75	2,8						
32												190	70	19,45	7,4	0,20	12,0	2300	3,5	3,3						
33	Meidling	— 1,4	160	30	8,33	3,4	0,25	11,0	2360	1,5	1,6															
34												190	50	13,88	5,0	0,25	12,5	2790	2,9	2,9						
35	187	50	13,88	5,0	0,25	12,5	2790	2,75	2,7																	

Wasser-Reinigungs-Einrichtung für Eisenbahn-Wasserstationen.

Von E. Wehrenfennig, Ober-Inspektor der österreichischen Nordwestbahn in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Taf. XXX.

Die Nothwendigkeit, nur reines und weiches Wasser zur Kesselspeisung zu verwenden, ist allgemein anerkannt. Trotzdem entbehren bis jetzt noch viele Wasserstationen, welche unreines und hartes Wasser liefern, der Einrichtungen für Wasserreinigung, da diese wegen Aufstellung eigener Klärgefäße in besonderen Nebengebäuden zu hohe Kosten erfordern und da deren Bedienung durch den Kesselwärter allein nicht möglich ist.

Es müßten daher Einrichtungen, welche die Klärung des Wassers in den bestehenden Hochbehältern ohne Herstellung von Baulichkeiten möglich machen, welche ferner die Wasser-Entnahme ganz in derselben Weise wie jetzt unter gleichzeitiger Ausnutzung der in den Hochbehältern zur Verfügung stehenden Wassermenge zulassen, bei welchen endlich die tägliche Bedienung der Reinigungseinrichtungen durch den Kesselwärter ohne Aufsteigen auf die Höhe der Behälter in einfacher Weise durchgeführt werden kann, den Bahnverwaltungen willkommen sein.

Eine solche Einrichtung einer kleinern, mit zwei Hochbehältern versehenen Eisenbahnwasserstation, welche übrigens auch für größere Stationen und selbst für Stationen mit nur einem, dann allerdings mit Abtheilungen zu versehenen Hochbehälter angewendet werden kann, sei in folgendem beschrieben.

In der Wasserstation Zellerndorf der österreichischen Nordwestbahn wurde bis Ende des Jahres 1898 die Weichmachung und Klärung des Rohwassers abwechselnd in beiden Hochbehältern und die Bereitung des Reagenswassers nach dem Absatzverfahren vorgenommen.

Bei dem steigenden Wasserbedarfe genügte jedoch diese Einrichtung nicht mehr, es mußte eine stetige Wasserreinigung in Aussicht genommen werden.

Da eine Dampfmaschine, eine Reagenspumpe, 3 Kalkwassergefäße, ein Rührwerk und Sodatröge bereits vorhanden waren, konnte die Förderung des Reagenswassers auf die Höhe der Hochbehälter beibehalten werden, es mußte nur noch für eine einfache und sichere Wasservertheilung für das zur Reinigung kommende und das zur Bereitung des Reagenswassers dienende Wasser, sowie für entsprechende Mischung und Klärung des behandelten Wassers gesorgt werden. Eine weitere Aufgabe war, die Wasserabgabe ganz wie bisher, und zwar so vorzunehmen, daß der Rauminhalt beider Hochbehälter für die Reinwasserausgabe jederzeit zur Verfügung stehen mußte.

Die Lösung dieser Aufgabe erschien nun bei Verwendung der in der Eisenbahntechnik der Gegenwart Band II, S. 690, Textabb. 766 dargestellten Ueberströmleitung*) und des an gleicher Stelle S. 694 beschriebenen kreisförmigen Ueberfalles,**) eines neuartigen Sodazutheilens, sowie der Bethätigung eines an der Reagenspumpe vorhandenen Rücklaufhahnes durch einen,

im letzten Kalkwassergefäße angebrachten Schwimmer auf eine einfache und billige Weise ohne Baulichkeiten möglich. Dank der Zustimmung der Direction der österreichischen Nordwestbahn konnte die Anlage in dieser Weise umgebaut werden, sie hat sich seit 6 Monaten durchaus bewährt.

Das im Naturzustande 24 deutsche Härtegrade messende Wasser erhält eine Weichheit von 4—6 Graden bei ganz geringer Alkalität, ist vollständig klar, und auf der starke Steigungen aufweisenden Bahnstrecke kommt kein Spucken der Lokomotive vor.

Die Einrichtung der Wasserreinigung in Zellerndorf ist die folgende:

Zum regelmäßigen Betriebe dient eine zweistieflige, von einer gewöhnlichen Dampfmaschine angetriebene Saug- und Druckpumpe mit 15 bis 18 cbm Leistung in der Stunde und ein stehender Dampfkessel. Das Wasser wird aus einer von einem 109^m tiefen Bohrloche gespeisten Grube entnommen.

Das unter natürlichem Drucke laufende Wasser hat 24^o Gesamthärte,

enthält 19,6^o gebundene Kohlensäure (CO₂),

16^o Kalk (CaO),

8^o Magnesiumoxyd (MgO) u. Eisen-Carbonat

und ist 10^o R. warm.

Es ist stark Kesselstein bildend und muß daher gereinigt werden.

Die Reinigung geschieht durch Mischung mit einer aus Kalkwasser und Aetznatron bestehenden Reagensflüssigkeit in nachstehend beschriebener Weise:

Das Rohwasser wird in den Vertheiler V, (Abb. 2, Taf. XXX), einen kreisförmigen Ueberfall von 1570^{mm} Umfang mit vorgelagertem Ringraume aufgepumpt. Die Ueberfallkante und dementsprechend auch der Ringraum ist so in drei Abtheile geschieden, daß das Gesamtwasser entsprechend der Untersuchung im Verhältnisse 1246 : 320 : 4 getheilt wird.

Die Wassermenge, welche über den 1246^{mm} langen Ringkantenheil überfällt, geht durch das Rohr R¹ auf den Boden des Klärbehälters I, der Theil welcher über die 320^{mm} lange Kantenabtheilung fließt, fällt durch das Rohr R² hinab zum Kalkrührgefäße D¹. Der dritte Theil des Wassers fließt über den 4^{mm} breiten Rand durch das Rohr R³ zu einem Schwimmerwerke S¹, das so eingerichtet ist, daß es eine der zufließenden Wassermenge gleiche Menge, in den Trögen T¹ und T² wechselweise bereiteter Sodalösung, aus diesen zum Kalkrührgefäße D¹ ablaufen läßt.

In letzterm wird nun die Flüssigkeit durch das, von der Dampfmaschine angetriebene Rührwerk W mit dem Kalke und der Sodalösung gut verrührt und die so erzeugte Mischung aus Kalkwasser und Sodalösung fließt, im Aufsteigen sich klärend, als eine Mischung von Kalkwasser und Aetznatron in die Sammelgefäße D² und D³ über.

*) Oesterreichisches, ungarisches und D. R. P. 104547.

**) Oesterreichisches Patent.

Aus letzteren wird sodann die klare Reagensflüssigkeit durch die Pumpe P abgesaugt und durch die Rohrleitung R¹ nach oben auf den Boden des Klärbehälters zur Mischstelle mit dem Rohwasser bei M gefördert.

Da die Reagenspumpe einen Rücklaufwechsel besitzt und dieser mit einem Schwimmer im Gefäße D³ in Verbindung steht, liefert sie jederzeit genau die über die Ringkanten-Abtheile $320 + 4^{\text{mm}}$ überlaufende Flüssigkeitsmenge; das theoretische, durch Rechnung festgestellte Verhältnis zwischen Rohwasser und Reagensflüssigkeit wird also jederzeit gewahrt.

An der Mischstelle tritt die chemische Umsetzung sofort ein, die Kalk- und Magnesium-Verbindungen und das Eisen werden als einfach kohlensaurer Kalk, als Magnesiumhydroxyd und als Eisenoxydhydrat gefällt.

Beim Aufsteigen in dem weiten Behälter klärt sich das Wasser, wird aber doch nicht so klar, daß es ohne Weiteres verwendet werden könnte. Damit aber das so vorgereinigte Wasser ganz klar in den Behälter II gelange und der Rauminhalt beider Behälter zur Ausgabe von Reinwasser ausgenutzt werden könne, ist eine Ueberströmleitung angebracht. Diese besteht aus einem das Wasser aus I nahe der Oberfläche entnehmenden Drehrohre A¹, welches auf einer mit Schwimmer versehenen drehbaren Leiter ruht, einer Abfalleitung L¹, einem Filter F, einer Steigleitung L² und einem im Behälter II befindlichen Drehrohre A².

Das Ende der mit Schwimmern versehenen Leiter, auf welcher das Drehrohr A¹ ruht und das Drehrohr A² sind mit einander durch einen Rollenzug verbunden, der durch das Gewicht des Drehrohres immer gespannt ist. Beide Drehrohre werden daher durch das in I befindliche Schwimmerpaar getragen und sinken und steigen mit diesem.

Die Mündung des in II befindlichen Drehrohres liegt etwa 140^{mm} unter dem Wasserspiegel des Behälters I, daher kann sich das aus II entnommene Wasser immer wieder aus I ersetzen. Diese Druckhöhe genügt aber auch, um die ganze aufgepumpte Wassermenge durch die aus Drehrohr, Leitung und Filter bestehende Ueberströmleitung durchzulassen.

Diese Druckhöhe muß unveränderlich sein, damit das Wasser immer mit gleicher Geschwindigkeit durch das Filter gehe und keinen Niederschlag mitreife, wenn der Wasserspiegel im Reinwasser-Behälter wesentlich tiefer steht, als im Klärbehälter. Sie kann aber auch leicht anders eingestellt werden, da in die Rollenkette eine Schraubenkuppel eingeschaltet ist.

Damit beim Wiederaufpumpen des leeren Behälters kein Niederschlag in das Drehrohr A¹ eintreten kann, ist dieses für sich so aushebbar gemacht, daß das offene Rohrende aufser Wasser kommt, während die Schwimmer im Wasser bleiben.

Wenn der Behälter voll angeschöpft ist, wird das Drehrohr wieder auf seine Stützung niedergelassen und das Ueberströmen aus I in II durch das Filter beginnt sofort selbstthätig.

Der aus dem Drehrohre A² herabfallende Wasserstrahl wird durch einen angehängten Holzsteller vertheilt und so ein Aufwühlen des etwa am Boden lagernden Niederschlages verhindert.

Auf diese Weise ist es möglich, aus II entsprechend dem Inhalte beider Behälter I und II Reinwasser auszugeben, obgleich einer der Behälter mit Niederschlägen verunreinigt ist.

Für den Fall des Schadhafwerdens der Rollenzugkette sind die beiden Drehrohre mit je einer Sicherheits-Fangschlinge versehen.

Die kübelweise Beigabe des zu Brei gerührten Kalkes im Kalkrührgefäße erfolgt durch den hierzu bestimmten, mit einem Siebe versehenen Trichter in gewissen Zeitabständen, die Reinigung des Wasserzulaufrohres B jedesmal vor Beendigung des Pumpens durch Verpfropfen des Luftröhrchens C. Das Abschlämmen des ausgelaugten Kalkes geschieht täglich durch den Schlammwechsel D.

Die käufliche Soda wird auf den Sieben der Sodatrüge T¹ und T² ausgebreitet, ihre Lösung und gute Vertheilung erfolgt durch aus II zugeführtes, gereinigtes Wasser von unten her selbstthätig.

Nach Entleerung des einen Troges wird der zweite Trog durch Verbindung mit dem Sodazutheil-Werke angelassen.

Das Sodazutheil-Werk (Abb. 4, Taf. XXX) hat den Zweck, das aus dem Abtheile III des Vertheilers überlaufende Rohwasser zur Zutheilung einer gleichen Menge Sodalösung zu benutzen. Bei Beginn des Wasser-Ueberlaufes muß auch die Sodalösung zu fließen beginnen, bei Aufhören des Ueberlaufes zu fließen aufhören. Außerdem müssen die praktisch vorkommenden Schwankungen der Ueberlaufmenge des Wassers auch beim Sodaablauf auftreten, so daß möglichst jederzeit die Auslaufmengen der Sodalösung gleich den Ueberlaufmengen des Wassers sind.

Die Erzielung dieses Verhältnisses beruht darauf, daß bei gleichen Druckhöhen und gleichen Ausflusmündungen auch gleiche Mengen auslaufen. Die Vorkehrung muß noch die weitere Bedingung erfüllen, daß die Auslaufmenge der Soda unabhängig sein muß von dem jeweiligen Stande des Wasserspiegels im Sodagefäße.

Diese Bedingungen führen zu nachstehend beschriebener Lösung:

Das Zutheil-Werk besteht aus der mit Bodenventil versehenen Wasserauffangschale A, welche durch Schwimmer und Hebelwerk mit einem darunter befindlichen Schwimmer S₃ verbunden ist. Der Schwimmer befindet sich in einem mit fester Auslaufdüse versehenen, festgestellten Gefäße B und trägt ein durch drei Stangen mit ihm verbundenes Druckreglergehäuse C, in welches die Sodalösung aus dem Sodalösungs-Sammelgefäße D durch eine biegsame Rohrleitung r₁ zu-, und aus welchem sie durch die biegsame Rohrleitung r₂ und die fest angebrachte Düse a abfließt. Die Wirkungsweise des Werkes geht auf folgende Weise vor sich.

Das aus dem Abtheile III des Wasser-Ueberlaufes in die Schale A einlaufende Wasser sammelt sich darin so lange, bis das Gewicht der Schale sammt Wasser so groß wird, daß sich die Schale senkt, das Ventilstängelchen v auf den Deckel des ihm durch das Hebelwerk entgegen gehobenen Schwimmers stößt und das Wasser zum Auslaufen in das Gefäße B bringt. Hierdurch steigt der Wasserspiegel im Gefäße B ohne Zeitverlust und der Schwimmer nimmt eine der Füllung des Gefäßes B entsprechende Höhenlage ein, die nach kurzer Zeit bei nunmehr offen bleibendem Ventile unveränderlich wird und einen der Druckhöhe und dem Querschnitte der festen Düse

entsprechenden Auslaufstrahl ergibt. Mit dem Schwimmer zugleich hebt sich aber auch der an ihn angehängte Druckregler C und bringt die Sodalösung zum Ablaufe.

Da sich in dem Druckregler ein Schwimmer mit Hebel befindet, welcher bei steigendem Spiegel der Sodalösung steigt und die Zulauföffnung aus dem Soda-Sammelgefäße mehr schließt, bei sinkendem Spiegel mehr öffnet, so wird der Spiegel der Sodalösung unter allen Verhältnissen auch bei verschiedenem Stande der Sodalösung im Sammelgefäße und Druckreglergefäße ein unveränderlicher sein. Da sich die Auslaufdüse des Druckreglergehäuses in fester Lage befindet und das Druckreglergehäuse genau in dieselbe Höhe gehoben wird, wie der obere Schwimmer, so müßten theoretisch die Druckhöhen in beiden Gefäßen vollkommen gleich und daher die Ausflussmengen aus dem Wassergefäße genau gleich denen aus dem Druckregler sein. Wegen der Reibung im Hebelgestänge, wegen der nicht vollkommen widerstandslosen Biegsamkeit der Schläuche u. s. w. bleibt aber der Schwimmer im Wassergefäße etwas hinter dem steigenden Wasser im Wassergefäße zurück; daher wird die Druckhöhe des Wassers in dem Wassergefäße immer größer sein, als der Höhenlage des Schwimmers entspricht.

Daher muß der Auslaufquerschnitt der Sodaauslaufdüse ein etwas größerer sein, als jener des Wassers; dies wird vor Benutzung des Werkes durch entsprechendes Nachreiben der Ausflußöffnung bewerkstelligt.

Die Einregelung des Werkes erfolgt in der Weise, daß das Gewicht des Schwimmers und das des Druckreglergehäuses etwas größer gemacht wird, als das der Schale. Beim ersten probeweisen Abstellen des Zulaufes wird so lange gewartet, bis die Schwimmkörper von selbst schwimmen und kein Auslauf aus der Wasserdüse mehr erfolgt, worauf dann die Sodaauslaufdüse genau in die Höhenlage gebracht wird. Die Ventilschraube ist so zu stellen, daß das Ventil in dem Augenblicke ausgehoben wird, in welchem so viel Wasser in die Schale zugelaufen ist, daß die entsprechende Druckhöhe im Schwimmergefäße entsteht.

Der biegsame Schlauch zur Sodazuführung ist von Zeit zu Zeit durch äußeren Druck zu reinigen.

Verbrauch.

Die Menge des in bestimmten Zeitabschnitten in das Kalkrührgefäße D¹ als dicke Kalkmilch einzuführenden gelöschten Kalkes ist von dessen Beschaffenheit abhängig und beträgt für die Förderstunde 4 bis 6 kg.

Das im Kalkrührgefäße erzeugte Kalkwasser soll außer dem Sodazusatz einen Härtegrad von 120°, mit Sodazusatz einen Alkaliengehalt von 130° erreichen und ist hierauf zu prüfen.

Die zur Erzeugung einer Trogfüllung nöthige Sodamenge beträgt etwa 8 kg und ist für 6 bis 7 Förderstunden ausreichend.

Das Filter wird zwischen den darin eingebauten Sieben mit feiner Holzwolle gleichmäßig gefüllt, zu einer Filterfüllung gehört ein Ballen von 50 kg. Eine solche Füllung ist zum Filtern von 2000 cbm Wasser ausreichend, kann jedoch nach Herausnahme und gründlichem Auswaschen theilweise wieder verwendet werden.

Untersuchen der Reagensflüssigkeiten und des Reinwassers.

Das Reagenswasser soll klar und ganz durchsichtig sein und einen Alkaliengehalt von 130 haben. Zur Untersuchung auf letztern filtert man 56 ccm davon in ein Glasgefäße, färbt es mit zwei Tropfen einer Mischung, bestehend aus Methylorange und Phenolphthalein und tropft nun aus einem getheilten Glasrohre so lange gemessene Mengen von Normalsalzsäure von 20% Gehalt*) zu, bis ein Farbenumschlag von roth auf gelb eintritt. Da die Normalsalzsäure von 20% 560 Kalkgraden entspricht, so entspricht je ein Theilstrich des in Zehntel-Cubikcentimeter getheilten Glasrohres an verbrauchter Normalsalzsäure einem Grade an Alkaliengehalt.

Die Sodalösung soll einen 1250 Kalkgraden entsprechenden Sättigungsgrad haben. Zur Untersuchung auf die erwähnte Sättigungsziffer färbe man 30 ccm Normalsalzsäure von 20% Gehalt mit zwei Tropfen der Prüfflüssigkeit, und tropfe hierauf von der zu prüfenden Sodalösung so lange gemessene Mengen zu, bis Farbenumschlag eintritt.

Auf Grund der Gleichwerthverhältnisse zwischen Salzsäure, Soda und Kalk ergibt sich die gesuchte Ziffer nach $30 \text{ ccm} \cdot 560^\circ = \text{verbrauchte Sodalösung in ccm} \cdot x$, wobei x den Sättigungsgrad der Lösung auf Kalk bezogen angiebt!

Das Reinwasser untersucht man sowohl auf seine Härte, die Kalkgrade, als auch auf seinen Alkaliengehalt.

Das gereinigte Wasser muß bei völliger Klarheit einen geringen Härtegrad von etwa 5 bis 7°, immer aber einen noch geringern Alkaliengehalt von etwa 2 bis 3° haben.

Den Härtegrad bestimmt man einfach auf die Weise, daß man den zum Erzeugen eines bleibenden Schaumes erforderlichen Verbrauch an Seifenlösung mißt. Man nimmt hierzu 25 ccm des zu untersuchenden Wassers, verdünnt es mit destillirtem Wasser um das vierfache auf 100 ccm und tropft nun unter kräftigem Schütteln so lange in ccm gemessene Mengen Normal-Seifenlösung zu, bis der sich bildende Schaum fünf Minuten und länger stehen bleibt, ohne zu zerfallen.

Aus der nachstehenden Uebersicht kann dann der der verbrauchten Menge von Seifenlösung entsprechende Härtegrad gefunden werden.

Härteangabe nach Faisst und Knaufs.

Verbrauchte Seifenlösung	Härtegrade	
3,4 ccm.	2	Der Anwachs der verbrauchten Seifenlösung um 1 ccm entspricht 1 Härtegrade.
4,4 "	3	
5,4 "	4	
6,4 "	5	
7,4 "	6	
8,4 "	7	
9,4 "	8	Der Anwachs der verbrauchten Seifenlösung um 1 ccm entspricht 1,04 Härtegraden.
11,3 "	10	
13,2 "	12	
15,1 "	14	
17,0 "	16	
18,9 "	18	

*) $\frac{2}{10}$ Normalsalzsäure.

Verbrauchte Seifenlösung	Härtegrade
20,8 < . . .	20
22,6 < . . .	22
24,4 < . . .	24
26,2 < . . .	26
28,0 < . . .	28
29,8 < . . .	30

Der Anwachs der verbrauchten Seifenlösung um 1 ccm entspricht 1,108 Härtegraden.

Die Angaben sind für vierfache Verdünnung umgerechnet und gelten daher nur für diese.

Die Untersuchung auf den Alkalienghalt erfolgt in der Weise, dass man zu 56 ccm mit zwei Tropfen Prüfflüssigkeit gefärbten Reinwassers Normalsalzsäure von 20% Gehalt langsam zutropft, wobei 0,1 ccm bis zum erreichten Farbumschlage verbrauchte Normalsalzsäure 1° Alkalienghalt entspricht.

Gereinigtes Wasser soll, auf Curcumapapier getropft, dieses nur ganz wenig am Rande des Tropfens bräunen.

Reinigung der Behälter.

Die Reinigung des Mischbehälters I von den gesammelten Niederschlägen*) kann, weil die Höhe der Niederschlagschicht innerhalb der Verwendungsdauer einer Filterfüllung die Mündung des Drehrohres A¹ auch bei dessen tiefster Stellung nicht erreicht, stets mit dem Wechseln der Holzwolle und Reinigen des Filters, welches allmonatlich geschieht, zusammenfallen. Gleichzeitig mit dem Reinigen des Behälters I muss auch das Kalkrührgefäß D¹ entleert und gründlich ausgewaschen werden.

Die Reinigung des Behälters II erfolgt nur alle zwei Monate und zwar gleich nach der Reinigung des Behälters I, damit mittlerweile aus I ungereinigtes Wasser ausgegeben werden kann.

Während des regelmäßigen Betriebes ist der Seiher in I mit einer Haube als Schutz gegen das Verunreinigen überdeckt.

Zum Reinigen der Behälter dienen die an den Böden angeordneten Abschlammhähne.

Vor dem Wechseln der Holzwolle und Reinigen des Filterkastens F werden beide Drehrohre A¹ und A² ausgehoben und das Filter, sowie die Rohrleitungen mittelst des am Boden des Filters angebrachten Ablaufshahnes entleert.

Mit der Reinigung der Behälter ist eine eingehende Untersuchung der Rollenzugketten, der Drehrohre und Schwimmer wie überhaupt aller sonst unter Wasser befindlichen Theile zu verbinden.

Betriebs-Proben zur Beurtheilung des Reinwassers.

Das zu untersuchende Wasser wird in rein weisse Gläser gegeben und mit den unten angeführten Stoffen gemischt. Bei Proben mit Kalkwasser muss das Glas verstöpselt werden können.

- I. Wenn zu Reinwasser oxalsaures Ammoniak und Salmiak gegeben wird, so zeigt eine Trübung:
 1. von Kalk unvollständig befreites Wasser,
 2. Kalküberschufs im Wasser,
 dagegen Klarheit: 1. keinen Kalküberschufs, 2. keinen Kalk überhaupt.

*) Nach der Reinigung von 2100 cbm Wasser war nur die 500 mm hohe Bodenhaube des Behälters mit Schlamm angefüllt.

II. Wenn zu Reinwasser Kalkwasser im verstöpselbaren Glase gegeben wird, so zeigt eine Trübung:

- 1. dafs bei der Reinigung zu wenig Kalkwasser beigegeben wurde, oder
- 2. dafs bei der Reinigung zu viel Soda beigegeben wurde; dagegen Klarheit: 1. richtige Menge der Zusatzstoffe, 2. Kalküberschufs.

III. Wenn zu Reinwasser Soda gegeben wird, so zeigt eine Trübung: 1. Gyps im Wasser, also auch Kalkgehalt, 2. Kalküberschufs,

Klarheit dagegen zeigt: 1. gutes Wasser, 2. Sodaüberschufs.

IV. Wenn zu Reinwasser sodafreies Aetznatron gegeben wird, so zeigt eine Trübung:

- 1. von Magnesia nicht vollends befreites Wasser, Klarheit dagegen: 1. reines Wasser, oder 2. Aetznatron-Ueberschufs.

V. Wenn das Wasser mit oder ohne Sodazusatz gekocht wird, so soll nur wenig oder kein Niederschlag fallen.

Kalküberschufs wird angezeigt durch:	}	Härte über 3°	von oxalsaurem Ammoniak
		Alkaliengehalt	
Sodaüberschufs wird angezeigt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von Kalkwasser
		Klarheit beim	
Aetznatronüberschufs wird erkannt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von Soda
		Klarheit beim	
Kalküberschufs wird angezeigt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von Kalkwasser
		Klarheit beim	
Sodaüberschufs wird angezeigt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von Soda
		Klarheit beim	
Aetznatronüberschufs wird erkannt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von Aetznatron.
		Klarheit beim	

Mangelhafte Reinigung:

von Kalk wird erkannt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von oxalsaurem Ammoniak
		Trübung beim	
von Magnesia wird erkannt durch:	}	Trübung beim Zugeben	von Aetznatron
		Klarheit beim	

Aetznatron wird gemacht, indem man 120 grädiges Kalkwasser mit Sodalösung von 120° vermischt und absetzen lässt; die klare obenstehende Flüssigkeit ist dann Aetznatron.

Bei Vorhandensein von zwei Hochbehältern kann durch Einsetzen eines cylindrischen Gefäßes in den einen ein dritter Raum zum Aufspeichern von Rohwasser zum Auswaschen der Tender u. s. w. hergestellt werden.

Ganz in derselben Weise kann ein Hochbehälter in zwei Räume untertheilt werden, wobei in dem größern Abtheile das Schwimmerdrehrohr, in dem kleinern das drehbare Ausflusrohr oder ein biegsamer Ausflus-Schlauch angebracht wird.

Selbstverständlich bildet das Nichtvorhandensein einer Maschine kein Hindernis der Kalkwassererzeugung, diese kann auch ohne Rührwerk vorgenommen werden.

Eine solche Wasser-Reinigungs-Anlage ohne Maschinen-Antrieb des Rührwerkes ist gegenwärtig in Ausführung begriffen.

Elektrische Anzeige der Gleiswege für Ablaufgleise und Verschiebeköpfe.

Von **Othegraven**, Eisenbahn-Direktor zu Dortmund.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XXXII und Abb. 1 bis 8 auf Tafel XXXIII.

Schon seit Jahren ist man bemüht, den Weichenstellern, sowohl der Stellwerksanlagen für Verschiebeberge als auch für gewöhnliche Weichenzusammenziehungen durch bestimmte Zeichen anzudeuten, wohin die einzelnen zum Ablufen bestimmten, oder die durch die Lokomotive abgestofsenen Fahrzeuge laufen sollen, damit sie solches schon rechtzeitig beim Herannahen der Fahrzeuge erkennen können.

So bestehen schon längere Zeit seitens der Firma Schnabel und Henning zu Bruchsal ausgeführte, mechanisch durch Hand bewegte, durch Seile mit einander verbundene Drehscheiben, deren eine beim Verschiebemeister, deren andere beim entfernt stehenden Weichensteller steht, auf welchen Zeiger die betreffenden Gleisnummern anzeigen. Dies Verfahren ist beispielsweise auf dem Bahnhofe Heidelberg längere Zeit in Gebrauch gewesen und hat auch hier und da im Kohlenbezirke Verwendung gefunden.

Ein zweites Verfahren ist das, die betreffenden Gleisnummern in einem Thurme an einer seitlichen Oeffnung in Riesen Zahlen, die zur Nachtzeit von innen durchscheinend beleuchtet werden können, erscheinen zu lassen, wie in Rummelsburg.

Beide Verfahren haben große Vorzüge vor den gewöhnlichen, die Gleisnummern dem Stellwerkswärter durch Zurufe oder durch Bewegungen des Armes oder von Lichtern mitzuteilen, oder ihn erst an den Nummern, welche mit Kreide auf die Kopfwände oder Buffer der Fahrzeuge geschrieben sind, die für ihn in Frage kommenden Gleisnummern erkennen zu lassen. Der Beamte kann sich schon rechtzeitig auskennen und für die Fahrzeuge seine Maßnahmen treffen, wenn die betreffenden Gleise grade nicht frei sind.

Die Schwierigkeiten, mit solchen Hilfsmitteln zu arbeiten, wachsen aber, je verzweigter die Verschiebegleis-Gruppen sind.

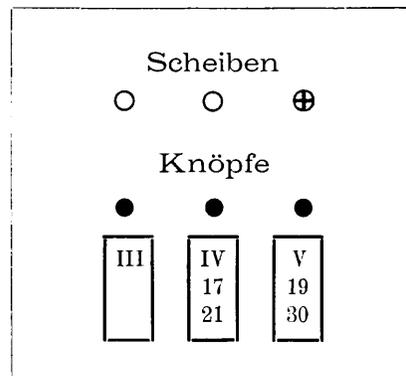
Bei dem Verfahren nach Schnabel und Henning ist ohne äußerst kostspielige und schwierig auszuführende Anlagen eine Vermittlung zwischen dem Verschiebemeister und den äußersten Weichenstrassen kaum möglich.

Die Leitungen, welche sehr genau wirken müssen, werden durch Wärmewechsel unzuverlässig und bedürfen deshalb häufig der Nachregelung. Bei dem Verfahren wie in Rummelsburg ist klares Wetter Hauptbedingung und eine Verständigung bei Schneegestöber und starkem Nebel ausgeschlossen. Auch hier ist die Benachrichtigung bei langgestreckten Bahnhofsgleisen nach den äußersten Enden kaum denkbar, weil einerseits die erforderliche Größe der Thürme ihre Anordnung zwischen nahe zusammenliegenden Gleisen oft nicht zulässt und andererseits die Erkennbarkeit der Zahlen auf zu große Entfernungen doch nachläßt. Ohne besonderen Zurufer ist deshalb das Verschiebegeschäft in solchen Fällen nicht wohl durchführbar.

Ein drittes Mittel, Bauart Hattmer, befindet sich auf dem Bahnhofe Niederschöneweide-Johannisthal bei Berlin in Verwendung. Bei diesem wird das Gleis, in das die Fahrzeuge

laufen sollen, von dem versteckt hinter einer Brücke liegenden Ablaufgleise aus, welches der Stellwerkswärter nicht sehen kann, auf elektrischem Wege nach dem Stellwerk hin durch Batterie-strom gemeldet, wie Textabb. 1 näher andeutet.

Abb. 1.



In einem Kasten auf dem Ablaufberge befindet sich ebenso wie im Stellwerke eine Reihe von magnetischen Vorrichtungen, welche derartig wirken, daß, wenn der Verschiebemeister am Knöpfe zieht, sowohl bei ihm, als auch im Stellwerke das obere Scheibenfeld durch einen Stern gekennzeichnet wird, so daß das darunter verzeichnete Gleis III, IV, V u. s. w., sowie die unter diesem sichtbaren Weichenummern, welche für das Gleis in Frage kommen, hervorgehoben werden. Nachdem das Fahrzeug seinen Weg gemacht hat, zieht der Stellwerkswärter gleichfalls am Knöpfe und die Scheiben springen zurück. Erst dann soll der Verschiebemeister von Neuem ablaufen lassen. In Wirklichkeit wird aber durch die beteiligten Beamten rascher gearbeitet, indem häufig zwei und drei Scheiben gleichzeitig im Stellwerke erscheinen, also das Rücksignal nach dem Ablaufberge zu beim Ablufen der Fahrzeuge nicht abgewartet wird. Letzteres erscheint auch völlig überflüssig, da ja nicht der Verschiebemeister, sondern der Stellwerkswärter das etwaige Lenken des Wagens in ein anderes Gleis in der Hand hat. Letzterer muß nur die Reihenfolge der gegebenen Signale im Gedächtnisse behalten und auf die Benutzbarkeit der Gleise achten.

So lag auch schon vor Jahren auf dem Bahnhofe zu Hamm, wo täglich bis zu 8000 Fahrzeuge — in verkehrsreicher Zeit noch mehr*) — ablaufen müssen, das Bedürfnis vor, eine zuverlässige Uebermittlung vom Ablaufberge nach den Stellwerken zu haben, besonders deshalb, weil Stellwerken und Ablaufbergen der Lage wegen kein unmittelbarer Verkehr durch das Auge gegeben werden konnte.

Es lag deshalb der Gedanke nahe, den elektrischen Strom zu benutzen, weil solcher durch die vorhandene Stromerzeugungs-Anlage gegeben war.

*) Am 14. Februar 1899 wurden in Hamm 17968 Achsen bewegt, am 22. Februar 1899 sogar 20223 und zwar nur im Güterbahnhofe.

Nach jahrelangen Ermittlungen, ob mit Gruppen von Glühlampen in Zusammenstellungen, die Aehnlichkeit mit Zahlen haben sollten, oder ob mit Armasten etwas zu erreichen wäre, tauchte plötzlich der Gedanke zu folgender, höchst einfacher und doch erweiterungsfähiger Einrichtung auf, welche bereits in vier verschiedenen Anlagen zur Ausführung gekommen ist.

Die Einrichtung beruht auf folgendem Grundgedanken (Abb. 1, Taf. XXXII):

»Befindet sich in einem Kasten *k* eine Glühlampe, die vorn durch eine Glasscheibe mit Nummer gedeckt ist und hängt diese Glühlampe einerseits an einem Pole einer elektrischen Leitung, so braucht man anderseits nur eine Leitung mit einem Stöpselschlusse *S* herzustellen, in welchen ein mit dem andern Pole der Leitung verbundener Stöpsel *St.* hineingesteckt wird, um die Glühlampe zum Leuchten zu bringen.

Wenn nun auf einem Ablaufberge Stöpselschlüsse in solcher Zahl angebracht sind, wie Gleise zum Abfließen in Betracht kommen, und im Stellwerke ebenso viele, mit diesen Stöpselschlüssen durch Drähte einzeln verbundene Glühlampen, vor denen auf Glasscheiben die Nummern der Gleise verzeichnet sind, so ist der Verschiebemeister auf dem Ablaufberge in der Lage, dem Stellwerkswärter jedesmal das in Frage kommende Gleis genau zu bezeichnen. Die Entfernung spielt hierbei keine Rolle.

Diese einfache, unmittelbare Vermittelung zwischen Ablaufberg und Stellwerk genügt aber für größere Anlagen nicht, weil in vielen, ja den meisten Fällen auch weiter belegene Beamte benachrichtigt werden müssen, besonders, wenn mehrere Stellwerke gleichzeitig für die ablaufenden Gleise in Frage kommen, wie auf dem Bahnhofe Frintrop; sie genügt aber auch nicht, wenn die Weichensteller nicht in der Lage sind, die Weichen wegen ihrer Entfernung so zu übersehen, daß sie sich mit Sicherheit sagen können, daß die Fahrzeuge, welche soeben durch ihren Bezirk gelaufen sind, auch schon die für die jetzt folgenden Wagen nöthigen Weichen verlassen haben, so daß diese umgelegt werden können. Dies ist besonders bei starkem Schneegestöber und bei Nebel der Fall; es sind deshalb vielfach Zwischenstationen nöthig, die ja auch in den Zwischenruffern sonst vorhanden sind, aber grade in diesen schwierigen Fällen bis auf das geringste Maß herabgebracht werden können.

Deshalb sollen hier zunächst verschiedene ausgeführte Anlagen aufgeführt werden, die ein Bild davon geben sollen, wie die Einrichtung zu verwerthen ist und auch ihre Entwicklungsfähigkeit klar machen werden.

Anlage 1; ausgeführt (Abb. 2, Taf. XXXII).

Von einem Ablaufberge laufen Wagen ab, am Stellwerke vorbei, bis sie zum Theil in eine Weichenstraße abbiegen, die nicht vom Stellwerke, sondern von einem besondern Wärter bedient wird, der das von einer krummen Böschung verdeckte Stellwerk nicht sehen kann.

In diesem Falle wurde im Stellwerke *E* eine Tafel mit Stöpselschlüssen angebracht; ein Beobachter im Stellwerke stöpselt den Weichensteller in *F*, welcher mit der Hand bedient, die Gleisnummern zu, welche er auf den Fahrzeugen abgelesen hat, die oben auf dem Ablaufberge angeschrieben

wurden. Bei den Gleisen, welche vom Stellwerke aus bedient werden, sagt der Beobachter dem Stellwerkswärter unmittelbar, wohin die Fahrzeuge bestimmt sind.

Diese Anlage ist neuerdings nach Abb. 1—7, Taf. XXXIII in ihrem ganzen Umfange abgeändert worden.

Anlage 2; ausgeführt (Abb. 4, Taf. XXXII).

Vom Ablaufberge laufen die Wagen ab nach einer Gleisgruppe, deren Weichenspitzen am Fusse des Berges etwa 150 m vom Stellwerke entfernt liegen und sich dort nach 18 Gleisen verzweigen, indem zuerst die Fahrzeuge durch eine doppelte Kreuzungsweiche bald nach rechts, bald nach links abgelenkt werden.

In diesem Falle ist es also Hauptbedingung, daß die betreffenden Gleisspitzen frei sind. Es ist deshalb in deren Nähe bei *B* das Stöpselwerk aufgestellt und der Beamte in *B* giebt nach dem Stellwerke die Erlaubnis zum Umlegen der Weichen.

Auch diese Anlage ist wie die erste eine ältere ohne die neueren Verbesserungen. Es muß nämlich jetzt im Stellwerke ein Beobachter dem Wärter nach den aufgeschriebenen Zahlen zurufen, ob die rechte oder linke Seite der Gleisgruppe in der Kreuzungsweiche in Frage kommt, woraufhin der Wärter die englische Weiche entsprechend bedient und dann erst auf das Signal von *B* die Weichen für die einzelnen Gleise umlegt.

Eine Verbesserung läßt sich leicht erzielen und zwar folgendermaßen:

Der Verschiebemeister auf dem Berge *R* giebt nach dem Stellwerke *St* und gleichzeitig nach Posten *B* unten am Fusse des Berges die Gleisnummern an und zwar erhält *St* die Lampe mit rothem Felde, der Verschiebemeister *B* unten auf blauem Felde. *St.* weiß dann gleich, ob rechts oder links in Frage kommt, kann danach die englische Weiche bedienen und erhält durch Einstöpseln von *B* zurück die Gleisnummer auf blauem Felde und hiermit die Erlaubnis, die Weichen für das in Frage kommende Gleis umzulegen. Hierdurch wird der Beobachter im Stellwerke überflüssig.

Anlage 3; ausgeführt (Abb. 5, Taf. XXXII).

Die dritte Anlage giebt Gleisanzeige vom Ablaufberge *R* nach dem Stellwerke *S*, hat also die ursprünglich beabsichtigte Einrichtung, die Abb. 5, Taf. XXXII giebt nur die Art der Ausführung an.

Anlage 4; ausgeführt (Abb. 1 bis 7, Taf. XXXIII).

Die vierte, noch neue Anlage wird im Folgenden eingehender beschrieben.

Das Stellwerk *IIa* liegt am Fusse eines Ablaufberges, welcher sich hinter einer Brücke befindet, mittels welcher eine Straße über den Bahnhof geführt wird. Eine Uebermittlung von Befehlen ist nur durch Signalzeichen zu ermöglichen, Zuruf ist wegen des nebenliegenden Ablaufberges ausgeschlossen. Letzterer ist ebenfalls durch elektrische Meldung nach dem benachbarten Stellwerke *II* gesichert. Die Weichenstraße beginnt unmittelbar am Stellwerke, verzweigt sich aber in etwa 120 m Entfernung so vielfach, daß dort bisher im Freien an der doppelten Kreuzungs-Weiche bei *C* ein Mann aufgestellt war, welcher nach dem Stellwerke *E* Signalzeichen mit Hand

oder Laterne gab, daß die vorher von Wagen durchfahrenen Weichen für die nächsten Fahrzeuge frei waren. Zwischen diesem Manne und der nächsten Weichenzusammenlegung stand ein Beamter, welcher dem in F aufgestellten Weichensteller zurief, wenn dessen Gleise in Betracht kamen.

In welcher Weise nun hier die Signale gegeben werden, geht unmittelbar aus der unter Abb. 5, Taf. XXXII eingezeichneten Dienstanweisung hervor, von welcher jeder in Betracht kommende Beamte und Arbeiter je einen Abdruck erhalten haben. Man ersieht daraus sofort, wie die von den einzelnen in Betracht kommenden Dienststellen gegebenen Signale bei den übrigen in die Erscheinung treten, und welche Bedeutung sie haben. Einer nähern Erörterung bedarf es bei genauer Durchsicht wohl nicht.

Dienst-Anweisung

für die Bedienung der Weichen im Stellwerke II mit Rücksicht auf die elektrische Anzeige der Gleiswege (Abb. 2 u. 3, Taf. XXXII).

- a) Der Verschieber am Fusse des Ablaufberges nördlich von Bude II a bei D giebt zunächst das Zeichen zum Beginne des Dienstes, indem er den Stöpsel in den Knopf mit der Bezeichnung: »Vor« steckt. Daraufhin ertönt an der Stöpsel­tafel auf dem Ablaufberge eine Klingel.
- b) Derjenige Verschieber A, welcher vom Ablaufberge aus bestimmt, in welche Gleise die Wagen laufen sollen, drückt dort ebenfalls den Stöpsel in den Knopf »Vor« woraufhin der Wärter im Stellwerke II durch eine Klingel benachrichtigt wird, sodafs jetzt die beiden Verschieber und der Stellwerkswärter von dem Beginne des Verschiebedienstes, dem Ablaufen, benachrichtigt sind.
- c) Wenn die Wagen ablaufen, kommen zunächst die Gleise 3 und 4 in Betracht. Da diese von dem Verschieber D nicht zu übersehen sind, wenn er sein Augenmerk darauf richtet, ob die Gleise 5 bis 8 frei sind, so wird bezüglich der Gleise 3 und 4 sowohl der Stellwerkswärter B, als auch der Verschieber D vom Ablaufberge A aus angewiesen.

Der Stellwerkswärter B liest nur vorläufig auf rothen Scheiben, daß Gleis 3 oder 4 benutzt wird, während der Verschieber D solches gleichzeitig auf blauen Scheiben liest. Steht dem Ablassen der Fahrzeuge nach Gleis 3 oder 4 nichts entgegen, so giebt der Verschieber D dem Stellwerkswärter das Signal durch Einstöpseln grade so, wie bei den übrigen Gleisen. Dann erscheinen im Stellwerke B die in Frage kommenden Gleisnummern blau und diese erst geben dem Weichensteller Erlaubnis, die Wagen in die Gleise laufen zu lassen. Die rothen Zahlen sind nur eine vorläufige Benachrichtigung, wenn Gleis 3 oder 4 in Betracht kommt. Durch Einstöpseln in »Halt« können beide Verschieber, oben wie unten nach dem Ablaufberge rothes Licht aus den Signalmasten geben, woraufhin die Lokomotivführer den Druckdienst einzustellen haben.

Die neuesten Verbesserungen werden durch die im Folgenden mitgetheilte Dienstanweisung zur Bedienung der Gleisanlagen (Abb. 6 u. 7, Taf. XXXII) näher erläutert.

Es soll jedoch hier vorher darauf aufmerksam gemacht werden, daß man in der Lage ist, ganze Gleisgruppen zu sperren, indem man über deren Nummern rothe Streiflichter erscheinen läßt. Diese Nothwendigkeit wird bei einzelnen Bahnhofsanlagen nie ganz zu vermeiden sein, besonders dann nicht, wenn verschiedene Stellwerke beim Ablaufen der Fahrzeuge in Frage kommen. In solchen Fällen wird bisweilen die Nothwendigkeit eintreten, die Fahrzeuge nach anderen Gruppen ablaufen zu lassen, wenn z. B. die ursprünglich dafür bestimmten durch einen Unfall gesperrt sind, oder wenn die Fahrzeuge die Spitzen nicht ganz frei gemacht haben. »Roth« bedeutet dann für den Wärter, der ja von vielen andern abhängig ist, für die darunter liegenden Gleise immer »Halt«, auch wenn ihm von einem andern Wärter schon blaue Nummer gegeben sein sollte; er darf dann die Weiche nicht früher umlegen, als sämtliches Roth verschwunden ist. Dabei darf nicht vergessen werden, daß das »roth« für Einzellampen immer nur eine Ankündigung ist, ein rother Strich wagerecht über der Lampe aber unbedingt »Halt« gebietet.

Dienst­anweisung für die Anlage, Abb. 6 u. 7, Taf. XXXII.

1. Der Verschieber auf dem Ablaufberge R giebt durch Einstöpseln in »Vor« ein Klingelzeichen nach St, A, B und C zum Zeichen, daß das Verschiebegeschäft beginnen kann, gleichzeitig werden an den drei Masten die weißen Lampen sichtbar.

Stöpselt er in »Vor« dreimal hinter einander ein, so bezeichnet dies, daß das Verschiebegeschäft beendet ist. In diesem Augenblicke ist der Lokomotivführer mit seiner Lokomotive unmittelbar am Brechpunkte des Ablaufberges, kann also durch die Signale nicht mehr irre gemacht werden.

Mufs der Verschieber auf ein Signal des Stellwerkswärters hin, wenn also bei ihm rothes Licht erscheint, »Halt« geben, so erscheinen an den drei Masten rothe Lichter; dies »Halt« kann er, wenn nöthig, auch ohne den Stellwerkswärter selbstständig geben.

Nach beendeter Arbeit hat er jedesmal den Stöpsel sofort in »Null« zu stecken.

Ertönt bei R ein Klingelzeichen, so verschwindet gleichzeitig ein vorher von St gegebenes rothes Licht, d. h. die Arbeit kann weiter gehen.

Um den Beamten in St, A, B und C anzugeben, in welche Gleise die Wagen laufen sollen, stöpselt R in die dazu bestimmten, mit Nummern bezeichneten Stöpsel ein.

2. Der Stellwerkswärter St kann je nach Lage der bei ihm erscheinenden rothen Streifenlichter durch Einstöpseln in »Halt« dem Verschieber R ein rothes, »Halt« bedeutendes Licht geben, wie auch den drei Masten.

Stöpselt er in »Vor« ein, so ertönt beim Verschieber R die Klingel und die rothen Mastlichter verschwinden, wenn der Verschieber R diese nicht selbst aus einer Ursache durch Einstöpseln in »Halt« bestehen läßt.

Der Wärter erhält zunächst vom Verschieber R sämtliche Gleisnummern, ausser 6 und 7, die er selbst übersehen kann, in »roth«, damit er unterrichtet ist, und durch Vermittelung von A dieselben Nummern in »blau«, woraufhin er die Weichen

für die betreffenden Gleise umwerfen darf, wenn nicht von anderer Seite, B oder C, die rothen Streiflichter über den Gleisnummern erschienen sind.

Gleis 18 darf er nur bedienen, wenn ihm von C aus die Nr. 32, das ist die äußerste Weiche im Gleise 18 nicht »roth« bezeichnet wird, da diese mit Hand umgelegt wird.

Blaues Einzellicht ohne rothes Streiflicht giebt stets Erlaubnis zum Umlegen der Weichen zu diesem Gleise.

3. Wärter A erhält die Lampen 4, 5, 8, 9, 10, 11, 18 stets vom Verschieber R in Blau. Sind die so bezeichneten Gleise frei, so stößelt er dementsprechend ein und im Stellwerke erscheinen dann ebenfalls die blauen Lampen.

Sind für die Gleise 4 und 5, 8 und 9 oder 10, 11, 18 Hindernisse im Wege, so hat er in die hierfür gegebenen »Halt«-Schlüsse einzustöpseln und dann erscheint im Stellwerke rothes Streiflicht über 4 und 5 oder 8 und 9 oder 10, 11, 18, 14, 15, 16, 17. Die letzten vier Gleise werden als von 10, 11, 18 abhängig gleich mitgesperrt.

Durch Einstöpseln in die »Vor«-Schlüsse hebt er die Verbote auf.

Für die ihm vom Ablaufberge gegebenen rothen Gleiszahlen muß er von B aus erst die Erlaubnis durch blaue Zahlen erwarten, ehe er durch Einstöpseln in die Nummern 12 bis 17 dem Stellwerkswärter Erlaubnis zum Umlegen der Weichen giebt.

Auch ihm wird, wie St, B und C, durch Klingelwerk Beginn oder Ende des Dienstes angezeigt.

4. Wärter B ist in der Lage, auf Nachricht von C durch blaue Lampen 15, 16, 17 sämtliche bei ihm befindliche Stöpsel zu bedienen und nach A hin für 12 bis 17 Erlaubnis zum Bedienen dieser Gleise zu geben, welche B dann weiter giebt.

Er kann für sich durch Verbindung mit St die Gleise 12, 13 besonders sperren.

5. Wärter C hat sich zunächst zu überzeugen, wie Weiche 32 im Gleise liegt. Liegt sie gerade, so ist Gleis 18 unbenutzbar, er muß deshalb den besonders geformten Stöpsel dann hier zunächst in 32 einstecken, wodurch Lampe 32 im Stellwerke »roth« beleuchtet wird.

Er giebt die Erlaubnis für Gleise 15, 16, 17 nach B, dieser weiter nach A, und A giebt sie nach St, kann aber Gleise 14 bis 17 durch unmittelbare Verbindung mit St durch dort erscheinendes rothes Streiflicht sperren und dies Verbot durch Einstecken in den »Vor«-Stöpsel-Schluss sofort aufheben.

Sämtliche Beamte haben nach Beginn des Verschiebedienstes auf ihren Plätzen zu bleiben, beim Erscheinen der Gleisnummern die betreffenden Gleise auf ihre Benutzbarkeit sofort zu überschauen, und wenn nichts im Wege liegt, durch Einstecken der Stöpsel die Erlaubnis dem dem Stellwerke näher stehenden Wärter weiterzugeben.

Einmaliges Klingeln heißt Beginn des Dienstes, dreimaliges Ende, rothes Einzellicht heißt: Abwarten was dein Hintermann sagt, ehe du dem Vordermann weitergiebst; blaues Licht heißt Erlaubnis zur Weitergabe des Signales oder Umlegen der Weichen, wenn der Stellwerkswärter solches erhält; rothes Licht am

Maste ist »halt« für den Lokomotivführer, weißes Licht daselbst ist Erlaubnis zum Abdrücken, die durch Fehlen allen Lichtes jedoch nicht unterbrochen wird. Das weiße Licht an den Masten kann demnach auch entbehrt werden.

Die Angestellten gewöhnen sich ungemein rasch an die Bedeutung der einzelnen Zeichen; sie wissen schon aus dem Ort, wo der Lampenkasten steht, daß eine bestimmte Nummer ebenfalls dort steht, auch wenn solche nicht beleuchtet ist. Deshalb ist es auch nicht nöthig, die Streiflichter mit Nummern zu versehen, besonders nicht, wenn solche abwechselnd weiß oben, oder unten angebracht werden.

Die einzelnen Handschläge erscheinen im ersten Augenblicke etwas verwickelt und langwierig, nehmen aber bei fünf Stationen, wie im letzten Beispiele, wenn nur einigermaßen aufgepaßt wird, kaum 4 bis 5 Sekunden in Anspruch, so daß die Bestimmung der Fahrzeuge schon klar ist, wenn diese kaum in Bewegung gesetzt sind.

Es liegt nun nahe, von der im Allgemeinen richtigen Voraussetzung auszugehen, daß dem Ablaufen der Fahrzeuge nichts im Wege stehe und alles regelmäßig verläuft. Wird dieser Fall berücksichtigt, so ist man in der Lage, noch einfacher vorzugehen. Eine Anlage bestehe aus dem Verschieber R auf dem Berge, dem Stellwerkswärter St und den Unterstationen A, B, C. Dann kann R nach St, A, B und C sofort blaues Licht geben und nur, wenn bei den Unterstationen etwas nicht in Ordnung ist, können diese durch Einstöpseln dem Wärter »Roth« für das betreffende Gleis, oder für eine ganze Gruppe zurückgeben. Hierdurch fallen in den Zwischenstationen die rothen Lichter und die Signale von C nach B, von B nach A und von A nach St fort.

Es wird aber bei vielen Anlagen nöthig sein, sich vorher über die Anwendung des einen oder anderen Verfahrens klar zu werden. Sind die Berge hoch genug, so daß die Fahrzeuge flott laufen, ohne daß Hindernisse durch Stehenbleiben zu befürchten sind, so wird das zuletzt angedeutete Verfahren vorzuziehen sein. Trifft diese Voraussetzung nicht zu, so ist das zu Abb. 6 u. 7, Taf. XXXII beschriebene Verfahren vorzuziehen, denn es gewährt größere Sicherheit.

Die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes kommt der Einrichtung zu Hilfe, ohne sie würde es ganz undenkbar sein.

Die Vortheile, welche nach Vorstehendem erwachsen, sind kurz in Folgendem zusammenzufassen:

1. Größtmögliche Sicherheit für das Verschieben von Ablaufbergen aus in dunkeln Nächten, bei starkem Schneegestöber und Nebel;
2. Rasches und ununterbrochenes Verschieben;
3. Aufhören des oft ohrenbetäubenden Lärmes, der durch lautes Rufen der Gleisnummern und sonstiger Befehle durch die Zurufer und Beamten entsteht, welche beim Verschiebegeschäfte betheilig sind,
4. Mißverständnisse, welche bei nebeneinander liegenden Anlagen durch Rufen entstehen, werden gänzlich vermieden;
5. die Beeinflussung durch Nachbardienste fällt fort;
6. die Beamten bleiben an bestimmten Plätzen und sind deshalb weniger Gefahren ausgesetzt;

7. das Anschreiben der Nummern an die Fahrzeuge ist überflüssig, damit ist eine weitere Gefahr für die Angestellten vermieden;
8. in den meisten Fällen werden Mannschaften erspart.

Wird in Betracht gezogen, welche hohe Kosten durch rasche Bewältigung des Verschiebedienstes mittels rascherer Aufeinanderfolge der Züge und durch Verhütung von Unfällen bei unsich-

tigem Wetter vermieden werden, so sieht man leicht, daß sich solche Anlagen bezahlt machen; sie sind gewöhnlich schon durch Vermeidung eines einzigen Unfalles gedeckt.

Auf Bahnhöfen ohne elektrisches Licht ist durch Benutzung von tragbaren Speichern, welche in der nächsten Stromquelle gespeist werden können, ebenfalls leicht die Anwendung des Verfahrens zu ermöglichen.

Ueber den Kohlenverbrauch für die Dampfheizung der Personenwagen.

Von R. Kluge, Regierungsbaumeister in Dresden.

Der Kohlenverbrauch für die Heizung der Personenwagen mittels Dampfes, welcher dem Kessel der Lokomotive entnommen wird, ist, wenn überhaupt genauere Erhebungen darüber stattgefunden haben, meist durch einzelne Versuche ermittelt worden, indem ein nicht in der Fahrt begriffener Probe-Wagenzug eine Zeit lang erwärmt und der Dampf- und Kohlenverbrauch festgestellt wurde.

Dieser Kohlenverbrauch läßt sich jedoch, wenn gewisse statistische Aufzeichnungen über die Leistungen und den Heizstoffverbrauch der Lokomotiven vorhanden sind, auch aus den wirklichen Betriebsergebnissen angenähert bestimmen.

In Sachsen wurden bis vor einigen Jahren derartige Aufzeichnungen in der Hauptsache zum Zwecke der Berechnung der Kohlenersparnis-Belohnungen vorgenommen. Aus diesen Aufzeichnungen waren außer Anderem für jede einzelne Lokomotive und für jeden Monat folgende Angaben zu entnehmen:

1. die Anzahl der zurückgelegten Lokomotivkilometer und der geleisteten Verschiebestunden,
2. die dabei geleisteten Wagenachskilometer, getheilt nach Personenwagen- und Güterwagenachsen,
3. der Heizstoffverbrauch.

Dabei waren die Leistungen noch auf die einzelnen Linien, auf denen sie stattgefunden hatten, vertheilt, während der Heizstoffverbrauch nur als Monatssumme angegeben war. An der Hand derartiger Aufzeichnungen kann man den Kohlenverbrauch für die Heizung näherungsweise bestimmen, wenn man von folgendem Gedanken ausgeht.

Sowohl bei den von der Lokomotive aus geheizten Zügen, — Schnell- und Personenzügen —, als auch bei den nicht geheizten Zügen, — Güterzügen —, tritt im Winter ein größerer Kohlenverbrauch auf, als im Sommer. Dieser erhöhte Verbrauch ist im Allgemeinen durch die ungünstigeren Witterungsverhältnisse, durch die erhöhte Reibungsarbeit infolge Steifwerdens der Schmiermittel, durch die Abkühlungsverluste an der Lokomotive u. s. w. bedingt; bei den von der Lokomotive aus geheizten Zügen kommt außerdem noch der Kohlenverbrauch für die Herstellung des Heizdampfes hinzu. Berechnet man also für Linien, auf denen die Dampfheizung eingeführt ist, den durchschnittlichen Kohlenverbrauch bei Zügen ohne Dampfheizung, den Güterzügen, einmal für den Sommer und ein anderes Mal für den Winter und desgleichen den durchschnittlichen Kohlenverbrauch bei geheizten Zügen, den Schnell- und

Personenzügen, sowohl für die warme, als auch für die kalte Jahreszeit, so müssen die Unterschiede, die man zwischen den Werthen für den Sommer und für den Winter erhält, bei beiden Zugarten verschieden sein, und zwar bei den Personenzügen größer, als bei den Güterzügen.

Der Unterschied der beiden Unterschiede wird in der Hauptsache auf die Dampfheizung zurückzuführen sein.

Als Bezugsinheit, auf welche der Kohlenverbrauch berechnet wird, kann zweckmäßig das Wagenachskilometer dienen. Es ist zunächst der Kohlenverbrauch für 1 Tonnenkilometer zu bestimmen. Durch Multiplikation mit der Durchschnittsbelastung einer Wagenachse wird dann der Kohlenverbrauch für 1 Wagenachskilometer erhalten.

Es bedeute:

- a die Anzahl der von einer Lokomotive zurückgelegten Zug- und Verschiebekilometer*),
- b die Anzahl der dabei geleisteten Wagenachskilometer,
- p die Anzahl der darunter befindlichen Wagenachskilometer von Personenwagen, also geheizter Wagen,
- K den Gesamtkohlenverbrauch in kg, bezogen auf Steinkohlen,
- G das Gewicht der Lokomotive in Tonnen,
- g die Durchschnittsbelastung einer Wagenachse**) in Tonnen.

Dann ist:

$\frac{K}{G \cdot a + g \cdot b} = k$ der durchschnittliche Kohlenverbrauch für ein Tonnenkilometer, und

$k \cdot g = \gamma$ = der durchschnittliche Kohlenverbrauch für ein Wagenachskilometer.

Berechnet man nun für eine Linie für jeden Monat die γ -Werthe für Personen- und für Güterzüge, so erhält man für die verschiedenen Zugarten

$$\frac{1}{5} \sum_{\text{Mai}}^{\text{September}} \gamma \text{ oder: } \frac{1}{5} \sum \gamma \text{ (Mai bis September)}$$

*) 1 Verschiebestunde wurde wie üblich = 10 Lokomotivkilometer gerechnet.

**) Es wurde gesetzt:

$g = 5,5$ t bei Güterzügen,

$= 5,0$ t bei gewöhnlichen Personenzügen,

$= 6,0$ t bei gewöhnlichen Schnellzügen,

$= 6,5$ t bei Schnellzügen mit schweren Durchgangswagen für die Linien Leipzig—Hof; die Berechnung wurde für den Zeitabschnitt 1894/95 ausgeführt, zu welcher Zeit schwere Wagen mit $g = 8,0$ t nur ganz vereinzelt in den sächsischen Zügen liefen.

als den durchschnittlichen Kohlenverbrauch in der warmen Jahreszeit.

Das Zusatzzeichen γ bezeichne die betreffenden Werthe für Personen-, d. h. geheizte Züge, während die Werthe ohne dieses Zusatzzeichen auf Güter-, d. h. ungeheizte Züge bezogen seien.

Man kann dann für jeden Wintermonat den Kohlenmehrverbrauch gegenüber den Sommermonaten berechnen und erhält für jeden Wintermonat ein

$$\gamma - v = \delta \text{ für Güterzüge und ein}$$

$$\gamma_1 - v_1 = \delta_1 \text{ für Personenzüge, wobei}$$

$$\delta_1 > \delta \text{ oder } \delta_1 \text{ größer als } \delta \text{ ausfallen wird.}$$

Der Unterschied $\delta_1 - \delta$ giebt jedoch noch nicht ohne weiteres den auf ein Achskilometer bezogenen Kohlenverbrauch für die Dampfheizung an. Es würde dies nur der Fall sein, wenn nach Art und Geschwindigkeit genau gleiche Züge einmal ohne Dampfheizung und ein anderes Mal mit Dampfheizung gefahren worden wären.

Den Verbrauch für die Dampfheizung würde man erhalten können, wenn man aus der Verbrauchszunahme bei den Güterzügen im Winter einen Rückschluss auf den bei den Personenzügen im Winter auftretenden Mehrverbrauch ziehen könnte, welcher lediglich durch die Witterungsverhältnisse, nicht aber durch die Heizdampfabgabe herbeigeführt wird, wenn man also den Kohlenmehrverbrauch bei den Personenzügen berechnen könnte, welcher stattfindet, ohne daß Heizdampf abgegeben wird. Der Unterschied zwischen dem berechneten und dem wirklichen Verbrauche würde dann sofort den Verbrauch für die Dampfheizung ergeben.

Es kann nun nicht ohne weiteres angenommen werden, daß der Kohlenverbrauch im Winter bei den Personenzügen, abgesehen von der Dampfheizung, im gleichen Verhältnisse wachse, wie derjenige bei den Güterzügen. Es mögen daher zunächst die Ursachen, welche den Mehrverbrauch im Winter hervorrufen, etwas näher betrachtet werden. Diese Ursachen sind in der Hauptsache folgende:

1. Die ungünstigeren Witterungsverhältnisse, als Wind, Sturm, Schneewehen u. s. w., wodurch der Zugwiderstand vergrößert wird, sowie Nebel, Regen, Glatteis u. s. w., wodurch leicht ein Gleiten der Räder eintritt, ferner geringe Wärme des Kesselspeisewassers u. s. w.
2. Die durch das Steifwerden der Schmiermittel bedingte höhere Reibung der Lager u. s. w.
3. Die Abkühlungsverluste an der Lokomotive, und zwar am Lokomotivkessel und namentlich an den Dampfcylinderwandungen, welche auf den Arbeitsdampf ungünstig einwirken.

Die unter 1. genannten Einwirkungen treten bei Personen- und Güterzügen in gleicher Weise auf, so daß nicht anzunehmen ist, daß der Kohlenmehrverbrauch im Winter ihrer wegen bei den Personenzügen ein anderer sei, als bei den Güterzügen. Das Gleiche dürfte von den unter 2. genannten Einflüssen gelten. Die Reibung ist zwar von dem Drucke und der Geschwindigkeit abhängig; die Achsdrücke und die Geschwindigkeiten sind aber bei den verschiedenen Zugarten nicht so erheblich verschieden, als daß man deshalb ein verschiedenes Anwachsen des Kohlenmehrverbrauches bei den verschiedenen

Zugarten unbedingt annehmen müßte. Man darf für den vorliegenden Zweck vielmehr voraussetzen, daß die beiden erstgenannten Einwirkungen in gleicher Weise bei den verschiedenen Zugarten in der allgemeinen Zunahme des Kohlenverbrauches im Winter zum Ausdruck kommen. Wohl aber ist anzunehmen, daß die unter 3. genannten Abkühlungsverluste bei den Personenzuglokomotiven eine andere Größe erreichen, als bei den Güterzuglokomotiven, indem diese Verluste im allgemeinen von der Zeit abhängig sind, während welcher die Lokomotiven der Abkühlung ausgesetzt waren. Eine Personenzuglokomotive legt dienstplanmäßig bedeutend mehr Kilometer zurück, als eine Güterzuglokomotive. Der Kohlenmehrverbrauch, bezogen auf ein Achskilometer, wird also, abgesehen von der Abgabe von Heizdampf, bei den Personenzuglokomotiven einer bestimmten Dienstgruppe im Verhältnisse der durchschnittlich in einem Monate zurückgelegten Lokomotivkilometer größer und im Verhältnisse der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten der in der betrachteten Dienstgruppe beförderten Züge kleiner sein, als bei einer bestimmten Gruppe von Güterzuglokomotiven, welche auf der gleichen Strecke laufen. Wenn hiernach der Kohlenmehrverbrauch bei den Personenzuglokomotiven im Verhältnisse der Geschwindigkeiten kleiner sein soll, als bei den Güterzuglokomotiven, so ist dagegen zu bedenken, daß bei den Personenzuglokomotiven in Folge der größeren Geschwindigkeit und des dadurch bedingten schnellern Wechsels der abkühlenden Luftschichten wahrscheinlich größere Abkühlungsverluste an den Dampfcylinder- und Kesselwandungen eintreten, als bei Güterzuglokomotiven. Der Kohlenverbrauch wird daher bei den Personenzuglokomotiven etwas größer sein, wenn auch nicht vorausgesetzt werden kann, daß er im geraden Verhältnisse der Geschwindigkeiten größer ist, als bei den Güterzuglokomotiven. Es ist deshalb angenommen worden, daß der Kohlenmehrverbrauch nicht im Verhältnisse der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten, wie oben angegeben, sondern im Verhältnisse der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten kleiner sei, als bei den Güterzügen, da

$$\frac{v}{v_1} > \frac{w}{w_1} \text{ ist, wenn}$$

v und v_1 die durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten und w und w_1 die durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten der Züge in den Dienstgruppen derjenigen Güter- und Personenzuglokomotiven sind, deren Verbrauchsätze verglichen werden sollen. Bezeichnet man mit a und a_1 noch die durchschnittlich in einem Monate dienstplanmäßig von diesen Lokomotiven zurückgelegten Lokomotiv-Zugkilometer, so ist also die Annahme gemacht worden, daß man den Kohlenmehrverbrauch, welcher bei den Personenzuglokomotiven eintreten würde, wenn kein Heizdampf abgegeben würde, aus demjenigen der Güterzuglokomotiven berechnen kann zu:

$$\delta'_1 = \delta \cdot \frac{a_1}{a} \cdot \frac{v}{v_1}.$$

Die Brauchbarkeit dieser Annahme ist dadurch geprüft worden, daß für die Linie Gera-Glauchau, auf welcher im Winter 1894/95 die Dampfheizung der Personenwagen noch nicht eingeführt war, eine Proberechnung angestellt wurde. Ist die Annahme richtig, so muß der aus dem bei den Güterzügen

gefundenen Kohlenmehrverbrauche = δ berechnete Werth von δ'_1 für die Personenzüge mit dem für die Personenzüge dieser Linie wirklich gefundenen Werthe von δ_1 übereinstimmen. Dies war aber wirklich der Fall, indem sich für den Gesamtdurchschnitt der Wintermonate ergab:

$$\delta_1 = 0,0307 \text{ und } \delta'_1 = 0,0309.$$

Für Linien, auf denen die Dampfheizung eingeführt ist, giebt der Unterschied

$$\delta_1 - \delta'_1 = \vartheta,$$

demnach den Kohlenverbrauch für die Dampfheizung an.

Ist $\varepsilon = \frac{p}{b}$ = das Verhältnis der Wagenachskilometer geheizter

Personenwagen zur Gesamtsumme der Wagenachskilometer, welche von den in Betracht gezogenen Personenzuglokomotiven geleistet worden sind, so erhält man als $\zeta = \frac{\vartheta}{\varepsilon}$ den Kohlenverbrauch für die Heizung für ein Wagenachskilometer geheizter Wagen.

Wenn man auf diese Weise die Werthe von ζ für bestimmte Linien und Züge berechnet, so wird man sehr verschiedene Ergebnisse erhalten, da die verschiedenen Züge verschieden schnell fahren und der Kohlenverbrauch für die Heizung natürlich wesentlich von der Zeit abhängt, während welcher geheizt wird. Einen Vergleichswerth wird man daher erst erhalten, wenn man die ζ noch mit der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit w_1 der betreffenden Züge vervielfältigt. Schliesslich ergibt also das Produkt:

$$\zeta \cdot w_1 = h$$

den Kohlenverbrauch für die Heizung in der Stunde für eine Achse geheizter Wagen.

Diese Berechnungen sind für die Hauptstrecken der sächsischen Staatseisenbahnen, auf denen durchgehends mit Dampf geheizt wird, ausgeführt und der Kohlenverbrauch ist für die Dampfheizung für jeden Wintermonat festgestellt worden.

Die Ergebnisse sind aus den nachstehenden Zusammenstellungen zu erschen. Den Berechnungen liegen die Betriebsergebnisse der Monate Oktober 1894 bis September 1895 zu Grunde. Dieser Zeitabschnitt ist gewählt, da die folgenden Winter ziemlich milde waren und ausserdem für spätere Zeiten die nöthigen, ausführlichen statistischen Aufzeichnungen nicht mehr zur Verfügung standen. Zu den Berechnungen ist zu bemerken, dass nur die Leistungen und Verbrauchsätze solcher Lokomotiven benutzt wurden, welche nur auf der in Betracht gezogenen Linie Dienst geleistet hatten. Aus den statistischen Aufzeichnungen war genau zu entnehmen, in welcher Dienstgruppe die einzelnen Lokomotiven Dienst geleistet hatten, so dass an der Hand der Diensttheilungen für die Lokomotiven auch genau die Züge festgestellt werden konnten, welche von den Lokomotiven befördert und welche in Betracht zu ziehen waren. In jeder Dienstgruppe sind die Durchschnittswerthe von wenigstens 4 bis zu 10 Lokomotiven gezogen worden. Lokomotiven, welche kurz vorher oder nachher zu gröfseren Ausbesserungen den Werkstätten zugeführt worden waren, sind nicht berücksichtigt worden.

Die für die verschiedenen Linien gefundenen Werthe des Kohlenverbrauches zur Dampfheizung für eine Stunde und Achse sind in kg Steinkohle folgende:

a) Schnellzüge.

	Leipzig-Hof	Dresden-Görlitz	Dresden-Riesa-Leipzig	Dresden-Bodenbach	Dresden-Chemnitz	
Oktober . . .	1,35	1,32	1,33	1,17	1,35	
November . . .	1,45	1,48	1,65	1,47	1,74	
Dezember . . .	2,27	2,43	2,04	2,41	2,26	
Januar . . .	2,79	2,66	3,09	2,98	2,52	
Februar . . .	3,96	3,70	3,54	3,60	3,22	
März . . .	1,45	2,03	1,95	1,94	1,66	
April . . .	0,90	0,77	0,97	0,87	0,72	
Durchschnitt	Oktober bis April	2,02	2,06	2,08	2,06	1,92
	Dezember bis Februar	3,01	2,93	2,89	3,00	2,67

b) Personenzüge.

	Leipzig-Reichenbach i. V.	Dresden-Görlitz	Dresden-Riesa-Leipzig	(Chemnitz)-Zwickau-Hof	Dresden-Chemnitz	
Oktober . . .	0,94	1,04	1,25	1,11	0,64	
November . . .	1,10	1,51	1,55	1,31	1,40	
Dezember . . .	2,21	2,54	1,87	1,84	1,58	
Januar . . .	3,11	2,84	2,74	2,98	2,34	
Februar . . .	3,60	3,32	3,18	3,42	2,70	
März . . .	1,57	1,62	1,47	1,66	1,52	
April . . .	0,96	1,08	1,03	0,62	0,60	
Durchschnitt	Oktober bis April	1,92	1,99	1,87	1,85	1,54
	Dezember bis Februar	2,97	2,90	2,60	2,75	2,21

Die gefundenen Werthe zeigen für die verschiedenen Linien und auch innerhalb der einzelnen Linien in den verschiedenen Monaten allerdings ziemlich grosse Unterschiede, wie dies auch nicht anders erwartet werden kann, da der Verbrauch für die Dampfheizung von sehr vielen Umständen abhängt. Dagegen lassen die Durchschnittswerthe für den ganzen Zeitabschnitt, Oktober bis einschliesslich April, und auch für die drei kältesten Monate, Dezember bis Februar, eine recht annehmbare Uebereinstimmung erkennen, so dass man den für die Berechnung eingeschlagenen Weg als den thatsächlichen Verhältnissen annähernd entsprechend ansehen kann, indem die vorhandenen Unterschiede durch die verschiedenen Streckenverhältnisse, je nachdem die Linie viel durch freies Gelände oder durch geschützte Waldgegend oder durch Thäler führt, im Flachlande oder im Gebirge liegt u. s. w., hinreichend erklärt erscheinen. Ausserdem sind die einzelnen Unterschiede und Abweichungen durch die verschiedene Art des Vorwärmens der Züge bedingt, denn die obigen Verbrauchswerthe enthalten zugleich den Verbrauch für das Vorwärmen der Züge; ferner hängen sie ab von der Länge der Züge, von der Eintheilung des Wagenumlaufes, endlich auch von der Art, wie den Vor-

schriften über die Dampfheizung der Personenwagen nachgekommen wird, ob die Abgabe des Heizdampfes von der Lokomotive der Luftwärme entsprechend geregelt wird, oder ob ohne Rücksicht darauf stets stark geheizt wird, so daß die Wagen theilweise überheizt werden und durch Oeffnen der Fenster eine gewisse Verschwendung mit Heizdampf stattfindet u. s. w. Namentlich die Art und die durch den Wagenumlauf bedingte grössere oder geringere Nothwendigkeit des Vorwärmens der Züge übt einen grossen Einfluß aus. In dieser Beziehung ist z. B. bei der Linie Dresden-Chemnitz einerseits der Einfluß der Vorwärmanlage auf dem früheren böhmischen Bahnhofe in Dresden, andererseits der Umstand zu bemerken, daß die Lokomotiven in Chemnitz wegen des Wagenlaufes bereits vorgewärmte Züge vorfinden. Bei den Zügen der Linie Dresden—Görlitz, Dresden—Bodenbach, Dresden—Leipzig kommt der Einfluß der erwähnten Vorwärmanlage weniger zum Ausdruck, da bei den Zügen dieser Linien ein längeres Vorwärmen der Wagen in Görlitz, Bodenbach und Leipzig nothwendig war und die Wagen dieser Linien wegen des Durchlaufens der Wagen in Dresden weniger an die Vorwärmanlage angeschlossen wurden.

Bei den Schnellzügen erhält man, wie aus den Zusammenstellungen hervorgeht, etwas grössere Verbrauchswerthe, als bei den Personenzügen, was einerseits durch die Kürze der Züge gegenüber den Personenzügen und die dadurch verhältnismässig bessere Erwärmung der Wagen, andererseits durch die wegen der grösseren Geschwindigkeit grösseren Abkühlungsverluste zu erklären ist. Zu bemerken ist, daß die Lokomotiven, welche bei den Schnellzügen obiger Linien in Betracht gezogen worden sind, nie reinen Schnellzugsdienst geleistet, sondern, wenn auch in geringer Zahl, Personenzüge mit befördert haben, so daß die Werthe für Schnellzüge wahrscheinlich noch etwas erhöht werden müssen.

Eine genauere Kenntnis des wirklichen Betriebsaufwandes für die Dampfheizung kann erwünscht sein, wenn es sich um die Preisbestimmung seitens der Eisenbahnverwaltungen für die Abgabe von Heizdampf zu Gunsten Fremder handelt, z. B. für Post- und Schlafwagen. Es ist dazu noch Folgendes zu bemerken:

Die oben erhaltenen Werthe sind auf kg Steinkohlen bezogen, und zwar Steinkohlen mit einer durchschnittlichen Verdampfung im Lokomotivkessel von 7,5 kg Wasser auf 1 kg Kohle, einschliesslich der Verluste an Schlaberwasser u. s. w. Bei den Berechnungen sind die verbrauchten Braunkohlen mit $\frac{4}{7}$ ihrer Menge auf Steinkohlen umgerechnet worden, was dem Heizwerthverhältnisse der in Sachsen verbrauchten Braun- und Steinkohlen entspricht.

Bei Abrechnungen über die Abgabe von Heizdampf dürfte es sich empfehlen, das Wagenachskilometer als Bezugseinheit zu wählen. Es kann dann entweder die Anzahl der Achskilometer in Rechnung gezogen werden, welche von den betreffenden Wagen zurückgelegt worden sind in der Zeit und an den Tagen, wo wirklich geheizt worden ist, — als Verbrauchssatz ist in diesem Falle etwa der gefundene Durchschnittswerth für die drei kältesten Monate, Dezember bis Februar, anzunehmen — ; oder, und dies erscheint einfacher, es wird der für den ganzen Heiz-Zeitabschnitt, Oktober bis einschliesslich April, gefundene

Durchschnittsverbrauch zu Grunde gelegt und damit die Gesamtsumme der von dem betreffenden Wagen vom 1. Oktober bis 30. April zurückgelegten Achskilometer multipliziert, gleichgültig, ob an allen Tagen dieser Zeit wirklich geheizt wurde, oder nicht. Bei letzterer Rechnungsart ist man von der Aufzeichnung oder Annahme von Heiztagen nicht abhängig.

Bei Festsetzung des durchschnittlichen Verbrauchssatzes ist zu beachten, daß die oben angegebenen Werthe natürlich zunächst nur für den Winter 1894/95 galten. Die Witterungsverhältnisse in diesem Winter waren zwar nicht besonders günstige, dieser Winter ist aber auch nicht als besonders strenger anzusehen, so daß der regelmässige Verbrauchssatz wohl etwas höher gegriffen werden kann. Man wird dies auch deshalb thun müssen, weil die gefundenen Werthe nur für die grossen Hauptlinien gelten, bei denen die Wagen eine lange Strecke durchlaufen, ehe sie wieder auskühlen und von neuem erwärmt werden. Bei den kleineren Nebenlinien, wo die Wagen öfters in den Pausen zwischen je zwei Zügen vollständig kalt werden und neu vorgewärmt werden müssen, wird der Heizdampfverbrauch grösser sein. Es wird ausserdem zweckmässig sein, für Schnell- und Personenzüge nur einen Verbrauchssatz anzunehmen.

Unter Beachtung dieser Verhältnisse kann man als Verbrauchssatz etwa festsetzen:

2,5 kg Steinkohle mit einer Verdampfungsziffer = 7,5 für eine Achse und Stunde, ferner die durchschnittliche Reise-Geschwindigkeit zu 35 bis 40 km/St. Die Kosten für 1 kg Dampf sind zu 0,3 Pf. anzunehmen, worin sämtliche Kosten für Wasser und Kohlen, die Herstellung des Dampfes, Unterhaltung und Abschreibung der verschiedenen Anlagen, Bedienungskosten und ein Antheil der Verwaltungskosten inbegriffen sein sollen. Man erhält dann als Preis für die Dampfheizung für 1 Achskilometer geheizter Wagen:

$$\frac{2,5}{35 \text{ bis } 40} \cdot 7,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ Pf.},$$

wobei jedoch wohl zu beachten ist, daß mit diesem Preise die Gesamtsumme der vom 1. Oktober bis 30. April mit den betreffenden Wagen zurückgelegten Achskilometer multipliziert werden muß, gleichviel, ob an allen Tagen geheizt worden ist oder nicht.

Zieht man nur die Tage, an welchen thatsächlich geheizt worden ist, in Betracht, so muß man einen höhern Verbrauchssatz, etwa 3,3 bis 3,5 kg Steinkohle annehmen und erhält als Preis:

$$\text{rund } 0,20 \text{ Pf. für } 1 \text{ Achskilometer.}$$

Für die Achse und Stunde berechnet, stellen sich die Kosten auf etwa:

$$\begin{aligned} &5,5 \text{ Pf. als Durchschnittswerth für} \\ &\quad \text{die ganze Heiz-Jahreszeit} \\ &\text{und } 7,5 \text{ Pf. als Durchschnittswerth für} \\ &\quad \text{die drei kältesten Monate Dezember bis Februar.} \end{aligned}$$

Ebenso kann man den Verbrauch und die Kosten auf andere Einheiten umrechnen. Wenn man z. B. die durchschnittlich auf eine Achse entfallenden laufenden Meter Kastenlänge bei den Wagen der verschiedenen Klassen und die Grösse

Wagen, deren Gewicht zu 6 t/m für ein Gleis angenommen wurde.

Wie Abb. 10, Taf. XXXII angeht, besteht die Decke der eisernen Hochbahn aus den bereits früher behandelten*) gebogenen Trapezblechen. Diese sind, um den Boden vollständig dicht zu machen, an ihrem untern Theile durch ein geripptes wagerechtes Blech verbunden und haben eine Dicke von 9,5 mm bei 6,10 m Länge. Der untere Theil der Höhlung ist mit einer Mischung aus Theer und grobem Kiese angefüllt. Seitliche Neigung läßt das Wasser durch Sammel- und Abfallrohre in die Gasse abfließen.

Die Decke ist aus Stahl hergestellt, während alle übrigen Theile von Eisen sind.

Der Hauptbahnhof (Abb. 1—3, Taf. XXXVI)

nimmt ein Rechteck von 82 × 210 m ein. Das Empfangsgebäude hat seine Hauptseite nach Market-street und vermittelt den Zutritt zu einer breiten gedeckten Kopfbahnsteighalle, lobby, und der gedeckten Haupthalle mit ihren Abfahrts- und Ankunftsgleisen.

Die Bahnhofsgleise liegen 7,50 m über den anliegenden Strafsen; Treppen und Aufzüge im Hauptgebäude führen die Reisenden dahin.

Das Empfangsgebäude, 82 m breit, 30 m tief hat eine Höhe von insgesamt 51,70 m, ist unterkellert und besitzt sieben Stockwerke. Die Vorderansicht, welche der Strafsen wie die eines der üblichen großen Geschäftshäuser ohne besondere Betonung des Zweckes eingereicht ist, wurde bis zum zweiten Stocke in Granit aufgeführt und von da an in Backsteinen mit Verzierungen aus gebranntem Thone. Die Decken werden von gußeisernen Säulen getragen, die durch eiserne Träger verbunden sind, welche in der Längsrichtung einen Abstand von 4,80 m, nach der Seite hin von 6,00 m haben. Die Trennungswandern sind aus Gyps, Asbest und Rohr leicht und unverbrennbar hergestellt.

Der Keller (Abb. 1, Taf. XXXVI), der sich unter dem Hauptgebäude hinzieht, ist so groß, daß er die Maschinen aufnehmen kann, von denen später die Rede sein wird; er steht durch einen gewölbten Tunnel mit einem Kühlungsraume in Verbindung. Dieser Tunnel setzt sich dann noch weiter bis zu dem Gebäude fort, in welchem die für den Bahnhofsdienst nöthigen Maschinen untergebracht sind.

Das Erdgeschofs (Abb. 2, Taf. XXXVI) enthält in Strafsenhöhe in der Mitte die Wartesaule, die Fahrkartenausgaben und die Räume für die Post, den Telegraphen- und den Pullman-Schalter. Auf der Westseite ist die Kasse und den östlichen Theil nehmen die Zimmer für die Verwaltung der Gesellschaft und die Herstellung der Fahrkarten ein.

Die für das Gepäck bestimmten Räume sind in dem hintern nach Süden gelegenen Theile des Hauptgebäudes untergebracht und in solche für ankommendes und abfahrendes Gepäck getrennt; zwischen beiden führt ein 6 m breiter Gang hindurch, der die Wartesaule mit dem Droschkenstandplatze verbindet und auf dessen beiden Seiten sich die Räume für den ärzt-

lichen Dienst, die Fundsachen und verschiedene andere Nebenzwecke befinden.

Zwei große für die Reisenden bestimmte Aufzüge und eine Treppe stellen die Verbindung mit den Wartesaülen im zweiten Stocke her, die in Gleishöhe liegen. Ebenso befinden sich in jedem Gepäckraume zwei Aufzüge, die kräftig genug sind, um die für die Beförderung des Gepäcks bestimmten dreiräderigen Karren zu heben.

Die wichtigsten Räume im Erdgeschosse haben folgenden Flächeninhalt:

Wartesaal	467 qm
Fahrkartenverkauf	129 <
Post	103 <
Räume für ankommendes Gepäck	655 <
< < abfahrendes Gepäck	590 <

Im zweiten Stocke (Abb. 3, Taf. XXXVI) befindet sich in der Mitte ein großer Wartesaal (Abb. 3, Taf. XXXVI) mit einer Laube, von der aus man auf Market-street sieht, im Osten ein Wartesaal für Frauen mit dazu gehörigem Waschraume und im Westen eine Schänke mit dahinter liegendem Speiseraume.

Neben dem Wartesaale für Frauen liegen der Lesesaal, ein Rauchzimmer und der Waschraum für Männer.

Die Flächeninhalte der Räume im zweiten Stocke vertheilen sich, wie folgt:

Wartesaal	730 qm
Saal für Frauen	238 <
Wachraum für Frauen	54 <
Lesesaal	28 <
Rauchzimmer	47 <
Wachraum für Männer	52 <
Schänke	332 <
Speiseraum	247 <

Der Boden ist mit Marmortafeln belegt, nur der mittlere Theil des Raumes für Frauen hat Parquetboden.

Die oberen Stockwerke sind von verschiedenen Dienstabtheilungen der Gesellschaft, den Diensträumen des Vorsitzenden des Aufsichtsrathes und des Geschäftsführers besetzt.

Die in einer Höhe mit den Küchen liegenden acht Behälter für die Wasserversorgung des Bahnhofes enthalten 125 cbm. Fünf von ihnen dienen zur Aufspeicherung von Regen-, drei von filtrirtem Wasser. Die Röhren, welche sie verbinden, sind so angeordnet, daß man sowohl alle zugleich in Gebrauch nehmen kann, als auch jeden beliebigen Theil.

Zwischen dem Hauptgebäude und der Bahnsteighalle befindet sich ein verdeckter Kopfbahnsteig, lobby*) von 15 m Breite, welcher die ganze Anlage der Quere nach durchsetzt (Abb. 3, Taf. XXXVI).

Am rechten Ende liegen die Diensträume des Bahnhofsvorstandes, links führen zwei breite Treppen nach aufsen, die eine nach der 12. Street, die andere nach der Market-street. Der Fußboden dieses Kopfbahnsteiges besteht aus Zement und enthält für die Erleuchtung der darunter liegenden Gepäckräume vier große, bogelbare Oberlichtflächen.

*) Organ 1889, S. 161; 1890, S. 194; 1895, S. 190; 1896, S. 22.

*) Bezüglich dieser Einrichtung vergl. Organ 1894, S. 1.

Die Bahnsteighalle ist in einer Weite mit genieteten Dreigelenkbögen überdeckt (Abb. 9, Taf. XXXII). Die Hauptmase sind zum Vergleiche mit denen zweier anderer Hallen, die etwa gleichzeitig ausgeführt wurden, in Zusammenstellung I vereinigt.

Zusammenstellung I.

	Pennsylvania-Bahn, Philadelphia, Broadstreet*)	Philadelphia-Reading-Bahn, Philadelphia	Pennsylvania-Bahn, Jersey City
Spannweite	91,70 m	79,20 m	77,00 m
Freie Scheitelhöhe . . .	30,60 „	26,85 „	26,25 „
Länge	182,40 „	154,55 „	199,00 „
Anzahl der Doppelbinder .	10	11	12
Anzahl der Gleise . . .	16	13	12

Die Binder sind Doppelbinder mit 1,5^m Mittenabstand der Hälften und 15,3^m Haupttheilung.

Bei der statischen Berechnung der Binder wurde angenommen:

das Eigengewicht des eisernen Gerüsts zu	121 kg/qm
« « der Bedachung . . .	38,75 «
die Schneebelastung zu	58,00 «

Zusammen 217,75 kg/qm

Der Winddruck wurde mit 169 kg/qm für die rechtwinkelig getroffene Fläche in Rechnung gestellt; daraus folgte ein zum Dache rechtwinkelig Druck für die drei ersten Felder mit 41° Neigung gegen die Wagerechte von 145 kg/qm für die sechs folgenden mit 22° Neigung von 97 kg/qm und für die übrigen neun kleinen Felder mit 17° Neigung von 72 kg/qm.

Die Berechnung wurde unter verschiedenen Voraussetzungen ausgeführt:

- für Schneebelastung auf der einen Seite,
- für Schneebelastung auf der ganzen Oberfläche,
- für Winddruck auf nur einer Seite,
- für Winddruck und Schneebelastung auf der einen und Schneebelastung allein auf der andern Seite.

Das Zugband liegt frei unter dem Hallenfußboden zwischen den Kämpfern, freier Schub wird nicht aufgenommen.

Zugglieder, Gelenke und Bolzen mußten 36,4 kg/qmm Festigkeit, eine Elasticitätsgrenze von 18,2 kg/qmm und 20 % Dehnung des 20 cm langen Probestabes haben. Von den übrigen Eisenteilen wurde 33,6 kg/qmm Festigkeit, bei Blechen von mehr als 0,60^m Breite 32,2 kg/qmm Festigkeit, sonst 18,2 kg/qmm Elasticitätsgrenze und 15 % Dehnung verlangt.

Die zulässige Spannung war auf 9,8 kg/qmm Zug und 8,4 kg/qmm Druck festgesetzt.

Die Berechnungen sind unter C. C. Schneider von A. Wölffel, früher in Prag, in den Pancoyd-Werken ausgeführt.

*) Organ 1895, S. 247.

Zur Erleuchtung der Halle dient eine große Glaseindeckung in der Mitte und vier seitliche Streifen (Abb. 3, Taf. XXXVI).

Die äußeren Mauern der Halle sind von Fußunterkante bis zum Kämpfergelenke aus Mauerwerk hergestellt und ruhen auf Beton. Ueber dem Gelenke der Binder sind die Seitenmauern aus verglastem Eisenfachwerke.

Dreizehn Gleise liegen, mit Ausnahme des letzten rechts, zu je zweien vereinigt, in der Halle. Die Bahnsteige sind 6^m breit; nur der letzte auf der rechten Seite hat eine Breite von 3,90^m.

Der Fußboden der Halle besteht aus Wellblech auf Blechträgern und ruht auf gußeisernen Säulen.

In den Bahnsteigen trägt das Wellblech Beton mit Asphalt; die Gleise liegen in Asphaltbeton. Die Bahnsteige erheben sich 0,20^m über S. O. Große begehbare Oberlichter dienen zur Erleuchtung einer unter der Bahnsteighalle angeordneten Markthalle.*) Unter der Markthalle befindet sich ein zu ihr gehöriger Kühlraum mit einer lichten Höhe von 3,30^m. Achtzehn längs der Seitenmauern ausgesparte Oeffnungen, die bis zur Höhe der Strafe gehen, lüften diesen Raum. Den Zugang bilden vier von der Strafe ausgehende Treppen und zwei kleine Aufzüge. Die Markthalle hat außerdem ihre besonderen Hebewerke.

Der Maschinenraum (Abb. 2, Taf. XXXVI) unter den Gleisen zwischen Arch- und Cherry-street enthält die Dampfkessel und die Maschinen für die elektrische Beleuchtung und für die Handhabung der Aufzüge. Die Gleise darüber liegen in Kies auf einer Blechdecke, die der zu Abb. 10, Taf. XXXII beschriebenen Hochbahn gleicht.

Um die Decke völlig dicht zu machen, sind die genieteten Blechtröge mit einem Gemenge von Kies und Theer fest ausgestampft.

Das auf dieser Fläche ablaufende Wasser wird von einem Röhrennetze aufgenommen und in den Abfluskanal geleitet. Man ist mit dieser Anordnung in Bezug auf die Undurchlässigkeit zufrieden.

Die nördliche Seite des Maschinenraumes nehmen sechs Dampfkessel ein.

Ein großer in Backsteinen aufgeführter Behälter faßt 450 t Kohlen und wird von einem über ihm liegenden Seitengleise aus gefüllt. Ein Prefswasser-Aufzug hebt die Asche in die Höhe und schüttet sie in die oben auf dem Gleise stehenden Wagen.

Die Heizung des Hauptgebäudes ist eine Hochdruck-Dampfheizung, deren Niederschlag-Wasser der Kessel-Speisepumpe zuläuft.

Die Heizfläche der Röhren beträgt für 10 cbm 0,33 qm in den nach Süden und Osten, und 0,66 qm in den nach Norden und Westen gelegenen Räumen. Im Allgemeinen dient der

*) Die ganze Fläche unter der Bahnsteighalle in Straßenhöhe zwischen Filbert- oder Arch-street nimmt eine Markthalle (Abb. 9, Taf. XXXII) von etwa 7200 qm Größe und einer lichten Höhe von 5,40^m ein. Sie wird durch große Fensteröffnungen in den Seitenmauern zwischen den Pfeilern gelüftet.

Abdampf zur Heizung, doch ist für Benutzung frischen Dampfes ein Druckminderungsventil vorgesehen.

Der frische Dampf dient hauptsächlich zur Heizung der Gepäckräume, der Wirtschaftsräume und der Aborte.

Die Lüftung der über dem zweiten Stocke liegenden Diensträume wird mittels zweier Kreiselsauger von 1,52^m Durchmesser bewerkstelligt, von denen jeder 5.7 cbm Luft in der Sekunde befördert. Sie sind im obern Theile des Hauptgebäudes untergebracht. Die Saugröhren wurden so berechnet, daß die Geschwindigkeit der Luft etwa 3 m/Sek. beträgt.

Die Lüftung der großen Waschräume im zweiten Stocke geschieht mittels eines Kreisels von 1,06^m Durchmesser und 4,2 cbm/Sek. Förderung, der ebenfalls im obern Theile des Gebäudes steht.

Die beiden Kreiselsauger werden durch elektrische Antriebe von 5 und 2,5 P.S. betrieben.

Die elektrische Beleuchtung.

Bogenlampen. Es sind 300 Lampen vorgesehen, von denen jede die Leuchtkraft von 200 Normalkerzen besitzt. Für diese Anlagen wurden zehn Stromkreise mit höchstens 33 Lampen angelegt. 248 Lampen sind im Betriebe und wie folgt vertheilt:

- 66 Lampen in der Bahnsteighalle in zwei Stromkreisen,
- 44 « « « Markthalle « « «
- 12 « für die Beleuchtung der anliegenden Strafsen,
- 28 « auf der Bahn zwischen Arch-street und Callowhill
in fünf Stromkreisen,
- 48 Lampen zur Beleuchtung der Bahn zwischen Broad- und
Noble-street in zwei Stromkreisen,
- 12 Lampen für die Bahn zwischen Ninth- und Green-street
in drei Stromkreisen,
- 38 Lampen im Bahnhofe Spring-Garden-street und in den
Lokomotivschuppen an 9. street in drei Stromkreisen.

248

Die für diese Einrichtung nöthigen elektrischen Ströme werden durch zehn Gleichstrommaschinen erzeugt, von welchen jede eine Stromstärke von 300 Ampère mit 50 Volt liefert, so daß 500 Watt auf jede Lampe entfallen; die Umlaufzahl beträgt 1400 in der Minute und jede Lampe soll nicht mehr, als 0,75 P.S. an der Riemscheibe der Dynamomaschine in Anspruch nehmen.

Diese Dynamomaschinen werden paarweise durch fünf Westinghouse'sche Verbundmaschinen getrieben; die Kraftübertragung erfolgt durch Lederriemen. Der Hochdruckzylinder hat einen Durchmesser von 254^{mm}, der Niederdruckzylinder einen solchen von 457^{mm}, der Kolbenhub beträgt 250^{mm}. Bei einer Geschwindigkeit von 320 Umdrehungen in der Minute, einer Dampfspannung von 7 at und 25 % Einströmung soll jede Maschine 65 P.S. leisten.

Glühlampen. Das elektrische Glühlicht wird durch Gleichstrom- und Wechselstrommaschinen erzeugt.

Die Wechselstrommaschinen befinden sich in dem Maschinenraume an Cherry-street; sie dienen zur Beleuchtung dieses Raumes, der Dienst-, Wasch- und Kühlräume, der Küchen für die Wirtschaft, der Markthalle, der Gepäckräume

und des Dienstraumes für den Stationsvorsteher, sie liefern ferner den Strom für zwei Umformer, die in dem Erdgeschosse des Hauptgebäudes untergebracht sind.

Die Wechselströme werden von zwei Westinghouse'schen Dynamomaschinen mit unabhängiger Erregung der Schenkel geliefert, von denen jede 45000 Watt erzeugt. Jede wird von einer Westinghouse'schen Verbundmaschine von 100 P.S. in Bewegung gesetzt.

Die Gleichstrommaschinen stehen im Keller des Hauptgebäudes, speisen die sämtlichen Lampen dieses Gebäudes, die Antriebe der Lüftungskreisel und die Umformer und liefern den Strom für alle nach dem Bahnhofe führenden Drahtleitungen. Die Ströme werden von drei Westinghouse'schen Dynamomaschinen von je 75000 Watt, 600 Ampère und 125 Volt erzeugt. Jede Dynamomaschine wird von einer Westinghouse'schen Verbundmaschine von 125 P.S. getrieben. Es sind vier Umformer für Fernleitungen aufgestellt, von denen die Spannung von 125 Volt auf bezüglich 6 Volt, 20 Volt und 70 Volt verringert wird.

Mit den Westinghouse'schen Dampfmaschinen wurden vor ihrer Abnahme verschiedene Versuche angestellt, die als mittleres Ergebnis einen Dampfverbrauch von 12,3 kg für 1 P.S. des Zylinderdampfes bei einer Geschwindigkeit von 320 Umdrehungen und einem Dampfdrucke von 6,8 at anzeigten.

Die ganze Anlage liefert außer dem Strome für die elektrischen Antriebe die Elektrizität für 4200 Lampen mit einer Lichtstärke von je 16 Normalkerzen oder 6720 Carcellampen. Im Allgemeinen hat man eine Leuchtkraft von einer Carcellampe für einen Raum von 17,70 cbm angenommen. Bei der ganzen Einrichtung sind Zweileiterkreise zur Durchführung gelangt.

Signale und Stellwerke.

In Abb. 8, Taf. XXXII ist die Gleisanlage zwischen dem Hauptbahnhofe und Wood-street dargestellt, wo die Gleise sich nach Reading und New-York verzweigen.

Die dreizehn unter der Halle liegenden Gleise ziehen sich auf etwa 95^m Länge auf fünf zusammen, die bis zur Verzweigung an Wood-street neben einander laufen.

Zwei große Weichenstraßen mit doppelten Kreuzungsweichen endigen auf einer Drehscheibe für Lokomotive und vermitteln den Verkehr der ein- und auslaufenden Züge.

Abb. 8, Taf. XXXII zeigt die Lage der Kreuzungen und Weichen, sowie der Signale. Sie werden von dem Stellwerke dicht neben der Drehscheibe aus in Bewegung gesetzt, das auch die Hebel zur Einstellung der Signale und Weichen der beiden Zweige bis Broad-street auf der einen und Faunartstreet auf der andern Seite enthält.

Die Anlage ist zwar gut durchdacht, bietet aber im Uebrigen nichts Aufsergewöhnliches dar. Nur die elektrisch gesteuerte Prefsluft-Bewegung der Signale und Weichen nach der Bauart der Union Switch and Signal Co. mag an diesem Beispiele nochmals*) erörtert werden, wobei die früheren Mittheilungen benutzt werden.

*) Organ 1896, S. 57; 1897, S. 238; 1898, S. 41.

Die 71 Hebel des Stellwerkes bedienen 28 einfache Weichen, 4 Entgleisungsweichen, 11 Kreuzungsweichen, 11 Kreuzungsherzstücke, 32 Signale für die Haupt- und 31 für die Nebengleise. Außerdem sind 9 Haupt- und 10 Vorsignale längs der Gleise für den Betrieb der selbstthätigen Blocktheilung aufgestellt.

Bekanntlich wird Prefsluft als Kraftübertragungsmittel benutzt, die den zu bewegenden Theilen an den Weichen und Signalmasten von einem Behälter aus zugeführt wird. An den Weichen und Signalen ist eine Vorrichtung mit Zylinder und Kolben angebracht, die durch magnetisches Schließen und Öffnen von Ventilen mittels elektrischer, vom Stellwerke ausgehender Ströme in Bewegung gesetzt wird und das Signal, oder die Weiche in ihre richtige Stellung bringt. Auf diese Weise wird die Arbeit des Wärters auf ein Mindestmaß beschränkt und die Stellung auf sehr weite Entfernungen bewirkt. Die Anlage ermöglicht die Bewegung aller Signale und aller Weichen auch des größten Bahnhofes von einem einzigen Punkte aus, so daß die Theilung in Gruppen mit je einem Stellwerke wegfällt.

Die Einrichtungen in der Bude sind der Art getroffen, daß erst dann, wenn die Bewegung der Zungen beendet ist, ein rückläufiger Strom den Weichenhebel ganz frei macht und der Beamte dessen Bewegung zu Ende führen kann. Bevor Letzteres geschehen ist, lassen sich die zu diesen Weichen gehörigen Signalhebel nicht in die Fahrtstellung bringen. Der Strom, welcher dieses verhindert, kann durch eine beliebige Anzahl von Weichen-Stelleinrichtungen geführt werden, so daß die Signalhebel verriegelt bleiben, bis die Weichen sämtlich in die richtige Stellung gebracht sind.

Für den Bahnhof in Philadelphia und die anstossende Strecken-Abtheilung wird die Prefsluft mit 5,6 at Spannung zum Betriebe der verschiedenen Vorrichtungen von zwei Luftpumpen, Bauart Ingersoll-Sergeant, geliefert, von denen jede einen Dampfzylinder von 355 mm, einen Luftzylinder von 368 mm Durchmesser, einen gemeinschaftlichen Kolbenhub von 457 mm und ein Schwungrad von 1,50 m Durchmesser hat.

Eine Pumpe mit 36 Umdrehungen der Kurbelwelle in der Minute und Dampf von 7 at Spannung genügt, um das ganze Stellwerk zu bedienen.

Den Steuerstrom liefern Speicherreihen, die von einer Dynamomaschine von 80 Ampère und 50 Volt geladen werden. Die letztere wird von einer Westinghouse'schen Dampfmaschine von 10 P.S. getrieben. Bei normalem Gange ergiebt die Dynamomaschine, die nur 8 Stunden täglich läuft, einen Strom von nur 20 Ampère und 25 Volt.

Die Speicherreihen sind doppelt und liefern den Stellvorrichtungen einen Strom von 8 bis 16 Volt, während der durch die Schienen gehende Rückstrom nur 2 Volt hat.

Der Dienst im Stellwerke wird von drei achtstündigen Schichten von je zwei Mann versehen. Ferner sind zwei Aufseher während des Tages und einer bei Nacht mit der Wartung der Vorrichtungen auf der Strecke beauftragt.

Im Sommer laufen täglich 400 fahrplanmäßige Züge ein und aus, die etwa 1700 Stellungen erfordern. Im Winter vermindert sich der Verkehr auf täglich 374 Züge.

Die selbstthätige Blockstrecke.

Die Schienen werden durch nicht leitende Stöße in Abtheilungen zerlegt, und in diesen Abtheilungen selbst die Schienenstege an den Stößen durch angenietete Drähte verbunden, da die Laschen allein zur Fortleitung des Schienenstromes nicht ausreichen.

Die Endschienen jeder Abtheilung werden von denen der beiden anliegenden durch eine Kautschukplatte und starke eichene Laschen an Stelle der gewöhnlichen Laschen elektrisch getrennt.

Am Anfange jeder Abtheilung steht (Abb. 1 bis 5, Taf. XXXII, 1897) die Schienenbatterie A, die den schwachen Schienenstrom liefert, der durch die Drähte des Elektromagneten des am andern Ende stehenden Magneten B geht, wodurch eine stärkere Batterie C eingeschaltet wird, deren Strom das Signal stellt.

Sobald sich ein Fahrzeug in der Abtheilung befindet, entsteht durch die Achsen ein Kurzschluss, der den Magneten aus dem Schienenstrom ausschaltet.

Messungen haben ergeben, daß der Schienenwiderstand bei einer Abtheilungslänge von 2454 m nur 0,52 Ohm betrug, während sich der Widerstand des ganz durchnäfsten Bodens auf 2,5 Ohm belief, also sind Nebenschlüsse durch Regen nicht zu fürchten.

Die Vorrichtung zum Stellen der Signale ist in Abb. 1 bis 5, Taf. XXXII, 1897 ergänzt durch Textabb. 44, 1896, S. 60 dargestellt und früher*) eingehend erörtert worden.

Die Vorrichtungen zum Stellen der Weichen.

Die Weichenstellvorrichtung (Textabb. 45, S. 61, 1896) besteht aus einem Zylinder mit Kolben, der mittels Druckluft in der einen oder andern Richtung je nach der Stellung eines Schiebers in Bewegung gesetzt wird. Der Schieber selbst wird durch einen Kolben nach der einen, durch einen zweiten nach der andern Seite geschoben. Die beiden Kolben werden durch Druckluft bewegt, deren Ein- und Austritt ganz ähnlich wie bei den Signalzylindern durch Elektromagneten bewirkt wird, die kleine Zulafs- und Ablafsventile öffnen und schließen. Ein dritter Elektromagnet dient dazu, einen Kolben, der den Schieber und damit die entsprechende Weiche in der gewünschten Stellung verriegelt, mittels Druckluft in Bewegung zu setzen. Auf diese Art werden die Zungen in die beiden äußersten Lagen geführt und in ihnen verschlossen.

Die Stellvorrichtung des Stellwerkes besteht im Wesentlichen aus einer Reihe kleiner Hebel (Textabb. 42, S. 59, 1896), von denen die einen die Weichen, die andern die Signale bedienen. Die Signalhebel lassen sich nach rechts und nach links drehen und wirken je nach der Richtung dieser Bewegung auf ein oder auf mehrere verschiedene Signale ein. Dadurch wird es möglich, die Anzahl der Hebel zu vermindern.

Jeder Hebel stellt je nach seiner Lage einen besondern Stromkreis her, oder unterbricht einen solchen, und so lange die nöthigen Hebel nicht in die richtige Stellung gebracht

*) Organ 1897, S. 238.

sind, werden die mit dem letzten in Frage kommenden Hebel verbundenen Stromkreise nicht geschlossen. Ueberdies wirken sämtliche Hebel auf Verriegelungsvorrichtungen und diese auf die Hebel derart ein, daß die Hebel einander widersprechende Stellungen nicht einnehmen können.

Die allgemeine Anordnung der Vorrichtungen für die Signale und Weichen zeigen Textabb. 42 und 43, 1896, S. 59. Das Hauptzuführungsrohr für die Druckluft h wird von der Druckluftstation gespeist. Zweigröhren c , d , k führen die Luft zu den Hilfsbehältern f , m , n am Fusse der Signalmaste und neben den Weichen. In ihnen schlägt sich die geringe Feuchtigkeit, welche die Luft noch enthalten kann, vollends nieder. Von diesen Behältern aus strömt die Luft durch Röhren von 19^{mm} Durchmesser zu den Signalen und Weichen.

Die Einzelheiten der Signalstellung sind 1896, Textabb. 42 bis 44, S. 59 und 1897, S. 238, Taf. XXXII, Abb. 1 bis 5 eingehend beschrieben. Die hauptsächlichsten Angaben über die Weichenstellung werden im Anschluss an Organ 1896, S. 57 im Folgenden erörtert.

Die Druckluft geht von der Hauptzuleitung durch den Hilfsbehälter mittels Röhren von 19^{mm} Durchmesser in den Mittelraum A (Textabb. 45, 1896, S. 61) der zur Einstellung der Weichen dienenden Vorrichtung.

Die Höhlung A nimmt die Druckluft auf und der Vertheilungsschieber S öffnet und schließt die Oeffnungen C und D, welche die Luft in den Zylinder einlassen, während die Oeffnung E die Druckluft nach außen hin entweichen läßt. In der Lage, welche in den Textabbildungen gezeichnet wurde, ist die Luft auf die rechte Seite des Kolbens T getreten, hat ihn seinen ganzen Weg nach links hin machen lassen und auf diese Weise die mit der Kolbenstange verbundenen Zungen in ihre Grundstellung gebracht. Auf jeder Seite der Schiebersteuerungskammer A befinden sich kleine Zylinder VN und VR mit Kolben K und K', deren Stangen durch Stopfbüchsen gehen und gegen den Vertheilungsschieber stoßen.

Die Höhlung A steht mit der Leitungsröhre H in Verbindung, die in die Kammer G des kleinen Kegelventiles PN führt. Die Kammer G enthält daher immer Druckluft. Die Verlängerung des kleinen Kegelventiles PN in der Kammer G ist mit der Achse F des Ankers des Elektromagneten MN verbunden. Das obere Ende dieser Ankerstange F dient als Auslaßventil.

Der Elektromagnet MR auf der linken Seite ist genau ebenso eingerichtet, nur sind die Stromkreise so angeordnet, daß, wenn der eine z. B. MN magnetisch ist, der andere MR seinen Magnetismus verloren hat.

In der aufgezeichneten Stellung hat der Elektromagnet MN Strom, hat den Anker angezogen und dadurch die in der Kammer G enthaltene Druckluft nach J strömen lassen. In Folge dessen wurde der Kolben K zurückgestoßen und der Vertheilungsschieber S in die abgebildete Lage nach links gebracht. Die Luft in der Höhlung A trat daher durch die Oeffnung D auf die rechte Seite des Hauptzylinders, wodurch der Kolben T nach links und die Zungen in ihre Grundstellung geführt

wurden. Die Bewegung des Weichenhebels im Stellwerke ändert die Stromkreise, macht das weiche Eisen in MR magnetisch und nimmt MN seinen Magnetismus. Der Vertheilungsschieber S wird alsdann nach rechts gestoßen und der Zutritt der Luft findet durch die Oeffnung C auf der linken Seite des Hauptkolbens T statt, während die auf der andern Seite befindliche Luft durch die Oeffnung D, die Aushöhlung in dem Schieber S und das Auslaßrohr E entweicht.

Um jede zufällige Verrückung des Vertheilungsschiebers S zu verhindern, ist die Vorrichtung mit einem Riegel Q versehen, der in die Einschnitte auf der hintern Seite des Schiebers S tritt. Dieser Riegel sitzt an der Stange des Kolbens M, der sich im Zylinder N bewegt und von einem Ventile gesteuert wird, das von einem dritten Elektromagneten ML abhängt. Die Wirkung ist die folgende.

Die aus der Mittelkammer A kommende Luft tritt durch eine kleine Leitung unter den Kolben M, alsdann durch ein kleines in diesem Kolben angebrachtes Loch in den Zylinder N und gleicht damit den Druck auf beiden Seiten von M aus. Die Feder W stößt nun den Kolben M nach oben und den Sperrriegel Q in eine der Einkerbungen auf der Rückseite des Schiebers S. Um den Vertheilungsschieber zu entriegeln, wird der Elektromagnet ML durch einen von der Signalbude geschickten Strom in Thätigkeit gesetzt, sein Anker angezogen und das Ablaßventil PL geöffnet.

Da diese Oeffnung größer ist, als das Loch in dem Kolben M, so wird der Kolben durch den Ueberdruck auf die obere Fläche nach unten bewegt und dadurch der Vertheilungsschieber S freigegeben. Sobald dem weichen Eisen ML sein Magnetismus genommen wird, schließt sich das Ablaßventil PL, der Druck auf beide Seiten des Kolbens M gleicht sich aus, die Feder W kann den Kolben in die Höhe heben und den Riegel von Neuem in den Ausschnitt des Vertheilungsschiebers stoßen.

Der Elektromagnet MN auf der rechten Seite, welcher die Weiche in der Stellung für das Hauptgleis festhält, heißt der Grundstellungs-Magnet, der Magnet MR, der den Weg in den krummen Strang öffnet, der Ablenkungsmagnet und der mittlere ML der Verriegelungsmagnet.

In Textabb. 43, 1896, S. 59 sieht man eine Riegelvorrichtung mit dem Behälter J und einem elektrischen Umschalter, der durch die Bewegung einer Schubstange Y während der letzten 12^{mm} ihres Weges in Thätigkeit gesetzt wird. Sobald die Zungen in ihrer neuen Lage verriegelt sind und nicht früher, wird ein elektrischer Strom IN oder IR durch den Umschalter in dem Behälter J hergestellt und als Ueberwachungstrom nach dem Stellwerke geschickt, um dem Beamten zu melden, daß sich die Bewegung der Zungen wirklich vollzogen hat. Erst wenn er diese Meldung erhalten hat, wird der Riegel N² oder R² im Stellwerke frei gegeben, der ihn bisher verhindert hatte, die Bewegung seines Weichenhebels zu vollenden; es war ihm deshalb in Folge der mechanischen gegenseitigen Verriegelung nicht möglich, das zugehörige Signal einzustellen, ehe die Zungen sich nicht an ihrer richtigen Stelle befanden und verschlossen wurden. Ferner verriegelt das Gleitstück Y die beiden Zungen mittels der Ansätze U₁ und U₂,

welche in die Ausschnitte der Stangen Z Z passen, während die Backen des Winkelhebels X so gebildet sind, daß sie die Zungen in ihren beiden Endlagen festhalten.

Verriegelungsvorrichtung und Einrichtung des Stellwerkes.

Im Stellwerke sind auf einem Tische Stromschlußschiene von Phosphorbronze angebracht, die durch Drähte mit den verschiedenen Signal- und Weichenstellvorrichtungen in Verbindung stehen. (Abb. 9, Taf. XXXIII und Textabb. 43, 1896, S. 59.)

Um die Handhabung der Einrichtungen zu zeigen, soll das Hauptgleis A B (Textabb. 43, 1896, S. 59) betrachtet werden, von dem sich das Nebengleis C abzweigt, und angegeben werden, auf welche Art die Einstellung und Verriegelung der Weiche 2 und der zugehörigen Signale 1^L und 1^R vor sich geht.

Die verschiedenen Stromkreise sind durch verschiedene Stricharten gekennzeichnet.

Ueber dem Tische sind Walzen von gehärtetem Kautschuk angebracht, mit deren Hilfe sich die gewünschten Verbindungen zwischen den verschiedenen Theilen der auf dem Tische befestigten Stromschlußschiene herstellen lassen. Textabb. 43, 1896, S. 59 stellt zwei solche Walzen dar, welche durch die Kurbeln 1 und 2 gedreht werden können. Kurbel 1 bedient die Signale 1^L und 1^R , Kurbel 2 die Zungen 2. Die durch Drehen dieser Kurbeln gebildeten Stromkreise setzen die kleinen Kegellventile der oben beschriebenen Signal- und Weichenvorrichtungen in Thätigkeit. Die wagerechte Kautschukwalze B trägt einen Kreisabschnitt D von besonderer Gestalt, welcher mit Nuthen versehen ist, in denen sich die Riegel N^2 und R^2 bewegen. Diese Riegel werden durch die Elektromagneten N' und R' in Bewegung gesetzt, die selbst wieder durch die Weichen-Rückströme ihren Magnetismus erhalten. So kommt es, daß Kurbel 2 ihre Bewegung erst dann vollenden kann, wenn die Zungen durch die Anfangsbewegung dieser Kurbel richtig gestellt sind. Der Elektromagnet K' , der zu dem Riegel des Signalhebels gehört, zeigt, wie diese Elektromagneten eingerichtet sind.

Um die Zungen aus ihrer Grundstellung in die abweichende Lage zu bringen und dann das Signal 1^R auf freie Fahrt in das Gleis C einzustellen, drehe man Kurbel 2 von links nach rechts, so weit wie möglich. Der Beginn der Bewegung verriegelt die Kurbel des widersprechenden Signals 1^L mechanisch und schließt den Verriegelungsstrom L C bei L; dadurch wird der Verriegelungselektromagnet M L der Weichenstellung erregt und der Riegel aus dem Einschnitte des Vertheilungsschiebers herausgezogen.

Der weitere Fortgang der Bewegung der Kurbel 2 nimmt dem Magneten M N der Grundstellung seinen Strom, indem er den Stromkreis N C bei N unterbricht, und magnetisirt den Magneten M R der Ablenkung durch Schließen des Stromkreises R C bei R. In Folge dessen kommt der Hauptkolben T in die umgekehrte Lage, wodurch die Zungen selbst entriegelt, umgelegt und wieder verriegelt werden.

In dem Augenblicke, in welchem die Kurbel 2 durch die lothrechte Mittellage geht, wird sie während einer halben Sekunde durch eine Hemmung unbeweglich gemacht, bis die Zungen in ihrer neuen Lage verriegelt sind. Der Stromkreis

J R wird dann durch den Umschalter im Riegelbehälter I geschlossen; der Strom erregt den Magneten R' , der den Riegel R^2 aus dem Vorsprung R^4 herausdrückt. Der größern Deutlichkeit wegen ist die Stellwerkeinrichtung in Abb. 9, Taf. XXXIII nochmals in größerm Maßstabe dargestellt.

Sobald der Rückmeldestrom die Kurbel 2 wieder freigegeben hat, kann deren Bewegung vollendet werden. Dadurch wird nicht nur der mechanische Verschluss der Signalkurbel 1 wie auch jeder andern bei der umgekehrten Lage der Weichenkurbel gesperrten Kurbel geöffnet, sondern zugleich auch der Stromkreis L C des Verriegelungsmagneten M L unterbrochen und damit der Vertheilungsschieber der Weichenstellung in seiner neuen Lage verriegelt.

Die Endbewegung der Kurbel 2 hat auch die Stellung des vor dem Kreisabschnitte D liegenden Umschalters C geändert.

Sind die Zungen auf diese Weise auf den krummen Strang gestellt, so ist damit die Signalkurbel 1 von dem mechanischen Riegel, der die Bewegung nach rechts verhindert, befreit, während die Bewegung nach links, durch welche das Signal 1^L eingestellt wird, unmöglich bleibt.

Wenn der Riegel der Signalkurbel 1 aus der Hemmung für die Grundstellung zurückgezogen wird, so schließt der Stromunterbrecher H den Rückmeldestrom J S. Dadurch wird der Elektromagnet K^1 in Thätigkeit gesetzt und der Riegel K^2 vor dem Vorsprunge K^3 des Bügels K^4 herausgedrückt (Abb. 9, Taf. XXXIII).

Die Bewegung der Kurbel 1 nach rechts schließt den Stromkreis K R, der Elektromagnet M des Nebengleissignales 1^R wird erregt und die Druckluft dringt in den Zylinder S C und den Raum über dem Kolben.

Da der Kolben festliegt, so hebt sich der Zylinder selbst in die Höhe und stellt das Signal 1^R auf freie Fahrt in das Nebengleis C. Sobald dieses Signal gesenkt ist, wird der Rückmeldestrom J S bei C B unterbrochen, so daß sich der Riegel K^2 hinter dem Verriegelungsvorsprunge des Bügels K^4 hervorhebt.

Die Zurücklegung der Zungen in ihre Grundstellung und die Einstellung des Signales 1^L auf freie Fahrt verläuft folgendermaßen.

Das Signal 1^R wird zuerst durch die Bewegung der Kurbel 1 bis zur Hemmung in der Mittellage gehoben. Diese Bewegung unterbricht den Stromkreis K R, nimmt dem Magneten M seinen Magnetismus und veranlaßt so das Entweichen der Druckluft aus dem Zylinder S C. Das Signal 1^R stellt sich alsdann auf Halt in die Höhe und schließt von Neuem den Rückmeldestrom J S bei C B. Dadurch wird der Elektromagnet K' erregt und das Ende des Riegels K^2 von dem Verriegelungshaken K^3 des Kreisabschnittes K^4 losgelöst. Die Signalkurbel 1 kann daher erst dann in die Grundstellung zurückgeführt werden, wenn das Signal 1^R die Haltstellung eingenommen und dadurch die Auslösung des Riegels K^2 bewirkt hat.

Sobald dies geschehen ist, kann Kurbel 1 in die Grundstellung gebracht werden, wodurch die Weichenkurbel 2 mechanisch entriegelt wird. Die Zungen lassen sich dann durch Umkehrung des Vorganges, durch den sie umgelegt wurden, in ihre Grundstellung zurückbringen. Die erste Bewegung der Kurbel 2 entriegelt den Vertheilungsschieber der Stellvor-

richtung der Weiche und schließt alsdann den Stromkreis N C des Grundstellungs-Magneten M N, während der Stromkreis R C des Magneten M R unterbrochen wird. Der Kolben T kehrt in Folge dessen in seine Grundstellung zurück, entriegelt während dieser Bewegung die Zungen, giebt ihnen die Grundstellung und verriegelt sie wieder. Sobald diese Bewegung beendet ist, löst der Rückstrom J N den mechanischen Riegel der Signalkurbel 1 aus, die sich alsdann nur noch nach links drehen läßt. Diese letzte Bewegung der Kurbel 1 nach links schließt nun den Stromkreis K L bei K⁵, erregt den Magneten des Hauptsignales 1^L, welches dadurch gesenkt wird und freie Fahrt giebt.

Beweglicher Gleisplan im Stellwerke. In seinen beiden äußersten Lagen stößt der Kreischnitt gegen den Hebel G (Abb. 9, Taf. XXXIII), der ein kleines vor dem Beamten stehendes Bild in Thätigkeit setzt. Der Beamte hat daher stets eine genaue Wiedergabe des Zustandes der Linie, deren Beaufsichtigung ihm obliegt, vor Augen und braucht sich nicht auf sein Gedächtnis zu verlassen, oder die Stellung seiner Kurbeln zu prüfen, um sich von dem Stande der Signale und Weichen zu überzeugen.

Die Pennsylvania-Gesellschaft hat die selbstthätige Blocktheilung zwischen Pittsburgh und Stewart-Station auf eine Länge von 27,2 km mit vier Gleisen zur Anwendung gebracht. Die Länge der Abschnitte wechselt zwischen 475 und 1400^m und beträgt im Durchschnitte 867^m; ebenso hat die Gesellschaft diese Blocktheilung zwischen Jersey-City und der Gabelung

von Perth-Amboy und zwischen Philadelphia und der Gabelung von Humtsburgh auf eine Länge von 56,3 km eingeführt.

Nach den Angaben des Oberinspectors der Pennsylvania-bahn, Pitcairn, betragen die Betriebs- und Unterhaltungskosten eines Signales 288 Mark jährlich.

Die Gesamtzahl der Weichenkurbeln für elektrisch gesteuerte Luftdruckstellung betrug Ende 1895 in den Vereinigten Staaten 1224, die sich wie folgt vertheilen:

Boston- und Maine-Bahn	202
Chicago und Norther Pacific-Bahn	35
Chicago und North Western-Bahn	226
New-York Central- und Hudsonfluß-Bahn	45
Pennsylvania-Bahn	392
Philadelphia-Reading-Bahn	71
Southern Pacific-Bahn	253
	1224

Kosten des Empfangsgebäudes und der Bahnsteighalle.

Das Bahnhofs-Hauptgebäude hat der Grundfläche nach ohne Heizung, elektrische Beleuchtung, Aufzüge und Wasserversorgung 1546 M/qm gekostet.

Die Bahnsteighalle und die Kopfhalle haben mit Einschluss der Gründung, des Kühlraumes, des Tunnels, der Markthalle mit ihren Einrichtungen und der Wirthschaftsräume, aber mit Ausschluss der elektrischen Beleuchtung, der Heizung, der Aufzüge und der Wasserversorgung einen Aufwand von 366 M/qm erforderlich gemacht.

Der Eisenbau der Halle kostete der überdeckten Fläche nach 50 M/qm.

Schneebagger von Paulitschke.

Mitgetheilt von A. Birk, Professor an der Deutschen Technischen Hochschule zu Prag.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXXV.

Wie der Name schon andeutet, liegt dieser neuartigen Schneebeseitigungsmaschine der Gedanke zu Grunde, den Schnee vom Bahnkörper durch Baggerung zu entfernen, also im Schnee eine Rinne für die Durchfahrt der Züge auszubaggern. Dementsprechend bilden auch vier neben einander laufende Baggerwerke D, die — aus je zwei seitlichen kurzgliederigen Ketten bestehend — auf den gemeinsamen Wellen E und E₁ lagern und mit einer Vorrichtung G zum Nachspannen ausgestattet sind, den Hauptbestandtheil der Maschine; den Antrieb der Baggerwerke bewirkt die kleine Dampfmaschine C mittels des Zahnrad-Vorgeleges F. Der Dampfkessel B liefert den erforderlichen Dampf. Den Baggern D ist ein die ganze Breite des Fahrzeuges einnehmender Schneepflug K vorgelagert. Dieser hat die Bestimmung, den Schnee von der Bahn abzuheben, wobei die keilförmig gestalteten Rippen M, die auf dem Pfluge beginnen und oben durch ein gemeinsames Dach N abgeschlossen sind, den Schnee auf die vier Bagger vertheilen; hier wird er zunächst durch die Brecher c gelockert und von den Schaufeln d auf der schrägen Gleitfläche H, die unter dem Obertheile des Baggerwerkes angebracht ist, bei a endet und unten in eine

Trommel J ausläuft, nach oben befördert. Am Endpunkte der Gleitfläche bei a fällt der Schnee auf das Förderband O, das quer durch das Fahrzeug geht und durch den Wechseltrieb P beliebig nach der einen oder andern Richtung hin bewegt werden kann, sodafs es also auch möglich ist, den gehobenen Schnee rechts oder links zum Gleise zur Ablagerung zu bringen, ihn über den Bahnkörper hinaus zu schleudern oder in auf dem Nachbargleise aufgestellte Wagen zu werfen. Größere Schneestücke, die nicht zwischen Brechern und Schaufeln, sondern auf ihnen nach aufwärts gehen, werden durch das Dach N zwischen die Baggerglieder beziehungsweise auf die Gleitfläche H gedrückt und gelangen so gleichfalls auf das Förderband. Von dem Führerstande Q aus kann die ganze Bedienung besorgt werden.

Die gesammte, oben beschriebene Anordnung ist auf einem eisernen Unterbau, der auf drei Achsen läuft, in zweckmäßiger Weise untergebracht; ein eiserner Rahmen R dient als Lagerung der Maschinenteile, zum Schutze dieser und der Bedienungsmannschaft. Vereisen einzelner Theile der Maschine ist höchstens während einer längeren Betriebspause möglich; um

das Eis zu beseitigen, läßt man die Baggerwerke D langsam durch Salzwasser oder eine andere aufthauende Flüssigkeit gehen, die in die Blechmulde L am untern Ende der Baggerwerke gefüllt wird. Zum Zwecke der Schneebeseitigung wird das Baggerfahrzeug durch eine schiebende Lokomotive stetig gegen die Schneewehe gedrückt.

Die K. K. priv. Südbahngesellschaft hat seiner Zeit mit einem Modelle des Schneebaggers von Paulitschke einen Versuch durchführen lassen. Das Modell war nur für Handbetrieb erbaut. Die mangels hinreichend tiefen Schnees künstlich aufgeführte Schneewehe war 8 m lang, 2,5 m breit und 90 cm hoch. Der Pflug, dessen Vorderkante 8 cm über dem Schienenkopfe lag, griff wirksam ein und der Bagger arbeitete, so lange die Kraft der Arbeiter zur Bewegung ausreichte, vollkommen anstandslos. Zu größeren Versuchen eignete sich das Modell nicht; immerhin aber wurde der Beweis erbracht, daß der Grundgedanke der Maschine richtig und ihre Ausführungsart zweckentsprechend ist. Gerade die eigenartige Beschaffenheit des Schnees, der nie mit anderen, starren Körpern vermengt, auf das Eisenbahngeleise fällt, der ein geringes Gewicht, geringen Zusammenhalt und wenig Haftkraft besitzt und zugleich als Schmiermittel zwischen den eisernen Schaufeln und Ketten dient, läßt die Anwendung eines Baggerwerkes besonders geeignet erscheinen und gestattet ohne Bedenken eine Ketten-

geschwindigkeit von 1 m bis 2 m/Sek. Bei 1 m Geschwindigkeit, $\frac{1}{2}$ m Schaufeltiefe und 3,3 m gesammter Schaufelbreite kann in einer Stunde eine Schneemasse von 5940 cbm gehoben werden, zu welcher Leistung bei Verwendung von Handarbeitern etwa 6000 Arbeitstunden nothwendig sind.

Gegenüber den gewöhnlichen, von Lokomotiven geschobenen Schneepflügen bietet Paulitschke's Schneebagger außer der Massenwirkung noch den großen Vortheil, daß die gehobene Schneemassen vom Bahnkörper vollständig entfernt und in der Richtung des Windes geworfen und unmittelbar auf offene Bühnenwagen verladen werden können. Im Vergleiche zu den Schneeschleudermaschinen besitzt der Schneebagger den Vortheil, daß sein Betriebskessel nur eine geringe Dampfkraft zu liefern hat, also in kleineren Ausmaßen gehalten werden kann, weil der erforderliche Kraftaufwand an und für sich ein geringer ist und der Dampfverbrauch sich mit der Arbeitsleistung in Einklang bringen läßt.

Auf Strecken, die besonders stark von Schneewehen und Schneefällen bedroht sind, werden die Schneebagger nicht nur während des Schneetreibens und Schneefalles, sondern namentlich auch nach Aufhören des Sturmes zur schnellen Fahrbarmachung des Gleises wesentliche Dienste leisten und sich trotz des verhältnismäßig hohen Anschaffungs-Preises von etwa 30,000 Mk. wirthschaftlich vortheilhaft erweisen.

Szász'sche stellbare Metallring-Dichtung für die Schlauchkuppelung der Wasserleitung zwischen Lokomotive und Tender.

Von J. von Szász, Obergeringieur der ungarischen Staatsbahnen zu Raab.

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 und 6 auf Tafel XXXV.

Das zwischen der Lokomotive und dem Tender befindliche Wasserleitungsrohr bewegt sich während der Fahrt in verschiedenen Richtungen, wegen deren zum Dichten dieser Rohre bisher nur Kautschukringe oder Schläuche und Metallkugelenke verwendet werden konnten.

Obwohl die Instandhaltung dieser Dichtungsarten jährlich für eine Lokomotive durchschnittlich auf 45 bis 65 Mark zu stehen kommt, so kommt es bei sämmtlichen dennoch vor, daß das Dichtungsmittel während der Fahrt durch den Dampf herausgeschleudert wird, oder aus irgend einem andern Grunde Undichtigkeiten eintreten, so daß das Wasser während der Fahrt ausfließt und Verkehrsstörungen entstehen.

Zur Vermeidung dieser Uebelstände und Verminderung der Kosten ist die in Abb. 5 u. 6, Taf. XXXV dargestellte Dichtungsvorrichtung eingeführt, bei welcher die Wasserleitungsrohre während der Fahrt jeder Bewegung der Lokomotive und des Tenders folgen können. Außerdem kann man diese Rohre bei den ausgeführten Bewegungen auch in ausgewetzten Wassertrumpeten sehr billig, mit jährlich 1,7 Mk. kostendem Hanfgeflechte haltbar und verlässlich dichten.

Für die in verschiedenen Richtungen bewegten Rohre kann der Hanf mit Hilfe dieser Einrichtung deshalb als Dichtungs-

mittel angewendet werden, weil man mit Hilfe der Schraubennuttern e und e¹ (Abb. 5 u. 6, Taf. XXXV) den im Längsschnitte keilförmigen Metallring l mit solcher Kraft an das zum Dichten dienende, mit Unschlitt getränkte Hanfgeflecht drücken kann, daß dieses völlige Abdichtung gegen die Wassertrompeten a und c herstellt. Der Hanf soll dabei dicht und so elastisch werden, daß er die in Folge der Bewegungen an der Dichtungsstelle entstehenden Hohlräume stets ausfüllt.

Die Vorrichtung ist derart durchgebildet, daß im Falle der Umänderung alter Lokomotiven die alten Bestandtheile, besonders die Wassertrompeten und Rohre beibehalten werden können.

Der Unterschied zwischen den in der Skizze I. b und I. d dargestellten Ausführungen besteht darin, daß die Dichtung bei ersterer durch Metallringe h l und durch Hanfdichtung k bewirkt wird, wogegen bei letzterer außer den Metallringen h und l und der Hanfdichtung k auch noch ein federnder Metallring g in Anwendung kommt.

Der kolbenringartig aufgeschnittene, federnde Dichtungsring ist hauptsächlich zum Dichten solcher Rohre nothwendig, welche ätzende Flüssigkeiten leiten.

Dieser federnde Dichtungsring g hat die Bestimmung, den

zwischen der Schraubenmutter h und der Wassertrompete a befindlichen Raum abzusperrern, damit die ätzende Flüssigkeit nicht mit der Dichtung k in Berührung kommt und das Dichtungsmittel verschont wird, sowie dazu, das Dichtungsmittel am Eindringen über den Metallring h weg in die Wassertrompete und von da in die Strahlpumpe zu verhindern.

Das Abrutschen des Dichtungsmittels kann man auch dadurch verhindern, daß man zum Dichten ein 15—18 mm dickes Hanfgeflecht verwendet; diese dicke Lage kann durch die zwischen der Wassertrompete a und dem Metallringe h befindliche 2 mm weite Oeffnung ohnehin nicht hindurch gelangen.

Die Theile der beiden Ausführungen Abb. 5 u. 6, Taf. XXXV sind einander gleich, nur bei der Erzeugung der Schraubenmutter h ist ein Unterschied, indem sie bei Abb. 5, Taf. XXXV aus einem Stücke besteht, dessen Durchmesser um 5 mm kleiner ist, als der der Wassertrompeten a und c bei Abb. 6, Taf. XXXV, dagegen aus zwei Stücken derartig gebildet ist, daß die Theile h und h¹ gesondert auf den Ring s geschraubt werden können, um dem Ringe g eine sichere seitliche Führung zu geben.

Der Durchmesser der Ringe h und h¹ ist um 8 mm kleiner, als der der Wassertrompeten, und am Ringe h befindet sich ein 7 mm tiefer und 7,5 mm breiter Ansatz, über den der Ring g übergeschoben wird und welcher gänzlich Festklemmen des Ringes durch h verhindert.

Am Umfange der Schraubenmutter h¹ sind Einschnitte zu machen, damit man sie mit Hilfe eines Zirkelschlüssels auf die Ringe s nachziehen kann.

Der äußere Durchmesser des kolbenringartig aufgeschnittenen Dichtungsringes g soll um 1 mm kleiner sein, als der innere Durchmesser der Wassertrompeten a und c und außerdem geringere Elasticität besitzen, damit er sich nicht an die Wand der Wassertrompeten a und c drückt und diese ausschleift. Er wird aus unausgeglühtem Messingdrahte gefertigt.

Der Ring l ist bei beiden Ausführungen gleich, sein oberes Ende endet in einer Kante, damit der sich hinausdrängende Hanf durch diese abgezwickelt werden kann. Der innere Theil ist keilförmig, damit das Hanfgeflecht zur Dichtungsfäche angehoben wird. Der Durchmesser ist um 6 mm kleiner, als der Durchmesser der Wassertrompeten a und c, damit sich das Rohr b in den Wassertrompeten bewegen kann.

Die Schraubenmutter e, e¹ und h sind an den mit Pfeilen bezeichneten Stellen achtkantig, damit sie aufgeschraubt werden können, gleichfalls auch der am Ringe t befindliche Ansatz o, damit das Rohr b mit einem deutschen Schlüssel beim Nachziehen der Schraubenmutter e gegen das Umdrehen gesperrt werden kann.

Der am Ringe t befindliche Ansatz o ist auch nothwendig, um gelegentlich des Dichtens zwischen die Ringe h und l nur so viel weiches Hanfgeflecht lagern zu können, daß die Ringe h und l durch ungeübte Arbeiter unten nicht weiter als auf 24 mm und oben nicht weiter als auf 55 mm von einander entfernt werden.

Die Größe des Durchmessers z des Ringes s und die des Ringes h hängt vom Durchmesser y der Wassertrompete ab.

Die einander entsprechenden Maße sind die folgenden:

Durchmesser der Wassertrompete a . . .	y = 110, 105, 100, 95
> des Ringes z = y - (2u + 5) =	67, 62, 60, 57
> > h	= 105, 100, 95, 90
Fleischdicke > > h	u = 19, 18, 18, 17
> > l	u ¹ = 18, 17, 17, 16

Auf den Ring s und auf die Schraubenmutter h sind elf Schraubengewinde auf 1 Zoll engl., auf den Ring t 9 Schraubengewinde auf 1 Zoll engl. zu schneiden.

Die Ringe s und t muß man an den mit Pfeilen bezeichneten Stellen mit Hartloth auf das Wasserleitungsrohr b löthen.

Die Schraubenmutter h muß gegen das Umdrehen mittels Splint gesichert werden.

Der aus einer Eisenplatte gefertigte Absperrflansch d dient dazu, um das Rohr bei der Auseinanderkupplung und auch während der Fahrt am Herausfallen aus der Wassertrompete zu hindern.

Rohr b ist aus Kupfer. Die Druckrohre m, n sind aus einem Eisenrohre angefertigt. Die Bestandtheile a, c, s, t, l und h sind aus Metall.

Die Behandlung und Dichtung ist bei beiden Ausführungen gleich. Als Dichtungsmittel wird daselbe Hanfgeflecht verwendet, das beim Dichten der mit Muffen versehenen Wasserleitungsrohre gebraucht wird.

Dieses Hanfgeflecht ist 15 bis 18 mm dick und wird aus 3 Strähnen locker und gleichmäßig zusammengeflochten. Die Dichtung selbst geschieht folgendermaßen: Zwischen die Metallringe h und l wird in vier Windungen so viel Hanf auf das Rohr b aufgewickelt, daß das Rohr b beim Einschieben in die Wassertrompete a streng in diese hineingeht. Das zu verwendende Hanfgeflecht soll aus 2 Stücken bestehen, deren Länge derart bemessen wird, daß sie das Rohr b in je 2 Windungen umfassen; die vier Enden der beiden Hanfgeflechte sollen nach dem Aufwinden am Ringe l liegen, was man durch folgendes Vorgehen erreichen kann:

Das Aufwinden beginnt bei Ring l gegen Ring h und zurück nach l, dann wird das Hanfgeflecht abgeschnitten und mit dem zweiten Stücke wird wieder bei l mit dem Aufwinden der dritten Schicht nach h begonnen, die vierte wird wieder nach l zurückgewickelt. Bei l wird das Ende des Hanfgeflechtes verdünnt und mit Hilfe einer Feilenspitze unter die vierte Schicht gezogen.

Bei diesem Vorgange gelangen alle vier Enden der beiden Hanfgeflechte zum stellbaren Ringe l, so daß sie gelegentlich des Nachziehens über einander gleiten, aus einander gehen und zur Wand der Wassertrompeten a und c hinausgedrückt werden können.

Der so auf das Rohr aufgewickelte Hanf wird vor dem Einlegen in die Trompete in heißes Unschlitt eingetaucht und zwar soll das Eintauchen in Unschlitt erst dann geschehen, wenn das Hanfgeflecht auf das Rohr aufgewickelt ist.

In dem Falle, daß Undichtigkeiten bei den Schraubenmutter e und e¹ eintreten, nutzt das Nachziehen der Dichtung k gar nichts, weil in diesem Falle die Undichtigkeit daher stammt, daß der Ring s auf das Rohr b schlecht angelöthet

ist, die undichte Stelle also zwischen dem Rohre b und dem Ringe liegt.

Auf das Schraubengewinde des Ringes h streiche man vor dem Aufschrauben Mennige, damit in den Schraubengewinden keine Undichtigkeit entsteht.

Nach der Schriftleitung vorliegenden Bescheinigungen hat sich die Dichtung seit Juli 1896 bei den österreichischen Staats-

bahnen in Triest, seit Juni 1896 bei den österreichischen Staatsbahnen in Linz, seit August 1895 bei den österreichischen Staatsbahnen in Wien und seit 1893 auch bei den ungarischen Staatsbahnen, namentlich in der Beziehung bei Einzelausführungen bewährt, dafs gar keine, oder doch nur unerhebliche Unterhaltungsarbeiten daran nöthig waren. In Oesterreich-Ungarn sind derzeit schon 2000 Lokomotiven mit dieser Construction versehen.

Selbstthätiges Lätewerk für Zugschranken.

Von J. Deistler, Inspektor der Böhmisches Nordbahn.

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 10 auf Tafel XXXV.

Mit Erlafs des k. k. österreichischen Eisenbahnministeriums vom 19. März 1897, Nr. 1375-IV, wurde angeordnet, dafs alle an Ueberwegen aufgestellten Zugschranken mit selbstthätigen Lätewerken ausgerüstet werden sollen, die eine willkürliche Verkürzung der Vorlätedauer, oder die gänzliche Aufhebung des Vorlätens ausschliessen.

Als kürzeste Vorlätedauer wurden bei eingleisigen Bahnen 25 Sekunden, bei zweigleisigen Bahnen 30 Sekunden festgesetzt.

Hierbei wurde angenommen, dafs die Schrankenentfernung bei eingleisigen Bahnen 8^m und bei zweigleisigen Bahnen 12^m, die grösste Fuhrwerkslänge 12^m und die Vorwärtsbewegung der Fuhrwerke 0,8 m/Sek. beträgt.

Die Vorlätedauer ist entsprechend zu verlängern, wenn sich eine längere Vorlätedauer mit Rücksicht auf örtliche Verhältnisse, oder auf die Länge der die Rampe benutzenden Fuhrwerke und deren Fahrgeschwindigkeit als nothwendig herausstellen sollte.

In Folge dieses Erlasses mußten die bei einzelnen Zugschranken bereits früher aufgestellten und meist sehr einfach eingerichteten Lätewerke umgestaltet und durch solche ersetzt werden, die den oben gestellten Bedingungen entsprechen.

Es tauchten nun verschiedene Anordnungen auf, die diesen Bedingungen mehr oder weniger entsprechen, von denen viele aber nur dann richtig wirken, wenn gewisse Voraussetzungen erfüllt werden. Treten jedoch, abgesehen von Eingriffen durch Unberufene, Umstände ein, die das Lätewerk unter andere Verhältnisse stellen, als bei der Anbringung vorausgesetzt wurde, so können Störungen eintreten, deren Ursachen nicht leicht auffindbar sind, weil das Lätewerk bei der nächsten Gelegenheit wieder richtig wirken kann, ohne dafs etwas daran geändert wurde. Für solche vorübergehende Störungen wird meistentheils der das Lätewerk bedienende Wächter verantwortlich gemacht, und er muß bisweilen unschuldig büßen. Zu nennen sind Sturm, Schnee und Eis, die ihren Einfluß, insbesondere bei langen Schranken, auf recht unangenehme Weise bemerkbar machen, ja sogar bewirken können, dafs sich die Schranke durch die Störung des Gleichgewichtes schliessen läßt, ohne dafs das Fallgewicht gehoben wird, und ohne dafs das Lätewerk vorlätet.

Ein gutes Lätewerk muß nicht nur vor Eingriffen durch Unberufene gesichert sein, es muß auch unter allen Verhält-

nissen richtig arbeiten. Es darf daher vor allem nicht vom Gewichte der Schranke, oder von anderen Umständen abhängig sein, die die Wirkung des Lätewerkes beeinträchtigen können; es muß unbedingt richtig vorlätet, bevor überhaupt ein Einfluß von der Winde her auf die Schranke ausgeübt werden kann.

Diese Bedingungen werden durch das nachstehend beschriebene selbstthätige Lätewerk von Deistler*) erfüllt, bei welchem jede Bewegung der Schranke durch eine Sperre und Gegensperre so lange ausgeschlossen wird, bis das Lätet beim Schliessen der Schranke vollkommen beendet ist.

Das Lätewerk besteht aus dem Glockenaufsatz, dem Gewichte G, Abb. 8, Taf. XXXV, dessen Bewegung durch zwei Anschläge M und N begrenzt ist, und aus dem Sperr-Rade S, das mit zwei Sperrklinken k_1 und k_2 versehen ist, wodurch seine Drehung nach rechts oder links, oder nach beiden Richtungen zugleich unmöglich gemacht werden kann. Das Ganze ist an einer Eisenbahnschiene angebracht und mittels Kette in die Zugleitung der Schranke eingeschaltet.

Die Sperrvorrichtung bewirkt, dafs die Schranke nur geschlossen werden kann, wenn das Gewicht am obern Anschlag anliegt, dafs sie nur geöffnet werden kann, wenn das Gewicht auf dem untern Anschlag aufsitzt, und dafs die Schranke in allen übrigen Lagen des Gewichtes unbeweglich bleibt.

Die Wirkungsweise des Lätewerkes ist aus der Zeichnung ersichtlich.

In der Ruhelage sitzt das Gewicht auf dem untern Anschlag auf, die Sperrklinke k_1 ist geschlossen, k_2 geöffnet und die Schranke ist offen. Wird nun die Zugleitung angezogen, so wird das Gewicht gehoben; die Sperrklinke k_2 fällt ein, eine Bewegung des Sperr-Rades, also auch der Schranke, ist in beiden Richtungen unmöglich.

Ist das Gewicht am obern Anschlag angelangt, so wird der Hebel h, der mit der Sperrklinke k_1 verbunden ist, gehoben. Drehung des Sperr-Rades nach rechts ist nun möglich. Weiteres Anziehen der Zugleitung bewirkt das Schliessen der Schranke.

Die Vorlätedauer ist von der Entfernung der beiden Anschläge M und N von einander abhängig.

Soll die Schranke geöffnet werden, so wird die Winde

*) Patentirt.

zurückgedreht, das Gewicht G sinkt, die Sperrklinke k_1 fällt ein, und jede Bewegung des Sperr-Rades, also der Schranke, ist unmöglich. Setzt sich das Gewicht auf den untern Anschlag auf, so öffnet sich die Sperrklinke k_2 , Drehung des Sperr-Rades nach links ist möglich, und die Schranke öffnet sich bei weiterm Nachlassen der Winde.

Die Vorrichtung ist in einen Holz- und Blechkasten eingeschlossen, der an der Schiene befestigt ist.

Vor dem Sperr-Rade ist ein Thürchen angebracht, das mit Schloß und Schlüssel versehen ist, und außerdem unter Bleisiegel gehalten wird. Den Schlüssel hat der Wächter in Verwahrung, das Siegel legt der Bahnaufseher an. Andere Schutzvorrichtungen kommen nicht vor. Der Glockenaufsatz ist in einfacher Weise ohne Federn ausgeführt und hat eine 30 cm weite Glocke mit Doppelschlagwerk.

Unter der Voraussetzung, daß die Winde beim Wächter ein Uebersetzungsverhältnis von 1:5 und einen Seiltrommelumfang von 50 cm hat, daß ferner der Wächter eine Kurbelumdrehung in der Sekunde ausführt und das Fallgewicht G 30 cm hoch ist, beträgt die Entfernung der beiden Anschläge M und N von einander:

bei einer Vorläutedauer von 25 Sekunden 1,55 m					
>	>	>	>	30	> 1,80 >
>	>	>	>	40	> 2,30 >
>	>	>	>	50	> 2,80 >
>	>	>	>	60	> 3,30 >

Hat die Winde ein kleineres Uebersetzungsverhältnis, oder ist eine längere Vorläutedauer nothwendig, so kann das Uebersetzungsverhältnis durch Einschalten einer Flaschenzugrolle in die Zugleitung an der Winde verdoppelt werden.

In unmittelbarer Nähe des Glockenständers ist ein Sicht-Signal O , eine roth-weiß gestrichene Blechscheibe, in die Zugleitung eingeschaltet, das dem Bahnaufsichtsbeamten die richtige Bedienung der Schranke rücksichtlich des rechtzeitigen Vorläutens anzeigt.

Folgende Vortheile sind für dieses Läutewerk hervorzuheben:

1. sichere und richtige Wirkung bei jeder Witterung und Jahreszeit, weil Sturm, Schnee und Eisbildung das Läutewerk nicht beeinflussen können, da keine Bestandtheile vorkommen, die bei Eisbildung eine Störung verursachen könnten;
2. keine Erhaltungskosten, weil außer dem Glockenständer keine Nebentheile, Säulen, Rollenständer, Schutzröhren, Federn u. s. w. vorhanden sind, und keine Drahtseile, sondern Stahlketten in Verwendung kommen;
3. billige Aufstellung und Inbetriebsetzung, weil bei der Aufstellung keinerlei besondere Arbeiten zu verrichten und keinerlei Änderungen an den bestehenden Zugleitungen und Winden vorzunehmen sind, da das Läutewerk sofort wirkt, wenn der Glockenständer aufgestellt und die Zugleitung angeschlossen ist. Selbstverständlich können statt der bestehenden Winden auch andere Antriebe in Verwendung kommen.

Das Läutewerk ist bei den österreichischen Bahnen bereits eingeführt, von Seite der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen einer Erprobung unterzogen und als den bestehenden Vorschriften vollkommen entsprechend gefunden worden.

N a c h r u f.

Nicolaus Riggerbach †.

Der Mann, dem wir die erste für weite Kreise erfolgreiche Förderung der Erbauung fester Bergbahnen verdanken, Nicolaus Riggerbach, ist am 24. Juli 1899 zu Olten nach einem arbeits- und erfolgreichen Leben gestorben, dessen wichtigste Entwicklungstufen wir hier zum ehrenden Gedenken des verdienten Mannes mittheilen.

Riggerbach ist am 21. Mai 1817 zu Gebweiler im Elsass geboren und trat nach Beendigung des Lehrganges des Gymnasium in Basel 1833 für drei Jahre als Lehrling in die Bandstuhl-Werkstätte von Böslin ein, um dann, 19 Jahre alt, die Wanderschaft zu beginnen, auf der er in mehreren großen französischen Städten und zuletzt bei Kefler in Karlsruhe arbeitete, wo er an der Erbauung der ersten deutschen Lokomotive theilnahm.

1842 errichtete Riggerbach mit Schaub eine mechanische Werkstatt, ging aber schon 1844 als Werkführer zur Karlsruher Lokomotiv-Bauanstalt zurück, die er erst 1853 nach erfolgreicher Thätigkeit als Direktor, einem Rufe der schweizerischen Zentralbahn folgend, verließ. Seine Thätigkeit als

Maschinenmeister in der Hauptwerkstatt Olten drängte ihm die Erkenntnis der Schwierigkeiten besonders gelegentlich der Hauensteinstrecke auf, die mit der Anlage von Steilbahnen verbunden sind und ließen ihn den schon bei den allerersten Bahnen, dort unnöthiger Weise verfolgten Gedanken der Ausstattung des Gleises mit einer Zahnstange wieder aufnehmen; das erste hierauf bezügliche Patent wurde 1863 in Frankreich erteilt. Seine Bestrebungen blieben aber gegenüber den bekannten schwerfälligen Bedenken, welche die Welt selbst der Sachkundigen gegen Neuerungen zu hegen pflegt, erfolglos, bis die Kunde von der von Marsh auf den Mount-Washington erbauten Bergbahn nach Europa gelangte. Dann aber machte die Entwicklung der Steilbahnen, beginnend mit der Verbindung Ouchy-Lausanne und gefördert durch gemeinsames Arbeiten mit Stehlin, Wetli, Culmann, Neff und Zschokke, schnelle Fortschritte. Nachdem Grüninger zum Zwecke der Bearbeitung der Rigibahn mit Plattner 1869 einen eingehenden Bericht über die genannte nordamerikanische Bahn geliefert hatte, gelang es schnell, die Rigibahn-Gesellschaft unter Führung des Consul Hitz zu bilden, so daß der Bau bereits im Herbste

1869 beginnen konnte. Die nach Culmann's Feststellungen hier verwendete Zahnleiter Riggenbach's hat sich so bewährt, daß sie bis heute in den wesentlichen Theilen keine Umarbeitung erfahren hat, obwohl etwa 50 Bahnen mit ihr ausgestattet sind. 1870 folgte in Olten die Ostermündinger Steinbruchbahn schon mit gemischtem Betriebe unter Riggenbach's Leitung, der namentlich auch die bis heute nicht veränderte Lokomotive für gemischten Betrieb entwarf.

1873 konnte bereits die internationale Gesellschaft für Bergbahnen in Aarau gebildet werden, deren Maschinenfabrik Riggenbach und Zschokke leiteten. Der allgemeine geschäftliche Niedergang der folgenden Jahre hatte jedoch die Auflösung der Gesellschaft 1880 zur Folge, Riggenbach kehrte nach Olten zurück und hat von dort aus als Civilingenieur

die aus allen Theilen der Welt eingehenden Aufträge für Entwürfe und Ausführungen von Bergbahnen erledigt.

Als Techniker besaß Riggenbach die eigenartige Zähigkeit, die allein dazu befähigt, nach und nach durch sorgfältige Beobachtung die Schwierigkeiten zu überwinden, die der Lösung neuer Aufgaben stets entgegenstehen, als Mensch besaß er bei geradem und offenem Auftreten liebenswürdige und heitere Gemüthsart, Eigenschaften, die ihm zahlreiche Freunde erworben haben.

So ist in ihm ein Mann von uns geschieden, der im engern Kreise mit Liebe verbundene Achtung und im weitern volle Anerkennung seiner hervorragenden Leistungen als Ingenieur hinterläßt.

Technische Angelegenheiten des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.*)

Die Behandlung der Frage der Ueberhöhung des äußern Schienenstranges und der Spurerweiterung in gekrümmten Gleisstrecken im Vereine Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Bearbeitet von J. Sandner, Obergeringieur der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Dem Ausschusse für technische Angelegenheiten werden nicht immer neue Fragen zur Berathung und Bearbeitung zugewiesen, er hat sich mitunter auch mit solchen Fragen zu befassen, die im Gegentheile durch ihr Alter und dadurch bemerkenswerth geworden sind, daß ihre Erforschung von Geschlecht zu Geschlecht weitererrückt.

Eine solche Frage, die seit mehr als 50 Jahren wiederholt den Gegenstand von Berathungen im Vereine Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gebildet hat, ist die Frage nach der zweckmäßigsten Ueberhöhung und Spurerweiterung in Krümmungen.

Da die Ansichten der Fachmänner über die Bedeutung dieser Frage in Folge der im Laufe der Zeit gesammelten Erfahrungen mehrfache Aenderungen erlitten haben, so erscheint es angezeigt, die Schicksale des praktischen Theiles dieser Frage seit ihrem ersten Auftauchen im Vereine bis auf die Gegenwart zu verfolgen und dabei auch der wichtigsten Ergebnisse zu gedenken, welche aus den außerhalb des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gemachten, praktischen Versuchen gewonnen worden sind. Die zahlreichen theoretischen Untersuchungen, welche in verschiedenen Werken und Fachblättern veröffentlicht wurden, bleiben hierbei selbstverständlich außer Betracht.

Die ersten Bestimmungen über Spurerweiterungen und Ueberhöhungen finden sich in den Vorschlägen zur Erreichung einheitlicher Bestimmungen im Deutschen Eisenbahnwesen, welche im Jahre 1849 von dem Baurathe Mohn der Hannover-

schen Staatsbahn dem Vereine Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen überreicht worden sind.

Diese Vorschläge gaben die Anregung zur Aufstellung der »Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands« und der »einheitlichen Vorschriften für den durchgehenden Verkehr auf den bestehenden Vereinseisenbahnen«, welche das Ergebnis der Berathungen der ersten Techniker-Versammlung in Berlin vom 8. bis 27. Februar 1850 gewesen sind und aus welchen die Technischen Vereinbarungen hervorgingen.

In den Mohn'schen Vorschlägen waren für die Spurerweiterungen und Ueberhöhungen bestimmte ziffermäßige Werthe enthalten, jedoch ohne Angabe einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit, für welche die empfohlenen Ueberhöhungsmasse zu gelten hätten; die Werthe waren:

Halbmesser:		Spurerweiterung:	
10000'	(3139 m)	0,25''	(7 mm)
9000'	(2825 «)	0,29''	(8 «)
8000'	(2510 «)	0,35''	(9 «)
7000'	(2197 «)	0,42''	(11 «)
6000'	(1883 «)	0,51''	(13 «)
5000'	(1569 «)	0,60''	(16 «)
4000'	(1255 «)	0,70''	(18 «)
3000'	(942 «)	0,80''	(21 «)
2000'	(628 «)	0,90''	(24 «)
1000'	(314 «)	1,00''	(26 «)
400'	(126 «)	1,50''	(39 «)

*) Diese Abtheilung steht unter der Schriftleitung des Unterausschusses des Technischen Ausschusses des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Halbmesser:		Ueberhöhung:	
6000'	(1883 m)	0,20"	(5 mm)
5000'	(1569 m)	0,40"	(11 "
4000'	(1255 "	0,64"	(17 "
3000'	(942 "	0,89"	(23 "
2000'	(628 "	1,40"	(37 "
1000'	(314 "	2,00"	(53 "

Schon bei der Berathung dieser ersten Vorschläge muß man erkannt haben, daß die Aufnahme bestimmter Zahlenwerthe für die Spurerweiterung und Ueberhöhung in die »Grundzüge« und die »einheitlichen Vorschriften« mit Rücksicht auf die verschiedenen Verhältnisse der Vereinsbahnen nicht empfehlenswerth ist, denn schon die ersten diesbezüglichen Vereinsbestimmungen vom Jahre 1850 erhielten nur eine ganz allgemeine Fassung, welche auch bei allen späteren Umarbeitungen der technischen Vereinbarungen grundsätzlich beibehalten wurde und nur theils Aenderungen der Grenzmaße erfuhr, theils mit ergänzenden Zusätzen versehen wurde.

Um diese im Laufe der Zeit erfolgten Aenderungen der auf die Ueberhöhung der äußeren Schienen und auf die Spurerweiterung in Krümmungen bezüglichen Vereins-Vorschriften übersichtlich vorzuführen, wurden die betreffenden Bestimmungen aus den verschiedenen Technischen Vereinbarungen in Zusammenstellung I vereinigt.

Aber nicht allein aus Anlaß der Bearbeitung und Fortbildung der Technischen Vereinbarungen wurde die Frage der Ueberhöhung und Spurerweiterung im Vereine Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen erörtert.

Schon im Jahre 1876 wurden seitens der bayerischen Staatsbahnen in der Nähe des Hauptbahnhofes München Versuche über den Einfluß der Schienenüberhöhung und Spurerweiterung auf den Widerstand der Fahrzeuge bei ihrer Bewegung in Krümmungen ausgeführt. (Organ 1881, S. 261 u. f.).

Die betreffenden Versuchsgleise enthielten eine Gerade, sowie Krümmungen von 300, 400, 550, 750 und 1000 m Halbmesser, im spätern Verlaufe der Versuche wurden drei der vorhandenen Gleise noch mit Krümmungen von 200, 150 und 100 m verlängert. Mit den bei den Versuchen geänderten Fahrgeschwindigkeiten wurden auch die Ueberhöhungen und Spurerweiterungen abgeändert.

Zu den Versuchen wurden 20 Wagen mit Achsständen von 3,1 bis 4,4 m und 7 Lokomotiven mit Achsständen von 1,35 bis 2,52 m verwendet. Die Fahrzeuge gelangten mit Geschwindigkeiten von 0 bis 40 km/St. in die Versuchsgleise.

Diese Versuche haben folgendes beachtenswerthe Ergebnis geliefert:

1. Bei Anwendung der halben bei den bayerischen Staatsbahnen vorgeschriebenen Spurerweiterung hat sich gegenüber ihrer vollständigen Beseitigung fast ganz derselbe Widerstand, dagegen bei Anwendung der vollen vorgeschriebenen Spurerweiterung in den Krümmungen von 300 bis 550 m Halbmesser, im Mittel eine Verminderung des Widerstandes um 25 % ergeben.
2. Bezüglich der Einwirkung der Ueberhöhung des äußern Schienenstranges auf den Widerstand in Krümmungen haben die Versuche keine Aufschlüsse gegeben.

Weitere Versuche, welche den Einfluß der Schienenüberhöhung und Spurerweiterung auf die Abnutzung der Schienen zum Zwecke hatten, wurden auf Anregung eines Unterausschusses, der sich mit der Erweiterung des die Achsstände der Personenwagen betreffenden Paragraphen der technischen Vereinbarungen zu befassen hatte, im technischen Ausschusse zu Budapest am 26. und 27. Mai 1879 beschlossen. Eine Anweisung zur einheitlichen Vornahme dieser Versuche wurde im technischen Ausschusse zu Freiburg am 11. October 1880 festgesetzt.

Diese Versuche wurden jedoch nur von wenigen Verwaltungen durchgeführt; ihre Ergebnisse zeigten so mannigfache Widersprüche, daß der technische Ausschuss zu Breslau am 26. und 27. Februar 1891 es für zweckmäßig erachtete, von der weitem Verfolgung dieser Angelegenheit überhaupt ganz abzusehen.

Eine weitere Veranlassung zum gründlichen Studium der Schienenüberhöhung und Spurerweiterung war durch die Bearbeitung technischer Fragen gegeben, welche im Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen von Zeit zu Zeit aufgestellt und beantwortet werden.

Unter den technischen Fragen erscheint die Ueberhöhung und Spurerweiterung zum ersten Male im Jahre 1884, IX. Ergänzungsband des Organs, Frage Gruppe I, Nr. 18.

Die Schlussfolgerung aus den Beantwortungen der gestellten Frage, IX. Ergänzungsband des Organes, S. 66, lautete im Wesentlichen dahin, daß sich bestimmte Maße allgemein nicht feststellen lassen. Die ausgeführten Ueberhöhungen haben sich bezüglich der Sicherheit des Betriebes im Allgemeinen bewährt, jedoch in Bezug auf thunlichst geringe Abnutzung der Schienen und Radreifen in den Fällen nicht befriedigt, in denen außer den schnellfahrenden Zügen auch Güterzüge mit bedeutend geringerer Geschwindigkeit in größerer Anzahl verkehren. In sehr scharfen Krümmungen wird eine Ermäßigung der Geschwindigkeit empfohlen.

Die Spurerweiterungen haben sich nur in den Fällen nicht bewährt, in denen sie das kleinste Maß erreichten, oder demselben nahe kamen. Es erscheint daher zweckmäßig, die Spurerweiterung nicht zu knapp zu bemessen.

In den Jahren 1891 und 1892 wurde die hier in Rede stehende Frage auch außerhalb des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen einer eingehenden Untersuchung im Betriebe unterzogen, diese Bestrebungen und ihre Ergebnisse verdienen auch hier Beachtung.

Die gewonnenen Erfahrungen sind in dem Berichte über die Frage IX »Passage dans les courbes« des im Jahre 1892 zu St. Petersburg abgehaltenen internationalen Eisenbahncongresses mitgetheilt.

Der Berichterstatter, G. du Bousquet, gelangte bezüglich der Schienenüberhöhung und Spurerweiterung auf Grund der eingelaufenen Fragebeantwortungen zu folgenden Schlussfolgerungen:

a) Ueberhöhung.

1. Der Größtwerth der Ueberhöhung scheint für alle Fälle mit 150 mm festgestellt werden zu können.

Die in den verschiedenen „Technischen Vereinbarungen“ enthaltenen

Vorschriften aus dem Jahre	Bestimmungen betreffend die	
	Ueberhöhungen	Spurerweiterung
1850		
a) Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands.	§ 19, Abs. 2: „In Curven soll die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher gelegt werden, als die innere, daß die Schienenkante nicht von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird.“	§ 20: „In Curven, welche mehr als 2000' (610 ^m) Halbmesser haben, tritt keine Erweiterung des Spurmaßes ein. In engeren Curven darf die Erweiterung bis höchstens $\frac{3}{4}$ " (19 ^{mm}) betragen.“
b) Einheitliche Vorschriften für den durchgehenden Verkehr auf den bestehenden Vereinseisenbahnen.	§ 6, Abs. 2: „In Curven muß die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, daß von den Spurkränzen kein nachtheiliger Angriff der inneren Schienenkante ausgeübt werden kann.“	§ 2: „In Curven mit Halbmessern unter 2000' (610 ^m) soll die Spurweite im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrößert werden; diese Vergrößerung darf jedoch das Maß von $\frac{3}{4}$ " (19 ^{mm}) nicht übersteigen.“
1858		
a) Grundzüge u. s. w.	(Wie oben: 1850.)	§ 20: „In Curven welche mehr als 3000' (914 ^m) Halbmesser haben tritt keine Erweiterung des Spurmaßes ein. In Curven von 600' (183 ^m) Halbmesser darf die Erweiterung bis höchstens $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 ^{mm}) betragen.“
b) Einheitliche Vorschriften u. s. w.	(Wie oben: 1850.)	§ 2: „In Curven mit Halbmessern unter 2000' (610 ^m) soll die Spurweite im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrößert werden; die Vergrößerung darf jedoch das Maß von 1 Zoll (25 ^{mm}) nicht übersteigen.“
1866		
a) Grundzüge u. s. w.	§ 16, Abs. 2: „In Curven soll die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher gelegt werden als die innere, daß die Schienenkante möglichst wenig von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird.“	§ 17: „In Curven welche mehr als 600 ^m Halbmesser haben tritt keine Erweiterung des Spurmaßes ein. In Curven von 180 ^m Halbmesser darf die Erweiterung bis höchstens 25 ^{mm} betragen.“
b) Einheitliche Vorschriften u. s. w.	§ 6, Abs. 2: „In Curven muß die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, daß von den Spurkränzen ein thunlichst geringer Angriff der inneren Schienenkante ausgeübt wird.“	§ 2: „In Curven mit Halbmessern unter 600 ^m soll die Spurweite im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrößert werden; diese Vergrößerung darf jedoch das Maß von 25 ^{mm} nicht übersteigen.“
1871		
Technische Vereinbarungen.	§ 17, Abs. 2: „In Curven soll die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, daß von den Spurkränzen ein thunlichst geringer Angriff der inneren Schienenkanten ausgeübt wird.“	§ 5: „In Curven mit Halbmessern unter 1000 ^m soll die Spurweite im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Radien angemessen vergrößert werden. Diese Vergrößerung darf jedoch das Maß von 30 ^{mm} selbst bei einem Halbmesser von 180 ^m nicht übersteigen.“
1876		
Technische Vereinbarungen.	§ 17, Abs. 2: „In Curven muß die äußere Schiene mit Berücksichtigung der größten auf der betreffenden Bahnstrecke gestatteten Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, daß von den Spurkränzen ein thunlichst geringer Angriff der inneren Schienenkanten ausgeübt wird.“ Abs. 3: „Die Ueberhöhung des äußeren Schienestranges muß an den Tangentialpunkten des Kreisbogens vollständig vorhanden sein und in den geraden Linien, beziehentlich in den parabolischen Uebergangscurven auf eine Länge auslaufen, welche mindestens das 200 fache der Ueberhöhung beträgt.“	(Wie oben 1871.)

Anmerkung: 1. Die bindenden Vorschriften sind durch liegende Schrift kenntlich gemacht.
2. Die Angaben in Fussen und Zollen beziehen sich auf englisches Maß.

stellung I.

Bestimmungen über Ueberhöhungen und Spurerweiterungen.

Vorschriften aus dem Jahre	Bestimmungen betreffend die	
	Ueberhöhungen	Spurerweiterung
1882 Technische Vereinbarungen.	<p>§ 17, Abs. 2: „In Krümmungen muss die äußere Schiene mit Berücksichtigung der größten auf der betreffenden Bahnstrecke gestatteten Fahrgeschwindigkeit um so viel höher als die innere gelegt werden, dass von den Spurkränzen der Räder ein thunlichst geringer Angriff auf die inneren Schienenkanten ausgeübt wird.“</p> <p>Abs. 3: „Die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges soll an den Tangentialpunkten des Kreisbogens vollständig vorhanden sein.“</p> <p>Abs. 4: „Die Ueberhöhung muss in den geraden Linien, beziehentlich in den parabolischen Uebergangscurven auf eine Länge auslaufen, welche mindestens das 200fache der Ueberhöhung beträgt.“</p> <p>Abs. 5: „Wenn zwischen zwei benachbarten im gleichen Sinne gelegenen Krümmungen eine gerade Linie von weniger als 40^m Länge liegt, soll die Gleisüberhöhung auch in der Geraden durchgeführt werden.“</p>	<p>§ 5: „Die Spurweite in Krümmungen mit Halbmessern unter 1000^m ist im Verhältnis zur Abnahme der Länge der Halbmesser angemessen zu vergrößern. Diese Vergrößerung darf jedoch das Maß von 30^{mm} selbst bei einem Halbmesser von 180^m nicht übersteigen.“</p>
1889 Technische Vereinbarungen.	<p>§ 7, Abs. 3: „In Krümmungen muss die äußere Schiene mit Berücksichtigung der auf der betreffenden Bahnstrecke vorkommenden Fahrgeschwindigkeiten um so viel höher als die innere gelegt werden, dass von den Spurkränzen der Räder ein thunlichst geringer Angriff auf die inneren Schienenkanten ausgeübt wird.“</p> <p>Abs. 4: „Die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges soll am Anfangspunkte des Kreisbogens — also da, wo Uebergangsbögen vorhanden sind, am Berührungspunkt der letzteren mit dem Kreisbogen — voll vorhanden sein.“</p> <p>Abs. 5: „Die Ueberhöhung muss in den geraden Linien beziehentlich in den Uebergangsbögen auf eine Länge auslaufen, welche mindestens das 200fache der Ueberhöhung beträgt.“</p> <p>Abs. 6: „Wenn zwischen zwei benachbarten, im gleichen Sinne liegenden Bögen eine gerade Linie von weniger als 40^m Länge liegt, so soll die Gleisüberhöhung auch in der Geraden durchgeführt werden.“</p>	<p>§ 2, Abs. 2: „In Krümmungen mit Halbmessern unter 500^m ist die Spurweite angemessen zu vergrößern. Diese Vergrößerung darf jedoch das Maß von 30^{mm} niemals überschreiten.“</p> <p>Abs. 3: „In Krümmungen mit Halbmessern bis herab zu 500^m ist eine Vergrößerung der Spurweite nicht erforderlich.“</p>
1897 Technische Vereinbarungen.	<p>§ 7, Abs. 3: „In Krümmungen soll der äußere Schienenstrang mit Berücksichtigung der auf der betreffenden Bahnstrecke vorkommenden Fahrgeschwindigkeiten und der bestehenden Verkehrs- und Anlageverhältnisse um so viel höher als der innere gelegt werden, dass von den Rädern ein thunlichst geringer Angriff auf die Schienen ausgeübt wird.“</p> <p>(Abs. 4: „Wie oben 1889.“)</p> <p>Abs. 5: „Die Ueberhöhung muss auf eine jeweilig nach der größten Fahrgeschwindigkeit zu bemessende Länge auslaufen, welche mindestens das 200fache der Ueberhöhung beträgt.“</p> <p>(Abs. 6: „Wie oben 1889.“)</p>	<p>§ 2, Abs. 2: (Wie oben 1889).</p> <p>Abs. 3: „Abweichungen von den vorgeschriebenen Mäßen — als Folge des Betriebes — sind bis zu 3^{mm} darunter und 10^{mm} darüber zulässig, derart, dass die größte Spurweite in geraden Gleisen nicht mehr als 1,415^m beträgt und in Krümmungen das Maß von 1,465^m niemals überschritten wird.“</p> <p>Abs. 4: „In Krümmungen mit Halbmessern bis herab zu 500^m ist eine Vergrößerung der Spurweite nicht erforderlich.“</p>

2. Innerhalb der gegenwärtigen Grenzen der Fahrgeschwindigkeit genügt es, wenn bei Bestimmung des Werthes der Ueberhöhung in einer bestimmten Strecke die regelmäßige Größtgeschwindigkeit berücksichtigt wird; einer im Falle der Verspätung gestatteten Erhöhung der Geschwindigkeit braucht nicht Rechnung getragen zu werden.
3. Die Formel von der Form $\frac{v}{r}$ scheint besonders zur Bestimmung der Ueberhöhungen in von Zügen gleicher Art befahrenen Krümmungen verschiedener Halbmesser geeignet zu sein, wobei für v der unter 2 erwähnte Werth der Geschwindigkeit anzunehmen ist.
4. Für Linien mit 1^m Spur und darunter erscheint es vorthellhaft, in die Formel eine Unveränderliche derart anzunehmen, daß sich trotz der in die Formel einzusetzenden geringen Geschwindigkeit für die Ueberhöhung ein hinreichender Werth ergibt.

Die Geschwindigkeit für das Befahren der Krümmungen ist im Allgemeinen durch keine bestimmte Ziffer begrenzt, es haben jedoch alle von den Verwaltungen herausgegebenen Dienstanweisungen den Sinn, die Geschwindigkeit in scharfen Krümmungen zu vermindern.

b) Spurerweiterung.

Eine Anzahl von Ingenieuren ist der Meinung, daß eine Spurerweiterung wenigstens von einer bestimmten Grenze von 200^m Halbmesser für vollspurige Bahnen aufwärts vollständig weggelassen werden kann.

Wenn man jedoch die Beantwortungen der Verwaltungen aufmerksam prüft, so kann man sich überzeugen, daß die Verschiedenheit der diesbezüglichen Ansichten eine scheinbare ist, indem es zumeist von dem in der geraden Linie angenommenen Spielraume zwischen den Innenkanten der Schienen und den Außenflächen der Radreifen abhängt, ob in den Krümmungen eine größere oder geringere, oder keine Spurerweiterung nothwendig ist; die Berücksichtigung des Gesamtspielraumes führt also zu einer gewissen Uebereinstimmung unter den verschiedenen Ausführungsweisen der Spurerweiterung.

Sehr lehrreich sind die in dem erwähnten Berichte mitgetheilten, von der französischen Regierung angeordneten eingehenden Versuche, betreffend den Durchgang von einzelnen Fahrzeugen und ganzen Zügen durch scharfe Krümmungen. Die Ergebnisse dieser Versuche bilden einen wichtigen Fortschritt in der Erkenntnis der Bedeutung der Ueberhöhung. Während bis dahin ziemlich allgemein die Ansicht geltend war, daß die Ueberhöhung aus Rücksichten auf die Betriebsicherheit nothwendig sei, um einer Entgleisung des Zuges durch die Wirkung der Fliehkraft zu begegnen, hat sich aus den erwähnten Versuchen ergeben, daß die Ueberhöhung keine Frage der Betriebsicherheit bildet.

Für die in den Monaten März bis Juni 1891 auf dem Bahnhofe Droue der französischen Staatsbahn ausgeführten Versuche wurden Gleise von 100 und 75^m Halbmesser eingerichtet, welche zum Theil ohne Spurerweiterung und ohne Ueberhöhung hergestellt waren und sowohl mit einzelnen Fahrzeugen, als auch mit ganzen, aus 10 bis 30 Wagen bestehenden

Zügen, mit Geschwindigkeiten von 50 bis 65 km/St. befahren wurden. Die Lokomotiven waren theils dreiachsig mit zwei gekuppelten Achsen, theils Drei- und Vierkuppler; die Wagen waren theils zweiachsig mit festen Achsständen von 2,5 bis 5,4^m, theils Drehgestellwagen.

Beim Befahren der Versuchsgleise zeigte sich weder eine Neigung zum Umstürzen oder Entgleisen, noch ein bemerkenswerthes Schwingen der Wagenkasten auf den Federn. Selbst durch Gegenkrümmungen war die Fahrt eine sanfte. Bezüglich des Zugwiderstandes war es ohne merklichen Einfluß, ob die Ueberhöhung 0 oder 80^{mm} betrug. Hieraus wurde der Schluß gezogen, daß man in Krümmungen die Ueberhöhung ganz weglassen könne, ohne selbst bei bedeutender Fahrgeschwindigkeit die Sicherheit zu beeinträchtigen.

Ein bezüglich des Zugwiderstandes abweichendes Ergebnis lieferten die in den Monaten Januar bis März 1892 zu Noisy-le-Sec auf der französischen Ostbahn durchgeführten Versuche in Gleisen mit Halbmessern von 200, 150 und 100^m und bei den vergleichsweise eingerichteten Ueberhöhungen von 0, 80 und 160^{mm}. Aus diesen Versuchen, bei welchen die Gleise theils mit einzelnen Lokomotiven, theils mit aus 6 oder 9 Wagen bestehenden Zügen und mit Geschwindigkeiten von 21 bis 55 km/St. befahren wurden, ergab sich im Durchschnitt bei einer Ueberhöhung von 80^{mm} eine Abnahme des Zugwiderstandes um rund 20 % und bei einer Ueberhöhung von 160^{mm} um rund 30 % im Vergleiche zum Zugwiderstande im nicht überhöhten Versuchsgleise.

Dieses Ergebnis wurde, wie später näher begründet wird, durch die mehrjährigen Beobachtungen aus zahlreichen unter den verschiedensten Anlage- und Verkehrsverhältnissen stehenden Versuchstrecken der dem Vereine Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Linien keineswegs bestätigt und kann demnach nicht als allgemein gültig angesehen werden.

Fast gleichzeitig mit diesen französischen Versuchen hatte der Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen die Prüfung der Frage der Ueberhöhungen und Spurerweiterungen abermals aufgegriffen, um sich diesmal besonders eingehend damit zu befassen.

Im Jahre 1891 wurde nämlich zum zweiten Male eine technische Frage, Gruppe I, Nr. 10, aufgestellt, welche sich auf den in Rede stehenden Gegenstand bezog und folgenden Wortlaut hatte:

»Welche Ueberhöhungen des äußern Schienenstranges und welche Spurerweiterungen werden in den verschiedenen Bahnkrümmungen angewendet, durch welche Formel lassen sie sich annähernd ausdrücken und zwar auf Haupt-, Neben- und Localbahnen:

- a) mit 1,435^m,
- b) mit 1^m,
- c) mit 0,75^m Spurweite.

Welche größte Fahrgeschwindigkeit kommt vor? Ist für die Schienenüberhöhung eine Grenze festgesetzt und welche?«

Die eingelaufenen Beantwortungen waren so weit auseinander gehende, daß der Ausschuss für technische Angelegenheiten zu Berlin am 13. bis 15. Februar 1892 beschlossen hat, die weitere Bearbeitung dieser Frage einem Unterausschusse zuzuweisen.

Dieser letztere hat in seinen Sitzungen zu Dresden am 16. März 1892, Nürnberg am 18. April 1892, Straßburg am 7. Juni 1892 und Würzburg am 21. September 1892 die Frage eingehend durchberathen und einen Bericht ausgearbeitet, in welchem er die Aufnahme der folgenden Vorschriften in die technischen Vereinbarungen und in die Grundzüge für Neben- und Localbahnen, empfahl:

„I. Ueberhöhung der äußern Schiene in Krümmungen.

A. Vollspurige Bahnen.

1. Die äußere Schiene soll in Krümmungen höher liegen, als die innere um

$$h = 500 \frac{v}{r} \text{ bis } 700 \frac{v}{r} \text{ mm,}$$

worin für v diejenige Größtgeschwindigkeit in km/St., die in der betreffenden Krümmung nicht überschritten werden darf und für r der Halbmesser dieser Krümmung in Metern einzusetzen ist.

2. Abweichungen hiervon in Folge des Betriebes sind zu gestatten:
 - a) bis zu 10 mm unter der Rechnungsgröße, jedoch unter der Bedingung, daß dadurch nicht eine Querneigung im entgegengesetzten Sinne entsteht;
 - b) bis zu 10 mm über jene Mafse mit der Bedeutung, daß die Ueberhöhung das Mafß von 150 mm nicht überschreitet.
3. Auch bei Abweichungen innerhalb der in 2. gestatteten Grenzen darf die Längsneigung der äußern gegen die innere Schiene auf eine Länge von 5 m nirgends steiler werden, als 1:200.
4. Bei Krümmungen mit Halbmessern von mehr als 3000 m ist von einer Ueberhöhung ganz abzusehen.
5. Auf Weichenkrümmungen finden die Vorschriften keine Anwendung.

B. In schmalspurigen Bahnen:

II. Spurerweiterungen.

A. In Vollspurbahnen.

1. In Krümmungen wird die für die geraden Gleise vorgeschriebene Spurweite von 1435 mm durch Hinausrücken der innern Schiene erweitert um das Mafß

$$e = \frac{(1000 - r)^2}{27000} \text{ mm,}$$

worin r den Halbmesser der Krümmung in Metern bezeichnet.

2. Abweichungen von diesem Mafße in Folge des Betriebes sind gestattet in den Grenzen von - 3 mm bis + 10 mm unter der Bedingung, daß dadurch niemals eine Spurweite überschritten wird:
 - bei Hauptbahnen von 1465 mm, e = 30 mm,
 - bei Neben- und Kleinbahnen von 1470 mm, e = 35 mm
3. Wird die Zunahme der Spurerweiterung in runden Mafsen stufenweise angeordnet, so sind diese Abstufungen im Allgemeinen nicht größer, als je 5 mm, bei Oberbau auf eisernen Querschwellen aber höchstens je 3 mm zu machen.
4. In Krümmungen von mehr, als 1000 m Halbmesser ist von jeder Spurerweiterung abzusehen.
5. Für Krümmungen in Weichen und Kreuzungen finden die obigen Vorschriften nicht Anwendung.

B. In Schmalspurbahnen.

	bei	
	1 m	0,75 m
	Spurweite	
1. Für die Spurerweiterung in Krümmungen wird empfohlen: daß Mafß $e = \dots \dots \dots$	$\frac{(600 - r)^2}{16000} \text{ mm}$	$\frac{(400 - r)^2}{8000} \text{ mm}$
2. Abweichungen hiervon in Folge des Betriebes sind zu gestatten bis zu + über jenes Rechnungsmafß hinaus.“	7 mm	5 mm

	mit	
	1,0 m	0,75 m
	Spurweite	
1. Die äußere Schiene in Krümmungen soll höher liegen, als die innere um $h = \dots$ worin v und r dieselbe Bedeutung haben, wie in A, 1,	$200 \frac{v}{r}$	$120 \frac{v}{r}$
2. Abweichungen hiervon in Folge des Betriebes sind zulässig. <ol style="list-style-type: none"> a) bis $\dots \dots \dots$ mit der Bedingung, daß dadurch nicht eine entgegengesetzte Querneigung entsteht, b) bis $\dots \dots \dots$ unter der Bedingung, daß die Ueberhöhung das Mafß von $\dots \dots \dots$ niemals überschreitet. 	- 7 mm	- 5 mm
3. In den Krümmungen mit Halbmesser von mehr als $\dots \dots \dots$ ist von einer Ueberhöhung der äußern Schiene abzusehen.	+ 7 mm	+ 5 mm
	100 mm	75 mm
	600 m	400 m

Der Ausschufs für technische Angelegenheiten beschloß zu Triest am 26. und 27. October 1893 bezüglich dieses Antrages, daß die vom Unterausschusse entwickelten, im Vorstehenden mitgetheilten Formeln nicht ohne Weiteres zur allgemeinen Anwendung zu empfehlen sind, weil Erfahrungen über sie in genügendem Umfange noch nicht vorliegen und die Formeln überdies, ebensowenig wie die sogenannte theoretische Formel $h = \frac{11,8 v^2}{r}$, den jeweiligen Verkehrsverhältnissen Rechnung tragen; daß diese Formeln somit sämtlichen Vereinsverwaltungen zunächst zur versuchsweisen Anwendung und seinerzeitigen Berichterstattung empfohlen werden sollen.

In der hierauf am 17. November 1893 zu Nürnberg abgehaltenen Sitzung des Unterausschusses wurde ein diesbezügliches Rundschreiben an die Vereinsverwaltungen ausgearbeitet auch wurden die nachfolgenden Vorschriften betreffs Einrichtung und Beobachtung an Versuchsgleisen festgestellt.

»Bestimmungen für eine einheitliche Durchführung der Versuche zur Ermittlung der für

verschiedene Anlage- und Betriebsverhältnisse zweckmäßigen Ueberhöhungen und Spurerweiterungen in Krümmungen.

1. Als Maßstab für die Beurteilung der zweckmäßigsten der nach verschiedenen Formeln ausgeführten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen sollen unmittelbare Beobachtungen der etwaigen Schwierigkeiten der Gleisunterhaltung: Häufigkeit der Nacharbeiten, Arbeitskosten der Gleisunterhaltung in Geld oder Tagschichten ausgedrückt, der auftretenden Zugwiderstände und der Abnutzung der Schienen im äußern und innern Strange dienen.

Es sind daher für thunlichst verschiedene Größtgeschwindigkeiten gekrümmte Versuchsgleise mit nach verschiedenen Formeln gerechneten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen einzurichten und zu beobachten.

Um die Einflüsse der Beschaffenheit der Bauart und der Anlageverhältnisse der Gleise aufzuheben, sind die beiden anschließenden Geraden jeder gekrümmten Versuchsstrecke ebenfalls zu beobachten. — Die gekrümmten Versuchsstrecken sollen vorwiegend mit Halbmessern von 500 m und darunter gewählt werden.

2. Die Beobachtungen haben zweierlei Gruppen von gekrümmten Versuchsgleisen zu umfassen, von denen die eine bei gleicher Spurweite und Größtgeschwindigkeit verschiedene Ueberhöhungen, die andere bei gleicher Ueberhöhung und Geschwindigkeit verschiedene Spurerweiterungen aufweist.

Es wird anheim gegeben, auch gekrümmte Versuchsstrecken ohne jede Ueberhöhung mit verschiedenen Krümmungshalbmessern zu beobachten.

Sollten sich in solchen Strecken Unzukömmlichkeiten im Betriebe ergeben, so wären die kleinsten Maße der Ueberhöhung zu ermitteln, welche hinreichen, solche Unzukömmlichkeiten zu beseitigen.

3. Jede für Versuche auf Vollbahnen mit verschiedenen Ueberhöhungen bestimmte Gruppe hat aus drei*), jede für Versuche mit verschiedenen Spurerweiterungen dienende Gruppe aus zwei unter thunlichst gleichen Anlage- und Betriebsverhältnissen befindlichen gekrümmten Gleisen zu bestehen (siehe auch Punkt 4 und 5).

- a) Von den drei gekrümmten Gleisen einer jeden für Versuche mit verschiedenen Ueberhöhungen bestimmten Gruppe, hat der eine Bogen eine Ueberhöhung nach der Formel $h = 500 \cdot \frac{v}{r}$, der zweite eine solche nach der Formel $h = 700 \cdot \frac{v}{r}$ zu erhalten, während in dem Dritten, die bei der betreffenden Bahnverwaltung bisher übliche Ueberhöhung belassen wird, insofern sie von den nach den beiden genannten Formeln sich ergebenden Ueberhöhungen merklich abweicht. Im entgegengesetzten Falle ist die Ueber-

höhung in dem dritten Bogen nach der sogenannten theoretischen Formel $h = \frac{11,8 \cdot v^2}{r}$ herzustellen.)*

- b) Von den zwei Bögen einer jeden für Versuche mit verschiedenen Spurerweiterungen bestimmten Gruppe, ist der eine um das Maß $e = \frac{(1000 - r)^2}{27000}$ zu erweitern, in dem andern dagegen ist die bei der betreffenden Bahnverwaltung bisher übliche Spurerweiterung zu belassen, falls diese von der nach obiger Formel sich ergebenden Erweiterung merklich verschieden ist. Andernfalls ist der zweite Bogen nach der sogenannten theoretischen Formel $e = \frac{11339}{r}$ mm zu erweitern.
4. Jede Gruppe von Versuchsgleisen muß sich unter möglichst gleichen Anlage- und Betriebsverhältnissen befinden.

Es dürfen daher eingleisige Versuchsstrecken mit zweigleisigen nicht in ein- und dieselbe Gruppe zusammengestellt werden. Ebenso muß die Art des Oberbaues in den zu einer Gruppe gehörigen Krümmungen die gleiche sein, Lang- oder Querschwellen-Oberbau, hölzerne oder eiserne Schwellen.

Der Krümmungshalbmesser der in ein- und dieselbe Gruppe zu nehmenden Versuchsgleise soll thunlichst der gleiche sein. Die Neigungsverhältnisse können innerhalb der in der »Anweisung für die Bearbeitung des Materiales der Schienenstatistik« angegebenen Grenzen als gleichwerthig angesehen werden.

Die Betriebsverhältnisse sollen in den zu einer Gruppe gehörigen Versuchsgleisen möglichst gleichmäßige sein, daher ist besonders darauf zu achten, daß nicht Versuchsgleise, welche vorwiegend von schweren, langsam verkehrenden Zügen befahren werden, mit solchen, über welche zumeist leichtere Züge mit großer Geschwindigkeit befördert werden, oder Versuchsgleise, in denen die beförderte Bruttolast eine auffallend verschiedene ist, in ein- und derselben Gruppe vorkommen.

5. Schienen von auffallend verschiedener Beschaffenheit oder Querschnittsform dürfen nicht in den Gleisen ein- und derselben Gruppe liegen.
6. Es ist mit aller Sorgfalt darauf zu achten, daß die in den Versuchsgleisen ausgeführten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen in den ursprünglich hergestellten Mäßen auch erhalten werden.
7. Die während der Beobachtungszeit über die Versuchsgleise beförderte Bruttolast, die Anzahl der daselbst verkehrenden Züge, deren Fahrgeschwindigkeiten, sowie die größten und durchschnittlichen Raddrücke der verkehrenden Lokomotiven und Wagen sind mit möglichster Schärfe zu ermitteln.
8. Die Lokomotivführer sind anzuweisen, dem Gange der Lokomotive durch die Versuchsgleise besondere Aufmerk-

*) beziehungsweise mit Einrichtung eines etwa auszuführenden Versuchsgleises ohne Ueberhöhung aus vier.

*) worin v die Größtgeschwindigkeit in km/St. und r den Krümmungshalbmesser in Metern bedeutet.

samkeit zuzuwenden und alle hierauf bezüglichen Beobachtungen zu melden. Ebenso haben die Bahnmeister, Bahnaufseher u. s. w. das Verhalten der Versuchsgleise im Betriebe in Bezug auf etwaige Schwierigkeiten der Gleiserhaltung, Häufigkeit der Nacharbeiten u. s. w. zu beobachten und hierüber zu berichten.

9. Für die Beurtheilung der Schienenabnutzung sind genaue Querschnittsmessungen der Schienen erforderlich, daher sind sofort nach Einrichtung der Versuchsgleise in jeder Krümmung und in jeder der anschließenden Geraden etwa 10 äußere und 10 innere Schienen mittels der Kraft'schen oder einer dieser an Genauigkeit gleichwerthigen Mefsvorrichtung aufzunehmen. — Die Mefstellen sind immer in der halben Schienenlänge zu wählen und haltbar zu bezeichnen, auch müssen sie einander im äußeren und inneren Schienenstrange genau gegenüber liegen.
10. Zuerst im Juni 1895, sodann in Zwischenräumen von 3 Jahren muß genau an denselben Mefstellen, an welchen die Ursprungsmessungen vorgenommen wurden, eine wiederholte genaue Aufnahme des Schienenquerschnittes erfolgen. Die beobachteten Abnutzungen sind bei Vorkommen auffälliger Unregelmäßigkeiten auch bildlich darzustellen und auf getrennten Beilagen dem Berichte beizufügen.

Die Erhebungen über die Arbeitskosten der Gleisunterhaltung sind während der Dauer der Beobachtungszeit sorgfältig und vollständig zu machen, deren Ergebnisse sind dem Berichte beizufügen; hierbei ist auch anzugeben, ob die Gleis-Instandhaltungen in wagrechtem oder lothrechtem Sinne erforderlich waren.

11. Die am 1. Juli 1895, sodann in Zwischenräumen von drei Jahren an die geschäftsführende Verwaltung einzusendenden Berichte der Bahnverwaltungen sind nach beiliegenden Mustern zu verfassen. (Der Anweisung lagen zwei Muster in Tabellenform bei.)

Die Mittheilung der Erfahrungen und die etwaige Einrichtung von Versuchsgleisen auf Schmalspurbahnen hat gleichfalls im Sinne vorstehender Bestimmungen zu erfolgen.

Die am 1. Juli 1895 eingegangenen, erstmaligen Mittheilungen der Ergebnisse aus den nach obigen Vorschriften eingerichteten Versuchsgleisen ließen indes wegen Kürze der Beobachtungszeit ein abschließendes Urtheil in der beregten Frage noch nicht zu. Der Ausschuss für technische Angelegenheiten beschloß daher in seiner Sitzung zu Hamburg am 22. und 23. October 1896, daß von einer Bearbeitung des damals vorgelegten Stoffes noch abzusehen sei und die Vereins-Verwaltungen zur Fortsetzung der Versuche aufzufordern seien.

Die zweiten am 1. Juli 1898 eingegangenen Berichte wurden in den Sitzungen des Unterausschusses zu Essen am 21. März 1899 und zu Nürnberg am 25. April 1899 eingehend berathen und führten zu folgenden Ergebnissen.

Wie aus der Zusammenstellung II ersichtlich ist, haben im Ganzen 19 Verwaltungen 212 Versuchsgleise eingerichtet und beobachtet.

Um zu versuchen, ob aus den vorliegenden Mittheilungen über das Verhalten der Versuchsgleise irgend welche Schlüsse auf die zweckmäßigsten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen

gezogen werden können, wurden zunächst sämtliche mitgetheilten Ergebnisse nach den verschiedenen Krümmungshalbmessern geordnet zusammengestellt und bei jeder einzelnen Versuchsgruppe der verschiedenen Bahnverwaltungen diejenige Ueberhöhung und Spurerweiterung aufgesucht, welche sich nach den bisherigen thatsächlich beobachteten Ergebnissen:

- a) in Bezug auf thunlichst gleichmäßige Flächenabnutzung der beiden Schienenstränge,
- b) in Bezug auf den Zugwiderstand und den ruhigen Gang der Fahrzeuge und
- c) in Bezug auf die Kosten der Gleisunterhaltung als die günstigste erwiesen hat. Hierbei wurde bezüglich der Schienenabnutzung dasjenige Maß der Ueberhöhung und der Spurerweiterung als das zweckmäßigste bezeichnet, bei welchem das Verhältnis zwischen der Abnutzung des äußeren Stranges zu der des inneren Stranges der Einheit am nächsten kam.

Bezüglich der Ueberhöhungen ist aber nicht nur die Größe der Fahrgeschwindigkeit von Bedeutung, insofern für den Werth v in die bezüglichen Formeln vielfach der Höchstwerth eingesetzt wird, sondern es liegt auch die Vermuthung nahe, daß es nicht gleichgültig sein dürfte, wie oft diese größte Geschwindigkeit von den Zügen wirklich erreicht wird, d. h. ob die verkehrenden Zuggattungen der Mehrzahl nach zu den schnell oder zu den verhältnismäßig langsam fahrenden gehören. Um daher das Hervortreten einer etwa vorhandenen Gesetzmäßigkeit nicht durch das Zusammenfassen von schnell und langsam befahrenen Strecken zu behindern, wurden die Versuchsgleise bei Beurtheilung der zweckmäßigsten Ueberhöhung auch bezüglich der Verkehrsverhältnisse in mehrere Gruppen getheilt und zwar:

1. in solche mit vorwiegendem Personenzugverkehre,
2. in solche mit vorwiegendem Güterzugverkehre,
3. in solche, auf denen der Personen- und Güterzugverkehr nahezu gleich groß sind.

Als vorwiegend wurde hierbei derjenige Verkehr angenommen, welcher mindestens 55 % des Gesamtverkehrs ausmacht.

Auf Grundlage obiger Erwägungen wurde die Beurtheilung der zweckmäßigsten Maße vorgenommen und in Zusammenstellung III zusammengefaßt, in welche, soweit die Beobachtungen vorliegen, für jeden einzelnen Halbmesser r und jede einzelne Versuchsgruppe die zweckmäßigste Ueberhöhung h und Spurerweiterung e eingesetzt ist, erstere unter gleichzeitiger Angabe der Ziffer m der Formel $h = \frac{m v}{r}$ und der Geschwindigkeit v , für welche diese Versuchsgruppe eingerichtet wurde.

Hierbei konnten jedoch von den mitgetheilten 212 Versuchsstrecken nur 156 berücksichtigt werden, indem 56 Versuchsgleise den vorhin angeführten Bestimmungen für eine einheitliche Durchführung der Versuche nicht entsprochen haben.

Einzelne Bahnverwaltungen haben auch in ihren den Uebersichten beigegebenen Berichten oder in ihren Begleitschreiben Mittheilungen zu der Frage der Ueberhöhungen und Spurerweiterungen gemacht, diese Angaben sind auszugsweise in Zusammenstellung IV wiedergegeben.

Zusammenstellung II.

Halbmesser m	Anzahl der Versuchsstrecken																	Im Ganzen		
	Badische Staatsbahn	K. E.-D. Breslau	K. E.-D. Cassel	Eisenbahn. in Elsass-Lothr.	K. E.-D. Erfurt	K. E.-D. Halle	K. E.-D. Hannover	K. E.-D. Kattowitz	K. E.-D. Königsberg	K. E.-D. Münster	Sächsische Staatsbahn	K. E.-D. Stettin	Württemberg. Staatsbahn	Kaiser Ferdinands-Nordb.	K. K. Eisenb.-Ministerium	Oesterr. Nordwestbahn	Priv. Oest.-Ung. Staats-Eisenb.-Gesellschaft		Städtebahn	K. Ungarische Staatsbahn
schmalspurig { 60	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
80	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
90	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
100	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
170	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
180	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
200	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	3	—	9
227	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
250	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
255	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
280	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
283	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
284	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
285	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
300	4	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	27
330	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
345	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
350	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
368	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
377	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
379	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
397	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
400	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
436	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
447	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
451	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
452	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
458	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
463	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
467	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
474	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
475	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
500	—	1	—	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18
504	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
505	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
510	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
514	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
516	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
563	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
569	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
600	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
759	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
796	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
942	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
948	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
1130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
1506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1883	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1895	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
2260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
3013	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
zusammen	4	3	4	25	5	1	3	2	6	2	19	4	12	34	15	3	15	11	44	212

Fasst man die in Zusammenstellung III nachgewiesenen zweckmäßigsten Mafse der Ueberhöhungen und Spurerweiterungen für die sämtlichen Krümmungen zusammen, wie dies am Schlusse der Zusammenstellung III geschehen ist, so läßt sich aus den bisherigen Ergebnissen der Beobachtungen Folgendes entnehmen.

Was zunächst die schmalspurigen Versuchsgleise anbelangt, so läßt sich bei deren geringer Anzahl weder bezüglich der Spurerweiterungen noch bezüglich der Ueberhöhungen ein allgemeines Urtheil über das zweckmäßigste Mafs abgehen, das wird wohl auch in Zukunft kaum thunlich sein.

Aus den Beobachtungsergebnissen der vollspurigen Versuchsgleise ist dagegen Folgendes zu ersehen.

A. Spurerweiterungen. Sowohl mit Rücksicht auf Zugwiderstand, als auch auf ruhige Befahrung und auf die Höhe der Unterhaltungskosten haben sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die größeren, nach den gegenwärtigen Vorschriften der Verwaltungen ausgeführten Werthe als die zweckmäßigeren erwiesen, während sich mit Rücksicht auf thunlichst gleichmäßige Abnutzung der beiden Schienenstränge in 9 Fällen von 16 die kleineren, nach der Formel $e = \frac{(1000 - r)^2}{27000}$ berechneten Mafse günstiger verhielten.

Da jedoch mehrere Verwaltungen ausdrücklich berichten, dafs die nach der erwähnten Formel ausgeführten Spurerweiterungen schon nach kurzer Betriebsdauer Vergrößerungen erfordern und eine erschwerte Unterhaltung der Versuchsgleise zur Folge hatten, sich also im Betriebe nicht dauernd halten, so kann ihr etwas günstigeres Verhalten bezüglich der Abnutzung nicht als ausschlaggebend betrachtet werden, um so weniger, als bei deren Anwendung neben unruhigem Gange der Fahrzeuge und Erhöhung des Zugwiderstandes in einzelnen Versuchsgleisen auch Knirschen der Lokomotivräder und von einer Verwaltung auch ein durch die häufigen Umnagelungen bedingter ungünstiger Einfluss auf die Schwellendauer beobachtet wurde.

Die größeren, nach den Vorschriften der Verwaltungen ausgeführten Spurerweiterungen können daher schon jetzt als die zweckmäßigeren bezeichnet werden.

B. Ueberhöhung. Bezüglich der zweckmäßigsten Ueberhöhungen ergibt sich aus den bisherigen Beobachtungen der Versuchsgleise Folgendes:

1. Mit Rücksicht auf den Zugwiderstand, sowie auch auf die ruhige Befahrung sind die verschiedenen, versuchsweise ausgeführten Mafse der Ueberhöhung ohne besondern Einfluss gewesen, indem, wie aus Zusammenstellung III ersichtlich ist, unter allen Verkehrsverhältnissen in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle, alle Mafse der ausgeführten Ueberhöhungen sich als gleich gut bewährt haben. Selbst diejenige Verwaltung, welche auch Versuchsgleise ohne jede Ueberhöhung eingerichtet und beobachtet hat, führt in ihrem Berichte an, dafs auch diese Strecken bezüglich der ruhigen Befahrung vollkommen befriedigt haben.

2. Aus den Kosten der Gleisunterhaltung läßt sich nach den bisherigen Ergebnissen auf die zweckmäßigste Ueberhöhung

nicht schliessen. Es erwiesen sich nämlich laut Zusammenstellung III als zweckmäßiger:

a) Bei den Versuchsgleisen mit vorwiegendem Personenzugverkehre:

in 5 Fällen die größeren Werthe ($m = 700,885$)

< 4 < < kleineren < ($m = 500,300$)

< 7 < waren alle Werthe gleich gut,

d. h. die Ueberhöhungen ohne Einfluss auf die Erhaltungskosten.

b) In den Versuchsgleisen mit vorwiegendem Güterzugverkehre:

in 3 Fällen die größeren Werthe ($m = 700,802$)

< 6 < < kleineren < ($m = 500,246$)

< 3 < waren alle Werthe gleich gut.

c) In den Versuchsgleisen mit nahezu gleichem Personen- und Güterzugverkehre:

in 4 Fällen die größeren Werthe ($m = 700,826$)

< 4 < < kleineren < ($m = 500,600$)

< 4 < waren alle Werthe gleich gut.

Wenn nun auch das Mafs der Ueberhöhung auf die Gröfse der Unterhaltungskosten nicht ohne Einfluss ist, so erscheint die eben nachgewiesene Gesetzlosigkeit doch verständlich, wenn man bedenkt, dafs die Höhe der Unterhaltungskosten, selbst unter denselben Anlage- und Verkehrsverhältnissen nicht lediglich von der Gröfse der Ueberhöhung, sondern ganz besonders von der Beschaffenheit des Untergrundes, dem jeweiligen Zustande der Bettung, der mehr oder minder guten Entwässerung und ähnlichem mehr zufälligen Umständen abhängt, die selbst für die Versuchstrecken derselben Gruppe nicht immer die gleichen sein können und sich auch bei sorgfältigster Beobachtung nicht auf eine gemeinschaftliche Vergleichseinheit zurückführen lassen.

Aus dieser Gesetzlosigkeit ist daher zu schliessen, dafs die soeben erwähnten zufälligen Umstände die Unterhaltungskosten mehr beeinflussen, als die in der Regel nicht sehr bedeutenden Unterschiede der versuchsweise ausgeführten Ueberhöhungen. Ein wirklich merkbarer Einfluss der Ueberhöhung auf die Unterhaltungskosten macht sich erst dann geltend, wenn ihr Mafs ein ganz besonders abweichendes ist. So z. B. berichtet die Verwaltung, welche auch Versuchsgleise ohne jede Ueberhöhung ausgeführt und beobachtet hat, dafs die Unterhaltungskosten dieser Gleise den verhältnismässig sehr hohen Betrag von 1,520 bis 1,932 Mark für 1 Jahr und 1^m Gleis erforderten.

Aus den obigen Ausführungen dürfte wohl der Schluss zu ziehen sein, dafs die in den Versuchsgleisen probeweise ausgeführten Ueberhöhungen, abgesehen von der Ueberhöhung $h = 0$ so verschieden sie auch in einzelnen Fällen sein mögen, dennoch nicht so sehr von einander abweichen, als erforderlich wäre, um aus ihrem Einflusse auf die Unterhaltungskosten ein verlässliches Gesetz ableiten zu können.

3. Mit Rücksicht auf thunlichst gleichmäßige Flächenabnutzung der beiden Schienenstränge haben sich laut Zusammen-

Zusammen-

Ueberhöhungen und Spurerweiterungen, welche sich durch Vergleich der in verschiedenen
(Ergebnisse bis

Halbmesser r m	Bahn- Verwaltung	Günstigste Ueberhöhung					
		vorwiegendem Personenverkehre ≥ 55%			vorwiegendem Güterverkehre ≥ 55%		
		mit Rück-					
		gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung	gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung
Schmalspurige							
80	Ungarische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	größte; h = 90 m = 11.8v; v = 25	—	—	—
	" "	—	—	kleinste; h = 65 m = 8.25v; v = 25	—	—	—
150	Ungarische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	größte; h = 50 m = 11.8v; v = 25	—	—	—
	" "	—	—	kleinste; h = 35 m = 8.25v; v = 25	—	—	—
	Zusammenfassung	—	—	2 mal m = 11.8 v = 290 2 mal m = 8.25 v = 206	—	—	—
Vollspurige							
200	Kaiser Ferdinands- Nordbahn	mittlere; h = 53 m = 11.8v; v = 30 = 354	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	—	—	—
	" "	—	—	—	—	—	—
	Oesterreichische Südbahn	—	—	—	—	alle Werthe gleich	größte; h = 82 m = 700; v = 24
250	K. K. Eisenbahn- Ministerium	—	—	—	—	—	—
255 260	Sächsische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
283	" "	kleinste; h = 71 m = 500 v = 45	—	größte; h = 111 m = 700 v = 45	—	—	—
284	Südbahn	—	—	—	—	—	—
285	Priv. Oesterreichisch- Ungarische Staats-Eisen- bahn-Gesellschaft	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	—	—	—	—

stellung III.

Versuchstrecken beobachteten Ergebnisse bisher als die günstigsten erwiesen haben.

1. Juli 1898.)

$(h = \frac{m \cdot v}{r})$ bei			Günstigste Spurerweiterung e			Anzahl der Versuchsgleise in der betreffenden Gruppe	Bemerkungen
nahezu gleichem Personen- und Güter-Verkehre			mit Rücksicht auf				
sicht auf			gleichmäßige Flächen-Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis-Unterhaltung		
gleichmäßige Flächen-Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis-Unterhaltung	gleichmäßige Flächen-Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis-Unterhaltung		
Versuchsgleise.							
—	—	—	—	—	größter Werth e = 40	4	
—	—	—	—	—	beide Werthe gleich gut		
—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	kleinste; e = 13	4	
—	—	—	—	—	kleinste; e = 13		
—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	1 mal der größte Werth 2 mal der kleinste Werth 1 mal beide Werthe gleich gut	Sa. 8	
Versuchsgleise.							
—	—	—	—	—	—	3	
—	—	—	kleinste; e = 24	beide Werthe gleich	beide Werthe gleich	2	
—	—	—	—	—	—	3	
—	—	—	größte; e = 28	größte; e = 28	größte; e = 28	2	
—	—	—	kleinste; e = 21	—	kleinste; e = 21	2	
—	—	—	—	—	—	2	
größte; h = 135 m = 700; v = 55	größte; h = 135 m = 700; v = 55	größte; h = 135 m = 700; v = 55	—	—	—	4	
größte; h = 149 m = 11.8v; v = 60 = 708	alle Werthe gleich	kleinste; h = 105 m = 500; v = 60	—	—	—	3	
—	—	—	größte; e = 25	beide Werthe gleich	kleinste; e = 19		

Halbmesser r m	Bahn- Verwaltung	Günstigste Ueberhöhung					
		vorwiegendem Personenverkehre ≥ 55%			vorwiegendem Güterverkehre ≥ 55%		
		mit Rück-					
		gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung	gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung
300	Badische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
	" "	kleinste; h=100 m=? v=?	beide Werthe gleich	beide Werthe gleich	—	—	—
	Kaiser Ferdinands- Nordbahn	größte; h=117 m=700; v=50	größte u. mitt- lere gleich 117 98 m=700; m=11.8v v=50=590	alle Werthe gleich	—	—	—
300	" "	—	—	—	—	—	—
	" "	größte; h=117 m=700; v=50	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	—	—	—
	K. K. Eisenbahn- Ministerium	größte; h=58 m=700; v=25	—	kleinste; h=25 m=300; v=25	—	—	—
	Ungarische Staatsbahn	—	—	—	—	alle Werthe gleich	mittlere; h=100 m=500; v=60
	" "	—	—	—	—	alle Werthe gleich	kleinste; h=92 m=500; v=55
330 333 345	Württembergische Staats- bahnen	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—
340	Sächsische Staatsbahn	mittlere; h=103 m=700; v=50	—	kleinste; h=81 m=500; v=55	—	—	—
		größte; h=93 m=700; v=45	—	größte; h=93 m=700; v=45	—	—	—
350	Württembergische Staats- bahnen	mittlere; h=103 $=\frac{3600}{r}$; v=?	mittlere und kleinste gleich h=103 . . . 79 $=\frac{3600}{r}$; m=500 v=55	kleinste; h=79 m=500; v=55	—	—	—
368 377	K. E.-D. Kattowitz	—	—	—	—	—	—
379	Priv. Oesterreichisch- Ungarische Staats-Eisen- bahn-Gesellschaft	—	—	—	kleinste; h=90 m=500; v=68	alle Werthe gleich	größte; h=144 m=11.8v; v=68 =802
	" "	—	—	—	kleinste; h=90 größte; h=144 m=500 } v=68 =11.8v } =800	alle Werthe gleich	größte; h=144 m=11.8v; v=68 =802
	" "	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	—	—	—	—
	Ungarische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
397	Sächsische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—

$(h = \frac{m \cdot v}{r})$ bei			Günstigste Spurerweiterung e			Anzahl der Versuchs- gleise in der be- treffenden Gruppe	Bemerkungen	
nahezu gleichem Personen- und Güter- Verkehre			mit Rücksicht auf					
sicht auf			gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung	gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung
beide Werthe gleich m=?; v=?	beide Werthe gleich	beide Werthe gleich	—	—	—	2		
—	—	—	—	—	—	2		
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	kleinste; e=18	beide Werthe gleich	größte; e=26	2		
—	—	—	—	—	—	2		
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	—	—	—	5		
—	—	—	—	—	—	3		
größte; h=117 m=700; v=55	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	—	—	—	3		
kleinste; h=75 m=500; v=50	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	—	—	—	3		
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	—	—	—	3		
größte; h=140 m=800; v=65	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	kleinste; e=13	beide Werthe gleich	beide Werthe gleich	2		
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	—	—	—	3		
größte; h=112 m=11.8 v; v=60 =708	alle Werthe gleich	größte; h=112 m=11.8 v; v=60 =708	—	—	—	2		
—	—	—	kleinste; e=14	beide Werthe gleich	beide Werthe gleich	2		
—	—	mittlere; h=110 m=11.8 v; v=60 =708	—	—	—	3		
—	—	—	kleinste; e=14	—	kleinste; e=14	2		

Halbmesser r m	Bahn- Verwaltung	Günstigste Ueberhöhung					
		vorwiegendem Personenverkehre ≥ 55%			vorwiegendem Güterverkehre ≥ 55%		
		mit Rück-					
		gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung	gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung
400	Sächsische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
	Kaiser-Ferdinands-Nordbahn	—	—	—	—	—	—
	Oesterreichische Nordwestbahn	—	—	—	mittlere; h=122 m=700; v=70	alle Werthe gleich	kleinste; h=87 m=500; v=70
	Ungarische Staatsbahn	—	—	—	—	—	kleinste; h=94 m=500; h=75
	" "	—	—	—	—	—	kleinste; h=40 m=246; v=65
463 467	K. E. D. Hannover	größte; h=98 m=700; v=65	—	alle Werthe gleich	—	—	—
474	Ungarische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
475	K. K. Eisenbahn-Ministerium	kleinste; h=74 mittlere; h=103 m=700 } =500 } v=70	—	mittlere; h=103 m=700; v=70	—	—	—
500	K. E. D. Stettin	—	—	—	—	—	—
	Kaiser Ferdinands-Nordbahn	kleinste; h=38 m=11.8 v=472 v=40	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	—	—	—
	Ungarische Staatsbahn	—	—	größte; h=115 m=885; v=65	—	—	—
514 516	Württembergische Staatsbahn	größte; h=88 m=700; v=65	alle Werthe gleich	kleinste; h=63 m=500; v=65	—	—	—
563	K. E. D. Cassel	—	—	—	—	—	—
565	K. E. D. Münster	—	—	—	größte; h=93 kleinste; h=66 m=500 } =700 } v=75	—	kleinste; h=66 m=500; v=75
569	Kaiser Ferdinands-Nordbahn	—	—	—	—	—	—
	" " "	kleinste; h=44 m=500; v=50	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich	—	—	—
	Oesterreichische Südbahn	—	—	—	größte; h=116 m=11.8v; v=75 =885	kleinste; h=66 m=500; v=75	—
570	K. K. Eisenbahn-Ministerium	—	—	—	—	—	—
	" " " "	—	—	—	—	—	—
	" " " "	mittlere; h=98 kleinste; h=70 m=500 } =700 } v=80	—	mittlere; h=98 m=700; v=80	—	—	—

Halbmesser r m	Bahn- Verwaltung	Günstigste Ueberhöhung					
		vorwiegendem Personenverkehre ≥ 55%			vorwiegendem Güterverkehre ≥ 55%		
		mit Rück-					
		gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung	gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung
759	Kaiser Ferdinands- Nordbahn	—	—	—	kleinste; h=46 m=500; v=70	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich
	" "	—	—	—	mittlere; h=60 m=700; v=65	alle Werthe gleich	alle Werthe gleich
	" "	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	—	—	—	—
	" "	—	—	—	kleinste; h=43 m=500; v=65	größte; h=60 m=700; v=65	beide Werthe gleich
850	Sächsische Staatsbahn	—	—	—	—	—	—
	Zusammenfassung	2 mal theoretische Formel*) 7 mal m=700 2 " m=500 2 " 500 und 700 gleich 2 " v=?; m=? <hr/> 15	1 mal theoretische Formel*) und m=700 gleich gut 1 mal m=500 und $\frac{3600}{r}$ gleich gut 6 mal alle Formeln gleich gut <hr/> 8	4 mal m=700 3 " m=500 1 " m=885 1 " m=300 7 " alle Formeln gleich gut <hr/> 16	1 mal theoretische Formel*) 1 mal theoretische Formel**) und m=500 gleich 2 mal m=700 1 " m=700 und 500 gleich 3 " m=500 <hr/> 8	1 mal m=700 1 " m=500 8 " alle Formeln gleich gut <hr/> 10	2 mal theoretische Formel*) 1 mal m=700 5 " m=500 1 " m=246 3 " alle Formeln gleich gut <hr/> 12
		*) 1 mal m=354 1 " m=472	*) m=590		*) m=885 **) m=800		*) m=802

$(h = \frac{m \cdot v}{r})$ bei			Günstigste Spurerweiterung e			Anzahl der Versuchs- gleise in der be- treffenden Gruppe	Bemerkungen	
nahezu gleichem Personen- und Güter- Verkehre			mit Rücksicht auf					
sicht auf			gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung	gleichmäßige Flächen- Abnutzung beider Stränge	Zugwiderstand und ruhigen Gang	Kosten der Gleis- Unterhaltung
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	—	—	—	3		
—	—	—	größte; e=14	größte; e=14	beide Werthe gleich	2		
—	—	—	kleinste; e=2	größte; e=14	beide Werthe gleich	2		
—	—	—	—	—	—	2		
größte; h=68 m=11.8v; v=70 =826	—	kleinste; h=41 m=500; v=70	—	—	—	3		
4 mal theoretische Formel *) 2 mal m=700 1 „ m=500 1 „ m=800 1 „ v=? m=?	1 mal theoretische Formel *) 1 mal m=700 6 „ alle Formeln gleich gut	3 mal theoretische Formel *) 1 mal m=700 3 „ m=500 1 „ m=600 4 „ alle Formeln gleich gut	7 mal größter Werth 9 mal kleinster Werth 1 mal e=0	7 mal größter Werth 5 mal beide Werthe gleich gut	9 mal größter Werth 4 mal kleinster Werth 6 mal beide Werthe gleich gut			
9	8	12	17	12	19	Sa. 148		
*) 2 mal m=708 2 „ m=826	*) m=826	*) 2 mal m=708 1 „ m=826						

Zusammen-

Die von den Vereinsverwaltungen in ihren Berichten bezüglich der zweck-
(Berichte bis

Laufende Nummer	Bahnverwaltung	Allgemeine Bemerkungen												
1	Badische Staatsbahn.													
2	K. E.-D. Posen.	Bei Ueberhöhungen nach der Formel $h = \frac{v}{2r}$ war die Abnutzung des äußeren Stranges größer, als bei Anwendung der älteren Formel $h = \frac{v}{r}$; ebenso haben sich die nach der älteren Formel ausgeführten Spurerweiterungen besser gehalten, als die nach der neuen Formel $e = \frac{(1000 - r)^2}{3000}$. Empfohlen wird: $h = 800 \frac{v}{r}$ mm; $e = \frac{(1000 - r)^2}{20000}$ mm.												
3	K. E.-D. Stettin.	Es wird empfohlen, bei den späteren Beobachtungen den Querschnitts-Verdrückungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da letztere für die Schienendauer von größerer Bedeutung sein können, als die eigentliche Abnutzung.												
4	Westfälische Landes-Eisenbahn.	Die nach Formel $h = \frac{20000}{r}$, welche bei der größten Fahrgeschwindigkeit $v = 40$ km/St. der Formel $h = \frac{500v}{r}$ entspricht, angelegten Ueberhöhungen haben sich bewährt. Als Spurerweiterungen sind folgende Maße festgesetzt. <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">für $r = 150$ m, $e = 30$ mm</td> <td style="width: 33%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">für $r = 275$ m, $e = 13$ mm</td> <td style="width: 33%; padding: 2px;">für $r = 450$ m, $e = 7$ mm</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 200$ m, $e = 24$ "</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 300$ m, $e = 11$ "</td> <td style="padding: 2px;">" $r = 500$ m, $e = 6$ "</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 225$ m, $e = 20$ "</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 350$ m, $e = 9$ "</td> <td style="padding: 2px;">" $r > 500$ m, $e = 0$ "</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 250$ m, $e = 16$ "</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 400$ m, $e = 8$ "</td> <td></td> </tr> </table>	für $r = 150$ m, $e = 30$ mm	für $r = 275$ m, $e = 13$ mm	für $r = 450$ m, $e = 7$ mm	" $r = 200$ m, $e = 24$ "	" $r = 300$ m, $e = 11$ "	" $r = 500$ m, $e = 6$ "	" $r = 225$ m, $e = 20$ "	" $r = 350$ m, $e = 9$ "	" $r > 500$ m, $e = 0$ "	" $r = 250$ m, $e = 16$ "	" $r = 400$ m, $e = 8$ "	
für $r = 150$ m, $e = 30$ mm	für $r = 275$ m, $e = 13$ mm	für $r = 450$ m, $e = 7$ mm												
" $r = 200$ m, $e = 24$ "	" $r = 300$ m, $e = 11$ "	" $r = 500$ m, $e = 6$ "												
" $r = 225$ m, $e = 20$ "	" $r = 350$ m, $e = 9$ "	" $r > 500$ m, $e = 0$ "												
" $r = 250$ m, $e = 16$ "	" $r = 400$ m, $e = 8$ "													
5	Württembergische Staatsbahn.													
6	Vereinigte Arader und Csanader Eisenbahn.	Die nachfolgenden Spurerweiterungen und Ueberhöhungen haben für die Zuggeschwindigkeit von 45 km/Std. vollkommen genügt. <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">für $r = 275$ bis 299 m, $e = 22$ mm, $h = 80$ mm</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">für $r = 700$ bis 799 m, $e = 14$ mm, $h = 30$ mm</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 300$ " 399 m, $e = 22$ " $h = 75$ "</td> <td style="padding: 2px;">" $r = 800$ " 899 m, $e = 13$ " $h = 25$ "</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 400$ " 499 m, $e = 18$ " $h = 60$ "</td> <td style="padding: 2px;">" $r = 900$ " 999 m, $e = 12$ " $h = 10$ "</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 500$ " 599 m, $e = 17$ " $h = 60$ "</td> <td style="padding: 2px;">" $r = 1000$ " 2000 m, $e = 10$ " $h = 0$ "</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">" $r = 600$ " 699 m, $e = 15$ " $h = 40$ "</td> <td></td> </tr> </table>	für $r = 275$ bis 299 m, $e = 22$ mm, $h = 80$ mm	für $r = 700$ bis 799 m, $e = 14$ mm, $h = 30$ mm	" $r = 300$ " 399 m, $e = 22$ " $h = 75$ "	" $r = 800$ " 899 m, $e = 13$ " $h = 25$ "	" $r = 400$ " 499 m, $e = 18$ " $h = 60$ "	" $r = 900$ " 999 m, $e = 12$ " $h = 10$ "	" $r = 500$ " 599 m, $e = 17$ " $h = 60$ "	" $r = 1000$ " 2000 m, $e = 10$ " $h = 0$ "	" $r = 600$ " 699 m, $e = 15$ " $h = 40$ "			
für $r = 275$ bis 299 m, $e = 22$ mm, $h = 80$ mm	für $r = 700$ bis 799 m, $e = 14$ mm, $h = 30$ mm													
" $r = 300$ " 399 m, $e = 22$ " $h = 75$ "	" $r = 800$ " 899 m, $e = 13$ " $h = 25$ "													
" $r = 400$ " 499 m, $e = 18$ " $h = 60$ "	" $r = 900$ " 999 m, $e = 12$ " $h = 10$ "													
" $r = 500$ " 599 m, $e = 17$ " $h = 60$ "	" $r = 1000$ " 2000 m, $e = 10$ " $h = 0$ "													
" $r = 600$ " 699 m, $e = 15$ " $h = 40$ "														
7	Kaiser Ferdinands-Nordbahn.	Die nach den Vorschriften der Verwaltung ausgeführten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen haben sich im Allgemeinen zweckmäßig erwiesen.												
8	Ungarische Staatsbahnen.	Die bis jetzt nach der Formel $h = \frac{11.28v}{r} + \frac{10000}{r}$ ausgeführten Ueberhöhungen sind nach Ansicht der Verwaltung zu groß; die innere Schiene wird im Bogen stärker abgenutzt, als die äußere, Messungen liegen aber nicht vor, und der Gang der Fahrzeuge ist, besonders bei dem Einlaufe in Gegenkrümmungen, ein schwankender. Eine Herabminderung der bisherigen Ueberhöhungen wird für alle Bögen als vortheilhaft bezeichnet. Die üblichen Spurerweiterungen, d. i. für $r = 114$ bis 499 m, $e = 20$ mm und " $r = 500$ " 2000 m, $e = 10$ " haben sich bewährt, eine Abänderung ist nicht nöthig.												
9	Lüttich-Mastricht Eisenbahn-Gesellschaft.	Zur Bestimmung der Ueberhöhung dient die Formel: $h = \frac{1/2 (1.435) v^2}{63 r}$, welche mit der theoretischen Formel fast übereinstimmt. Als Spurerweiterung gelten: für $r = 200$ bis 300 m, $e = 15$ mm, " $r = 300$ " 500 m, $e = 10$ " " $r = 500$ " 1000 m, $e = 5$ " Wiederholte Versuche haben die Maße als vortheilhaft erwiesen.												

stellung IV.
mässigen Ueberhöhungen und Spurerweiterungen enthaltenen Mittheilungen.
1. Juli 1898.)

Auf die Versuchsgleise bezügliche Bemerkungen					
günstigste Ueberhöhung			günstigste Spurerweiterung		
mit Rücksicht auf					
gleichmässige Flächenabnutzung der beiden Stränge	Zugwiderstand und ruhiger Gang	Kosten der Gleisunterhaltung	gleichmässige Flächenabnutzung der beiden Stränge	Zugwiderstand und ruhiger Gang	Kosten der Gleisunterhaltung
größte: $h = 120$, ohne Formel beste.	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
Ein abschließendes Urtheil läßt sich aus den bisherigen Ergebnissen noch nicht ziehen.					
—	—	—	—	—	—
Im Allgemeinen waren die kleinen Ueberhöhungen günstiger.	Ueberhöhung ohne besonderen Einfluß.	Ueberhöhung ohne besonderen Einfluß.	Die regelmässigen, größeren Spurerweiterungen waren günstiger.	Die regelmässigen, größeren Spurerweiterungen sind bezüglich des Zugwiderstandes günstiger gewesen.	Die regelmässigen, größeren Spurerweiterungen waren günstiger.
Noch kein Urtheil zulässig. In den Versuchsgleisen ohne Ueberhöhung war die Abnutzung merklich größer, als in solchen mit Ueberhöhung. Mafsangaben liegen jedoch nicht vor.	Auch die Strecken ohne jede Ueberhöhung waren bezüglich des ruhigen Ganges vollkommen befriedigend.	Die Erhaltungskosten bieten zur Zeit keine allgemein richtigen Anhaltspunkte, da in gewissen Strecken 2 bis 3 mal im Monate, in anderen dagegen 2 bis 3 mal im Jahre die Ueberhöhung richtig gestellt wurde. Die Versuchsbögen $r = 480^m$ wurden ursprünglich ohne jede Ueberhöhung hergestellt und erforderten sehr bedeutende Erhaltungskosten. Der äufsere Strang wurde dann allmählig überhöht, wobei sich die Erhaltungskosten verminderten. Bei zweien dieser Bögen ergab sich als zweckmässigste Ueberhöhung $h = 90^{mm}$ bei $v = 60$; $m = 600$; bei dem dritten $h = 40^{mm}$, bei $v = 65$; $m = 246$. Ein Versuchsgleis $r = 500^m$ wurde zuerst mit 10^{mm} Ueberhöhung hergestellt und ergab als günstigsten Werth $= 50^{mm}$, bei $v = 65$; $m = 385$.	—	—	Die kleinen Spurerweiterungen erfuhren öftere Vergrößerungen, welche Umnagelungen zur Folge hatten, die auf die Schwellendauer von ungünstigem Einflusse waren.
—	—	—	—	—	—

stellung III als zweckmäßigste Mafse der Ueberhöhungen erwiesen:

- a) In den Versuchsgleisen mit vorwiegenden Personenzugverkehre:
 in 7 Fällen die größeren Werthe ($m = 700$)
 « 4 « « kleineren « ($m = 500, 472, 354$)
 « 2 « zeigten die Werthe mit $m = 700$ und $m = 500$ gleiches Verhalten.
- b) In den Versuchsgleisen mit vorwiegendem Güterzugverkehre:
 in 3 Fällen die größeren Werthe ($m = 700, 885$)
 « 3 « « kleineren « ($m = 500$)
 « 1 Falle zeigten die Werthe mit $m = 700$ und $m = 500$
 « 1 Falle zeigten die Werthe mit $m = 800$ und $m = 500$ gleiches Verhalten.
- c) In den Versuchsgleisen mit nahezu gleichem Personen- und Güterzugverkehre:
 in 7 Fällen die größeren Werthe ($m = 700, 800, 826$)
 « 1 Falle der kleinere Werth ($m = 500$).

Nach diesen Ergebnissen läßt sich demnach in den Versuchsgleisen mit vorwiegendem Güterverkehre ein überwiegend günstiger Einfluß auf die gleichmäßige Schienenabnutzung weder bei den größeren, noch bei den kleineren Werthen der Ueberhöhung erkennen; in den übrigen Versuchsgleisen waren wohl vorherrschend die größeren Ueberhöhungen die günstigeren, eine Gesetzmäßigkeit läßt sich jedoch hieraus nicht ableiten und zwar aus folgenden Gründen:

Die hier als »zweckmäßigste« Ueberhöhungen angeführten Werthe sind selbstverständlich nur die verhältnismäßig zweckmäßigeren unter den ausgeführten Mafsen; sie sind aber einerseits den anderen Mafsen nicht immer auffällig überlegen, andererseits ist die Flächenabnutzung auch bei diesen verhältnismäßig günstigeren Ueberhöhungen in den beiden Schienensträngen vielfach eine recht ungleichmäßige gewesen.

Eine annähernd gleiche Abnutzung der beiden Schienenreihen ist bei den 138 gekrümmten Versuchsgleisen, von denen Flächenberechnungen und Schienenabnutzung überhaupt mitgetheilt wurden, nur in 7 Fällen, also 5 %, beobachtet worden; in 110 Fällen, also 80 %, erfolgte die größere Flächenabnutzung im äußern und in 21 Fällen, also 15 % im innern Strange.

Da ferner in den 7 Fällen, in denen beide Schienenstränge nahezu gleiche Abnutzung erfuhren, die Ueberhöhung 3 mal eine verhältnismäßig große und 4 mal eine verhältnismäßig kleine war, so ist zu schließen, daß ihr Maß keinen so bedeutenden Einfluß auf die Abnutzung der Schienen ausübt, wie dies bisher noch vielfach angenommen wurde.

In dieser Beziehung verdient der in der Zeitung des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Jahrgang 1898; Nr. 93 erschienene Aufsatz: »Die Ueberhöhung der Aufsenschienen in gekrümmten Bahngleisen« von Struck besondere Aufmerksamkeit, weil darin der Nachweis geliefert wird, daß die Ueberhöhung der Aufsenschienen in Krümmungen überhaupt kein wirksames Mittel zur Verhütung oder Verminderung der Abnutzung dieser Schienen ist.

Der Verfasser berichtet zunächst über das Verhalten von drei Versuchsgleisen von 300^m Halbmesser, welche mit den Ueberhöhungen von 60, 80 und 100^{mm}, und von drei Versuchsgleisen mit 350^m Halbmesser, welche mit den Ueberhöhungen von 55, 70 und 90^{mm} ausgeführt und durch 4 Jahre beobachtet wurden. Die vorgenommenen Messungen ergaben trotz der verschiedenen Ueberhöhungen so geringfügige Unterschiede bezüglich der Abnutzung der Aufsenschienen, daß sie thatsächlich als ganz belanglos angesehen werden müssen, die Erneuerung der beiden Schienenstränge wird sich in demselben Zeitpunkte nöthig erweisen.

Es muß bemerkt werden, daß die Schienenabnutzung in den Theilstrecken der einzelnen Gruppen auch bei den von den Vereins-Verwaltungen eingerichteten Versuchsgleisen mindestens in der Hälfte der Fälle trotz der verschiedenen Ueberhöhung nur verhältnismäßig geringe Verschiedenheiten aufweist, so daß also, wie bereits erwähnt, dasjenige Maß der Ueberhöhung, welches sich unter den ausgeführten als das zweckmäßigste herausgestellt hat, den anderen probeweise angewendeten Mafsen in der Einwirkung auf gleichmäßige Schienenabnutzung keineswegs derart überlegen ist, daß durch dessen Anwendung thatsächlich eine nennenswerthe Verminderung der ungleichförmigen Abnutzung beider Stränge erhofft werden könnte.

Zur Erklärung dieser mit der bisherigen Anschauung über die Wirkung der Ueberhöhung in Widerspruch stehenden Thatsache, führt Struck an, daß bei der üblichen Art der Entwicklung der Ueberhöhungswerthe aus der Wirkung der Fliehkraft der Umstand nicht berücksichtigt wird, daß eine Abwärtsbewegung des Fahrzeuges, also eine Entlastung der Aufsenschiene von dem Drucke der Fliehkraft, erst dann eintreten kann, wenn die Ueberhöhung einen solchen Betrag erreicht hat, daß die gleitende Reibung zwischen Schiene und Radreifen überwunden ist.

Da die Werthziffer dieser Reibung für Stahl auf Stahl etwa 1 : 7 ist, so muß die Ueberhöhung, bevor sie beginnen kann, zur Entlastung der äußern Schiene von der Wirkung der Fliehkraft beizutragen, für jede Krümmung, mag der Halbmesser so groß sein, wie er will, den Werth von $\frac{1450}{7} = 207$ mm erreicht haben.

Soll außerdem die Wirkung der Fliehkraft auf die Fahrkante der Aufsenschiene aufgehoben werden, so muß die Ueberhöhung noch durch den unter Berücksichtigung der Fliehkraft ermittelten Werth vergrößert werden.

Gegenüber so großen, aus Betriebsrücksichten nicht unbedenklichen Ueberhöhungen von etwa 300^{mm} sind aber sowohl die gegenwärtig üblichen, als auch die versuchsweise ausgeführten Mafse so gering, daß sie im Allgemeinen nicht ausreichen, um den Angriff der Räder auf die Aufsenschienen zu hindern oder wesentlich zu mildern.

Da ferner, wie bereits erwähnt, aus den bisherigen Ergebnissen der von den Vereins-Verwaltungen beobachteten Versuchsgleise hervorgeht, daß die Unterschiede der probeweise angewendeten Ueberhöhungen auch auf die Kosten der Unterhaltung, auf den Zugwiderstand und auf den ruhigen Gang

der Fahrzeuge von keinem besondern Einflusse waren, so hat dadurch die Frage nach der zweckmäßigen Ueberhöhung der Aufschiene abermals an Wichtigkeit verloren. Sie ist nicht nur, wie schon früher bekannt war, keine Frage der Betriebssicherheit, sondern sie hat, wie aus den bisherigen Erfahrungen hervorgeht, auch keine so hohe wirthschaftliche Bedeutung, wie ihr ursprünglich beigemessen wurde.

Daraus dürfte es auch erklärlich sein, daß trotz den theilweise verschiedenen Vorschriften, welche bezüglich der Ueberhöhungsmasse bei den einzelnen Vereins-Verwaltungen bestehen, im Allgemeinen keine Klagen laut geworden sind, welche eine Abänderung dieser Masse als dringend erforderlich bezeichnet hätten, die Unterschiede dieser Masse sind eben bei ein- und demselben Halbmesser, abgesehen von dem Versuche mit $h = 0$, im Allgemeinen für die Praxis nicht bedeutend genug.

Der Ausschuss für technische Angelegenheiten hat dementsprechend in seiner Sitzung zu Wien am 7. und 8. Juni 1899 die folgenden Beschlüsse gefasst:

»Die ausgeführten Versuche haben ergeben, daß die Frage der Gleisüberhöhung keine Frage der Betriebssicherheit ist.

Die bisherigen Versuche sollen als abgeschlossen gelten; ihr Ergebnis soll den Vereins-Verwaltungen bekannt gegeben werden.«

Mit dieser Erkenntnis haben also die Bestrebungen nach Ermittlung ziffernmäßiger Werthe für die zweckmäßigsten Ueberhöhungen und Spurerweiterungen im Vereine ihr Ende gefunden.

Es ergab sich dagegen im Zuge der Berathungen des Unterausschusses, daß einerseits der größere Verschleiß in Krümmungen nicht allein von der Ueberhöhung und Spurerweiterung, sondern auch von anderen, bisher nicht näher berücksichtigten Umständen abhängt, sowie andererseits, daß beim Befahren von Bahnkrümmungen neben der ungleichförmigen Schienenabnutzung der beiden Stränge, auch noch andere nachtheilige Erscheinungen auftreten, deren Umfang und Ursachen gleichfalls noch nicht hinreichend erforscht sind, deren weiterer Verfolg jedoch mit Rücksicht auf ihre hohe wirthschaftliche Bedeutung sehr wünschenswerth erscheint.

Der oben genannte Ausschuss für technische Angelegenheiten beschloß daher, den Vereins-Verwaltungen die Vornahme weiterer Versuche und Erhebungen zu empfehlen, welche die Ergründung und Bekanntgabe jener Massnahmen zum Zwecke haben sollen, durch welche man auf praktischem Wege die überall anerkannten nachtheiligen Erscheinungen in den Bahnkrümmungen thunlichst herabmindern könne.

Solche Versuche erscheinen gegenwärtig umso mehr zeitgemäß, als mehrere Vereins-Verwaltungen in Erkenntnis der Wichtigkeit dieser Frage bereits sehr sinnreich ausgestattete Versuchswagen beschafft haben, mittels deren sehr genaue Messungen einzelner beim Befahren von Gleisen auftretenden Erscheinungen vorgenommen werden können.

Es ist daher zu hoffen, daß diese neuen Versuche und Erhebungen zu dem angestrebten Ziele führen werden.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

B a h n - O b e r b a u .

Die Gefährlichkeit zu harter Stahlschienen.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, Februar 1899, S. 183).

Nach den in den letzten Jahren auf den schwedischen Staatsbahnen gemachten Beobachtungen kamen im Durchschnitte jährlich 26 Brüche von Stahlschienen vor, d. h. auf 148 km Gleislänge ein Bruch, während z. B. in England auf 112,7 km ein solcher erfolgte. Nicht ein einziger der in Schweden eingetretenen Schienenbrüche bot eine unmittelbare Gefahr, da die Schiene niemals in mehr als zwei Stücke zersprang. Dieser Umstand wird der geringen Härte der schwedischen Schienen zugeschrieben, welche nicht über 0,45 % Kohlenstoff neben geringen Beimengungen von Mangan, Silicium und Phosphor enthalten.

Von amerikanischer Seite ist in letzter Zeit die Anwendung weit härterer Schienen von 0,5 bis 0,6 % Kohlenstoffgehalt wegen angeblich größerer Dauerhaftigkeit empfohlen worden. Harte Schienen bieten jedoch eine große Gefahr, da sie bei einem Bruche meist in viele Stücke zerspringen. Im Uebrigen ist ihre längere Dauerhaftigkeit noch keineswegs erwiesen.

Für die Untersuchung der Schienen dürfte im Allgemeinen die Schlagprobe genügen, da sie genügenden Aufschluß über die Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Durchbiegungen giebt, wogegen die erheblich theuerern Zerreißproben nur Aufschluß über die Festigkeit geben. Bei in Schweden angestellten Schlagversuchen zeigte sich, daß Schienen von 39,7 kg Gewicht auf 1 m Länge bei einem Kohlenstoffgehalt von weniger als 0,45 % dem Schläge eines 6 m herabfallenden Hammers von 1000 kg Schwere widerstanden, während solche von 0,6 % Kohlenstoffgehalt unter dem Schläge eines nur 500 kg schweren Hammers in zahlreiche Stücke zersprangen.

Die Ansichten der Fachmänner über die zulässige Grenze des Kohlenstoffgehaltes weichen sehr von einander ab. Die amerikanischen Ingenieure rathen aus Gründen der Wirthschaftlichkeit zu Schienen von 0,6 bis 0,7 % Kohlenstoffgehalt, während die europäischen Fachleute hauptsächlich wegen der geringern Gefährlichkeit weichere Schienen empfehlen. Besonders wird auch von mancher Seite auf den Einfluß, den die Behandlung der Schiene bei der Herstellung und vor Allem bei der Abkühlung auf deren Sprödigkeit ausübt, hingewiesen, sowie

auf die Bedeutung der Beimengungen des Eisens. Alles in Allem erscheint die Frage der barten Stahlschienen noch wenig geklärt, und es dürften erst noch längere Erfahrungen nöthig sein, ehe sich ein endgültiges Urtheil fällen läßt. F—s.

Wolhaupter's Schienenstofs.

(Railroad Gazette 1899, Juni, S. 504, mit Zeichnung).

Hierzu Zeichnung Abb. 7 und 8 auf Taf. XXVII.

Wolhaupter geht darauf aus, die Schienenenden mit den Fufskanten im Stofse stets auf gleicher Höhe zu halten; er legt deshalb eine längs geriefelte Platte von Stofschwelle zu Stofschwelle, welche zwischen den Schwellen einen weit nach unten vorspringenden Steg trägt. Diese Platte gewährt dem Schienenfufse außen ein kräftiges Gegenlager, das winkel-

förmig aufgebogen am Rande von einer entsprechenden Nuth der Außenlasche umfaßt wird, um so diese Lasche und die Platte zu gemeinsamem Widerstande gegen Biegung zu bringen. Innen ist die gewöhnliche Winkellasche verwendet, die mit ihren Enden gegen die durch Löcher der Riefelplatte geschlagene Nägel tritt, um das Wandern zu verhindern. Die äußeren Nägel greifen in Nuthen der untern Laschenkrümpe und mit dem Kopfe auf den wagerechten Laschenschenkel, so daß die Riefelplatte außen nur mittelbar durch die Lasche niedergehalten wird.

Ein ähnlicher ruhender Stofs Wolhaupter's unterscheidet sich von dem gezeichneten nur durch Wegfall des untern Plattensteges und durch wesentlich tiefere Rillenbildung der Platte, um deren Steifigkeit so zu erhöhen.

B a h n h o f s - E i n r i c h t u n g e n .

Hebwerke der Central-London-Bahn.

(Engineering 1899, I, März, S. 306. Mit Zeichnungen und Abbildungen.) Hierzu Zeichnungen Abb. 1—16, Taf. XX und Abb. 3—6, Taf. XXVIII.

Als Ergänzung zur frühern*) allgemeinen Beschreibung der Hebwerke der Central-London-Bahn fügen wir noch die folgenden beachtenswerthen Einzelheiten hinzu. Der wichtigste Theil, die elektrisch angetriebene Winde, ist in Abb. 3 bis 6, Taf. XXVIII dargestellt, sie wird in den Schächten verschiedener Abmessungen mit nur ganz geringen Veränderungen überall verwendet. Die beiden Seitenrahmen tragen die Trommelwelle, eine Kuppelwelle, die Lager der Schneckenwelle und einen Oeltrog, in dem die Schneckenwelle läuft. Auf die Schneckenwelle jeder Seite ist je ein elektrischer Antrieb mit vier Polen, Nebenschlußwicklung und Eisengehäuse unmittelbar aufgekeilt. 470 Umläufe ertheilen den Fahrstühlen eine Geschwindigkeit von 61 m/Min. Der Niedergang der beladenen Fahrstühle wird zur Stromerzeugung benutzt, wodurch die Kosten sehr erheblich vermindert werden; in dieser Beziehung sind folgende Zahlen und Verhältnisse aufzuführen. Die Hebung von 5000 kg Nutzlast erfordert einen Strom von 150 Amp., von denen 28 auf die Ueberwindung der Widerstände verwendet werden, der mit derselben Last niedergehende Fahrstuhl erzeugt dagegen einen nutzbaren Strom von 92 Amp.

Ein mit 900 kg Nutzlast niedergehender Fahrstuhl erzeugt grade so viel Strom, wie zur Ueberwindung der Widerstände erforderlich ist, nämlich 20 Amp., bei geringerer Last erfordert auch der Niedergang eine geringe Stromaufwendung. Hebung wie Senkung des leeren Fahrstuhles erfordert 18 Amp. Der Stromverbrauch steht in geradem Verhältnisse zur Last.

Außer den genannten Theilen enthält die Winde eine Ausschaltvorrichtung des Betriebsstromes mit Bremse, welche von der Seilspannung so gestellt wird, daß der Betrieb nur bei völlig straffen Seilen möglich ist. Sie besteht in einer auf einem querlaufenden Schlitten angebrachten kleinen Rolle, die von einem Gewichtshebel gegen das Seil gedrückt und von diesem

entsprechend seiner seitlichen Bewegung beim Auf- und Abwickeln seitlich mitgenommen wird. Bei straffen Seilen ist diese Rolle so gestellt, daß sie die Stromzuleitung schließt, zugleich aber auch den Stromkreis der Wicklung eines Elektromagneten, welcher die Kraft starker Schraubenfedern überwindend die Kniehebel zweier Backenbremsen auf den beiden Schneckenwellen so aufdrückt, daß diese Wellen frei werden. Wird das Seil schlaff, so stellt das Rollen-Gegengewicht den Betrieb- und den Magnetstrom ab, die Federn drücken die Backen an und die Bremsung erfolgt sofort. Hierdurch sind zugleich alle anderweit verursachten Stromunterbrechungen unschädlich gemacht.

Jeder Antrieb bewegt eine Schneckenwelle, deren jede zwei entgegengesetzt gewundene Schnecken trägt. Die von diesen mittels Schneckenrädern bewegten beiden Wellen, auf deren einer die Seiltrommel sitzt, sind durch große Kammräder gekuppelt, um ungleichmäßigen Gang der in entgegengesetzter Richtung umlaufenden Antriebe zu verhindern, die zweite, sonst leer laufende Welle hat nur den Zweck dieser Kuppelung. Da alle Theile symmetrisch und rechts- und linksläufig angeordnet sind, so bleiben außer dem Unterschiede der Spannkraften im Last- und Gewichtsarne der Seile keinerlei wagerechte Kräfte frei. Die Schnecken haben besonders große Druckflächen, wie in Abb. 5, Taf. XX gezeigt, damit die Pressung auf die Schmierhaut nicht zu hoch wird.

Besondere Sorgfalt ist auf die Seilführung verwendet. Die Trommel hat für die Windungen des Seiles zwar Nuthen, um aber ein Aufsteigen auf die Stege zwischen diesen sicher auszuschießen, liegt vor jeder Trommelhälfte ein Nuthrad, welches sich frei auf der Mutter einer Schraubenspindel dreht (Abb. 4, Taf. XXVIII). Diese Schraubenspindel wird mittels Kegelrad-Vorgelege von der Leerwelle aus so angetrieben, daß sie das Nuthrad während einer Trommelumdrehung grade um einen Seilgang seitlich verschiebt, so daß das Seil von den breiten Fangflanschen des Nuthrades stets richtig auf die Trommel geführt wird. Diese Führungsräder können in beliebiger Entfernung vor der Trommel angebracht werden (Abb. 16, Taf. XX). Die Seile können mit Sicherheit 7,7 t tragen, da aber ein großer

*) Organ 1899, S. 128.

Theil der Last der Wagen durch unmittelbar an diesen angreifende Gewichte ausgeglichen wird (Abb. 10, Taf. XX), so wird die Belastung im regelmässigen Betriebe nur 4,3 t betragen.

Als Fangvorrichtungen sind Sprague-Klauen angebracht. Diese bestehen aus rauhen Schuhen, welche die Führungen zwischen sich fassen. Die Schuhe bilden die kurzen Arme langer, zweiarmiger Hebel, welche bei regelmässigem Gange so gegen einander gelehnt sind, dass die kurzen Klauenarme nicht greifen. Uebersteigt die Geschwindigkeit ein bestimmtes Mass, so werden selbstthätig fünf starke Federn ausgelöst, die einen Keil zwischen die langen Hebelarme ziehen, durch deren Spreizung kräftiges Anlegen der Klauen erzielt wird. Die Berechnungsgrundlagen der Klauen sind folgende: Gewicht des beladenen Wagens 18,2 t, Reibung zwischen Klauen und Führungen 0,15, gesammter Klauendruck eines Wagens 121 t oder 30,25 t an jeder Klaue, Hebelübersetzung 1 : 3,355, Keilübersetzung 1 : 18, erforderliche Federkraft für jeden Hebel $\frac{30,25}{18 \cdot 3,355} = 0,472$ t, die durch 25 mm Eindrückung einer Feder erzeugt werden. Daher werden die Klauen beim Aufstellen fest angelegt und die Federn so mit je 25 mm Eindrückung, für alle 5 also mit 125 mm Eindrückung eingesetzt; nun werden die Federn nochmals um dasselbe Mass eingedrückt, hierdurch die Klauen frei gemacht und dann die Auslösevorrichtung eingerückt. Werden die Federn ausgelöst, so legen sie demnach erst die Klauen an, und dann bleibt die zweite Hälfte des Federweges zur Erzeugung des verlangten Klauendrucks. Angestellte Versuche ergaben, dass die Reibungsziffer auch bei schlüpferigem Zustande der Führungen 0,156 betrug. Die Klauenflächen sind schräg gezahnt und so gross, dass sie 140 kg/qm Flächenpressung geben.

Alle Wagen und Gewichte haben noch Oelzylinder mit schlank keiligen Nuthen in den Wänden als Fangvorrichtungen; fällt einer der Theile, so geht der Kolben anfangs schnell im Zylinder nieder, da sich aber mit dem Niedergehen die keiligen Ausströmkanäle für das Oel verengen, so tritt stetige Verzögerung ein. Eine grosse Zahl von unter den verschiedenartigsten und ungünstigsten Verhältnissen angestellten Proben hat die vollständige Zuverlässigkeit aller Sicherheitseinrichtungen nachgewiesen.

Die Betriebseinrichtung befindet sich z. Th. im Wagen, z. Th. auf dem Schachtboden. Im Wagen ist ein Vierkant im Mittelpunkt zweier Schleifbögen von je 90° Mittelpunktswinkel angebracht, auf das der Führer eine Schleifkurbel aufsteckt; wird diese auf den linken Bogen gedreht, so wird der Stromkreis der Antriebe für Bewegung abwärts, rechts für aufwärts geschlossen. Damit würden die Antriebe aber einen unveränderlichen Strom gleich in voller Stärke erhalten. Um diesen regeln zu können, ist für jeden Antrieb ein starker Widerstand auf dem Schachtboden aufgestellt, dessen Stellkurbel von einem besonders kleinen elektrischen Antriebe bewegt wird. Um diesen zu bedienen, liegen im Wagen hinter jedem der Schleifbögen innerhalb des Bereiches der Schleifkurbel noch drei Stromschlüsse 1, 2 und 3 (Abb. 6, Taf. XXVIII). Für gewöhnlich liegt die Schleifkurbel auf 1, der kleine Antrieb erhält dann

keinen Strom und der ganze Widerstand ist in den Ankerkreis des Hebeantriebes eingeschaltet. Wird die Schleifkurbel auf 2 gelegt, so erhält der Widerstandsantrieb Strom und schaltet nun nach und nach den Widerstand aus, die Regelung der Geschwindigkeit ist also abhängig von der Zeit, während deren die Schleifkurbel auf 2 bleibt; durch Rücklegung auf 1 wird der Widerstand wieder eingeschaltet und durch Einstellung auf 3 kann die Geschwindigkeit weiter erhöht werden, indem dann die Magnetwindungen der Hauptantriebe theilweise ausgeschaltet werden. Während aller drei Stellungen bleibt die Zuführung des Stromes zum Anker des Hauptantriebes durch den langen Schleifbogen geschlossen. Die Widerstände sind da aufgestellt, wo in den Abb. 15 und 16, Taf. XX »Fahrkartenprüfung« steht. Die Verbindung des Stromschlusses im Wagen mit dem Widerstande und dessen Antriebe erfolgt durch biegsame Kabel und Schleifschlüsse.

Der Widerstand-Antrieb arbeitet mit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Amp.; er schaltet den Widerstand ein, sobald der Hauptstrom unterbrochen wird und ebenso auch wenn der Wagen oben oder unten die selbstthätigen Ausrückungen berührt, da diese den Hauptstrom unterbrechen.

Die zulässige Spannung ist für Stahl auf 845 bis 915 kg/qcm, für Gufseisen auf 120 bis 140 kg/qcm festgesetzt.

Die Betriebskosten-Berechnung beruht auf dem Preise von 8,5 Pf. für 1 K.W.St. Auf 1 km Bewegung eines Hebewerkes kommen 6,2 K.W.St. und 1 km entspricht bei 20,4 m durchschnittlicher Höhe etwa 50 einfachen oder 25 Doppelwegen, also kostet ein Doppelweg $\frac{8,5 \cdot 6,2}{25} = 2,1$ Pf. Liegen die 13 Haltestellen 800 m von einander, beträgt die Zugfolge zwei Minuten und wird mit 375 m/Min. oder 6,25 m/Sek. Durchschnittsgeschwindigkeit gefahren, so hält ein Zug in 12 Stunden $\frac{12 \cdot 60 \cdot 375}{800} = 337$ mal und hat $\frac{2 \cdot 12 \cdot 800}{375} = 51$ Minuten

Rundfahrzeit, so dass $\frac{51}{2} =$ rund 25 Züge unterwegs sein müssen, um 2 Minuten Pause aufrecht zu erhalten. In 12 Stunden wird also $337 \cdot 25 = 8425$ mal angehalten, so dass 16850 Einzelwege eines Hebewerkes oder in jedem Haltepunkte 650 Doppelwege in 12 Stunden nöthig sind; die Gänge müssen sich also in $\frac{12 \cdot 60}{650} = 1,1$ Minuten folgen und da jede Haltestelle durchschnittlich drei Förderwagen hat, so stehen für jeden einzelnen Hub 3,3 Minuten zur Verfügung. Die Stromkosten der gesammten Hebung am Tage sind also $0,021 \cdot 8425 = 177$ M.

Differenzial-Seillampen der Firma Siemens & Halske *).

Die Differenzial-Seillampen für Gleichstrom und Wechselstrom finden neuerdings vortheilhafte Verwendung an Stelle von Bandlampen. Das das Band ersetzende, mittels tausend feiner Drähte hergestellte Seil gewährt bei gleicher Beweglichkeit den Vorzug geringerer Empfindlichkeit gegen äussere Verletzungen. Bei den Lampen für Gleichstrom ist es durch die Anwendung des Sparers gelungen, längere Brenndauer, etwas grössere Lichtausbeute und gleichzeitig Kohlensparnis zu erzielen, während

*) D.R.P. 42900 und 101050.

bei den Lampen für Wechselstrom durch die Sparblende eine erheblich bessere Lichtausbeute erreicht worden ist. Die Gleichstrom- und Wechselstrom-Differenzial-Seillampen werden in verschiedenen Durchbildungen für Hintereinanderschaltung von höchstens vier beziehungsweise drei und mehr, als vier beziehungsweise drei Lampen gebaut.

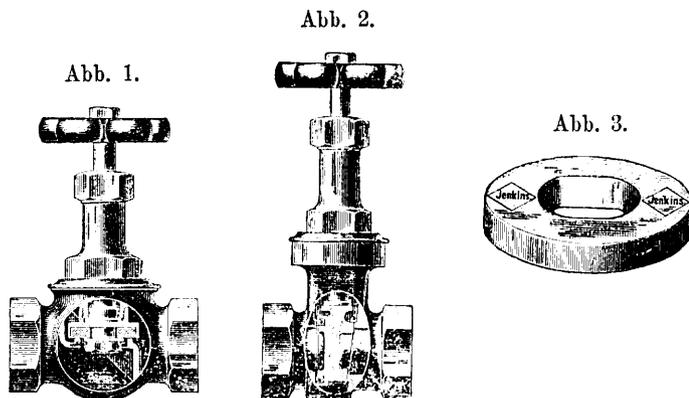
Nähere Angaben über Schaltung, Brenndauer, Gewicht und Preise der Wechselstrom-Differenzial-Seillampen für Hintereinanderschaltung von höchstens drei Lampen enthält die diesem Hefte beliegende Nr. 20 der »Nachrichten von Siemens & Halske«. Aus den beigegebenen Abbildungen ist die Bauart der hierher gehörenden Lampenformen ersichtlich.

Maschinen- und Wagenwesen.

Jenkins-Dichtung.

Um die Schwierigkeiten der Dichtung von Metall auf Metall zu vermeiden, führt Jenkins für die Dichtung eine elastische, gummiartige Masse ein, die auch starker Inanspruchnahme widersteht. Eingehende Versuche haben ergeben, daß die Jenkins-Dichtung vollständig und dauernd dichtet gegen Dampf, Gas, Oel, heißes und kaltes Wasser, sowie säurehaltige Flüssigkeiten.

Leichter Druck des Dichtungsringes gegen die Sitzfläche bewirkt ein vollständiges Abdichten und Dichthalten selbst gegen hohen Druck. Zur Erneuerung der Dichtung braucht



das Ventil nicht aus der Leitung herausgeschraubt zu werden und das Einsetzen einer neuen Dichtung nimmt nur wenig Zeit in Anspruch. Unreinigkeiten, wie Sand u. s. w. schaden der Dichtung nicht, sie wird in Dampf elastisch und dichtet in Folge dessen selbst bei ungleichem und unrundem Sitze. Die Masse trägt den Stempel »Jenkins« in einem Vierecke, wie Textabb. 3 zeigt.

Die Ringe, die für die verschiedenartigsten Ventile Verwendung finden, werden geliefert breit für Ventile und schmal für Schieber.

Das Werk für Kessel-Ausstattung von Rudolph Barthel in Chemnitz fertigt Jenkins-Ventile und Schieber, die heute solchen mit Metallkegel vielfach vorgezogen werden.

Textabb. 1 und 2 stellen zwei Ausführungen solcher dar.

Fünffachsige, zweifach gekuppelte Schnellzug-Lokomotive der Lancashire- und Yorkshire-Bahn.

(Engineer 1899, März, S. 258. Mit Zeichnungen und Abbildungen; Railroad Gazette 1899, Mai, S. 350. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel XXVIII.

Die nach Aspinall's Entwürfen gebaute Lokomotive wird für die kräftigste Innenzylinder-Lokomotive Englands gehalten,

ihre Abmessungen erreichen die für englische Bahnen noch züssige Umgrenzungslinie.

Der Kessel zeigt aufsergewöhnlich große Abmessungen, der Rost ist fast 2280 mm lang, die Rückwand des Kessels nach aufsen geflanscht. Die Rauchkammer-Rohrwand wurde in den Langkessel hineingesetzt und dadurch das Aussehen der Lokomotive gehoben.

Die Umsteuerung erfolgt mittels Dampf.

Die Hauptabmessungen und Gewichte sind:

Zylinderdurchmesser	483 mm
Kolbenhub	660 <
Triebraddurchmesser	2210 <
Heizfläche (innen)	190,71 qm
Rostfläche	2,42 <
Verhältnis von Heizfläche zur Rostfläche	78,8 : 1
Dampfdruck	12,3 at
Länge der Heizrohre	4572 mm
Aeufserer Durchmesser der Heizrohre	51 <
Anzahl der Heizrohre	239
Kleinster aeufserer Kesseldurchmesser	1473 mm
Triebachslast	34,5 t
Gewicht der Lokomotive, dienstbereit	56,7 <
Zugkraft $0,5 \frac{d^2 l}{D} p =$	4285 kg

Der dreiachsige Tender faßt 10,4 cbm Wasser und 5,1 t Kohlen; er ist mit der Ramsbottom'schen Vorrichtung zur Wasseraufnahme während der Fahrt versehen, dessen Fangrohr mittels eines Luft-Sauge-Zylinders bewegt wird. —k.

Vierachsige, dreifach gekuppelte Güterzug-Lokomotive der englischen Midlandbahn.

(Railroad Gazette 1899, Juni, S. 429. Mit Photographie.)

Von dieser nach der »Mogul«-Form gebauten Lokomotive lieferte die Schenectady-Lokomotivbauanstalt 10 Stück. Die Hauptabmessungen und Gewichte sind:

Zylinder-Durchmesser	457 mm
Kolbenhub	610 <
Triebraddurchmesser	1524 <
Heizfläche, innere	104,96 qm
Rostfläche	1,47 <
Verhältnis von Heizfläche zur Rostfläche	71,4 : 1
Dampfüberdruck	11,25 at
Länge der Heizrohre	3353 mm
Durchmesser der Heizrohre	41 <
Anzahl der Heizrohre	244

Außerer Kesseldurchmesser	1375 mm
Gewicht im Dienste	{ Triebachslast . . . 40406 kg im Ganzen . . . 48578 <
Zugkraft $0,6 \cdot \frac{d^2}{D} p$	

Feuerkiste, Stehbolzen und Heizrohre bestehen aus Kupfer. Der dreiaxige Tender wiegt leer 19885 kg und faßt 14,75 cbm Wasser und 6,1 t Kohlen. —k.

Urquhart's Zerstäuber für Oelfeuerung.*)

(Le Génie Civil 1899, Juni, S. 113. Mit Abbildung.)
Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Taf. XXXV.

Mit dem in Abb. 11 Taf. XXXV dargestellten, außerhalb der Feuerkiste angebrachten Zerstäuber sind sämtliche Lokomotiven der Griazi-Tzaritzin-Bahn, sowie zahlreiche Lokomotiven der englischen Great Eastern-Bahn ausgerüstet.

Der Dampf wird durch das Rohr A, das Oel durch das Rohr B zugeführt, die Dampf Düse liegt innerhalb der Oeldüse, beide haben kreisförmigen Querschnitt, welcher sich für Rohpetroleum und Rückstände von solchem und von schweren Oelen besser bewährt, als der rechteckige. Damit der Dampfstrahl die Oeldüse stets offen erhält, tritt diese etwas vor der Dampf Düse vor. Das innige Gemisch von Oel und Dampf tritt in das Rohr C und saugt durch dieses die zur Verbrennung nöthige Luft an. Der Oelzufluß wird durch Verschiebung der Dampf Düse mittels Schraube ohne Ende und Schneckenrad D geregelt.

Man kann annehmen, daß die durch Verbrennung von 1 kg russischer Petroleumrückstände erzeugte Wärmemenge 1,44 mal so groß ist, als die durch Verbrennung von 1 kg bester Steinkohle erzeugte, wobei berücksichtigt werden muß, daß ein Theil des erzeugten Dampfes zur Zerstäubung des Oeles verwendet wird. Urquhart stellte diese Dampfmenge auf 8 bis 13%

*) Organ 1897, S. 72 u. 170; 1899, S. 164.

der überhaupt erzeugten fest, der größte Verbrauch fand im Winter statt. Bei auf der Minneapolis und Saint-Paul-Bahn mit amerikanischem Petroleum angestellten Versuchen wurde dieser Verbrauch zu 13,4% ermittelt.

Die italienische Marine fand bei 8 Versuchen mit russischem Petroleum, daß der Zerstäuber 1,3 bis 4,4% der überhaupt erzeugten Dampfmenge erfordert. Dies sind ohne Zweifel die niedrigsten bis jetzt ermittelten Verbrauchssätze. —k.

Kolbenschieber für Lokomotiven.

(Railroad Gazette 1899, Juli, S. 506. Mit Abbildungen.)
Hierzu Zeichnung Abb. 12 auf Tafel XXXV.

Die Chicago, Burlington und Quincy-Bahn verwendet neuerdings für ihre Mogul-Lokomotiven mit Zylindern von 483 mm Durchmesser und 660 mm Kolbenhub den in Abb. 12 Taf. XXXV dargestellten Kolbenschieber mit innerer Einströmung.

Die den Schieber aufnehmenden beiden Büchsen sind möglichst nahe den Zylinderenden angebracht, um kurze Dampfkanäle zu erhalten. Der größte Schieberweg beträgt 152 mm, die Deckung 25 mm, die Aussparung auf der Dampfaustrittseite 3 mm. Um das Einsetzen des Kolbenschiebers zu erleichtern, sind die Büchsen an ihren Enden um 6 mm weiter gemacht, als an der Arbeitsfläche.

Zur Dichtung dienen drei Ringe 1, 2 und 3, von denen 1 und 2 anfänglich einen um 1,5 mm größern Durchmesser haben, als die Büchsen an ihren Arbeitsflächen. Nach dem Herausschneiden eines 5 mm langen Stückes, wird jeder dieser Ringe mit den Enden zusammengebogen und nun auf 254 mm Durchmesser bearbeitet. Ring 3 ist an den mit A und B bezeichneten Stellen so sorgfältig bearbeitet, daß ein Durchblasen des Dampfes sehr erschwert wird. Schieber und Büchsen haben keine nennenswerthe Abnutzung während eines Zeitraumes gezeigt, in welchem Flachschieber zwei bis dreimal abgerichtet werden mußten. —k.

B e t r i e b.

Ermittlung der auf das Anfahren und Bremsen der Züge anzurechnenden Zeit.

(Revue générale des chemins de fer, December 1898, S. 397.)

Ist T die Zeit, die ein Zug gebraucht, um seine volle Geschwindigkeit V zu erreichen und E der inzwischen zurückgelegte Weg, so ist der Zeitverlust des Anfahrens $T - \frac{E}{V}$. Die Zeit T ist im Wesentlichen abhängig von Zugkraft und Leistung der Lokomotive, von Gewicht und Zugwiderstand des Zuges und von der Gestaltung der Strecke.

Die Zugkraft der Lokomotive kann für den Anfang des Anfahrens voll ausgenutzt werden bis die größte Leistung des Kessels erreicht ist. Danach nimmt sie mit wachsender Geschwindigkeit nach dem Gesetze einer gleichseitigen Hyperbel ab. Für den Zugwiderstand können folgende Gleichungen angenommen werden:

$$\begin{aligned} \text{Widerstand der Lokomotive } r &= p \cdot \left(2 + \frac{V}{3}\right) \\ \text{des Zuges } q &= P \cdot \left(1 + \frac{V}{10}\right), \end{aligned}$$

worin p und P die Gewichte der Lokomotive und des Zuges und V die augenblickliche Geschwindigkeit bedeutet. Zeichnet man die Linie der Zugkräfte, sowie die Gerade für $(r + q)$ als Abhängige der Geschwindigkeit, bezogen auf dasselbe Achsenkreuz auf, so ergibt der Unterschied der Ordinaten die Beschleunigungskraft ϵ . Der Schnittpunkt der Geraden mit der Zugkraftslinie ergibt die größte überhaupt erreichbare Geschwindigkeit.

Die Beschleunigung selbst ist: $\gamma = g + \frac{\epsilon}{(p + P) 1,08}$, worin durch die Zahl 1,08 die Winkelbeschleunigung der Achsen berücksichtigt ist. Die Darstellungen der Beschleunigung γ , der Geschwindigkeit V und des zurückgelegten Weges e als Abhängige der Zeit t geben, übereinander gezeichnet, ein sehr übersichtliches Bild der Verhältnisse beim Anfahren. Man kann daraus leicht für jeden Augenblick den Zeitverlust $t - \frac{e}{V}$ ermitteln. Die z. B. für einen 130 t schweren Schnellzug, dessen Lokomotive 4900 kg Zugkraft und eine Leistung von 650 P. S.

besitzt, durch Rechnung und Versuch festgestellten Werthe für den Zeitverlust sind folgende:

Geschwindigkeit V km/St.	Zeitverlust berechnet	beobachtet
60	43"	45"
70	54"	55"
80	70"	68"
90	86"	83"

In der Quelle sind die Ergebnisse der Versuche mit mehreren verschiedenen Lokomotiven und Zügen zusammengestellt. Es ergibt sich daraus ein durchschnittlicher Verlust von 1 bis 1½ Minuten.

Eine Annäherungsgleichung für den Zeitverlust ist:

$$t = 20 \cdot \frac{(p + P) V}{F}$$

Findet das Anfahren auf Steigungen statt, so kommt zum Zugwiderstand der Widerstand der Schwere $(p + P) i$ bei $i \text{‰}$ Steigung hinzu, wodurch sich im Uebrigen in der Rechnung nichts ändert. Der Zeitverlust wird bei starken Steigungen recht bedeutend und ebenso wird die erreichbare Höchstgeschwindigkeit erheblich herabgedrückt, wie aus den in der Quelle angeführten Beispielen zu ersehen ist. Findet das Anfahren auf wechselnder Steigung statt, so kann man für die Berechnung eine mittlere Steigung einführen. Folgende Erfahrungsgleichung soll den Zeitverlust beim Anfahren auf Steigungen angeben

$$T = \frac{20 \cdot (p + P) \cdot V}{F} \cdot \frac{1 + i^2}{180}$$

worin i die Steigung in ‰, l die Länge der Steigung bedeutet.

Der Zeitverlust durch Bremsen ist in weitem Maße abhängig von der Art der Bremsung. Die Anzahl der Bremsachsen ist besonders bei Zügen ohne durchgehende Bremse sehr wechselnd, die Bremsen werden nicht gleichmäßig gehandhabt, so daß die Berechnung des Zeitverlustes hier unsichere Ergebnisse liefert. Bei Zügen mit durchgehender Bremse kann im Allgemeinen $\frac{1}{10}$ des Zuggewichtes als volle Bremskraft angenommen werden, woraus sich für Schnellbremsung eine Verzögerung $\gamma = \frac{1}{10} g$ ergibt. Ferner wird, wenn V_0 die volle Geschwindigkeit des Zuges ist:

$$V = V_0 - g \frac{t}{10} \text{ und } e = V_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

Für Bremsung bei 90 km/St. Geschwindigkeit folgt hieraus ein Zeitverlust von 13". Für die gewöhnlich vorkommenden Bremsungen wird man im Allgemeinen nicht über ½ Minute Verlust zu rechnen brauchen.

Aus den für Anfahren und Bremsen ermittelten Werthen läßt sich endlich leicht der Zeitverlust für eine Herabminderung der Geschwindigkeit um ein bestimmtes Maß ermitteln. Man kann diesen bei sofortigem Wiederanfahren für eine Herabminderung von 70 auf 50 km/St. zu ½ Minute bei Herabminderung auf 30 km/St. zu 1 Minute, bei Bremsen bis zum Stillstande zu 2 Minuten annehmen.

F—s.

Technische Litteratur.

Ueber die Anlage von Uebergangsbahnhöfen und den Betrieb viergleisiger Strecken*). Von G. Kecker, Eisenbahn-Betriebsdirektor in Metz. Mit einem Vorworte von A. Goering, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin. C. W. Kreidel, Wiesbaden, 1898. Preis 1,20 Mk.

Das Heftchen bringt eine Erweiterung der im »Organ« gemachten Mittheilungen und muß als besonders zeitgemäß bezeichnet werden. Die Planung des Baues großer Schiffahrtswege unserer Tage beruht zum großen Theile auf der Erkenntnis, daß die bestehenden Bahnen bald an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sein werden, und auf der Anschauung, daß durch Erbauung von dritten und vierten Gleisen oder vollständiger Bahnen neben den alten nicht die gehoffte Abhülfe der Verkehrsschwierigkeiten zu erwarten sei, weil bei solchen Anlagen der Verbindungsverkehr, d. h. die Bahnhofsanlagen ganz außerordentlich verwickelt und umfangreich werden. Gerade diese wichtige Tagesfrage behandelt das Werkchen des erfahrenen Betriebstechnikers in sachgemäßer Weise, so daß darin Aufschlüsse zu finden sind, welche grade heute auch von nicht eisenbahntechnischen Kreisen vielfach gesucht werden. Wir empfehlen dieses wichtige Hilfsmittel zur Weiterentwicklung

*) Organ 1898, S. 13, 37 und 130.

unserer Bahnanlagen der Beachtung unseres Leserkreises gelegentlich.

Der Landeserschließung nähere Erläuterung. Nachwort zu »Ein Jahrhundert Arbeit« von Karl Helm 1898. L. Saunier, Stettin.

Die kleine Druckschrift sucht zu weitgehender Besiedelung des Landes durch städtische Bewohner zur Entlastung und Verbesserung der Lebensverhältnisse der Städte anzuregen und befürwortet die »Stadtlandstraße«, eine an jedem Punkte zur Aufnahme von Wohnhäusern bereites Straßennetz, als ein geeignetes Mittel. In einer Beilage wird dann des Fahrrades als des besten Nutzungsmittels solcher »aufschließenden« Straßennetze gedacht.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie.*) Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione Tipografica Editrice Torinese. Turin, Rom, Mailand, Neapel.

Heft 151. Vol. IV, Theil V, Cap. XXVI. Die Gesetze betreffend den Eisenbahnbetrieb von Emilio Colombo. Preis 1,6 Mk.

*) Organ 1899, S. 208.