

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LV. Band.

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

3. Heft. 1918. 1. Februar.

Drehmoment, Veränderlichkeit der Zugkraft und Triebdruck von IV. S-, II. S- und III. S-Lokomotiven gleicher Leistung.

F. J. Kleyn, Abteilungschef bei der holländischen Eisenbahngesellschaft in Amsterdam.

Die Lokomotiven sollen mit gleichen Querschnitten und Inhalten der Zylinder eingeführt werden, der Durchmesser von zwei Zylindern beträgt je 550 mm, der von vieren je 390 mm.

1) IV. S-Lokomotive.

Die Hauptverhältnisse sind:

Durchmesser der Zylinder d	390 mm
Länge der Kurbeln r	330 »
Länge der Triebstangen L	2310 »
Abstand zwischen Mitte eines Zylinders und der der Lokomotive	250 u. 940 »
Durchmesser der Triebräder D	2100 »
Durchmesser der Kolbenstange hinter dem Kolben δ_1	60 »
Durchmesser der Kolbenstange vor dem Kolben δ_2	50 »
Gewicht der hin und her gehenden Massen für jeden Zylinder P	150 kg.

Die hin und her gehenden Massen sind nicht, die umlaufenden ganz ausgeglichen.

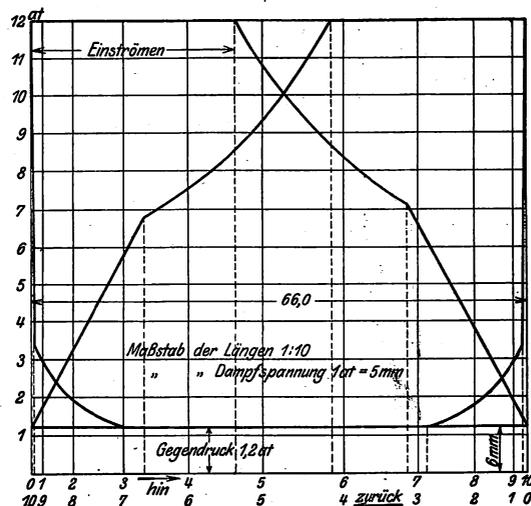
Die Geschwindigkeit wird mit 100 km/st eingeführt.

Die zu untersuchenden Größen wachsen mit der Füllung, die für die größte Leistung der Lokomotiven mit 40% eingeführt wird. Der Überdruck im Schieberkasten sei 11 at, die Spannung also 12 at, der Gegendruck 1,2 at. Die Werte für die Dampfdruck-Schaulinie Textabb. 1 wurden einer andern Quelle *) entnommen, die auf $r = 315$ mm beruht, deren Angaben also mit $330 : 315 = 1,0476$ vervielfältigt sind. Bei 40% Füllung ist der Kolbenweg beim Hingange bis zum Beginne des Dehnens $257 \cdot 1,0476 = 269$ mm. Die in Textabb. 1 mit 0, 1, 2, . . . 10 bezeichneten Punkte entsprechen den Kurbelwinkeln

*) Garbe, Die Dampflokomotiven der Gegenwart, S. 329.

von 0, 18, 36, . . . 180° für Hin- und Rück-Gang. Der Druck während des Einströmens ist entsprechend der Güte neuerer Steuerungen unveränderlich, der auf Erzeugung von Zugkraft verwendete Teil des Kolbendruckes mit 80% angenommen.

Abb. 1.



Der hieraus folgende nutzbare Kolbendruck wird für den Hingang durch den Ausdruck

$$\text{Gl. 1) } K = 0,8 \left(\frac{(d^2 - \delta_1^2)}{4} p + \frac{\delta_1^2}{4} 1 - \left[\frac{(d^2 - \delta_2^2)}{4} 1,2 + \frac{\delta_2^2}{4} 1 \right] \right) \pi$$

gemessen, in den die Maße in cm einzusetzen sind, und in dem p die Dampfspannung in at bedeutet (für den Rückgang δ_1 und δ_2 umtauschen); er liefert die Werte der Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I. Nutzbare Kolbenkraft K.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	K kg	10081	10081	10081	10081	10081	8914	6673	5039	1907	-993	-10152
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	K kg	-10081	-1068	1321	4324	5969	7661	10152	10152	10152	10152	10152

Für 0 bis 4 ist $p = 12$ at, übrigens sind die Werte für p aus Textabb. 1 zu entnehmen.

Der beschleunigende Druck B für die hin und her gehenden Massen folgt für einen Zylinder aus der Gleichung:

Gl. 2) . . $B = P \omega^2 \cdot (\cos \alpha \mp r \cdot \cos 2\alpha : L) : (g \cdot r)$,
 worin ω die Umfangsgeschwindigkeit der Kurbel ist. Für den

Hingang gilt --, für den Rückgang +. Beispielweise ist bei 2 des Rückganges für $\alpha = 36^\circ$

$$B_{2,r} = 150 \left(\frac{100000 \cdot 0,66}{3600 \cdot 2,1} \right)^2 (0,809 + 0,309 : 7) : (9,81 \cdot 0,33) = 3016 \text{ kg.}$$

Die übrigen Werte folgen aus Zusammenstellung II.

Zusammenstellung II.
 Beschleunigender Druck B für die hin und her gehenden Massen.

Hin . . .	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	B . . . kg	3030	2953	2704	2234	1500	505	-683	-1921	-3016	-3771	-4040
Zurück . . .	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	B . . . kg	-3030	-2953	-2704	-2234	-1500	-505	683	1921	3016	3771	4040

Zusammenstellung III enthält die Zugkräfte Z eines Zylinders für die 20 Stellen des Kurbelweges gemäß Textabb. 2 und Gl. 3).

Gl. 3) $Z = (K - B) \cdot (AD : R)$;
 darin ist $R = D : 2$ der Halbmesser des Triebrades, für Punkt 4 des Hinganges wird beispielweise

$$Z_{4h} = (10081 - 1500) \cdot (300 : 1050) = 2451.$$

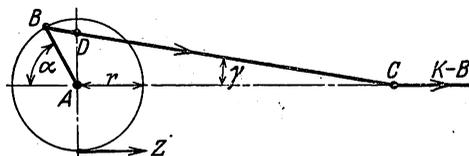


Abb. 2.

Zusammenstellung III.
 Zugkraft Z eines Zylinders.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Z kg	0	610	1229	1830	2451	2642	2276	1921	1008	304	0
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Z kg	0	161	670	1530	2134	2566	2930	2273	1461	698	0

Zusammenstellung IV enthält die ganzen Zugkräfte Gz eines Zylinders für die 20 Punkte nach Gl. 4).

Gl. 4) $Gz = Z \mp B$.

Beispielweise ist Gz für Punkt 6 des Rückganges

$$Gz_{6r} = 2134 + (-1500) = 634.$$

Zusammenstellung IV.
 Ganze Zugkraft Gz eines Zylinders.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Gz kg	-3030	-2343	-1475	-404	951	2137	2959	3343	4024	4075	4040
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Gz kg	-3030	-2792	-2034	-704	634	2061	3613	4194	4177	4169	4040

Im folgenden werden die Kurbeln von links nach rechts mit I, II, III, IV bezeichnet, und alle Zusammenstellungen auf den Weg von Kurbel I bezogen.

Das Drehmoment Dm der Lokomotive mit vier Zylindern folgt aus Gl. 5).

$$Gl. 5) . Dm = (Gz^I - Gz^{IV}) \cdot 0,940 + (Gz^{II} - Gz^{III}) \cdot 0,250.$$

Fall 1. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 3.

Demnach lautet die Berechnung von Dm für Punkt 8 des Hinganges nach Zusammenstellung IV

$$Dm = (4024 - 4194) \times 0,940 + (-2034 + 404) \times 0,250 = -567 \text{ kgm.}$$

Denn wenn I auf dem Hingange in 8 steht, ist IV auf dem Rückgange in 3, II auf dem Rückgange in 8 und III auf dem Hingange in 3. Danach ergibt sich Zusammenstellung V.

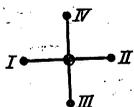


Abb. 3.

Zusammenstellung V.

Drehmoment Dm der Lokomotive.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm kgm	4362	4025	3703	2605	1335	516	675	403	567	501	568
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm kgm	4362	3492	1574	566	2420	4309	5239	4747	3540	2279	568

Zusammen + 23668 kgm -- 23668.

Abb. 4.

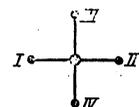
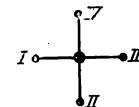


Abb. 5.



Fall 2. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 4.

Die Drehmomente sind ebenso groß, wie in Fall 1, aber umgekehrt gerichtet, anfangend für 0 mit 5 des Rückganges im Falle 1.

Fall 3. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 5.

Aus Gl. 5) folgt die Berechnung für 3 des Rückganges als Beispiel mit $Dm = (4194 + 2034) \cdot 0,940 + (4024 + 404) \cdot 0,250 = 6961.$

Zusammenstellung VI.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm kgm	5352	5942	6294	5719	4537	3062	2163	788	247	1370	3152
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm kgm	5352	3633	1489	883	3175	5261	6801	6961	6199	4930	3152

Die Werte > 0 und < 0 geben zusammen + 38979, - 38979.

Fall 4. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 6.

Die Drehmomente sind dieselben wie in Fall 3, aber umgekehrt gerichtet, anfangend für 0 mit 5 des Rückganges im Falle 3.

Fall 5. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 7.

Für 7 des Rückganges wird beispielweise:
 $Dm = (-704 - 3843) \cdot 0,940 + (-1475 - 4477) \cdot 0,250 = -5762.$

Abb. 6.

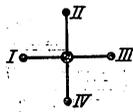
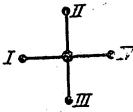


Abb. 7.



Zusammenstellung VII.

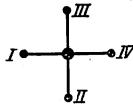
Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm kgm	6626	5822	4458	2807	785	1838	3888	5762	6844	7120	6626
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm kgm	6626	7120	6844	5762	3888	1838	785	2807	4458	5822	6626

Die Werte > 0 und < 0 geben zusammen + 45950, - 45950.

Fall 6. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 8.

Für 9 des Hinganges wird beispielweise
 $Dm = (4075 + 2792) \cdot 0,940 + (951 - 3613) \cdot 0,250 = 5789.$

Abb. 8.



Zusammenstellung VIII.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm kgm	6664	6984	6731	5836	4219	1696	482	2786	4545	5789	6664
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm kgm	6664	5789	4545	2786	482	1696	4219	5836	6731	6984	6664

Die Werte > 0 und < 0 geben zusammen + 45732, - 45732.

Die Fälle 1 und 2 geben weitaus die kleinsten Drehmomente, auf die Behandlung der übrigen Fälle kann verzichtet werden.

Ganze Zugkraft Z der Lokomotive mit vier Zylindern.

Für 1 des Rückganges wird die ganze Zugkraft beispielweise
 $= 4469 - 2343 + 2959 + 634 = 5719.$

Die anderen Werte sind in Zusammenstellung IX aufgeführt.

Zusammenstellung IX.

Ganze Zugkraft Z der Lokomotive.

Punkt	0	1 und 6	2 und 7	3 und 8	4 und 9	5 und 10
Z kg	5208	5719	6141	5780	5847	5208

Der Durchschnitt ist 5739 kg.

Vergrößerung des Triebraddruckes.

Die Vergrößerung V des Triebraddruckes bei vier Zylindern durch die Neigung der Triebstangen wird unter der Annahme ermittelt, dass alle Triebstangen auf eine Achse arbeiten. Sie folgt aus Gl 6) und 7) für das linke und rechte Triebrad mit Bezug auf Textabb. 2.

Gl. 6) $V_1 = [(K_I - B_I) \operatorname{tg} \gamma_I \cdot 1690 + (K_{II} - B_{II}) \operatorname{tg} \gamma_{II} \cdot 1000 + (K_{III} - B_{III}) \operatorname{tg} \gamma_{III} \cdot 500 - (K_{IV} - B_{IV}) \operatorname{tg} \gamma_{IV} \cdot 190] : 1500$

Gl. 7) $V_r = [-(K_I - B_I) \operatorname{tg} \gamma_I \cdot 190 + (K_{II} - B_{II}) \operatorname{tg} \gamma_{II} \cdot 500 + (K_{III} - B_{III}) \operatorname{tg} \gamma_{III} \cdot 1000 + (K_{IV} - B_{IV}) \operatorname{tg} \gamma_{IV} \cdot 1690] : 1500.$

Fall 1. Textabb. 3.

Linkes Triebrad.

Für 1 des Rückganges wird nach Gl. 6) beispielweise:
 $V_1 = [(10152 - 3771) \cdot 0,0524 \cdot 1690 + (10081 - 2953) \cdot 0,0436 \cdot 1000 + (6673 + 683) \cdot 0,1405 \cdot 500 - (5969 + 1500) \cdot 0,1405 \cdot 190] : 1500 = 796 \text{ kg},$

bei $\gamma_I = 3^\circ, \gamma_{II} = 2,5^\circ, \gamma_{III} = 8^\circ$ und $\gamma_{IV} = 8^\circ.$

Die übrigen Werte enthält Zusammenstellung X.

Zusammenstellung X.

Vergrößerung des Druckes des linken Triebrades.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vl kg	233	792	1283	1743	2252	2095	1924	1596	889	452	249
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vl kg	233	480	906	1537	1942	2079	2340	1833	1324	796	249

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Rechtes Triebrad.

Für 3 des Hinganges wird nach Gl. 7) beispielweise
 $V_r = [-(10081 - 2234) \cdot 0,1139 \cdot 190 + (10152 - 1921) \cdot 0,1228 \cdot 500 + (1321 + 2704) \cdot 0,0875 \cdot 1000 + (1907 + 3016) \cdot 0,0875 \cdot 1690] : 1500 = 943,$

bei $\gamma_I = 6,5^\circ, \gamma_{II} = 7^\circ, \gamma_{III} = 5$ und $\gamma_{IV} = 5^\circ.$

Die übrigen Werte gibt Zusammenstellung XI an.

Zusammenstellung XI.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebrades.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vr kg	2095	1935	1587	943	510	233	803	1274	1797	2310	2079
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vr kg	2095	2282	1780	1333	785	249	422	853	1546	1931	2079

Der Durchschnitt ist 1337 kg.

Fall 2. Textabb. 4.

Linkes Triebrad.

Die Veränderungen des Druckes sind ebenso groß, wie die des rechten Triebrades im Falle 1, anfangend bei 0 mit 5 des Rückganges in Fall 1.

Rechtes Triebrad.

Die Veränderungen des Druckes sind ebenso groß, wie die des linken Triebrades im Falle 1, anfangend bei 0 mit 5 des Rückganges in Fall 1.

II) II. Γ. S-Lokomotive mit zwei Innenzylindern.

Die umlaufenden Massen sind ganz, die hin und her gehenden Massen nicht ausgeglichen.

Der Abstand der Mitte der Zylinder von der der Lokomotive ist 330 mm.

Beschleunigender Druck.

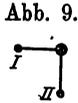
Der beschleunigende Druck B für einen Zylinder sei das Zweifache von dem für einen Zylinder der IV. Γ-Lokomotive.

Drehmoment Dm.

Das Moment folgt aus Gl. 8).

Gl. 8) $Dm = (Gz^I - Gz^L) \cdot 0,33.$

Fall 1. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 9.



Für 5 des Rückganges wird nach Zusammenstellung IV

$$Dm = (2.2061 - 2.4040) \cdot 0,33 = -1306.$$

Zusammenstellung XII.

Drehmoment Dm.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm kgm	3360	1964	508	1075	2470	3410	3500	3509	2922	2062	1255
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm kgm	3360	4227	4110	3419	2531	1306	304	112	418	996	1255

Die Werte > 0 und < 0 geben zusammen + 21729 und - 21729.

Fall 2. Anordnung der Kurbeln nach Textabb. 10.



Die Drehmomente sind ebenso groß, wie in Fall 1, aber umgekehrt gerichtet, anfangend bei 0 mit 5 des Hinganges in Fall 1.

Ganze Zugkraft Z.

Fall I. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 9.

Für 7 des Hinganges wird diese nach Zusammenstellung IV beispielweise

$$= 2.3843 - 2.1475 = 4736 \text{ kg.}$$

Zusammenstellung XIII.

Ganze Zugkraft Z der Lokomotive.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Z kg	1938	3418	4358	4876	3682	1736	1232	4736	7240	10052	12354
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Z kg	1938	1642	4320	7546	10206	12202	15376	16436	16640	14856	12354

Der Durchschnitt beträgt 5739 kg.

Fall 2. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 10.

Die ganzen Zugkräfte sind ebenso groß, wie in Fall 1, anfangend bei 0 mit 5 des Hinganges in Fall 1.

Die ganze Zugkraft ist unregelmäßig und auf einem Teile des Kurbelweges < 0.

Vergrößerung V des Triebdrucks durch die Neigung der Triebstangen.

$$\text{Gl. 9) } V_1 = [(K_I - B_I) \text{tg} \gamma_I \cdot 1080 + (K_{II} - B_{II}) \text{tg} \gamma_{II} \cdot 420] : 1500$$

$$\text{Gl. 10) } V_r = [(K_I - B_I) \text{tg} \gamma_I \cdot 420 + (K_{II} - B_{II}) \text{tg} \gamma_{II} \cdot 1080] : 1500.$$

Fall 1. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 9.

Linkes Triebbad.

Für 9 des Rückganges wird gemäß Zusammenstellung I und II

$$V_1 = 2 \cdot [(-1068 + 2953) \cdot 0,0436 \cdot 1080 + (10152 - 683) \cdot 0,1405 \cdot 420] : 1500 = 864 \text{ kg,}$$

$$\text{bei } \gamma_I = 2,5^\circ, \gamma_{II} = 8^\circ.$$

Zusammenstellung XIV.

Vergrößerung des Druckes des linken Triebbrades.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vl kg	642	994	1348	1484	1780	1702	1662	1590	1120	884	660
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vl kg	642	864	1072	1424	1738	1652	1996	1696	1378	1060	660

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Rechtes Triebbad.

Für 0 des Rückganges wird nach Zusammenstellung I und II

$$V_r = 2 \cdot [0 + (8914 - 505) \cdot 0,1405 \cdot 1080] : 1500 = 1702 \text{ kg,}$$

bei $\gamma_I = 0^\circ, \gamma_{II} = 8^\circ.$

Zusammenstellung XV.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebbrades.

Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vr kg	1652	1726	1436	1008	794	660	1026	1408	1528	1816	1702
Zurück	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vr kg	1652	1960	1652	1318	1028	642	954	1184	1578	1674	1702

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Fall 2. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 10.

Linkes Triebbad.

Die Vergrößerungen des Druckes sind ebenso groß, wie die beim rechten Triebbad im Falle 1, anfangend bei 0 mit 5 des Hinganges in Fall 1.

Rechtes Triebbad.

Die Vergrößerungen des Druckes sind ebenso groß, wie die am linken Triebbad im Falle 1, anfangend bei 0 mit 5 des Hinganges in Fall 1.

III) H. S-Lokomotive mit zwei Aufsenzylindern.

Die umlaufenden Massen sind ganz, die hin und her gehenden nicht ausgeglichen.

Der Abstand der Mitte der Lokomotive von denen der Zylinder ist je 940 mm.

Die Drehmomente sind $940 : 330 = 2,85$ mal so groß, wie die unter II.

Die ganzen Zugkräfte Z sind ebenso groß, wie unter II. Die Vergrößerung V des Druckes der Triebäder durch die Neigung der Triebstangen folgt aus Gl. 11) und 12).

$$\text{Gl. 11) } V_1 = [(K_I - B_I) \text{tg} \gamma_I \cdot 1690 - (K_{II} - B_{II}) \text{tg} \gamma_{II} \cdot 190] : 1500.$$

$$\text{Gl. 12) } V_r = [-(K_I - B_I) \text{tg} \gamma_I \cdot 190 + (K_{II} - B_{II}) \text{tg} \gamma_{II} \cdot 1690] : 1500.$$

Fall 1. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 9.

Linkes Triebbad.

Für 2 des Hinganges wird nach Zusammenstellung I und II und Gl. 11) beispielweise:

$$V_1 = 2 \cdot [(10081 - 2704) \cdot 0,0875 \cdot 1690 - (4324 + 2234) \cdot 0,1139 \cdot 190] : 1500 = 1264 \text{ kg,}$$

bei $\gamma_I = 5^\circ, \gamma_{II} = 6,5^\circ.$

Zusammenstellung XVI.
Vergrößerung des Druckes des linken Triebades.

Zurück	Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Vl kg	-290	436	1264	1926	2694	2660	2248	1762	742	22	-298
Zurück	Hin	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		Vl kg	-290	-152	538	1524	2278	2584	2960	2166	1190	492	-298

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Die größte Zunahme des Druckes ist 964 kg höher, als bei zwei Innenzylindern unter II.

Rechtes Triebad.

Für 4 des Rückganges wird nach Zusammenstellung I und II und Gl. 12) beispielweise:

$$V_r = 2 \cdot [-(10152 - 683) \cdot 0,1405 \cdot 190 + (-993 + 3771) \cdot 0,0524 \cdot 1690] : 1500 = -10 \text{ kg,}$$

bei $\gamma_I = 8^\circ$, $\gamma_{II} = 3^\circ$.

Zusammenstellung XVII.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebades.

Zurück	Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Vr kg	2584	2284	1520	566	-120	-298	440	1236	1906	2678	2660
Zurück	Hin	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		Vr kg	2584	2976	2186	1218	488	-290	-10	714	1766	2242	2660

Der Durchschnitt ist 1337 kg.

Die größte Zunahme des Druckes ist 1016 kg höher, als bei zwei Innenzylindern unter II.

Fall 2. Stellung der Kurbelu nach Textabb. 10.

Fall 1 gegenüber gilt wieder der unter II angestellte Vergleich.

In Bezug auf die Drehmomente steht die Lokomotive mit zwei Außenzylindern denen mit vier Zylindern und mit zwei Innenzylindern weit nach.

Die Unregelmäßigkeit der ganzen Zugkraft und die Drehmomente bei zwei Innenzylindern und die Drehmomente bei vier Zylindern können durch Ausgleichen der hin und her gehenden Massen vermindert werden. Die Änderung des Druckes der Triebäder, die hierbei auftritt, darf nach den T. V. nicht mehr betragen, als 15% des Druckes der Triebäder bei Stillstand der Lokomotive. Wenn 9000 kg Raddruck bei Stillstand zugelassen sind, genügt das Kuppeln von zwei Achsen; dann können bei Innenzylindern je 25% der hin und her gehenden Massen in den Triebädern und 25% in den Kuppelrädern ausgeglichen werden. Die so entstehenden Verhältnisse werden im folgenden untersucht.

IV) B. II. 7. S-Lokomotive mit inneren Zylindern.

Die umlaufenden Massen ganz und 50% der hin und her gehenden Massen sind ausgeglichen.

Das ganze Drehmoment Dmg der Gegengewichte muß dem der Lokomotive ohne Ausgleich der hin und her gehenden Massen nach Gl. 13) zugefügt werden.

$$\text{Gl. 13) } Dmg = 0,5 \cdot P\omega^2 \cdot 0,330 (\cos \alpha_I - \cos \alpha_{II}) : (\text{gr}).$$

Fall 1. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 9.

Drehmoment.

Für 6 des Hinganges wird nach Zusammenstellung XII und Gl. 13) das Drehmoment beispielweise:

$$= 3500 + Dmg = 3500 + 3535 \cdot 0,330 \cdot (-0,3090 - 0,9511) = 2031 \text{ kgm,}$$

bei $\alpha_I = 108^\circ$, $\alpha_{II} = 18^\circ$.

Zusammenstellung XVIII.

Drehmoment Dm + Dmg.

Zurück	Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Dm + Dmg kgm	2194	1215	250	817	1721	2244	2031	1880	1293	593	89
Zurück	Hin	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		Dm + Dmg kgm	2194	2758	2481	1790	1062	140	445	370	160	247	89

Die Werte >0 und <0 geben zusammen + 11890 kgm.

Die Drehmomente sind kleiner, als ohne Ausgleich von hin und her gehenden Massen.

Ganze Zugkraft.

Die ganze Zugkraft der Gegengewichte (Zg) muß der der Lokomotive ohne Ausgleich der hin und her gehenden Massen nach Gl. 14) zugefügt werden.

$$\text{Gl. 14) } Zg = 0,5 \cdot P\omega^2 (\cos \alpha_I + \cos \alpha_{II}) : (\text{gr}).$$

Für 8 des Rückganges wird nach Zusammenstellung XIII und Gl. 14) die ganze Zugkraft beispielweise:

$$= 4320 + Zg = 4320 + 3535 \cdot (0,8090 - 0,5878) = 5100, \text{ bei } \alpha_I = 324^\circ, \alpha_{II} = 234^\circ.$$

Zusammenstellung XIX.

Ganze Zugkraft Z + Zg.

Zurück	Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Z + Zg kg	1587	1023	564	46	759	1739	3495	5516	6460	7789	8829
Zurück	Hin	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		Z + Zg kg	1587	3905	5100	6766	7943	8677	10935	11514	11718	10415	8829

Der Durchschnitt beträgt 5739 kg, Werte < 0 kommen nicht mehr vor.

Vergrößerung des Druckes der Triebäder.

Die Vergrößerung Vg des Druckes der Triebäder durch die Gegengewichte muß bei der der Lokomotive ohne Ausgleich der hin und her gehenden Massen nach Gl. 15) und 16) zugefügt werden.

$$\text{Gl. 15) } Vg_I = 0,25 \cdot P\omega^2 (\sin \alpha_I \cdot 1080 + \sin \alpha_{II} \cdot 420) : (\text{gr. } 1500)$$

$$\text{Gl. 16) } Vg_r = 0,25 \cdot P\omega^2 (\sin \alpha_I \cdot 420 + \sin \alpha_{II} \cdot 1080) : (\text{gr. } 1500).$$

Linkes Triebad.

Für 0 des Hinganges wird die Vergrößerung des Druckes nach Zusammenstellung XIV und Gl. 15)

$$= 642 + Vg_I = 642 + \frac{1}{2} \cdot 7070 (0 - 1 \cdot 420) : 1500 = 149, \text{ bei } \alpha_I = 0^\circ, \alpha_{II} = 270^\circ.$$

Zusammenstellung XX.

Vergrößerung des Druckes des linken Triebades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und her gehenden Massen.

Zurück	Hin	Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Vl + Vgl kg	149	916	1694	2220	2834	2971	3020	2906	2264	1746	1153
Zurück	Hin	Punkt	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		Vl + Vgl kg	149	2	-72	103	380	383	942	960	1032	1138	1153

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Rechtes Triebad.

Für 2 des Rückganges wird die Vergrößerung des Druckes nach Zusammenstellung XV und Gl. 16)

$= 1578 + V_{gr} = 1578 + 0,25 \cdot 7070 (-0,5878 \cdot 420 + 0,8090 \cdot 1080) : 1500 = 2314 \text{ kg}$,
 bei $\alpha_I = 216^\circ$, $\alpha_{II} = 126^\circ$.

Zusammenstellung XXI.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und her gehenden Massen.

Hin	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vr + Vgr kg	383	672	700	662	872	1153	1838	2552	2844	3174	2971
Zurück	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vr + Vgr kg	383	602	336	174	166	149	876	1530	2314	2728	2971

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Die holländische Eisenbahngesellschaft hat 2. B. II. Γ . S-Lokomotiven mit inneren Zylindern von 530 mm Durchmesser in Betrieb, die ohne Zucken fahren; die umlaufenden Massen sind ganz, von den hin und her gehenden 30% ausgeglichen; die Tenderspannfeder ist vom Tenderkuppelbolzen getrennt gelagert, die Tenderkuppelung ist straff. Diese Lokomotiven sind nach dem Entwürfe der Gesellschaft von L. Schwartzkopf gebaut.

Wenn der ruhende Druck der Räder nur 8 t betragen darf, müssen drei Achsen gekuppelt, und können 3.21% der hin und her gehenden Massen ausgeglichen werden. Daraus ergeben sich die unter V erörterten Verhältnisse.

V) C. II. Γ . S-Lokomotive mit inneren Zylindern.

Die umlaufenden Massen sind ganz, von den hin und her gehenden 63% ausgeglichen.

Fall 1. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 9.

Drehmoment.

Für 4 des Hinganges wird nach Zusammenstellung XII und Gl. 13) das Drehmoment beispielweise:

$= 2470 + 0,63 \cdot 7070 \cdot 0,330 (0,3090 - 0,9511) = 1529 \text{ kgm}$,
 bei $\alpha_I = 72^\circ$, $\alpha_{II} = 342^\circ$.

Zusammenstellung XXII.

Drehmoment Dm + Dmg.

Hin	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm + Dmg kgm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zurück	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm + Dmg kgm	1893	1023	183	751	1529	1913	1650	1458	871	212	212

Die Werte ≥ 0 geben zusammen $\pm 9796 \text{ kgm}$.

Ganze Zugkraft.

Für 6 des Rückganges wird nach Zusammenstellung XIII und Gl. 14) die ganze Zugkraft beispielweise:

$= 10206 + 0,63 \cdot 7070 (0,3090 - 0,9511) = 7349 \text{ kg}$,
 bei $\alpha_I = 288^\circ$, $\alpha_{II} = 198^\circ$.

Zusammenstellung XXIII.

Ganze Zugkraft Z + Zg.

Hin	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Z + Zg kg	2514	2190	1859	1341	1926	2666	4089	5721	6255	7195	7902
Zurück	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Z + Zg kg	2514	4499	5305	6561	7349	7750	9768	10219	10423	9248	7902

Der Durchschnitt ist 5739 kg.

Vergrößerung des Druckes der Triebräder.

Linkes Triebrad.

Für 8 des Hinganges wird nach Zusammenstellung XIV und Gl. 15) die Vergrößerung beispielweise:

$= 1120 + 0,21 \cdot 7070 (0,5878 \cdot 1080 + 0,8090 \cdot 420) : 1500 = 2083 \text{ kg}$,

bei $\alpha_I = 144^\circ$, $\alpha_{II} = 54^\circ$.

Zusammenstellung XXIV.

Vergrößerung des Druckes des linken Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und her gehenden Massen.

Hin	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vl + Vgl kg	226	928	1639	2103	2667	2770	2805	2699	2083	1610	1076
Zurück	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vl + Vgl kg	226	133	109	315	595	584	1109	1077	1087	1126	1076

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Rechtes Triebrad.

Für 0 des Rückganges wird nach Zusammenstellung XV und Gl. 16) die Vergrößerung beispielweise:

$= 1702 + 0,21 \cdot 7070 (0 + 1 \cdot 1080) : 1500 = 2770 \text{ kg}$,

bei $\alpha_I = 180^\circ$, $\alpha_{II} = 90^\circ$.

Zusammenstellung XXV.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und hergehenden Massen.

Hin	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vr + Vgr kg	584	839	817	717	860	1076	1752	2371	2637	2959	2770
Zurück	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Vr + Vgr kg	584	817	543	355	302	226	888	1475	2197	2561	2770

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

VI) B. IV. Γ . S-Lokomotive.

Die um und die hin und her laufenden Massen sind ganz ausgeglichen, und zwar je 50% der letzteren in den Trieb- und in den Kuppel-Rädern.

Das Drehmoment. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 3.

Das Drehmoment folgt aus dem unter I) durch Vergrößerung um Dmg nach Gl. 17)

Gl. 17) $Dmg = P\omega^2 [(\cos \alpha_I - \cos \alpha_{IV}) \cdot 0,940 + (\cos \alpha_{II} - \cos \alpha_{III}) \cdot 0,250] : (\text{gr})$.

Für 2 des Hinganges wird nach Zusammenstellung V und Gl. 17) das Drehmoment

$= -3703 + 3535 (0,8090 + 0,5878) \cdot 0,940 + 3535 (-0,8090 - 0,5878) \cdot 0,250 = -296 \text{ kg}$,

bei $\alpha_I = 36^\circ$, $\alpha_{II} = 216^\circ$, $\alpha_{III} = 306^\circ$, $\alpha_{IV} = 126^\circ$.

Zusammenstellung XXVI.

Drehmoment Dm + Dmg.

Hin	Punkt . . .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Dm + Dmg kgm	1923	952	296	802	1738	1923	891	136	1106	2067	1871
Zurück	Punkt . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Dm + Dmg kgm	1923	1836	1035	27	854	1870	2166	1340	133	791	1871

Die Werte ≥ 0 geben zusammen $\pm 11880 \text{ kgm}$.

Die ganzen Zugkräfte Z sind dieselben wie ohne Ausgleich der hin und her gehenden Massen nach Zusammenstellung IX.

Vergrößerung des Druckes der Triebräder.

Die Vergrößerung folgt aus der unter I) durch Vermehrung um V_g nach Gl. 18) und 19)

Gl. 18) . $V_{gI} = 0.5 P\omega^2 [\sin \alpha_I \cdot 1690 + \sin \alpha_{II} \cdot 1000 + \sin \alpha_{III} \cdot 500 - \sin \alpha_{IV} \cdot 190]: (\text{gr. } 1500).$

Gl. 19) . $V_{gI} = 0.5 P\omega^2 [-\sin \alpha_I \cdot 190 + \sin \alpha_{II} \cdot 500 + \sin \alpha_{III} \cdot 1000 + \sin \alpha_{IV} \cdot 1690]: (\text{gr. } 1500)$

Linkes Triebrad.

Für 4 des Rückganges wird nach Zusammenstellung X und Gl. 18) die Vergrößerung beispielweise;

$V_I + V_{gI} = 2340 + 3535 [-0.9511 \cdot 1690 + 0.9511 \cdot 1000 + 0.3090 \cdot 500 + 0.3090 \cdot 190]: (1500 \cdot 2) = 1818 \text{ kg,}$
 bei $\alpha_I = 252^\circ, \alpha_{II} = 72^\circ, \alpha_{III} = 162^\circ, \alpha_{IV} = 342^\circ.$

Zusammenstellung XXVII.

Vergrößerung des Druckes des linken Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und her gehenden Massen.

Zurück	Hin	Punkt.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		$V_I + V_{gI} \text{ kg}$	-571	275	1105	1921	2774	2899	2937	2720	2013	1465	1058
Zurück	Hin	Punkt.	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		$V_I + V_{gI} \text{ kg}$	-571	-533	-218	413	929	1275	1818	1655	1502	1313	1058

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Rechtes Triebrad.

Für 6 des Hinganges wird nach Zusammenstellung XI und Gl. 19) die Vergrößerung beispielweise:

$V_r + V_{gr} = 803 + 3535 [-0.9511 \cdot 190 - 0.9511 \cdot 500 + 0.3090 \cdot 1000 - 0.3090 \cdot 1690]: (1500 \cdot 2) = -221 \text{ kg,}$
 bei $\alpha_I = 108^\circ, \alpha_{II} = 288^\circ, \alpha_{III} = 18^\circ, \alpha_{IV} = 198^\circ.$

Zusammenstellung XXVIII.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und hergehenden Massen.

Zurück	Hin	Punkt.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		$V_r + V_{gr} \text{ kg}$	2908	2457	1766	764	-12	-580	-221	139	662	1286	1266
Zurück	Hin	Punkt.	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		$V_r + V_{gr} \text{ kg}$	2908	3306	2915	2468	1809	1062	944	1032	1367	1409	1266

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

VII) C. IV. J. S-Lokomotive.

Die um- und die hin und her laufenden Massen sind ganz ausgeglichen und zwar je ein Drittel der letzteren in den Trieb- und in den Kuppel-Rädern.

Fall 1. Stellung der Kurbeln nach Textabb. 3.

Die Drehmomente und die ganzen Zugkräfte sind dieselben wie unter VI).

(Schluß folgt.)

Güterverkehr und Länge der Güterzüge.

J. Winkler, Oberingeniör in Charlottenburg.

(Schluß von Seite 29.)

Um eine für Güterzüge geeignete Bremse zu ermitteln, wurden 1909 in Bern von dem »III. zwischenstaatlichen Ausschusse für technische Einheit im Eisenbahnwesen« alle Bedingungen festgesetzt, denen die durchgehende Güterzugbremse entsprechen muß.

Schwierigkeiten für die Einführung der einheitlichen, selbsttätigen Güterzugbremse bestehen in den Nebenumständen, das

Vergrößerung des Druckes der Triebräder.

Linkes Triebrad.

Für 8 des Rückganges wird nach Zusammenstellung X und Gl. 18) die Vergrößerung beispielsweise:

$= 906 + 3535 [-0.5878 \cdot 1690 + 0.5878 \cdot 1000 - 0.8090 \cdot 500 - 0.8090 \cdot 190]: (1500 \cdot 3) = 149 \text{ kg,}$
 bei $\alpha_I = 324^\circ, \alpha_{II} = 144^\circ, \alpha_{III} = 234^\circ, \alpha_{IV} = 54^\circ.$

Zusammenstellung XXIX.

Vergrößerung des Druckes des linken Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und her gehenden Massen.

Zurück	Hin	Punkt.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		$V_I + V_{gI} \text{ kg}$	-309	441	1164	1862	2600	2637	2607	2353	1646	1135	791
Zurück	Hin	Punkt.	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		$V_I + V_{gI} \text{ kg}$	-309	-203	149	780	1259	1537	1992	1714	1443	1144	791

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

Rechtes Triebrad.

Für 1 des Hinganges wird nach Zusammenstellung XI und Gl. 19) die Vergrößerung beispielweise:

$= 1935 + 3535 [-0.3090 \cdot 190 - 0.3090 \cdot 500 - 0.9511 \cdot 1000 + 0.9511 \cdot 1690]: (1500 \cdot 3) = 2283 \text{ kg,}$
 bei $\alpha_I = 198^\circ, \alpha_{II} = 198^\circ, \alpha_{III} = 288^\circ, \alpha_{IV} = 108^\circ.$

Zusammenstellung XXX.

Vergrößerung des Druckes des rechten Triebrades unter Berücksichtigung des Ausgleiches der hin und hergehenden Massen.

Zurück	Hin	Punkt.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		$V_r + V_{gr} \text{ kg}$	2637	2283	1706	824	162	-309	120	517	1040	1627	1537
Zurück	Hin	Punkt.	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		$V_r + V_{gr} \text{ kg}$	2637	2965	2537	2090	1463	791	770	972	1427	1583	1537

Der Durchschnitt beträgt 1337 kg.

VIII) C. IV. J. S-Lokomotive.

Die um- und die hin und her laufenden Massen sind ganz ausgeglichen, die letzteren gleichmäÙig nur in den Kuppel-nicht in den Trieb-Rädern. Der Ausgleich kann auf die Kuppel-räder beschränkt bleiben, weil bei Ausgleich von 50 % in jedem Räderpaare die Belastung und Entlastung unter 1200 kg = 15% von 8000 kg bleibt.

Drehmoment.

Die Drehmomente sind dieselben wie unter VI) und VII) in Zusammenstellung XXVI.

Vergrößerung des Druckes der Triebräder.

Die Vergrößerungen sind dieselben wie unter I) in Zusammenstellung X und XI.

sie mit den vorhandenen Bremsen der Wagen und Lokomotiven der Züge für Reisende zusammen arbeiten muß, daß ihre Durchschlagfähigkeit über 15 Leitungswagen reichen soll, und daß die Güterwagen lose bis zu 10 cm Abstand der Puffer gekuppelt werden müssen. Auf der Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Bremswirkung beruht aber zu großem Teile die Sicherheit des Betriebes. Auch die Frage über die Möglichkeit einer Er-

höhung der Fahrgeschwindigkeit ist vorwiegend eine Bremsfrage.

Eine Unvollkommenheit der Schnellbremse ist die Übertragung der Bremswirkung durch Luftdruck, die von der Lokomotive aus bis zum letzten Wagen nach der Länge des Zuges 2 bis 3 sek dauert. Das hierdurch entstehende Auflaufen der hinteren Wagen ergibt heftige Stöße und bei längeren Zügen oft Zugtrennungen. Dieser Umstand ist in den Bestimmungen des zwischenstaatlichen Bremsausschusses besonders berücksichtigt.

„Für Güterzüge, bei denen die Achsenzahl in der Regel weit größer ist, als bei Personenzügen, und die Achsbelastungen sehr verschieden sind, muß die Bremswirkung in allen Teilen des Zuges gleichzeitig erfolgen, sodafs die längsten Güterzüge ebenso sicher und stoßfrei zum Anhalten gebracht werden können, wie die kürzesten Personenzüge.“

Eine befriedigende Lösung der Frage der Güterzugbremse wurde in der Einheit-Verbundbremse gefunden, einer sehr sinnreichen Vereinigung der Ein- und Zwei-Kammerbremse unter Vermeidung ihrer Nachteile*). Sie kann für alle Güterwagen und für zwei- und dreiaxige Reisewagen, also für beliebig gemischte Züge benutzt werden. Die Einheit-Verbundbremse ist bis zu 200 Achsen auf Flachland- und Gebirgs-Strecken mit langen steilen Gefällen geeignet, sie entspricht allen vom zwischenstaatlichen Ausschusse aufgestellten Bedingungen. Sie wurde 1916 durch das Eisenbahn-Zentralamt in Berlin dem „Deutschen Eisenbahn-Bremsausschusse“ vorgeführt, wonach eine Einigung aller deutschen Bahnen über die Wahl der Bremsart erreicht wurde.

Dies genügt aber noch nicht; alle in Europa verkehrenden Wagen für Regelspur müssen auf allen Strecken in jeden Zug eingereiht werden können. Die Frage der durchgehenden Güterzugbremse erfordert daher auch noch eine zwischenstaatliche Einigung aller am Wagenübergange beteiligten Verwaltungen auf dieselbe Bremsart. Die größten Schwierigkeiten bestehen gegenüber den Verwaltungen, die eine Saugbremse verwenden.

Um baldige Einigung hierüber zu erzielen, wurde die Einheit-Verbundbremse 1916 den Regierungen dieser Länder unter Beteiligung der Regierungen der deutschen Bundesstaaten vorgeführt. 150 Achsen starke gemischte Züge aus Wagen für Güter und Reisende mit verschiedenen Bremsarten wurden in Thüringen auf Flachland- und Gebirgs-Strecken mit langen steilen Gefällen gefahren. Die zahlreichen Bremsungen verschiedenster Art verliefen zu voller Zufriedenheit, sodafs die Einheit-Verbundbremse als die geeignetste Bauart einer durch-

*) Organ 1917, S. 12, 14^a, 198, 292, 384. Bei der reinen Einkammerbremse konnte die Bremskraft zwar stufenweise erhöht, aber nicht ebenso vermindert werden; völliges Lösen der Bremsen war nötig. Die Einheit-Verbundbremse ermöglicht allmähliches Lösen. Sie ist eine Vereinigung der Ein- und Zwei-Kammerbremse. Bei der einen muß zur Bremsung Preßluft in den Bremszylinder eintreten, bei der andern wird Luft ausgelassen. Vereinigt man beide Vorgänge und läßt man die Preßluft aus der Zweikammer- in die Einkammer-Bremse strömen, so wird die Wirkung einer bestimmten Luftmenge erhöht. Außerdem ermöglicht diese Bremse daher schnellere Füllung, stufenweises Lösen und schnelles Aufladen der Luftbehälter nach erfolgter Bremsung.

gehenden Güterzug-Luftdruckbremse nach Bau und Betrieb anerkannt wurde.

Die Einführung ist nun eine Frage der sehr erheblichen Kosten. In Preußen sind von etwa 420 000 Güterwagen etwa 140 000 für je 550 \mathcal{M} mit der Bremse und 280 000 für je 100 \mathcal{M} mit Leitung auszurüsten, zusammen für $550 \cdot 0,14 + 100 \cdot 0,28 = 105$ Millionen \mathcal{M} , mit den Lokomotiven für rund 120 Millionen \mathcal{M} . Die anderen deutschen Bahnen erfordern etwa ein Drittel dieses Betrages, sodafs rund 140 Millionen \mathcal{M} in Deutschland aufzuwenden sind.*) Die damit zu erzielenden Vorteile sind Erhöhung der Betriebsicherheit, Ersparnis an Bremsern und Beschleunigung des Umlaufes der Wagen und Güter.

Die Bestrebungen außerhalb Deutschlands zeigen andere Merkmale. In Amerika**) wurde das Hauptgewicht auf die Bedeutung der gesetzlichen Bestimmungen gelegt. Die Frage war hier, „ob eine Vorschrift oder ein Gesetz die Länge der Güterzüge überhaupt beschränken kann, darf oder soll“? Erst in zweiter Reihe wurde die Frage wirtschaftlich und dann erst nach Bau und Betrieb behandelt. Die Dienststelle für „Railway Economics“ in Washington hat die Frage über die Begrenzung der Länge der Güterzüge eingehend behandelt. Ein Sonderausschufs hat den umfangreichen Stoff nach folgendem Fragebogen behandelt:

- A) Welche wirtschaftlichen Einflüsse würden durch eine gesetzliche Beschränkung der Zuglänge entstehen?
1. Würde ein Teil der in Eisenbahnbetrieben angelegten Mittel wertlos werden?
 2. Würden Ersparnisse oder Verteuerungen im Betriebe entstehen?
 3. Wie würde sich eine solche Beschränkung für die Frachtsätze fühlbar machen?
- B) Welche Gründe sprechen für und gegen Beschränkung der Länge der Güterzüge?
- C) In welcher Weise wird der Grad der Sicherheit durch die Länge der Züge beeinflusst?
1. durch den Gebrauch der Handzeichen;
 2. durch Versagen des Gestänges oder der Bremse, Trennung der Züge und dergleichen;
 3. durch Schwingen oder Stoßen der Züge;
 4. können die unterwegs zerbrochenen Gestänge leicht und schnell gefunden werden?
 5. bei welcher Geschwindigkeit können lange Züge noch zuverlässig gesteuert werden?
- D) Wie verhalten sich die schweren und leichten Unfälle bei langen und kurzen Zügen zahlenmäfsig?
1. Welche Ursachen aus der Länge der Züge liegen den Unfällen zu Grunde?
 2. Welche Rolle spielt der Mensch bei den Unfällen?

*) Nach neueren Berechnungen von Kunze, Organ 1917, S. 263, betragen die Kosten für die preußisch-hessischen Staatsbahnen 267 Millionen \mathcal{M} , die sich auf neun Jahre verteilen; dann werden 35 000 Bremser gespart.

**) In Amerika ist die durchgehende Güterzugbremse seit fünfzehn Jahren eingeführt.

E) In welcher Weise beeinflusst die Zugfolge die Unfall-Gefahr?

1. Muß die schnelle Zugfolge die Anzahl der Unfälle vermehren?
2. In welchem Verhältnisse stehen die Unfälle und Todesfälle zu der erhöhten Zugfolge?
3. In welchem Verhältnisse ändert sich die Zahl der Zusammenstöße und Entgleisungen durch Erhöhung der Zugfolge?
4. Besteht zwischen Unfällen der Mannschaften und der Zugfolge ein Zusammenhang?
5. Haben die Todesfälle der Mannschaften auf der Strecke mit der Zugfolge einen Zusammenhang?

Über das Ergebnis der Untersuchungen enthält der Bericht des Ausschusses*) die nachstehenden, kurz zusammengefaßten Angaben:

Um die ständige Erhöhung der Baupreise, Löhne und Gehälter auszugleichen und gewisse Ermäßigungen der Frachtsätze zu ermöglichen, müssen die Zuglängen der Güterzüge erheblich vergrößert und die Tragfähigkeit der Achsen erhöht werden. Die Verhältnisse bei den amerikanischen Bahnen müssen geprüft und Vorschläge für Verbesserungen gemacht werden.

Von 1904 bis 1914 erhöhten sich in Amerika durchschnittlich: die Wagenzahl eines Güterzuges von 27 auf 33, die Tragfähigkeit eines Güterwagens von 30 auf 39 t, die Belastung einer Güterachse von 18 auf 21 t. 1894 betrug die durchschnittliche Belastung eines Güterzuges 180 t, stieg bis 1904 auf 308 t und auf 452 t bis 1914. Jetzt kommen Ladungen bis 1000 t und für Erzzüge bis 5000 t vor. Dabei wurde von 1904 bis 1914 das Gewicht der Lokomotiven durchschnittlich von 62 auf 83 t, die Zugkraft von 10,3 auf 13,8 t erhöht; gewisse Bauarten, wie die von Mallet, von der 1914 in den Vereinigten Staaten 775 liefen, wiegen 197 t ohne Tender und haben bis 45 t Zugkraft. Unter- und Oberbau wurden verstärkt, die Steigungen und Krümmungen ermäßigt, die Einrichtungen für Wasser und Kohlen erweitert und die Fahrten ohne Halte verlängert.

In den letzten Jahren ist versucht worden, nachzuweisen, daß die langen Züge die Unfälle vermehren. In mehreren Staaten ist eine Bewegung zur Beschränkung der Zahl der Wagen auf 50 oder 75 oder der Zuglänge auf 800 m entstanden; außer dem Staate Arizona, der die höchste Wagenzahl auf 70 festsetzte, scheiterte aber diese Bewegung.

Als Hauptgründe führen die Befürworter der gesetzlichen Beschränkung an, daß die Sicherheit bei steigender Zuglänge fällt, daß die Verständigung mit gewissen Handzeichen oder Lampen von den Enden des Zuges schwierig ist, daß die Wirkung der Zugkraft und der Bremsen nach der Lokomotive hin stark zunimmt und das Reißen der Kuppelungen und Beschädigungen der Bremsen begünstigt, daß bei plötzlichem Anhalten oder Bruch einer Bremse die hinteren, noch nicht gebremsten Wagen in die vorderen fahren oder entgleisen, Zusammenstöße und Verletzungen der Mannschaft bewirken, daß die Wahrscheinlichkeit von Unfällen aus Fehlern des Zuges, bei großer Länge wegen der Größern auf die Zug- und Stoß-

*) Vereinsnachrichten des „Bureau of Railway Economics“ Nr. 92, Reihe 23.

Vorrichtung und die Untergestelle wirkenden Kraft, wächst, daß die Prüfung der Lager und Bremsen in den Haltestellen durch die Länge erschwert wird, daß lange und schwere Züge weniger leicht bremsen und anfahren. Die Schwierigkeit des Anhaltens langer Güterzüge und die Erschwerung der Verständigung der Zugführer von Zug- und Schiebe-Lokomotiven aus auf Strecken mit scharfen Bogen und Tunneln haben öfter Unfälle bewirkt. Nach den Erhebungen der „Interstate Commerce Commission“ glaubte man den Schluß ziehen zu müssen, daß die langen Züge an der angeblichen Vermehrung der Unfälle in den letzten Jahren schuld seien.

Die Gegner der Begrenzung der Zuglängen treten diesen Gründen mit den folgenden entgegen:

Bei langen Zügen, besonders den Durchgangszügen, ist der Austausch der Zeichen zwischen den Zugenden nicht so oft nötig, wie bei anderen Zügen, weil sie, außer zum Fassen von Wasser und Kohlen, seltener anhalten.

Durch das seltenere Anhalten wird die Möglichkeit plötzlicher Kraftwirkungen, besonders wenn viele leere Wagen am Ende des Zuges laufen, vermindert; bei langen Zügen werden die leeren Wagen nach besonderen Vorschriften so verteilt, daß heftige Stöße verhindert werden. Im Berichte des Ausschusses wird der Vorteil der verbesserten Luftbremsen besonders erwähnt und darauf hingewiesen, daß die langen Güterzüge gewöhnlich mit beschränkter Geschwindigkeit fahren.

Mit stetig wachsender Güte der Wagenbauart wächst deren Widerstandsfähigkeit.

Die Gefahr von Zusammenstößen fällt mit der, bei zunehmender Länge abnehmenden Zahl der Züge.

Die Hauptursache der Unfälle bildet das Reißen beim Anhalten, durch unrichtige Weichenstellung und bei Änderung der Geschwindigkeit. Bei langen Zügen, die mit gleichmäßigerer und geringerer Geschwindigkeit fahren als kürzere, können diese Ursachen erheblich beschränkt werden. Um sich über die Zuglänge als Grund der Unfälle klar zu werden, wurden sie in den letzten Jahren in der Statistik besonders geführt; danach scheinen die Unfälle seit Einführung langer Züge abgenommen zu haben. Bei gleicher Fahrtlänge beider Zugarten betrug die Zahl der durch die langen Züge Getöteten 5% aller Unfälle, 12,5% bei kurzen; die Zahl der Verwundungen fiel von 33 auf 11% durch Einführung längerer Güterzüge. Diese Ergebnisse sind begreiflich, da die kürzeren Züge alle Ort- und Dienst-Züge umfaßten und diese mehr Gefahren ausgesetzt sind, als die langen Züge mit wenig Aufenthalt.

Eine besondere Ermittlung des „Bureau of Railway Economics“ hatte die in Zusammenstellung I mitgeteilten Ergebnisse.

Zusammenstellung I.

Unfälle vom 1. VII. 1914 bis 30. VI. 1915	davon durch Zuglänge verursacht	
	Anzahl	%
10387 Zusammenstöße und Entgleisungen	1545	15
710 Tote durch Zusammenstöße und Entgleisungen	109	15,4
31923 Verwundete durch Zusammenstöße u. Entgleisungen	5070	15,9

Andererseits wurde aber festgestellt, daß eine große Zahl von Zugunfällen auf Irrtümer und Verfehlungen der Bediensteten zurückzuführen ist. Von 1902 bis 1915 hat die »Interstate Commerce Commission« 1635 Zugunfälle mit 4062 Toten und 23 981 Verwundeten untersucht. Davon stehen nur rund 10% einigermassen in Beziehung zu der Länge der Züge, 6% rühren von schadhafter oder zu leichter Ausstattung der Wagen und 2% vom Versagen der Luftbremse her.

Auch die Wirkung der Verdichtung der Zugfolge auf die Unfallgefahr wurde geprüft. 1914 wurden in den Vereinigten Staaten von Nordamerika etwa viermal so viele tkm geleistet, als 1894, von 1904 bis 1914 beträgt die Erhöhung 65%; während dieses Zeitraumes ist die Belastung von 1 km Bahn durchschnittlich um 36% gestiegen, während die Zahl der Güterzüge auf 1 km jährlich um 3,8% abgenommen hat.

Zusammenstellung II zeigt, daß die Zahl der Zugentgleisungen mehr zugenommen hat, als die Zugdichte.

Zusammenstellung II.

Jahr	Millionen Zugkm	Züge auf 1 Bahnkm	Unfälle*)	Entgleisungen
1903	1660	8241	6167	4476
1904	1710	8204	6436	4855
1905	1770	8226	6224	5371
1906	1880	8560	7194	6261
1907	1990	8859	8026	7432
1908	1920	8383	6363	6671
1909	1890	8120	4411	5259
1910	2070	8723	5861	5918
1911	2100	8638	5605	6260
1912	2100	8476	5423	8215
1913	2180	8653	6477	9049
1914	2180	8345	5241	8565

Die Länge der Züge muß hiernach zugenommen haben, und die Erhöhung der Fördermengen hat nicht die entsprechende Zunahme der Unfälle bewirkt, die Förderleistung nahm ohne Erhöhung der Zugdichte zu. Die Unfälle haben sogar zugleich abgenommen, also in keinem Zusammenhange mit der Zugdichte gestanden. Daß die Zugentgleisungen erheblich zugenommen haben, dürfte andere Ursachen, wie Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und mangelhafte Zugführung haben.

Die Frage der Begrenzung der Zuglänge muß auch wirtschaftlich geprüft werden. Mit der Steigerung der Zugeinheiten waren in den letzten Jahren große Ausgaben verbunden, um die Betriebsicherheit nicht zu gefährden. Steigungen und Krümmungen mußten teilweise durch große Umbauten und Verlegungen geändert, Ausweichgeleise und Wagenschuppen verbessert werden. Der Oberbau und die Kunstbauten wurden verstärkt und stärkere Wagen beschafft. Das Holz der Wagen wurde allmählich durch Stahl ersetzt, Kuppelungen, Stofs- und Brems-Vorrichtungen wurden verbessert, die Lokomotiven verstärkt, und Schuppen und Drehscheiben vergrößert. Der Bericht des »Bureau of Railway Economics« gibt an, daß allein in Illinois diese Ausgaben, von 23 Eisenbahn-Gesellschaften mit

*) Nicht alle Entgleisungen hatten Beschädigungen von Menschen zur Folge.

rund 15 000 km Bahnlänge, 180 Millionen \mathcal{M} betragen. Die gesetzliche Begrenzung der Zuglänge würde demnach die Wirtschaft dieser Bahnen gefährden; um die inzwischen eingetretene Zunahme des Verkehrs auf andere Art zu bewältigen, müßten weitere 170 Millionen \mathcal{M} ausgeworfen werden, um Gleise zu verdoppeln bis zu vervierfachen, und die Deckung wäre nur durch Erhöhung der Frachtsätze möglich. 1890 betragen die Betriebseinnahmen der amerikanischen Bahnen bei durchschnittlich 175 t schweren Zügen 2,21, 1914 bei 459 t nur 1,73 Pf /tkm, aber trotz dieser Abnahme waren die Einnahmen aus Gütern 1914 mit 7,8 \mathcal{M} /Zugkm doppelt so hoch, als 1890. Mit der Erhöhung der Länge und Tragfähigkeit der Züge konnten also die Frachtsätze erheblich verbilligt und doch die Lage der Bediensteten verbessert werden, ohne die Betriebsicherheit zu gefährden. Das »Bureau of Railway Economics« kam nach diesen Überlegungen zu dem Beschlusse, den Eisenbahnen die Zugbildung nach eigenem Ermessen zu überlassen.

Auch Erfahrungen der schwedischen Staatsbahnen mit langen Güterzügen liegen bereits vor.

Auf der Strecke Kiruna-Ricksgränsen sind die schweren Erzzüge seit langer Zeit*) mit durchgehender Bremse ausgestattet. Die Ricksgränsbahn, im nordschwedischen Lapplandgebirge zwischen dem botnischen Meerbusen und Narvik in Norwegen, ist reich an Bogen und Gefällbrüchen. Die Erzzüge wurden bis 1914 mit Dampf- von da an mit elektrischen Lokomotiven betrieben. Aus dem Dampfbetriebe war bereits bekannt, daß in den beladenen Erzzügen bei Bremsungen in Bogen und Geländebrüchen starke Schwingungen einzelner Teile auftreten, die an die Kuppelungen ohne durchgehende Zugstangen hohe Anforderungen stellen. Bei Aufnahme des elektrischen Betriebes wurde die Fahrgeschwindigkeit nahezu verdoppelt und die Wagenzahl in einem Zuge von 28 auf 40 erhöht; dabei läuft an jedem Ende eine 136 t schwere Lokomotive von hoher Zugkraft, die Möglichkeit gefährlicher Schwingungen im Zuge ist also bedeutend gesteigert. Die 40 dreiachsigen Erzwagen sind Bodentlader mit 11 t Eigengewicht und 35 t Ladefähigkeit. Sie sind alle mit Luftdruckbremse ausgerüstet. Die Züge fahren in einer Richtung beladen, in der andern meist leer. Bei beladenen Zügen wird der Bremsdruck der Hauptleitung auf 4,5 at, bei leeren auf 2 at gehalten. Das Gewicht eines beladenen Zuges mit 120 Achsen beträgt ohne Lokomotive, jedoch mit einem leichten Reisewagen rund 1900 t. Wegen der nötigen hohen Zugkräfte beim Anfahren wurde die Triebkraft auf zwei Lokomotiven an den Enden verteilt, um die Kuppelungen zu entlasten. Das ganze Zuggewicht ist also 2170 t. Die beiden Lokomotiven müssen den Zug in der Ebene mit 50 km/st, auf 10‰ Steigung bei 500 m Bogenhalbmesser mit 30 km/st befördern, in Gefällen kann die Geschwindigkeit vorübergehend auf 60 km/st gesteigert werden. Die beiden Lokomotiven werden getrennt von je einem Führer bedient. Die schon im Dampfbetriebe vorgekommenen Zuggtrennungen traten zunächst bei elektrischem in großer Zahl ein. Bei den ersten Versuchsfahrten wurde aber festgestellt, daß das Anfahren der schweren Züge trotz getrennter Steuerung bei gleichzeitigem Einschalten der Triebmaschinen beider Lokomotiven ohne Schwierigkeit und stofslos erfolgen kann. Die

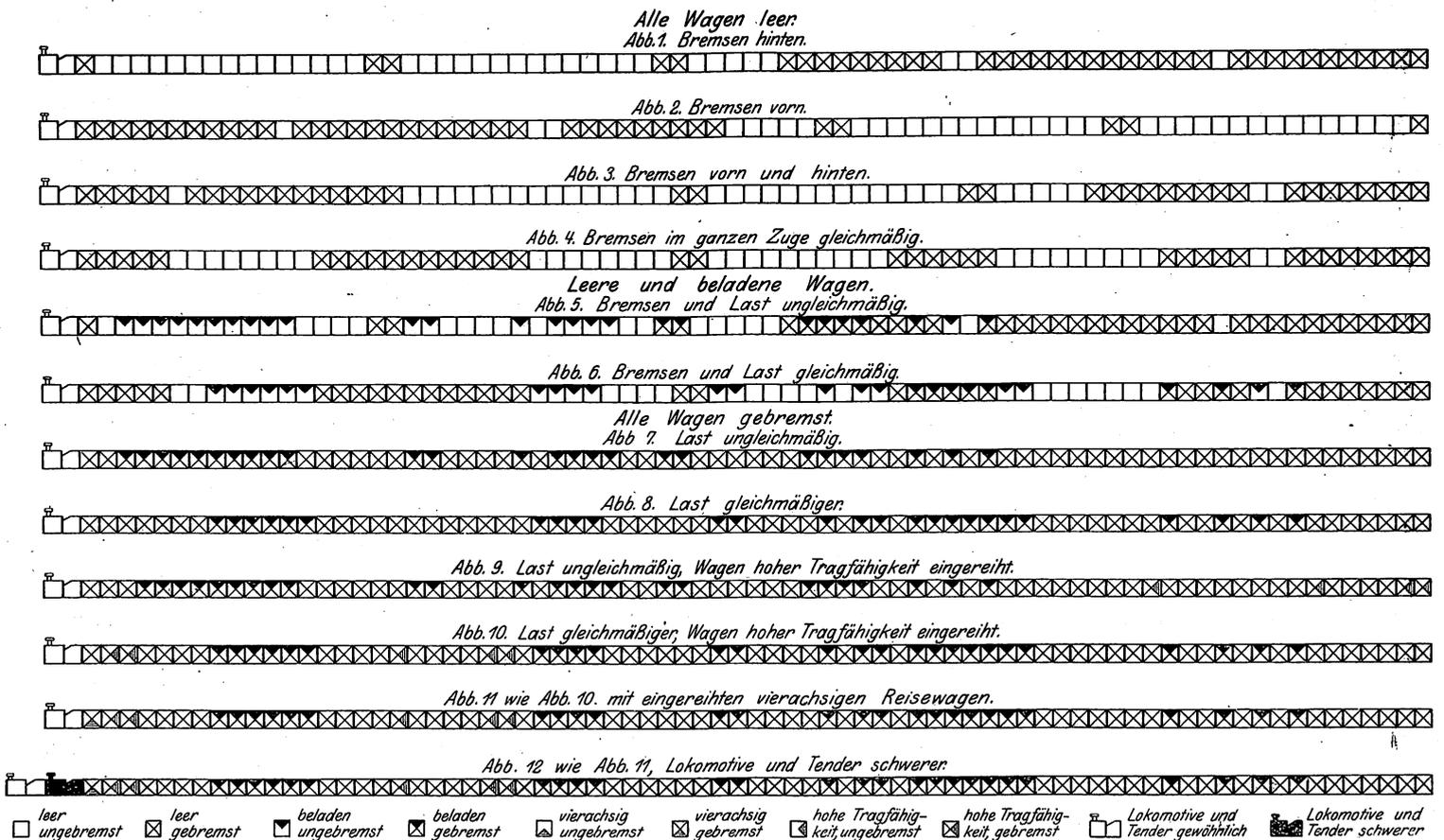
*) E. K. B. 1916, 24. März.

Hauptschwierigkeiten traten bei anscheinend glatter Fahrt auf freier Strecke und bei Bremsungen auf. Ein Teil der Zugtrennungen entstand aus der Neuheit der Art des Betriebes für die Führer, diese mußten sich erst mit der größern Fahrgeschwindigkeit der schweren Züge vertraut machen, die bei den Probefahrten mit einer Lokomotive und 20 Wagen keine Schwierigkeit bot. Die beiden Führer mußten sich unter Voraussetzung sicherer Streckenkenntnis bemühen, den Zug auf Gefällbrüchen zusammen zu halten. Entgegen dem bei Dampftrieb üblichen Brauche, die Wagenkuppelungen zwecks leichtern Anfahrens möglichst lose zu lassen, wurden diese bei elektrischem Schnellbetriebe möglichst straff angezogen. Da auch das Abbremsen der Geschwindigkeit zu häufigen, mit besonders starken Stößen verbundenen Zugtrennungen führte, verbesserte man die Bremsen dadurch, daß das Lösen unter Verwendung einer Hilfsleitung nicht mehr vom Kopfe nach dem Schwanze, sondern umgekehrt erfolgte. Hierdurch wird verhindert, daß die große lebendige Kraft der schweren am Kopfe laufenden

Lokomotive und der nächsten Wagen zuerst frei gemacht wird, und die Kuppelungen überlastet. Diese Maßnahmen erwiesen sich als wirksam, und die schwedischen Staatsbahnen werden bei Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und Verlängerung der Güterzüge gewiß die durchgehende Güterzugbremse einführen.

Auf den österreich-ungarischen und einigen Orient-Bahnen ist meist die Hardy-Bremse für Reisezüge eingeführt. Wegen der Verwendbarkeit der Lokomotiven für alle Arten von Zügen und der Möglichkeit, gemischte Züge mit durchgehender Bremse zu befördern, hat man sich noch nicht entschließen können, von der Sauge- auf die Druck-Bremse überzugehen. Die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete gehen aber ungestört weiter; besonders ist auf die umfangreichen Arbeiten von Rihosek hinzuweisen.*) Im Gegensatz zu der Ricksgränsenbahn, auf der alle Wagen gleichmäßig belastet sind, laufen im gewöhnlichen Güterzugbetriebe beladene und leere Wagen durcheinander, außerdem schwankt auch die Belastung der beladenen Wagen in weiten Grenzen. Daher wurden den Untersuchungen

Abb. 1 bis 12. Stellung der Bremswagen in Zügen mit 75 Wagen.



die verschiedensten Zugbildungen (Textabb. 1 bis 12) und deren Einfluß auf die Beanspruchung der Kuppelungen zu Grunde gelegt und die verschiedenen Erscheinungen in Schaulinien*) festgelegt. Man kann danach folgende Schlüsse ziehen:

Laufen in einem Zuge nach Gewicht und Abbremsung vollkommen gleiche Wagen, so herrscht bei gleichem Laufwiderstande, gleicher Reibung zwischen Rad und Schiene und Rad

und Bremsklotz und gleichzeitiger Wirkung aller Bremsen an allen Wagen während des Bremsens Gleichgewicht, somit werden die Zug- und Stofs-Vorrichtungen nicht beansprucht. Sind die Wagen aber nach Gewicht und Abbremsung verschieden, also gebremste und ungebremste, leere und beladene Wagen im Zuge ungleichmäßig verteilt, so müssen die nicht gebremsten Wagen durch die gebremsten zurückgehalten werden, die nicht gebremsten nehmen Bremskraft auf, die gebremsten geben Bremskraft ab. Danach muß sich der Zustand der Zug- und Stofs-

*) Rihosek gibt in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1916 für die verschiedensten Möglichkeiten der Bildung der Güterzüge die Schwingungslinien ausführlich an.

*) Organ 1917, S. 334.

Vorrichtungen ändern; die Zugvorrichtung wird zwischen einzelnen Wagen gespannt, zwischen andern werden die Stosfedern eingedrückt. Die Beanspruchung der Zug- und Stos-Vorrichtung wird beeinflusst durch:

- a) die Verteilung der gebremsten und nicht gebremsten Wagen,
- b) die Verteilung der leeren und beladenen Wagen,
- c) die Gröfse des abgebremsten Teiles des Gewichtes,
- d) die Bauart der Wagen,
- e) das Gewicht und die Höhe der Abbremsung der Lokomotiven.

Die danach getroffenen Mafsnahmen bestehen in Ergänzung der technischen Einrichtungen, und in der Schulung der Bediensteten im Güterzugdienste. Die Zug- und Stos-Vorrichtung müfste zur Aufnahme der beim Bremsen auftretenden Kräfte ohne Gefährdung der Betriebsicherheit verstärkt werden, alle Wagen müssen Bremsen erhalten. Empfehlenswert sind Einrichtungen zur Erhöhung des Bremsdruckes beladener Wagen.

Zur Erzielung möglichst gleichmäfsiger Beanspruchung der Bremszylinder wird man auf Vorrichtungen zum selbsttätigen Nachstellen der Bremsklötze nicht verzichten können.

Auf einen möglichst einheitlichen Baustoff für die Bremsklötze ist größte Sorgfalt zu verwenden, damit Gleichmäfsigkeit des Bremsdruckes an den Rädern gewährleistet wird.

Bei allen Güterzuglokomotiven soll der abgebremste Teil des Gewichtes von Lokomotive und Tender verhältnismäfsig möglichst gleich sein.

Die Vorschriften zur Bildung der Güterzüge müssen das

In Angelegenheiten der Kunze-Knorr-Verbundbremse.

Zu der die Verbundbremse betreffenden Erklärung des Königlichen Eisenbahn-Zentralamtes*) haben wir in Fußnote die Stelle angegeben, an der das in der Erklärung angezogene Schreiben des Herrn Generaldirektor Oppermann veröffentlicht ist. Hierdurch kann die Meinung entstehen, dafs sich die Erklärung des Königlichen Eisenbahn-Zentralamtes ausschließlich

*) Organ 1917, S. 384.

Einstellen sehr schwerer Wagen nur in bestimmte Teile der Güterzüge vorsehen.

Nach diesen Betrachtungen über die Erfahrungen mit den verbesserten Einrichtungen der Güterzüge muß ergänzend festgestellt werden, dafs die Verbesserung des Güterverkehrs durch Schaffung neuer Wasserstraßen nicht als schädlicher Wettbewerb mit den Eisenbahnen betrachtet werden darf. Wasserstrasse und Eisenbahn müssen sich zum Vorteile der Volkswirtschaft zweckentsprechend ergänzen.

Die Frage, ob der Güterzugverkehr durch Verbesserungen der jetzigen Einrichtungen, besonders durch Erhöhung der zulässigen Achsenzahlen beschleunigt werden kann, ist dahin zu beantworten, dafs technische Schwierigkeiten nicht mehr bestehen. Wirtschaftliche Vorteile können durch Verbesserung der vorhandenen Einrichtungen im Eisenbahnbetriebe unbedingt erreicht werden. In technischer Beziehung ist die Verlängerung der Güterzüge wesentlich durch Einführung der durchgehenden Güterzugbremse zu lösen.

Zur einwandfreien Erprobung einer Bremsart ist es nötig, sie zunächst an einem aus gleichen, leeren Wagen bestehenden Zuge zu erproben, da es nur so möglich ist, einen Teil der Umstände auszuschalten, die erheblichen Einflufs auf den Verlauf der Bremsungen haben und die Bildung des Urteiles über die Brauchbarkeit einer Bremsart erschweren. Die wirtschaftlichen Folgen der Verbesserungen werden aufer den Verwaltungen hauptsächlich den Verfrachtern in der Verbilligung der Frachtsätze zu Gute kommen.

auf diese Stelle beziehe. Wir heben daher ausdrücklich hervor, dafs die Erklärung ebenso auch als Erwiderung auf die unter der Überschrift »Zur Entstehung der Verbundbremse« von uns mitgeteilte Zuschrift des Herrn Generaldirektor Oppermann*) gelten soll.

*) Organ 1917, S. 292.

Nachruf.

Karl Brandau †.)

Am 20. Oktober 1917 starb in seiner Vaterstadt Kassel der letzte Teilnehmer an der Unternehmung Brandt, Brandau & Cie, Karl Brandau, Dr. phil. und Dr. Ing. E. h.

Geboren am 12. März 1849 bezog Brandau nach erfolgreichem Besuche der höhern Gewerbeschule in Kassel im Herbst 1866 die Technische Hochschule in Zürich, an der er bis 1869 studierte und engere Freundschaft mit seinem spätem Mitarbeiter A. Brandt schlofs. Nachdem er die Hochschule verlassen, wandte sich Brandau der Laufbahn eines Unternehmers zu. Nach kurzer Tätigkeit bei Kanalbauten in Berlin war er beim Baue des Tunnels bei Gundelsheim im Neckartale, später vorübergehend bei der Baudirektion in Ofen und von 1872 bis 1876 beim Baue der Strafsenbahn in Berlin beschäftigt. Bald nachdem Brandt mit der von ihm erfundenen Gesteinbohrmaschine im Sonnsteintunnel die ersten Erfolge erzielt hatte,

*) Schweizerische Bauzeitung 1917, November, Band 70, Nr. 21, Seite 249. Mit Lichtbild.

verband er sich 1879 mit A. Brandt zu der Firma Brandt und Brandau in Hamburg, die sich zunächst die Erbohrung von Stollen und Schächten im Bergbaue zur Aufgabe stellte, um später auch gröfsere Arbeiten des Bergbaues und vollständige Durchführung ganzer Tunnelbauten zu übernehmen. Als solche sind zu nennen ein Kehrtunnel der Gotthardbahn bei Wassen, Querschläge und Streckenvortriebe im westfälischen Kohlen- und im Mansfelder Kupferschiefer-Bezirk, grofse Arbeiten zur Gewinnung von Erzen in spanischen Silbergruben und 1887 bis 1890 der Bau des 4 km langen Sunam-Tunnels im Kaukasus.

Vor diese Arbeit fiel die im Wettkampfe mit der Ferroux-Stosbohrmaschine mit grossem Erfolge 1880 bis 1883 durchgeführte Auffahrung der westlichen Hälfte des Sohlstollens des Arlbergtunnels und des Pratinotunnels bei Florenz 1883 bis 1885. 1890 begann dann die Beschäftigung mit den Vorbereitungen zum Entwurfe für den Simplontunnel.

Auch während der Ausführung des Simplontunnels und einige Jahre nach dessen Vollendung hat Brandau seine

Arbeiten in den spanischen Silbergruben weitergeführt, auch hat er nach Abschluss der Bauten am Simplon einige Zeit als Generaldirektor am Acquedotto Pugliese in Unteritalien gewirkt, doch nahm ihn nun schriftstellerische Tätigkeit immer mehr in Anspruch, besonders die Neuauflage des Bandes »Tunnelbau« im »Handbuche der Ingenieurwissenschaften«. Auch Gutachten hat er vielfach abgegeben. Bei Ausbruch des Krieges nahm

er im Dienste seines Vaterlandes die Leitung größerer technischer Arbeiten in die Hand.

In Brandau ist ein hochbegabter und vielseitig gebildeter Ingenieur heimgegangen; seine großen Reisen und längere Aufenthalte in der Schweiz, in Österreich, Italien, Spanien und Rußland gaben ihm Gelegenheit, sein Wissen nach den verschiedensten Richtungen zu bereichern. —k.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Der Eisenbahnbau in Marokko.

(Der neue Orient, Band I, Hefte 11, 12, S. 517; Band II, Heft 2, S. 81.)

In Marokko wird sehr eifrig am Ausbau des Eisenbahnnetzes gearbeitet. Fast vollendet ist die Linie Ben-Ahmed—Wadi—Zem, ferner die Strecke Bir-Resched—Ben-Gerir, wo der sandige Boden den Bau sehr erschwert und alle Bauteile mit Lastkraftwagen herbeigeschafft werden; vor Einbruch des Winters soll die Strecke bis km 162 dem Betriebe übergeben werden, um den Verkehr nach Marrakesch zu erleichtern, die Strecke Fes—Tasa, die bis km 50 bei Sawia—Tebuda festgelegt und bis km 29 durchgeführt ist. In Vorbereitung befindet sich eine Linie von Mekmes nach Ain-Leuh durch das Waldgebiet von Asru, der Bau einer Brücke und die Erweiterung mehrerer Bahnhöfe.

Die Bahnen sind Militärbahnen, sollen aber auch dem öffentlichen Verkehre dienen. Die Spur ist 60 cm. Ein neues Netz mit Regelspur von beträchtlicher Ausdehnung ist daneben in der Entstehung, wobei die von Deutschland als wichtig betrachtete und tatkräftig betriebene Bahn Tanger—Fes durch das spanische Einflußgebiet fast ganz unbeachtet bleibt. Es umfaßt im östlichen Marokko die 320 km lange Strecke Fes—Tasa—Udschda von Marokko nach Algerien, in Westmarokko die 85 km lange Abzweigung Petit Jean—Knitra der Bahn Tanger—Fes, die 145 km lange Bahn Knitra—Rabat—Casablanca, die 80 km lange Linie von Knitra nach einem Punkte der Bahn Tanger—Fes zwischen Sok el Arba und Arbaua und die 240 km lange Strecke Casablanca—Marrakesch.

Nach der Ausschreibung ist die Ausführung einer Vereinigung der »Compagnie Générale du Maroc«, der Paris, Lyon, Mittelmeer-, der Paris-Orleans-Bahn und der »Compagnie Marocaine« übertragen.

Diese Gesellschaft verfügt über 32 Millionen \mathcal{M} , von denen die scherifische Regierung 80, die Unternehmer 20% aufbringen. Die Gesellschaft hat sich verpflichtet, den Unterbau der Strecke Petit Jean—Knitra bis mindestens 30 km in vier, den Rest in neun Monaten fertig zu stellen, die Strecke Knitra—Rabat in einem Jahre und von der Strecke Udschda—Knitra—Fes 30 km in sechs Monaten.

G. G.

Grenzen der gewerblichen Ermüdung.

(R. Cormio, *Monitore tecnico* 1917, 10. August, mit Abbildungen; *Génie civil* 1917 II, Bd. 71, Heft 14, 6. Oktober, S. 235.)

In Italien hat man durch Verfügungen vom Dezember 1916 die tägliche Arbeitszeit auf elf Stunden erhöht. Diese Absicht besteht auch in anderen Ländern, in England durch Unterdrückung der Ruhe am halben Sonntage und in gewissen

Fällen sogar am Sonntage. R. Cormio hält es für vernünftiger, bei der täglichen Arbeitszeit von 7,5 bis 8 Stunden zu bleiben. Er beruft sich auf die Erfahrung, die die Maschinenbau-Gesellschaft Riva in Mailand von Februar bis Juni 1917 gemacht hat, die mehr als 3000 Arbeiter beschäftigt und die tägliche Arbeitszeit, die früher elf Stunden betrug, wegen Mangel an Rohstoffen auf eine ununterbrochene siebenstündige Schicht von 7,30 Uhr vormittags bis 2,30 Uhr nachmittags und eine achtstündige von 2,30 Uhr bis 11 Uhr mit einer halben Stunde für die Mahlzeit verkürzt hatte. Die Erzeugung ist dadurch nur um 8% zurück gegangen; bei gewissen Arbeiten verbesserte sich die Leistung sogar. Außerdem waren die monatlichen Fehlzeiten viel geringer, sie fielen auf die wirkliche Arbeitsdauer bezogen von 0,71 auf 0,56% wegen Unfällen, von 0,54 auf 0,22% wegen Krankheit, von 0,37 auf 0,09 wegen eigener Angelegenheiten der Arbeiter; die Arbeitszeit sank tatsächlich nur um 0,87 statt um 1,62%, außerdem wurde viel an Werkzeug, Triebkraft und Licht gespart. B—s.

Die Härte der technisch wichtigsten Metallmischungen.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Juni 1917, Nr. 26, S. 549. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 7 auf Tafel 6.

Die Quelle bringt die Ergebnisse der Untersuchung der Härte von Metallmischungen, die zunächst in möglichst schroff abgeschrecktem Zustande, dann nach dreistündigem Ausglühen bei einer Wärme nahe der untern Grenze des Erstarrens vorgenommen wurden; im folgenden ist unter »Härte« die nach Abschrecken verstanden. Die Prüfung erstreckte sich auf Mischungen von Kupfer, Zinn, Blei, Zink und Aluminium als Grundstoffe mit anderen Metallen. Das Kupfer war auf elektrischem Wege gewonnen, die übrigen Metalle waren Handelsware. Die Härte wurde mit Kegeldruckproben untersucht, die die Härtezahlen im Gegensatz zu den üblichen Kugeldruckproben unabhängig von Belastung und Eindringtiefe ergeben. Neben ausführlichen Zahlentafeln in der Quelle geben die Schaulinien in Abb. 3 bis 7, Taf. 6 die Härte der Mischungen wieder, die Höhen messen die Mittelwerte der Härte der abgeschreckten Proben, die Längen die Gewichte der Beimischung in %.

Bei den untersuchten Mischungen von Kupfer, Geschütz- und Glocken-, Kunst- und Maschinen-, Aluminium-Bronze, Tombak, Messing, Aluminiummessing, Ferrobronze, Duranmetall und anderen (Abb. 3, Taf. 6) nahm die Härte mit zunehmendem Zinngehalte bedeutend zu. Schon ein Zusatz von 1% Zinn erhöhte die Härte um rund 10%. Bronze mit

10% Zinn war doppelt, mit 15% dreimal, mit 20% viermal so hart, wie reines Kupfer. Das Ausglühen bewirkte meist keine wesentlichen Änderungen der Härte. Blei minderte die Härte etwas, durch Zusatz von Zink konnte die Härte der Zinnbronzen erhöht werden, aber in viel geringerem Maße, als durch Zusatz von Zinn in gleichem Gewichte.

Zusätze von Aluminium beeinflussten die Härte des Kupfers in Mengen unter 8% etwas schwächer, über 8% viel kräftiger, als Zinn. Durch Ausglühen wurde die Härte meist nur wenig geändert.

Die härtende Wirkung von Zink auf Kupfer war im Vergleich zu Zinn oder Aluminium unbedeutend, 30 bis 35% Zink entsprachen im Erfolge 1% Zinn, bei Zusätzen über 35% stieg die Härtelinie plötzlich steiler an. Stärkere Zusätze an Blei machten Messing etwas weicher, Eisen wirkte härtend. Eine außerordentliche Zunahme der Härte von Messing konnte durch Zusatz von Zinn oder Aluminium erzielt werden; durch Ausglühen wurden diese Mischungen viel weicher.

Nickel erhöhte die Härte von Kupfer und Messing weit weniger als Zinn oder Aluminium. Kräftiger wirkte Mangan, aber schwächer als Zinn oder Aluminium, 15% Mangan waren 5% Zinn gleichwertig. Zugaben von Nickel zu Manganbronzen verursachten eine geringe weitere Steigerung der Härte. Durch Ausglühen wurde die Härte der Mischungen von Kupfer mit Nickel und Mangan meist nur wenig geändert.

In Abb. 3, Taf. 6 wird der Einfluss von Beimischungen an Silber, Wismut, Antimon und Magnesium auf die Härte des Kupfers gezeigt.

Mischungen von Zinn (Abb. 4, Taf. 6) mit Blei werden durch 8 bis 15% Blei doppelt so hart, mehr Blei macht die Mischung wieder weicher. Kupfer wirkt bis 8% etwa eben so kräftig, dann aber weiter steigernd. 15% Kupfer oder Antimon verdreifacht die Härte des Zinnes. Noch härtere Mischungen geben beide Metalle zusammen, wie bei Weiß- oder Lager-Metall; 4% Kupfer und 15% Antimon machen Zinn beinahe viermal so hart. Hoher Gehalt an Blei macht solche Mischungen viel weicher. Stark härtend wirken geringe Mengen Aluminium oder Magnesium.

Der Einfluss der Dauer der Belastung auf die Härte der Zinn- und der folgenden Blei-Mischungen kann sehr beträchtlich sein. Ähnliche Abhängigkeit der Härte ist auch bei schwerer schmelzbaren Metallen zu beachten, wenn die Wärme bei den Versuchen erhöht wird. In solchen Fällen muss neben der Härtezahl auch die Dauer der Belastung angeführt werden.

Bei Blei (Abb. 5, Taf. 6) erhöht ein Zusatz von 1 bis 8% Antimon die Härte auf zwei- bis dreifach, von 15 bis 30% drei- bis fünffach; Zinn bewirkte viel schwächere Härtung. Beim Ausglühen sinkt die Härte dieser Mischungen bedeutend. Wie bei den Kupfer- und Zinn-Mischungen gibt auch hier Magnesium die größte Härte, 0,5% Magnesium verdreifachen die Härte des Bleies.

Zink wird durch mäfsigen Zusatz von Blei oder Zinn in der Härte nur wenig beeinflusst (Abb. 6, Taf. 6), stärkere Zusätze von Zinn wirken erweichend; durch Zusätze von Antimon, in viel höherem Grade von Kupfer, kann die Härte der Mischung beträchtlich erhöht werden. Das Ausglühen hat auf die Härte

meist nur geringen Einfluss. Den stärksten Einfluss übt Magnesium aus, schon 0,25% sind 4% Kupfer gleichwertig. Dieser Wirkung am nächsten kommt Kadmium. Eine Lagerung dieser Mischung an der Luft hat nach drei bis vier Monaten Erweichung um 25% zur Folge.

Den Einfluss der Zusätze auf die Härte von Aluminium zeigt Abb. 7, Taf. 6. Den geringsten übt Zinn aus, das in Mengen über 4% sogar die Härte mindert. Auch die Härte von Aluminium-Kupfer-Mischungen kann durch Zinn nur wenig erhöht werden. Zink gibt geringere Härte, als Kupfer, oder gar Magnesium. Mischungen mit 15% Zink, 8% Kupfer oder 4% Magnesium sind etwa doppelt so hart, wie reines Aluminium. Noch kräftiger wirken Kupfer und Magnesium in Mischungen zusammen mit Aluminium, oder mit diesem und Magnesium. Durch das Ausglühen werden diese Mischungen meist wesentlich härter, auch längere Lagerung bei Zimmerwärme wirkt härtend. A. Z.

Die Eisenerzlager in Lothringen.

(J. Tribot-Laspière, Génie civil 1917 I, Bd. 70, Heft 14, 7. April, S. 217. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel 6.

Die 113 000 ha großen Eisenerzlager in Lothringen (Abb. 1, Taf. 6), deren armes, fosforhaltiges Erz in Frankreich im Gegensatz zu den reicheren, reineren »fers forts« die »minette« genannt wird, hat längliche, nord-südlich gerichtete Gestalt mit stark zerrissenen Rändern, ungefähr 70 km Länge und 30 km größte Breite. Es erstreckt sich über das linke Ufer der Mosel zwischen Metz im Süden und Luxemburg im Norden und wird durch die bisherige deutsch-französische Grenze in zwei fast gleiche Teile geteilt. Die äußerste Nordspitze liegt auf luxemburgischem, die äußerste Nordwestspitze auf belgischem Gebiete. Es wird im Süden durch die von der Hauptmasse des Lagers vollständig getrennte Insel von Nanzig vervollständigt. Die ganze Fläche und die Erzeugung waren 1913 wie folgt verteilt.

	Fläche ha	Erzeugung t
Deutsch-Lothringen	43 000	21 136 000
Luxemburg	3 600	7 333 000
Französisch-Lothringen	66 000	19 629 000
Belgien	300	73 000
Im Ganzen	112 900	48 171 000

Zu Französisch-Lothringen gehört das Becken von Nanzig, das an obigen Zahlen mit 18 000 ha und 1 917 000 t beteiligt ist. Mit der Erzeugung von 48 171 000 t ist das lothringische Lager nach dem des Oberen Sees in den Vereinigten Staaten, das 1913 52 518 000 t ausbrachte, das bedeutendste der Welt. Zu der Welterzeugung von 173 Millionen t 1913 hat das lothringische Lager 28% beigetragen. Seine Vorräte wurden 1910 ohne die späteren Funde von Nicou in einer der Tagung der Geologen in Stockholm vorgelegten Abhandlung auf 5,6 Milliarden t geschätzt, die sich wie folgt verteilten.

	Bekannte Erzvorräte Millionen t	Entsprechende Eisenmengen Millionen t
Deutsch-Lothringen	2 330	755
Luxemburg	270	90
Französisch-Lothringen	3 000	1 000
Im Ganzen	5 600	1 845

Das von der Nordsee, den Längenkreisen durch Frankfurt und Dünkirchen und dem Breitenkreise durch Paris begrenzte Gebiet des Nordwestens von Europa (Abb. 2, Taf. 6) enthält zahlreiche bedeutende Steinkohlenbecken in vollem Betriebe: das der Saar, der Ruhr, das von Holland, von Aachen und das französisch-belgische, einige weitere sind in Abbau oder Mutung, in dem Gebiete liegt auch das große Braunkohlenbecken von Köln. Diese Becken haben 1913 im Ganzen ungefähr 190 Millionen t Steinkohle und 70 Millionen t Braunkohle erzeugt, 20 % der Welterzeugung. Aber dieses Gebiet enthält als wirklich bedeutendes Eisenlager nur das lothringische und zieht aus dessen Erzen die Hälfte der 30 Millionen t Roheisen, die es erzeugt, und die mehr als ein Drittel der Welterzeugung darstellen. Das lothringische Eisenlager war 1913 an der Eisenerz-Erzeugung Deutschlands einschließlic des an den Zollverein angeschlossenen Großherzogtums Luxemburg mit 80 %, an der Frankreichs mit 89 % beteiligt. Zusammenstellung I zeigt die Verteilung des lothringischen Eisenerzes auf die verschiedenen Verbrauchsgebiete. Die Ergebnisse beziehen sich auf zwei verschiedene Jahre, geben aber wertvolle Näherungen.

Aus lothringischem Erze erzeugten 1913 die auf dem lothringischen Eisenlager errichteten Hütten in

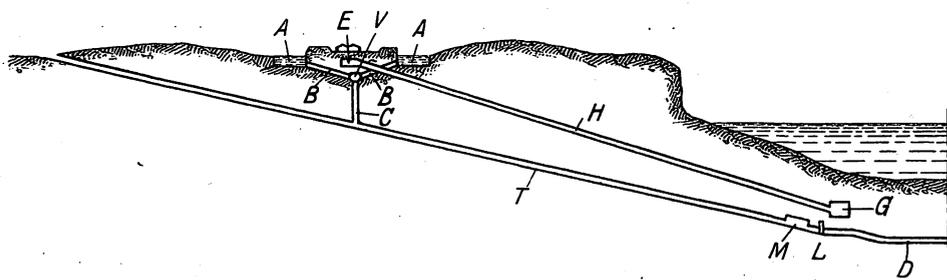
	Roheisen	Stahl
Deutsch-Lothringen	t 3 870 000	2 286 000
Luxemburg	" 2 548 000	1 336 000
Französisch-Lothringen	" 3 493 000	2 256 000
zusammen	t 9 911 000	5 878 000

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Englische Verteidigung des Tunnels unter dem Ärmelmeere.
(Génie civil 1917 I, Bd. 70, Heft 14, 7. April, S. 233. Mit Abbildung.)

Zur Verteidigung des zukünftigen Ärmelmeer-Tunnels*) gegen feindlichen Einfall hatte F. Bramwell vorgeschlagen, am Ausgange des Tunnels eine Art Schleuse anzuordnen, wo die Fahrgäste untersucht werden würden und ihre Nämlichkeit festgestellt werden würde, und die zugleich zur Zollbewachung dienen würde. Diese Schleuse würde aus zwei Gittern bestehen, die den Tunnel vor und hinter dem Zuge abschließen, unter sich und mit Signalen so verbunden sind, daß sie nur von außen und unter bestimmten Bedingungen geöffnet werden können. Vor Einfahrt des Zuges in den Bahnhof würde das vordere Gitter geschlossen sein, nach Einfahrt auch das hintere geschlossen werden.

Abb. 1.



Eine zweite Lösung bestand darin, an einem Punkte des Tunnels eine Art Hahn anzuordnen. Dieser sollte durch eine

*) Organ 1917, S. 32.

Zusammenstellung I.

Verbrauchsgebiete	Herkunft des Erzes			Im Ganzen 1000 t
	Deutscher Teil*) 1000 t	Luxemburgischer Teil**) 1000 t	Französischer Teil*) 1000 t	
Deutschland:				
Lothringen	11 177	180	815	12 172
Saar	2 812	351	221	3 384
Westfalen	2 910	526	1 002	4 438
Luxemburg	3 500	3 813	1 201	8 514
Frankreich:				
Lothringen	500	367	9 516	10 383
Andere Gegenden	—	—	1 868	1 868
Belgien	237	1 297	4 697	6 231
Andere Länder	—	—	76	76
zusammen	21 136	6 534	19 396	47 066

Diese Zahlen sind 12,5 % der Welterzeugung an Roheisen, 14,3 % an Stahl. Andere Hütten verbrauchen jährlich ungefähr 15 Millionen t lothringisches Erz, aus dem sie 5 Millionen t Roheisen gewinnen. Das lothringische Erz liefert also jährlich 15 Millionen t Roheisen, 20 % der Welterzeugung. B—s.

*) Zahlen von 1913.

**) Zahlen von 1912.

30 m lange Tunnelstrecke gebildet werden, die quer zum Tunnel gedreht werden könnte.

Endlich ist eine Lösung vorgeschlagen, die den Tunnel gegen jede Überraschung schützt, selbst wenn der Feind den Eingang besetzte. Dieses Verteidigungsverfahren besteht darin, den Tunnel auf einige Stunden oder endgültig außer Betrieb zu stellen, indem man das Meer in ihn eindringen läßt. Zu diesem Zwecke ordnet man an einem Punkte in der Nähe des Tunnelmundes eine unterirdische Verteidigungswache an, um die man Gräben A (Textabb. 1) zieht, die immer mit Wasser gefüllt sein müssen. Die Sohlen dieser Gräben sind durch zwei geneigte Rohre B mit einem senkrechten, nach dem Tunnel T führenden Rohre C verbunden, an dessen Eingange ein Schütz V angeordnet ist. Der Tunnel bildet an dem Punkte,

wo er unter das Meer kommt, eine Vertiefung D, deren ganze Höhe größer ist, als die des Tunnels, so daß durch Öffnen des Schützes V das Wasser der Gräben A durch den Tunnel strömt und durch Füllen der Vertiefung D Wasserverschluß herstellt. Diese Vertiefung wird so lang gemacht, daß die zu ihrer Entleerung nötige Zeit genügt, um andere Maßnahmen ergreifen

zu können. Das Schütz V wird von der Kammer E der Wache gesteuert, man betätigt es im Notfalle alle Tage, um sich seiner dauernden Wirksamkeit zu versichern.

Um im Falle dringender Gefahr die Fahrt im Tunnel endgültig unterbrechen zu können, wird eine Mine so angeordnet und geladen, daß ihre Entzündung den Einsturz des Tunnelgewölbes hervorruft und über dem Tunnel dem Wasser des Meeres einen unmittelbaren Zugang öffnet. Zu diesem Zwecke wird eine ständig geladene, vom Tunnel völlig getrennte Minenkammer G mit der Wache E durch einen Gang H verbunden, in dem verschiedene Zündvorrichtungen angebracht sind, von denen wenigstens eine rein mechanisch sein muß.

Man kann diese Verteidigungsvorrichtung durch ein Tor oder Gitter L am Eingange der Vertiefung D und eine Bewachungskammer M vervollständigen. Die Verteidigungswache ist ständig mit den benachbarten militärischen Behörden verbunden und kann im Notfalle einen drahtlosen Fernschreiber erhalten. B—s.

Widerstandsfähigkeit von Stoßverbindungen der Eisen in bewehrtem Grobmörtel.

(Zentralblatt der Bauverwaltung 1917, Heft 93, 17. November, S. 564.)

Bei früheren, im 14. Hefte der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für bewehrten Grobmörtel mitgeteilten Untersuchungen verschiedener Stoßverbindungen der Eiseneinlagen hatte sich herausgestellt, daß man durchgehende Einlagen durch passende Anordnungen ersetzen könne. Der Ausschuss hielt es für nötig, noch weiter zu untersuchen, ob eine Abhängigkeit zwischen Eisendurchmesser und Überdeckungs-länge bestehe. Im 37. Hefte*) seiner Veröffentlichungen liegen

*) Deutscher Ausschuss für Eisenbeton. Berlin 1917. Wilhelm Ernst und Sohn. In großer Achteckform. 37. Heft: Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit von Stoßverbindungen der Eiseneinlagen (Ergänzungsversuche). Ausgeführt in der königlichen sächsischen mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Dresden im Jahre 1918. Bericht, erstattet vom Geheimen

neuere Versuche der mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Dresden vor. Als Probekörper sind 35 cm hohe Plattenbalken von 3 m Stützweite verwendet, die durch zwei Einzel-lasten von 1,5 m Abstand belastet wurden. Die Enden der Balken waren verstärkt, damit die Brucherscheinungen in der Mitte, an den Stoßverbindungen, auftraten. Die Eiseneinlagen waren 10, 20 und 30 mm dick, an den Enden mit Rundhaken versehen und an den Überlappungen durch Bindedraht verbunden. Die Länge der Überlappungen war 8, 12 und 30 d; bei den 20 und 30 mm dicken Eisen waren außerdem Überlappungen von 40 d gewählt. Beobachtet wurden unter anderm die Rifs- und Bruch-Last. Die Mischung des Grobmörtels war 1 : 5 nach Raumteilen, die Würfel Festigkeit 206 kg/qcm nach 45 Tagen. Nur bei den 10 mm dicken Eisen konnten die Stoßverbindungen ein durchgehendes Eisen ersetzen; bei den dickeren genügte selbst eine Überlappung von 40 d hierzu nicht. Bei den früheren, im 14. Hefte veröffentlichten Versuchen wurden bei Verwendung bessern Grobmörtels von 1 : 4 mit rund 280 kg/qcm Würfel Festigkeit nach 45 Tagen auch bessere Erfolge erzielt. Damals wurden 25 mm dicke Eiseneinlagen verwendet. Bei 10 d langer Überlappung kam die Festigkeit der Stoßverbindungen der eines durchgehenden Eisens nahe, bei 20 d und 30 d wurde diese sogar übertroffen. Da die bei den neueren Versuchen gefundene Festigkeit des Grobmörtels von 206 kg/qcm der guter Bauausführung entspricht, so wird man in der Regel nur bei dünnen Eiseneinlagen Stöße in den Eisen anbringen dürfen. B—s.

Hofrath Professor Hermann Scheit und Diplomingenieur Professor Otto Wawrzyniok unter Mitwirkung von Regierungsbaumeister H. Amos. 24 Seiten mit 37 Abbildungen und 4 Zahlentafeln. Geheftet 2,4 M.

O b e r b a u.

Querrisse in Schienen.

(G. W. Dress, Iron Age 1917, 19. April; Génie civil 1917 II, Bd. 71, Heft 4, 28. Juli, S. 64.)

Schienenbrüche können, besonders bei hohem Kohlenstoffgehalte, durch länglichrunde Querrisse entstehen, deren Tiefe nicht erkennbar ist, die jedoch deutlich fortschreitendes Gepräge und glatte Flächen haben. Die Ursache dieser Risse liegt nach G. W. Dress fast immer an starker Zusammenziehung oder Ausdehnung des Metalles während der Herstellung. Beim Walzen der Schienen kann beispielweise übermäßige Erwärmung nur vermieden werden, wenn man die Oberfläche der Walzen ein wenig anfeuchtet; man übertreibt das bisweilen,

und begünstigt so die Bildung von Rissen. Eine die erste Lösung des Gefüges als wachsenden Querriss bewirkende Ausdehnung erzeugt einen Knall, wenn man einen Block plötzlich erwärmt. Die Glätte der Flächen erklärt Dress als Wirkung der Reibung unter gegenseitiger Verschiebung der Bruchstücke durch die Kraft, die den Bruch herbeiführte, während die Querrisse aus starker Inanspruchnahme körnigen Bruch zeigen. Dieses Merkmal allein beweist, daß die Risse durch Wärme bei der Bearbeitung erzeugt sind, die später im Betriebe auftretenden Kräfte geben dem Risse nur ein fortschreitendes Gepräge und ziehen den Bruch nach sich. B—s.

Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Sächsische Staatseisenbahnen.

Ernannt: Finanz- und Baurat Schönherr in Dresden zum planmäßigen technischen Oberrat und Vorstand der Eisenbahn-Betriebsdirektion Dresden-A und Finanz- und Baurat Lehmann in Dresden zum planmäßigen technischen Oberrat

bei der Generaldirektion, beide unter Verleihung des Titels und Ranges als Oberbaurat.

In den Ruhestand getreten: Geheimer Baurat Wolf, Vorstand der Eisenbahn-Betriebsdirektion Dresden-A.

Württembergische Staatseisenbahnen.

Gestorben: Oberbaurat Ott, Mitglied der Generaldirektion

Bücherbesprechungen.

Schiffahrt-Zeitung. Herausgegeben vom Gründungsausschusse »Seefahrt« des Vereines für Schiffsnachrichten, Hamburg, Broschek und Co.

Die Zeitung wird zunächst in neun Probeblättern für

zusammen 0,6 M verbreitet, um mit Friedensschluß regelmäßig zu erscheinen. Sie vertritt die nach dem Kriege besonders wichtigen Angelegenheiten der Seefahrt und des überseeischen Handels.