

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.

12. Heft. 1918. 15. Juni.

Die Verdübelung der Holzschwellen in ihrem Einflusse auf die Wirtschaft der Erhaltung des Oberbaues der Eisenbahnen.

Untersuchungen über Wesen und Umfang der Ersparnisse durch Verdübelung abgängiger und neuer Holzschwellen bei den deutschen Eisenbahnen, aufgestellt von Dr.-Ing. E. Biedermann, Bauinspektor in Charlottenburg.

I. Einleitung.

Zur Förderung der Sparsamkeit in der Verwendung heimischer Roh- und Hülfsstoffe im Sinne guter öffentlicher Wirtschaft soll im Nachfolgenden untersucht werden, welche Ersparnisse an Geld und Nutstoffen in der Erneuerung und Ergänzung der Schwellen beim Erhalten des Oberbaues der Eisenbahnen zu erzielen sind*).

II. Aufwand an Holzschwellen für Erhaltung und Neubau auf den Eisenbahnen Deutschlands.

Die folgenden Untersuchungen erstrecken sich auf den vorteilhaftesten Ersatz der Schwellen in den Verkehrsbetrieben Deutschlands, die Überschüsse zu den Staatshaushalten der Bundesstaaten liefern, daher eine besondere Stellung einnehmen; sie müssen von den gegenwärtigen und zukünftigen Ausgaben

*) Einige Aufsätze in der „Wochenschrift für deutsche Bahnmeister“, die die Bedeutung sparsamer Wirtschaft in einzelnen Teilgebieten der Bahnerhaltung behandeln, verdienen Beachtung. Die Untersuchung, „Bahnunterhaltung“ von Mohr in Nr. 4 vom 23. I. 1916 enthält beachtenswerte Vorschläge für die Grenzen zwischen der auf französischen Bahnen bevorzugten Einzelauswechsellung und der in Deutschland üblichen Erhaltung nach Bedarf, bei der neben die „Einzelauswechsellung“ der „Gleisumbau“ tritt. Verfasser kommt zu dem Ergebnisse, bei 30 bis 40% Abgang an Schwellen sei die durchgehende Erneuerung durch Umbau vorteilhafter, weil die gleichmäßige Beschaffenheit der Schwellen, die durch Einzelauswechsellung leidet, von großem Einflusse auf den Umfang der weiteren Erhaltung und damit auf die Wirtschaft sei.

In einem trefflichen Aufsätze „Zur Frage der Oberbauunterhaltung“ in Nr. 46 vom 12. IX. 16 empfiehlt der ungenannte Verfasser genaue Aufschreibungen nach Beobachtungen über die lebensverlängernde Wirkung verbesserter Tränkverfahren, besserer Befestigung der Schienen mit Unterlegplatten und Schwellenschrauben, bei Verwendung von Hartholz- oder von verdübelten Weichholzschwellen, über Baustoff- und Lohn-Kosten beim Auswechsellung. Die wirtschaftliche Tragweite dieser Fragen nötigt zu sorgfältiger Verfolgung der Wirtschaft auf Versuchstrecken unter vorsichtiger Auslese der die Aufsicht bei diesen Arbeiten Führenden.

Auf die Aufsätze Meins, „Verwendung und Bewährung verdübelter Schwellen“ in Nr. 6 vom 9. XI. 13 und Riedel, „Erfahrungen mit verdübelten neuen Weichholzschwellen“ in Nr. 49 vom 3. XII. 16 kommen wir noch zurück.

für die Erhaltung des Oberbaues ausgehen. Auf dieser Grundlage wird gezeigt, daß durch Verdübelung hölzerner Schwellen recht beträchtliche Ersparnisse zu erzielen sind. Riedel gibt an, daß die preussisch-hessische Verwaltung in 1904 und 1910 wiederholt auf die Zweckmäßigkeit des Verdübelns von Alt-schwellen hingewiesen und die Dienststellen angewiesen hat, auf Steigerung der Zahl, der wieder gebrauchsfähig zu machenden Schwellen hinzuwirken.

II. A) Der Bedarf der Gegenwart an Schwellen.

Zusammenstellung I bringt den jährlichen Aufwand an Holzschwellen für die Erhaltung 1900, 1910 und 1913 bis 1915 nach der Reichs-Eisenbahn-Statistik, R. E. St., weil 1900, 1910 und das Jahr 1913 die ziemlich gleichmäßig verlaufende Zunahme des Aufwandes genügend zeigen; das preussisch-hessische Netz herrscht in den Ziffern der deutschen Erhaltung mit 67% vor. Die in den Gleisen deutscher Staatsbahnen liegenden Holzschwellen haben nach Spalte 7 von 1900 bis 1910 jährlich um reichlich 3 000 000, in den folgenden Jahren aber nur um 2 000 000 zugenommen. Diese ungleichmäßige Zunahme war teils auf Verengung der Teilung*), teils auf den Neubau von Gleisen mit Holzschwellen nach den Spalten 1 und 4 zurück zu führen, der seit 1913 in Preußen-Hessen zu Gunsten des teureren Oberbaues auf Eisenschwellen fast zum Stillstande gekommen ist. Nach Spalte 10 hatte der Aufwand an Schwellen für die Erhaltung von 1 km Gleis, bezogen auf den gleichjährigen Gleisbestand, während der fünfzehn Jahre der Zusammenstellung I stetig von 67 auf 45 Schwellen abgenommen. Da ein Teil dieses Aufwandes zur Verengung der Teilung gedient hat, so nahm der Ersatz abgängiger Schwellen tatsächlich noch schneller ab. Diese Verringerung folgt aus verschiedenen Umständen.

*) Nach Spalte 2 kamen in Preußen-Hessen 1900 noch 1217 Schwellen auf 1 km Gleis, 1910 bereits 1365. Nach der „Oberbauordnung der preussisch-hessischen Staatsbahnen“ 1912 ruht 1 km der belasteten Durchgangstrecken des Oberbauprofiles 15 auf 1750 Holz- oder 1770 Eisen-Schwellen. Dieser engern Teilung umgebauter Gleise folgt die des ganzen Gleisbestandes erst in großem Abstände, weil die weite Teilung früherer Zeit noch lange auf den Durchschnitt einwirkt.

Zusammenstellung I.

Verbrauch an Holzschwellen für die laufende Erhaltung 1900 und 1910 bis 1915.

Staatsbahnen	durchgehende Gleise			Nebengleise			Bestand an Schwellen im Ganzen	Aufwand der jährlichen Erhaltung in		Erhaltung von 1 km Gleis Schwellenzahl	Erläuterungen
	Länge	Schwellen auf 1 km	Schwellenbestand	Länge	Schwellen auf 1 km	Schwellenbestand		Schwellen	% von Spalte 7		
	km	Stück	Millionen	km	Stück	Millionen		Millionen	Millionen		
Reichseisenbahn-Statistik, Tabelle	623	627	626	aus 63.4	0,9.2	Spalten 4.5	Spalte 3+6	933	Spalte 8:7	Spalte 8:(1+4)	
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				1900							
Preußisch-hessische Deutsche	31 063	1 217	37,799	12 676	1 140	14,450	52,249	2,70	5,17	62	Spalten 1, 2, 3 aus der Reichseisenbahn-Statistik. Da nach 1897 die Werte der Spalten 4 bis 6 für Nebengleise nicht mehr gegeben werden, so sind diese anderweit ermittelt. Die Länge der Nebengleise auf Holzschwellen nach Spalte 4 ist aus dem Verhältnisse aller durchgehenden zu den Nebengleisen aus den Spalten 6 ³ und 6 ⁴ der Reichseisenbahn-Statistik errechnet. Die Schwellenzahl auf 1 km nach Spalte 5 ist aus dem Verhältnisse der Schwellenteilung der Haupt- zu der der Nebengleise nach den Oberbauordnungen abgeleitet. Aus den Spalten 4 und 5 ergibt sich Spalte 6 durch Vervielfältigen. Der Aufwand an Schwellen nach Spalte 8 ist in Spalte 9 ³ der Reichseisenbahn-Statistik gegeben.
	44 433	1 235	54,859	16 567	1 158	19,150	74,009	4,10	5,33	67	
				1910							
Preußisch-hessische Deutsche	37 400	1 365	51,023	16 600	1 280	21,200	72,223	3,19	4,37	58	
	55 300	1 363	75,369	24 400	1 280	31,200	106,569	4,69	4,30	59	
				1913							
Preußisch-hessische Deutsche	37 965	1 409	53,433	17 900	1 272	22,300	76,283	2,931	3,83	52	
	56 953	1 398	79,629	26 650	1 265	32,570	112,199	4,599	4,10	55	
				1914							
Preußisch-hessische Deutsche	37 854	1 418	53,689	18 346	1 280	23,400	77,089	2,840	3,68	50	
	57 072	1 407	80,294	27 928	1 270	33,743	114,037	4,441	3,90	52	
				1915							
Preußisch-hessische Deutsche	37 140	1 442	53,571	18 360	1 300	23,800	77,371	2,642	3,41	48	
	56 540	1 424	80,515	27 960	1 288	36,000	116,515	3,787	3,26	45	

Zunächst war die im Aufwande für Erneuerung steckende Vermehrung der Schwellen in früheren Jahren größer, als in der Gegenwart, die sich der engsten Teilung nähert, die noch gutes Stopfen ermöglicht. Sodann kommt die verlängerte Dauer der Schwellen selbst als Folge besserer Tränkung, besserer Befestigung, der Vergrößerung der Unterlegplatten, trotz gesteigerter Ansprüche, in geringerm Ersatze zum Ausdrucke. Der Löwenanteil an dieser erfreulichen Tatsache fällt aber der lebensverlängernden Wirkung besserer Tränkung und Verdübelung zu. Das war der Fall, obgleich der Einbau 1885 bis 1900, der der Auswechslung 1900 bis 1915 entspricht, in steigendem Maße Weichholzschwellen umfaßte, die die teure Eischwelle ersetzen mußten; 1885 bestanden nur 18,5%, 1900 schon 78,8% der Schwellen aus Kiefern. Endlich hat der Ersatz der Holzschwelle durch die Eischwelle die sinkenden Sätze der Spalten 9 und 10 mit herbei geführt. In einzelnen Staaten steht erkennbar der Abnahme der hölzernen entsprechende Zunahme der eisernen Schwellen gegenüber, so in Baden.

Immerhin ist die reine Erneuerung in der Gegenwart auf 4% des Gleisbestandes desselben Jahres zu veranschlagen, wobei zu beachten bleibt, daß der Aufwand für Erneuerung dem Ersatze früherer, 14 bis 16 Jahre zurückliegender Einbaujahre diene, er also eigentlich auf deren kürzere Gleislängen zu beziehen wäre, daß andererseits die neuen Schwellen der letzten 15 Jahre den Aufwand für Erneuerung nicht beeinflussen, weil sie in der Hauptsache noch unerneuert im Gleise liegen. Die Sätze der Erneuerung übersteigen daher die Zahlen der Spalten 9 und 10 erheblich, wenn man sie auf ihre Einbaujahrgänge bezieht, sie geben also nur Auskunft über den mittlern Aufwand für Erhaltung, als abhängig von dem gleichjährigen, mit

ihm durch ein Gesetz der Liegedauer nicht verknüpften Gleisbestande.

Zu dem Aufwande für Erneuerung tritt der für Neubau. Die Ermittlung dieses, leider nicht veröffentlichten, Bedarfes wird dadurch erschwert, daß in Preußen-Hessen die eiserne Schwelle stark in die Holzunterschwellung eingreift. Nach Zusammenstellung II war der ganze Verbrauch an Schwellen in Preußen-Hessen 1900 bis 1915 111 280 000, von denen 33 800 000 auf Neubau, 77 480 000 auf Erhaltung auf Betriebskonto entfielen. Man darf dieses Verhältnis des Aufwandes für Neubau zu dem für Erhaltung mit 43,6% ohne großen Fehlgriff auf die mit Holz unterschwellten Gleise allein übertragen. Zu dem Bedarfe für Erhaltung für 1913 von 2 931 000 (Zusammenstellung I, Spalte 8) kommen so 1 280 000 für Neubau und ergeben in Preußen-Hessen den Bedarf 4 210 000, bei den deutschen Staatsbahnen 6 300 000, der durch den Verbrauch der deutschen Privatbahnen um 1 200 000 auf 7 500 000 Holzschwellen im Frieden anwuchs; nach Spalte 5 der Zusammenstellung III waren hiervon etwa 5 000 000 Nadelholz. Die Überanspruchung des Oberbaues im Kriege bedingt im Übergange zum Frieden die Auswechslung von Mengen, die den Höchstbedarf von 1912 mit 3 200 000 weit übertreffen, sie sind nach Zusammenstellung IV auf 4 440 000 Holzschwellen zu schätzen, dazu kommt der Neubaubedarf mit 43,6% oder 1 940 000, weil die Zurückstellung im Kriege nachher den Neubau ähnlich steigern wird, wie die Erhaltung.

Man kommt der Wahrheit nahe, wenn man den Bedarf der deutschen Staatsbahnen nach diesen Betrachtungen für die nächsten Jahre auf 1,5 . 6 380 000 = 9 570 000 Holzschwellen, darunter über 7 000 000 Kiefernswellen, veranschlagt, von

denen nach Zusammenstellung II 53,7% auf Erneuerung und 30,4 + 15,9 = 46,3% auf Neubau und Verbesserung entfallen.

II. B) Die Schwellenpreise der Gegenwart.

Nach Zusammenstellung III, Spalte 6 betrug 1913 der mittlere Preis aller hölzernen Schwellen 5,33 \mathcal{M} , daraus ist

der der kiefernen Bahnschwelle mit 4,55 \mathcal{M} abgeleitet. Für alle deutsche Bahnen gibt das an Weichholzschnellen 5 000 000 · 4,55 = 22 750 000 \mathcal{M} . Der mittlere Preis war nach der R. E. St. in den ersten beiden Kriegsjahren auf 5,67 \mathcal{M} gestiegen, jetzt ist er auf mindestens 7,3 \mathcal{M} , für Kiefernschnellen auf

Zusammenstellung II.

Verbrauch an Schnellen aller Arten für reine Erhaltung und für Neubau bei der preußisch-hessischen Eisenbahnverwaltung 1900 bis 1915.

Von 1900 bis 1915	Bahnerhaltung			Neubau	Im Ganzen Schnellen Spalten 4 + 5 Millionen	Erläuterungen
	hölzerne Schnellen Millionen	eiserne Schnellen Millionen	zusammen Millionen	Schnellen beider Gattungen Millionen		
1	2	3	4	5	6	7
Verbrauch im Ganzen .	45,08	32,40 *	(69,6 %) 77,48	(30,4 %) † 33,80	(100,0 %) 111,28	Die Angaben der Reichseisenbahn-Statistik beziehen sich auf die preußisch-hessische Gemeinschaft. Zu Spalte 2: 32,40* nach Tab. 9 ⁴⁰ bis 4 ² der R. E. St. Zu Spalte 4: Der Gleiszuwachs von 1900 bis 1915 betrug nach R. E. St., Tab. 6 ⁵ 88147 - 60000 = 28147 km mit 1200 Schnellen = 33400000 † Schnellen als Neubauverbrauch; 1200 ist die gemittelte Schnellenzahl für 1 km aller Gleise. Zu Spalten 1 und 2: 74,8 - 50,4 = 24,4, 43,5 - 16,4 = 27,1. Aus Spalte 6 ²⁶ und 6 ²⁸ der R. E. St. war die Schnellenzahl für durchgehende Gleise entlehnt, ihnen die Schnellenzahl der Nebengleise hinzugefügt, die wie für die Holz-schnellen nach Spalte 7 der Zusammenstellung I rechnerisch ermittelt ist.
Zuwachs für Verbesserung und Neubau	24,40	27,10	51,50	51,50	51,50	
mithin für Verbesserung				(15,9 %) 17,70	(53,7 %) 59,78	
mithin für Erhaltung						

Zusammenstellung III.

Verbrauch und Kosten der Holz-schnellen für Erhaltung des Oberbaues der preußisch-hessischen Staatsbahnen 1900 bis 1915.

Jahr	Schnellenverbrauch			Kosten				Erläuterungen
	zusammen Holz- schnellen in 1000 Stück	Von Spalte 2 sind Nadelholz		aller Schnellen nach Spalte 2 Millionen \mathcal{M}	100 Stück		der kiefernen Schnellen nach Spalte 3 Millionen \mathcal{M}	
		in 1000 Stück	%		aller Schnellen der Spalte 2 \mathcal{M}	der kiefernen Schnellen nach Spalte 3 kosteten \mathcal{M}		
R. E. St.	9 ³³	9 ²⁹ + 3 ²	Spalte 4 $\frac{4}{3}$	9 ⁶⁵	9 ⁷⁹			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	2 700	2 130	78,8	12,12	450	382	8,15	Die Zahlen der Spalte 7 sind aus denen der Spalte 6 nach dem Verhältnisse abgeleitet, in dem die Nadelholzschnellen Spalte 3 zu allen Holz-schnellen Spalte 2 bei bekanntem Preisverhältnisse beider Holzarten standen. Aus den so gewonnenen Zahlen ist der verteuernde Einfluß der in ihnen steckenden größern Länge der Weichenschnellen ausgeschieden, um in Spalte 7 zum Durchschnittspreise von 100 kiefernen, getränkten Schnellen, ausschließlich der Weichenschnellen zu gelangen.
1	2 690	2 140	79,6	12,47	461	392	8,38	
2	2 710	2 130	78,7	11,99	443	376	8,00	
3	2 690	2 120	79,0	11,80	444	377	8,00	
4	2 430	2 000	82,8	10,91	449	389	7,79	
1905	2 569	2 060	80,4	11,47	446	383	7,90	
6	2 742	2 130	78,0	12,92	470	410	8,75	
7	2 811	2 250	80,4	13,85	495	424	9,54	
8	2 976	2 330	78,5	14,70	494	423	9,85	
9	3 016	2 280	76,1	14,87	494	424	9,65	
1910	3 186	2 390	75,5	15,23	482	418	10,00	
1	2 931	2 100	72,2	13,86	477	413	8,67	
2	3 213	2 180	69,1	15,56	495	423	9,22	
3	2 931	2 010	68,4	15,63	533	455	9,15	
4	2 840	2 011	70,5	15,53	547	468	9,40	
1915	2 642	1 767	66,6	14,97	567	485	8,55	
	45 080	34 028						
1916	—	—	73,0	—	620	530	—	
1917	—	—	74,0	—	690	590	—	
1918	—	—	75,0	—	737	630	—	

Zusammenstellung IV.

Schätzung des jährlichen Aufwandes an Holzschwellen für Erhaltung der preußisch-hessischen Eisenbahnen 1918 bis 1920.

Jahr	Jährlicher Aufwand an hölzernen Schwellen für Erhaltung		Erläuterungen
	tatsächlicher nach Zusammenstellung II, Spalte 4	abgeleitet aus dem Steigerungsverhältnisse der Vorjahre	
	1000 Stück	1000 Stück	
1900	2 700	2 700	1900 bis 1912 betrug die mittlere jährliche Zunahme 40 000 Holzschwellen. *) Die Zahlen für 1916 und 1917 sind geschätzt nach den Ausschreibungen des Zentralamtes. Das Minder 1913 bis 1917 von reichlich 3 000 000 Schwellen für Erhaltung trotz Steigerung der Leistung ist den folgenden drei Bedarfsziffern der Jahre 1918 bis 1920 zugeschlagen. Die Zahlen für alle deutschen Staatsbahnen werden angenähert durch Vervielfältigen mit 1,5 gewonnen, die der Kiefern Weichholzschwellen mit 0,7.
1912	3 213	3 213	
1913	2 931	3 240	
1914	2 840	3 280	
1915	2 642	3 320	
1916	*) 2 500	3 360	
1917	*) 2 600	3 400	
1918	—	3 410 + 1000	
1919	—	3 480 + 1000	
1920	—	3 520 + 1000	

6,3 \mathcal{M} zu schätzen*). Diese Steigerung ergab sich aus Verringerung des Angebotes und starker Steigerung der Nachfrage nach Schwellenholz, die der Einschlag heimischer Forsten nicht zu befriedigen vermag, ferner aus der Steigerung der Löhne und Gespannkosten, endlich aus der Verteuerung der Tränkung, die sich nach Beschlagnahme des Teeröles zu neuen Einrichtungen für kostspielige Ersatzstoffe, wie Nitrophenolverbindungen u. a., gezwungen sah. Diesen Verhältnissen gegenüber gewinnen die wirtschaftlichen Vorteile der Verdübelung besondere Bedeutung.

Für getränkte Weichholzschwellen ist ein Sinken dieser Preise ebensowenig zu erwarten, wie für Eisenschwellen, selbst wenn die Frage erhöhter Einfuhr aus dem Osten vertragmäßig günstig gelöst wird. Auf diese bedrohlichen Mehrausgaben der Eisenbahnen weist Ministerialdirektor Offenbergl**) hin. Er sagt, daß sich die Mehrausgaben der preußisch-hessischen Staatsbahnen für 1918 gegen 1913 auf über 1,1 Milliarden beziffern werden; das bedeutet eine Erhöhung der damaligen Ausgaben von 1,8 Milliarden \mathcal{M} um etwa 61%. Eine Verteilung dieses Mehrbetrages auf die Haupttitel V, VI, VII des Haushaltplanes gibt für die sächlichen Ausgaben der Erhaltung und Erneuerung ein Mehr von 0,25 Milliarden \mathcal{M} und steigert innerhalb dieser die Ausgabe für Beschaffung von Holzschwellen um etwa 17 000 000 \mathcal{M} . Dieses Mehr ergibt sich zwanglos aus der Steigerung des Bedarfes von 2 930 000 auf 4 440 000 Schwellen bei Erhöhung des Preises von 5,33 auf 7,37 \mathcal{M} .

Diese Seitenbetrachtung zeigt, daß weder der in Zusammenstellung IV errechnete Bedarf von 4,44 Mill. Schwellen, noch der Preis von 7,37 \mathcal{M} (6,3 \mathcal{M} für die kieferne Schwelle) abenteuerlich erscheinen***), beide Werte sind durch die Wiederherstellung des in Rückstand geratenen Unterhaltungszustandes der Bahnen begründet. Dieser Ausblick in die Zukunft führt zum nachfolgenden Abschnitt.

*) In dem mittlerweile erschienenen preußischen Eisenbahn-Haushaltsplan 1918 ist er bereits mit 9,6 \mathcal{M} angesetzt, dem ein Kiefernschwelenpreis von fast 8,3 \mathcal{M} entsprechen würde. Der Preis der Eisenschwelle ist gar auf 12,2 \mathcal{M} gestiegen.

**) „Der Staatsbedarf“ 1917, 27. Oktober, Nr. 16.

***) Im preußischen Eisenbahn-Haushaltsplan für 1918 ist die Beschaffungsmenge der Holzschwellen auf nur 2,43 Mill. Stück (zu

III. Einfluß der Verdübelung auf die Wirtschaft des Oberbaues mit Holzschwellen.

Die technischen Verbesserungen des Oberbaues nehmen stets ihren Weg zu besserer Wirtschaft über die Verlängerung der Liegedauer seiner Teile bei gleichem Kostenaufwande und gleicher Beanspruchung. Die Steigerung des Widerstandes einer Schwellengattung gegen Vergang und Zerstörung kommt im Wachsen der mittlern Liegedauer zum Ausdruck. In dem vergleichenden Ausdrucke

$$R = (N - A) f : [(1 + f)^n - 1] + N \cdot f.$$

bedeutet R die fortlaufende, den einmaligen Kosten N der Neubeschaffung entsprechende Rücklage, A den Altwert, f den Leihzinsfuß, n die mittlere Liegedauer; von diesen Größen übt n besonders großen Einfluß auf die Rücklage R.

Die Verdübelung ist zweifach anwendbar, als Neuverdübelung der einzubauenden neuen und als Altverdübelung der abgenutzten Schwellen.

Die Rechtfertigung, ausgebaute Schwellen zu verdübeln, liegt darin, daß die Weichholzschwelle, auch die getränkte, der Schwellenschraube nicht den festen Sitz gibt, wie die Eichen- oder Buchen-Schwelle; die Haftfestigkeit in der getränkten Buchenschwelle ist je nach Länge und Gewinde der Schraube 4 500 bis 7 300 kg, die in der getränkten Kiefernschwelle 2 000 bis 3 200 kg. Ähnlich verhält sich der Widerstand gegen seitliche Verdrückung, auf dem die Erhaltung der Spur beruht, und die Gefahr des Überdrehens der Schrauben. Diesen Umständen begegnet der eingeschraubte Hartholzdübel nach Collet*) (Textabb. 1), der die Leistung auf die der Buchenschwelle bringt und das Einfressen der Unterlegplatten in die Schwelle nahezu ausschließt. Langjährige Erfahrungen haben ergeben, daß die Lebensdauer einer mit Maschinen unter Ausschaltung

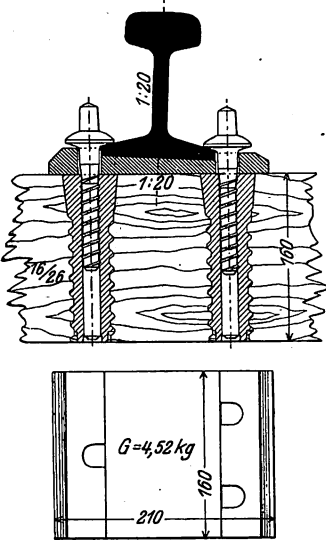
je 9,6 \mathcal{M} veranschlagt, dagegen der Bedarf an Eisenschwellen auf etwa 3,56 Mill. Stück (zu je 12,2 \mathcal{M}) gesteigert.

Beiden Posten entspricht eine Beschaffungssumme von 23,58 + 42,90 = 66,48 Mill. \mathcal{M} , zu der noch 33,7 Mill. \mathcal{M} für Kleineisenzeug kommen, während für Schienen 53,7 und für Weichen 16,22 Mill. \mathcal{M} im Titel 8 veranschlagt sind.

*) Organ 1903, S. 169, 195, 256; 1905, S. 9; 1907, S. 232, 253; 1908, S. 425; 1910, S. 340; 1914, S. 351.

von Fehlerquellen verdübelten Weichholzschwelle sich von 15 auf 20 bis 25 Jahre, die Lebensdauer der getränkten Buchenschwelle, erhöht.

Abb. 1. Maßstab 2:15.



Bei den Versuchsfahrten der »Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen« auf der Militäreisenbahn haben berufene Fachleute für regelmäßige Geschwindigkeiten von 160 und für höchste über 200 km/st die neuverdübelte Weichholzschwelle für die beste und sicherste Schienenunterstützung gehalten. Man nahm übereinstimmend an, daß weder die damalige eiserne Trogschwelle noch die Schwellenschrauben unverdübelter Weichholzschwellen den gewaltigen Kräften und Arbeiten auf die Dauer in wagerechter oder lotrechter Richtung gewachsen

sein würden. Die verdübelte Kieferschwelle hat ohne Verschleiß standgehalten und lag noch nach 10 Jahren unerneuert im Gleise.

Schon früher*) ist die breite Verwendung der Neuverdübelung, beispielweise auf den oldenburgischen und württembergischen Staatsbahnen, auf die guten Erfahrungen und die Erkenntnis zurückgeführt, daß die Kosten durch die Ersparnis bei der Erhaltung überwogen werden; auch wurde über die Bewährung der neuverdübelten Weichholzschwelle in den stark beanspruchten Ferngleisen am Ausgange des Bahnhofes Charlottenburg, und in den schwerbelasteten Stadtbahngleisen des Bahnhofes Börse berichtet, wo die Schwellen auch jetzt noch ungeschmälert ihre Aufgabe erfüllen.

Nach Mitteilung der Dübelwerke wurden 4000 Stück, 1891 und 1895 unverdübelt eingebaute Kieferschwelen (Textabb. 2 und 3) 1908 nach Abnutzung unter Nachdechselung der beschädigten Auflager auf 10 bis 12 cm Stärke verdübelt in das Ferngleis Berlin-Frankfurt a/O.***) auf Steinschlagbettung eingebaut. In diese Schwellen hatten sich die Unterlegplatten im November 1915 bei endgültiger Auswechslung nur 4 mm eingedrückt, vor der Verdübelung um 38 mm, was zu der Minderung der Stärke um 4 cm geführt hatte.

III. A) Die wirtschaftliche Wirkung der Verdübelung ausgebauter Schwellen.

Bei der Einzelauswechslung der Schwellen erforderte die Verdübelung mit Maschinen den Ausbau aus dem Gleise, weil der Dübelkopf, der den Sitz der innern Schraube wiederherstellen soll, unter den Schienenfuß greift (Textabb. 1). Die Handverdübelung der Schwellen im Gleise war nur unter mehrmaligem seitlichen Verschieben der Schwellen in der Bettung

*) Organ 1914, S. 351.

**) Das Gleis war im Sommer 1916 täglich mit 18 Schnell-, 23 Personen-, 39 Güter- und 5 Leer-Zügen außer den Leer- und Sonderzug-Fahrten belastet.

ausführbar. Diese, die ruhige Lage der Schwellen störenden Handhabungen erklären die Unbeliebtheit des letztern Verfahrens bei den Rotten trotz seiner Güte; oft dürfte die teurere Neuschwelle der Altverdübelung vorgezogen sein, mußte doch

Abb. 2.

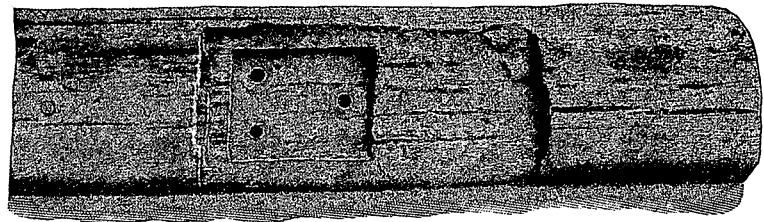
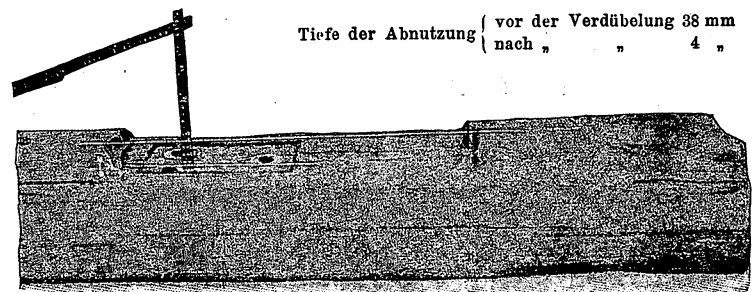
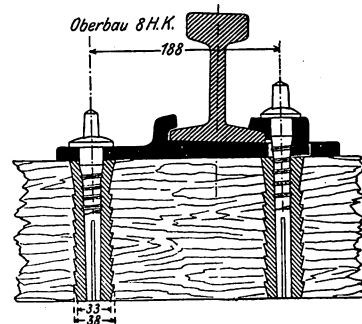


Abb. 3.



die preussisch-hessische Verwaltung auf die verstärkte Durchführung letzterer wiederholt hinweisen. Allerdings kann die Handverdübelung im Gleise die Quelle von Ungenauigkeiten im Sitze des Dübels und damit der Befestigung der Schienen werden. Diese Möglichkeit vermeidet der Einschlagdübel (Textabb. 4)*). Das Bohren des Dübelloches und das Einschlagen des Dübels werden nicht mehr so stark durch den Schienenfuß behindert, weil sie nur eine oder zwei geringfügige seitliche Verschiebungen der Schwelle zwischen zwei Zügen nötig machen.

Abb. 4. Maßstab 2:15.



Bei der Berechnung der Ersparnisse soll für die Einzelauswechslung der Einschlagdübel, für den Gleisumbau und den Neubau die Verdübelung mit Maschinen in der Werkstatt vorausgesetzt werden. Die jährliche Auswechslung war für alle deutschen Bahnen 1918 nach Zusammenstellung IV auf

$1,5 \cdot 4\,440\,000 = 6\,660\,000$ Holzschwellen veranschlagt, in denen über 70%, also mindestens 4 660 000 Kieferschwelen steckten. Bei der Annahme, die ausgebaute Schwelle lasse sich durch Verdübelung, zunächst nur einmal auf fünf Jahre, wieder brauchbar machen, würden an Beschaffung $4\,660\,000 \cdot 6,30 = 29\,500\,000 \mathcal{M}$ mit $4\,660\,000 \cdot 1,25 = 5\,800\,000 \mathcal{M}$ Aufwand abgelöst, also zunächst 23 700 000 \mathcal{M} erspart. Die dauernde Ersparnis in den fünf Jahren, um die die Neubeschaffung hinausgeschoben wird, ergibt sich, wie folgt.

*) Organ 1917, S. 208.

Der Aufwand von 29 500 000 \mathcal{M} wird erst fünf Jahre später erforderlich, dem entsprechen bei 5% Leihzinsen jetzt 29 500 000 $\mathcal{M} : 1,05^5 = 23\,100\,000 \mathcal{M}$, also ein jährlicher Gewinn von 6 400 000 \mathcal{M} . Diese Ersparnis wird dadurch gemindert, daß der Altwert der erst in fünf Jahren auszubauenden 4 660 000 Schwellen von 1,10 \mathcal{M} oder im Ganzen 5 200 000 \mathcal{M} mit 5 200 000 $(1,05^5 - 1) = 1\,400\,000 \mathcal{M}$ in Ausgabe zu stellen ist, also bleibt eine Ersparnis von 3 800 000 \mathcal{M} , wozu noch die ersparten Löhne für Aus- und Einbau der im Gleise verdübelten Schwellen kommen. Überträgt man diese Löhne*) in Höhe der Ersparnis an Beschaffung auf die Hälfte aller zu erneuernden Schwellen, so kommt man mit 1 900 000 \mathcal{M} zu einem tatsächlichen Ergebnisse von rund 5 700 000 \mathcal{M} , das bei der jährlichen Steigerung der Ausbaumengen in jedem der folgenden fünf Jahre eine Erhöhung verheißt. Sollte man die, übrigens statistisch vertretbare Annahme, die Hälfte der ganzen Erneuerung entfalle auf Einzelauswechslung, als zu hoch ansehen, so findet man ein Gegengewicht in dem Umstande, daß der Einheitsatz der Schraubenverdübelung von 1,25 \mathcal{M} , für den Einschlagdübel nur 0,75 \mathcal{M} beträgt. Die Ersparnis von 5 700 000 \mathcal{M} für alle deutschen Bahnen kommt zu 67% auf Preußen-Hessen.

III. B) Neuverdübelung.

Die wirtschaftlichen Vorteile der Neuverdübelung ergeben sich aus Folgendem.

Abgesehen vom Fortfallen der Förderbewegungen von der Ausbaustelle zur Werkstätte, stellt sich die Neuverdübelung mit 1,0 \mathcal{M} durch Minderung der allgemeinen Kosten bei Massenverdübelung um 25 Pf. billiger, als die ausgebauter Schwellen.

Durch Neuverdübelung wird die Lebensdauer der Schwelle der höheren Lebensdauer der schwereren Schienen angepaßt, und so der gleichzeitige Ausbau von Schiene und Schwelle bei der Erneuerung des Oberbaues durch Umbau besser erzielt, als früher. Der längere Zwischenraum der Umbauten gibt beträchtliche Ersparnisse an Löhnen für Aus- und Einbau, für Fördern zwischen den Aus- und Einbaustellen einerseits, den Stapelplätzen andererseits, für Ordnen, Stapeln und Bohren, die durch die Kosten der Neuverdübelung von 100 Pf. um fünf Jahre hinaus geschoben werden. Nach Abschnitt II beträgt der Bedarf an Schwellen für Neubau 43,6% der jährlichen Erhaltung. Der wirtschaftliche Erfolg stellt sich bei Neuverdübelung anders als bei Altverdübelung; hier tritt die Ersparnis gewissermaßen in umgekehrter Zeitfolge auf. Der Betrag von 1,0 \mathcal{M} für Verdübelung einer Schwelle erhöht zunächst die Kosten für Beschaffung von 0,436 \cdot 4 660 000 = 2 100 000 kiefernen Schwellen um 2 100 000 \cdot 1,0 = 2 100 000 \mathcal{M} . Diese Mehrausgabe wird dadurch eingebracht, daß die Erneuerung der Schwellen statt nach 15 erst nach 20 Jahren zu erfolgen braucht.

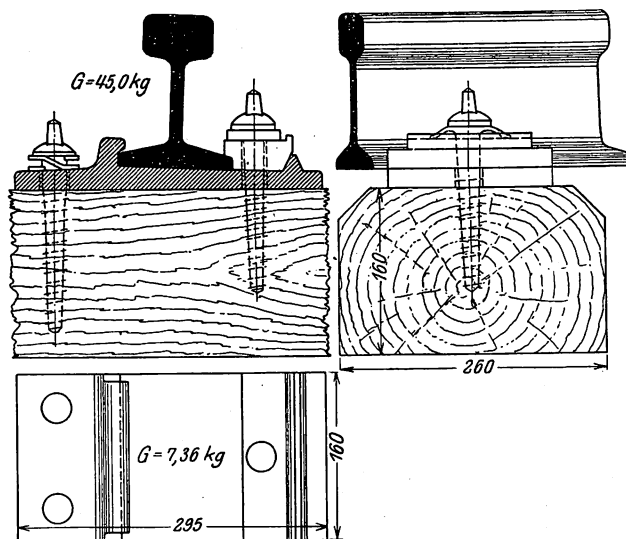
Zu dieser Verlängerung der Liegedauer tritt hier noch die Überdeckung der Kosten für Verdübelung durch den Umstand, daß die große 7,36 kg schwere Hakenplatte auf der neu verdübelten Schwelle durch die offene 4,52 kg schwere

*) Die Löhne machen etwa 75% der Kosten für Schienen, Schwellen und Kleineisenzeug aus; sie übersteigen nach den hierüber vorliegenden Angaben stets die Kosten der Beschaffung von Kiefern-schwellen beträchtlich.

Unterlegplatte (Textabb. 1) ersetzt werden darf, deren Lage auf den unnachgiebigen Hirnholzköpfen der Dübel ihre Stützung teilweise in das festere Innere der Schwelle verlegt, so daß das Einfressen wesentlich gemindert wird (Textabb. 3).

Selbst auf den schwerst belasteten Strecken, auf denen man die große Unterlegplatte (Textabb. 5) für vorteilhafter halten könnte, übt der Dübel seine wirtschaftliche Wirkung durch Austausch der Platte bei sicherem Sitze der Schrauben aus.

Abb. 5. Maßstab 2:15.



Der Vergleich der Kosten in Zusammenstellung V zeigt für die beiden Unterlegplatten den Unterschied von 3866 — 2200 = 1666 und für den daraus folgenden Fortfall der Klemmplatten eine Ersparnis von 738 \mathcal{M}/km . Durch diese Beträge werden die Kosten des Verdübelns überdeckt. Weiter mindert der Fortfall von Wanderklemmen, Federringen und Federplatten die Kosten der Beschaffung um etwa 2000 \mathcal{M}/km , oder für jede der 1733 Schwellen um 1,15 \mathcal{M} und für 2 100 000 Neubauschwellen sogleich um 2 400 000 \mathcal{M} .

Die Ersparnis durch Verlängerung der Liegedauer gibt die folgende Berechnung.

Am Ende des Zeitabschnittes von 20 Jahren muß für Neubeschaffung der Betrag $N - A$ vorhanden sein; auf den Anfang bezogen, entspricht das dem Betrage $K = (N - A) : (1 + f)^n$.

Mit $N = 15913$ und $13967 \mathcal{M}/\text{km}$ für unverdübelte und verdübelte Schwellen, $A = 1733 \cdot 1,10 = 1906 \mathcal{M}/\text{km}$, $n = 15$ bzw. 20 und $f = 5\%$ wird $K = (15913 - 1906) : 1,05^{15} = 6720$ und $(13967 - 1906) : 1,05^{20} = 4540 \mathcal{M}$.

Die Ersparnis ist also 2180 \mathcal{M}/km bei 1733 Schwellen, oder 1,26 \mathcal{M} für eine Schwelle, bei 2 100 000 Kiefern-schwellen im Jahre 2 650 000 \mathcal{M} . Dazu kommen die fünf Jahre lang ersparten Löhne für Gleisumbaue, mindestens in Höhe der Kosten der Beschaffung der Schwellen mit $2\,100\,000 \cdot 6,3 = 13\,200\,000 \mathcal{M}$ oder, auf die Gegenwart zurückgeführt, $13\,200\,000 (1 : 1,05^{15} - 1 : 1,05^{20}) = 1\,320\,000 \mathcal{M}$.

Die ganze Ersparnis aus der durch Neuverdübelung erreichten Verlängerung der Liegedauer um fünf Jahre ist also $2\,650\,000 + 1\,320\,000 = \text{rund } 4\,000\,000 \mathcal{M}$.

Dabei ist es gleichwertig, ob diese Ersparnisse als jährliche Rücklage zur Ansammlung des Betrages $N - A$ für Erneuerung,

Zusammenstellung V.

Vergleichende Kosten der Beschaffung für 1 km Holzschwellen-Oberbaues unverdübelt und verdübelt*). Der Rechnung liegt zu Grunde: Oberbau 15 c der preußisch-hessischen Staatsbahnen mit 24 in Teeröl getränkten kiefernen Mittelschwellen unter 15 m langen Schienen. Beim verdübelten Oberbaue ist die Hakenplatte auf allen Schwellen ersetzt durch die leichtere offene Unterlegplatte für Mittelschwellen.

O. Z.	Anzahl	Gegenstand	Gewicht		Preis		Preise für 1 km Gleis				Erläuterungen	
			für 1 Stück kg	für 1 km Gleis t	für 1 t Eisen M	für 1 Stück Pf	unverdübelt a		verdübelt b			
							im Einzelnen M rot.	zusammen M rot.	im Einzelnen M	zusammen M		
1 a	1733	Kieferschwellen, 2,7 m lang, unverdübelt in Teeröl getränkt	—	—	—	535	9 272	9 272	—	—	Die für beide Fälle gleichen Kosten der Schienen und ihrer Verlaschung fortgelassen. Zu 1 b. Die Kosten der Neuverdübelung einer Schwelle mit Maschinen betragen 0,85 bis 0,90 M. Zu 2 b. Die offene Unterlegplatte von 320 qcm Fläche kann die Hakenplatte mit 472 qcm Fläche ersetzen, weil erstere nicht mehr auf der Längsfaser der unverdübelten Schwellen, sondern auf den Hirnholzköpfen der drei Dübel ruht, die das Einpressen der Platten in die Schwelle verhindern. Zu 5 a. Federringe und Federplatten werden bei der verdübelten Schwelle vermieden, bei der die erhöhte Haftfestigkeit der Schwellenschrauben die Schiene so fest auf die Holzunterlage preßt, daß auf jede Vorrichtung gegen das Wandern (O. Z. 6) verzichtet werden darf.	
1 b	1733	Kieferschwellen, 2,7 m lang, verdübelt in Teeröl getränkt	—	—	—	625	—	—	10 831	10 831		
2 a	3466	Hakenplatten	7,36	25,5	151,5	112	3 866	—	—	—		
2 b	3466	Offene Unterlegplatten für Mittelschwellen	4,52	15,7	140,0	64	—	—	2 200	—		
3 a	3463	Klemmplatten	1,33	4,6	160,0	21	738	—	—	—		
3 b	—	"	—	—	—	—	—	—	—	—		
4 a	3463	Schwellenschrauben, 180 mm lang	0,55	1,9	203,0	11	383	—	—	—		
4 a	6332	" 150 " "	0,47	3,25	198,0	9	644	—	—	—		
4 b	10398	" 150 " "	0,47	4,9	198,0	9	—	—	9,6	3 136		
5 a	6332	Doppelte Federringe	0,105	0,7	—	3,6	2,0	—	—	—		
5 a	4'00	Federplatten	0,165	0,7	—	4,9	196	—	—	—		
6 a	798	Klemmen gegen das Wandern der Schienen	3,64	2,9	—	70	559	6 641	—	—		
Zusammen								15 913	—	13 967		

*) Die Preise sind entnommen der Gewicht- und Kosten-Berechnung des Oberbaues der preußisch-hessischen Staatsbahnen 1915.

oder, wie hier geschehen, durch das anfängliche Stammkapital ausgedrückt werden, das am Ende des Abschnittes mit Zinseszins wieder N — A liefert.

Die wiederkehrende Ersparnis von 4 000 000 M aus der Liegedauer erhöht die erstmalige Ersparnis bei der Neubeschaffung von 2 400 000 auf **6 400 000 M**.

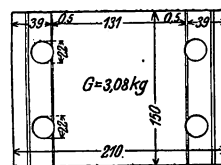
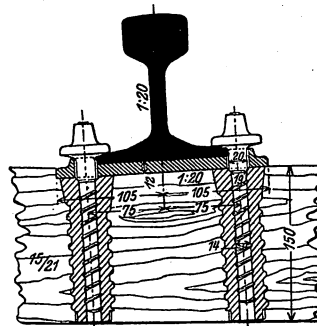
Man könnte also im Ganzen $5 700 000 + 6 400 000 = 12 100 000 M$ ersparen, wenn alle Weichholzschwellen verdübelt, das heißt, wenn die auszuwechselnden Einzelschwellen mit zwei, vier, in seltenen Fällen sechs Einschlagdübeln auf weitere fünf Jahre erhalten, wenn die im Gleisumbaue gewonnenen Altschwellen durch Maschinen mit Schrauben- oder Einschlagdübeln, und wenn die für den Gleisneubau erforderlichen Kieferschwellen von vorn herein mit Dübeln versehen würden. Mit dieser Jahresersparnis ist aber nicht nur für die Dauer des demnächstigen hohen Bedarfes und der hohen Preise zu rechnen; unter regelmäßigen Verhältnissen verringern sich zwar diese rechnerischen Ersparnisse, aber dann tritt ein anderer ausgleichender Umstand in Wirksamkeit. Nach Ablauf der fünfjährigen Liegedauer der verdübelten Altschwellen, die von anderen Fachleuten bis auf mehr als acht Jahre bemessen wird, müssen diese durch neue Schwellen ersetzt werden. Dabei werden sich die Ersparnisse für den Neubau nun auch auf diesen Ersatz im Erhaltungsdienste erstrecken, dessen Umfang größer war, als der jährliche Bedarf für Neubau und sich mit diesem selbsttätig erhöht.

IV. Einfluß der Verschwächung der Schwellen.

Durch Erlaß vom 26. XI. 1909 wird die mindeste Stärke nachgehobelter Schwellen für Hauptgleise auf 14, für Über-

holung- und Kreuzung-Gleise bei genügend festem Holze auf 12 cm festgesetzt. Das führt zu dem Vorschlage, die Mafse der Schwellen erster Wahl für mittelstark belastete Gleise von 16/26 auf 14/25 cm zu ermäßigen. Bei einer Weichholzschwelle dieser Mafse (Textabb. 3) würden die Kosten des Verdübelns durch den geringern Preis beträchtlich überdeckt werden. Die Zulässigkeit dieser Maßnahme wird durch die Verhandlungen des achten zwischenstaatlichen Eisenbahnkongresses 1910

Abb. 6. Maßstab 2:15



in Bern bestätigt. Darnach bewegten sich die mittleren Querschnitte der Holzschwellen zwischen 246 in Dänemark und 391 qcm in Preußen-Hessen, die Längen zwischen 2,44 und 2,70 m und die Teilung zwischen 90 und 60 cm. Textabb. 6 zeigt die Anordnung der stark belasteten Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn, bei der der Druck von einer kleinen, nur 3,08 kg schweren Platte durch vier Dübelköpfe auf eine 15 cm starke Weichholzschwelle übertragen wird. Die deutschen Verwaltungen außer Württemberg hatten bei engster Teilung die

größten Schwellenmafse, also weitaus die höchste Sicherheit der Unterschwellung. Die Verschwächung von 16 auf 14 cm Dicke würde den Inhalt schon um 12,5% verringern, das bedeutet

bei dem Jahresbedarfe von fast 10 000 000 Schwellen die Ersparnis von 1 250 000 Holzschwellen und die Einschränkung der Bezugskosten um 15 bis 17 %.

Die Zulassung geringerer Stärken und größern Spielraumes in den Lieferbedingungen für mittel- und schwachbeanspruchte Gleise würde den oben geschätzten Aufwand für neue Schwellen in Deutschland 1918 von 60 bis 70 Millionen \mathcal{M} um 5 bis 6 Millionen \mathcal{M} verringern, ohne die Sicherheit des Oberbaues zu kürzen.

V. Zusammenfassung.

Der Zweck dieser Untersuchungen war, die häufig ausgesprochene Mahnung zum Sparen mit Stoff und Arbeit hier auf einem begrenzten Gebiete als ausführbar nachzuweisen. 12 Millionen \mathcal{M} können jährlich durch Verdübeln, 5 bis 6 Millionen \mathcal{M} durch Einschränken der Malse der Schwellen

unter Neufassung der Lieferbedingungen gespart werden. Die deutsche Volkswirtschaft hat die Bedeutung sparsamster Nutzung des heimischen Holzes erkannt. Eine Erhöhung der mittlern Dauer um 25 % durch Hartholzdübel entspricht der Ersparung des Rauminhaltes von 1 750 000, die Einschränkung der Dicke von 16 auf 14 cm von 1 250 000 Weichholzschwellen im Jahre; um die Hälfte dieses Rauminhaltes von 3 Millionen Schwellen ließe sich die jährliche Kiefernholz-Einfuhr Deutschlands sicher beschränken. Die Ersparung an Eisen nach Textabb. 6 durch leichtere Platten um 9,8 t/km, an Klemmplatten um 4,6 t/km, an Schienenklemmen um 4,6 t/km ergibt aus der Verdübelung für jede Schwelle 11 kg, für den ganzen deutschen Oberbau mit Weichholzschwellen 77 000 t jährlich. Es lohnt sich, diese Möglichkeiten, wenn auch nur zu einem Teile, in die Wirklichkeit zu übersetzen.

Einsatzhärtung beim Baue von Eisenbahnfahrzeugen.

G. Schulz, Regierungsbaumeister in Düsseldorf.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel 30.

Das Härten im Einsatze zur Erhöhung des Widerstandes gegen Abnutzung und Bruch wird beim Baue von Eisenbahnfahrzeugen etwa bei folgenden Gegenständen vorteilhaft angewendet: bei Achslagerstellkeilen, Achsbuchseinlagen, Bolzen, Bremsgestängen, Buchsen, Druckstücken für Federstützen der umstellbaren Achsbuchsen, Federlaschen, Federstützen, Gewerkteilen der Sicherheitwinden, Sattelscheiben für Tragfedern, Schraubenmuttern, Steuerung- und Triebwerk-Teilen und Zapfen; auch Trieb- und Kuppel-Zapfen und -Kurbeln werden im Einsatze gehärtet, wenn sie nicht aus Verbund- oder Edel-Stahl hergestellt werden.*)

Das Härten im Einsatze wirkt besonders auf weiches Eisen mit höchstens 0,12 % Kohlenstoff; sehr geeignet ist das bei der preußisch-hessischen Verwaltung verwendete basische Martin-Flusseisen mit 34 bis 41 kg/qmm Zugfestigkeit und mindestens 25 % Dehnung.

Zwecks Härtung werden die Eisenteile in eisernen Blechkästen so verpackt, daß die zu härtenden Flächen mit Härtpulver umgeben sind. Hierauf werden die gefüllten und möglichst luftdicht verschlossenen Kästen in den Ofen gesetzt und bei gleichmäßiger Wärme von etwa 900 bis 1000 °C längere Zeit geglüht. Bei neuzeitigen Härtöfen kommt man mit etwa 10 bis 18 st Dauer des Glühens aus, wie Zusammenstellung I zeigt.

Zusammenstellung I.

Gegenstand :	Einsatzdauer bei 950 °C st
Dünnere Bolzen, Buchsen, Zapfen und ähnliche Teile	10 bis 12
Steuerungsbolzen, Schwingen [†] Steine und -Halte, Köpfe der Schubstangen	12 bis 14
Schwingen, Achslagerstellkeile, Kreuzkopfbolzen . .	14 bis 16
Kreuzkopfleitbahnen, Trieb- und Kuppel-Zapfen, Kurbeln	16 bis 18

*) „Die Baustoffe der Kurbelzapfen für Lokomotiven“. Organ 1918, S. 72.

Bei veralteten Öfen und niedriger Glühwärme kommen erheblich längere Dauern, bis 36 st, vor.

Nach Herausnahme der Härtkästen aus dem Ofen wird das Einsatzgut ausgepackt, von etwa anhaftendem Härtpulver mit der Drahtbürste befreit und bei guter Rotglut in kaltem Wasser abgelöscht.

Textabb. 1 zeigt die Bruchfläche eines bei 950 °C 12 st eingesetzten und in kaltem Wasser abgelöschten Bolzens aus weichem basischem Martin-Flusseisen. Die gehärtete Schicht hat sehr grobkörniges Gefüge, das mit dem Vorzuge großer Härte den Nachteil großer Sprödigkeit verbindet.

Abb. 1.
Glühend abgeschreckt.

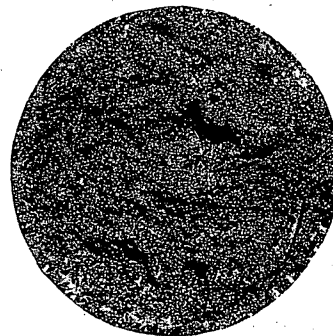
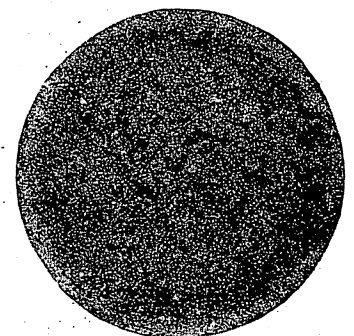


Abb. 2.
Wiedererwärmt, dann abgeschreckt.



Eine merkliche Verbesserung der Härtschicht erreicht man, indem man die eingesetzten Gegenstände nach dem Glühen nicht gleich abschreckt, sondern sie zunächst im geschlossenen Härtkasten erkalten läßt. Dann packt man sie aus und bringt sie wieder in den auf etwa 800 °C erwärmten Ofen. In guter Rotglut nimmt man sie heraus und schreckt sie in kaltem Wasser ab. So erhält die Härtschicht feinkörnigeres und zäheres Gefüge, wie Textabb. 2 an der Bruchfläche eines bei 950 °C 12 st eingesetzten und in der angegebenen Weise behandelten Bolzens aus weichem basischem Martin-Flusseisen zeigt.

Dieses »Vergütungs« oder »Veredelungs-Verfahren, das man bei mehrmaligem Erwärmen und Verwendung von Härtöl

noch weiter abstufen kann, wird zweckmäßig bei besonders wichtigen Gegenständen, wie Teilen der Steuerung und des Triebwerkes der Lokomotiven angewendet.

Brauchbare Werte für die Zeitdauer der Erwärmung einiger derartiger Teile gibt Zusammenstellung II an.

Zusammenstellung II.

Gegenstand:	Dauer der Erwärmung bei 800° C st
Steuerungsbolzen	0,25
Kreuzkopfbolzen, Schwingen, Köpfe der Schubstangen	0,5 bis 0,75
Trieb- und Kuppel-Zapfen, Kurbeln	1 bis 1,5

Zum Schutze der gekohlten Randschicht gegen Abzundern und damit verbundene oberflächliche Entkohlung umgibt man dickwandige und daher verhältnismäßig lange zu erwärmende Teile, wie Kurbelzapfen und Kurbeln zweckmäßig nochmals mit einer dünnen Schicht Härtpulver in einer Asbesthülle.

Die Härtschicht ist meist 1 bis 2 mm stark und wegen ihrer Glashärte mit der Feile nicht anzugreifen, nur durch Abschleifen zu bearbeiten. Die Stücke lassen sich wegen der Zähigkeit des Kernes bis zu gewissem Grade biegen, ohne zu brechen, wobei die Härtschicht Risse bildet und stellenweise auch abblättert. (Textabb. 3 und 4.)

Abb. 3. Sprünge in der Härtschicht.

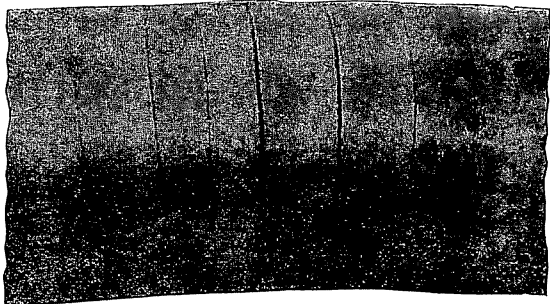
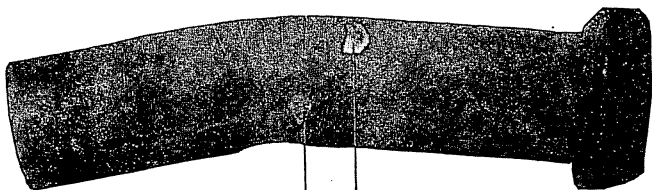


Abb. 4. Sprünge in der Härtschicht.



Die Flecke sind Abblätterung.

Als Härtmittel dienen Holzkohle, Knochenmehl, Lederabfälle, kohlen-saures Barium, Blutlaugensalz, überhaupt Stoffe, die die Entstehung von Cyanverbindungen befördern und daher die Eigenschaft haben, bei hoher Wärme kohlend auf das Eisen zu wirken. Härtpulver aus derartigen Stoffen sind im Handel zu haben, beispielweise das viel benutzte »Zementin« von den Zementinwerken in Berlin. Auch Holz-sägespäne sind ein geeignetes Härtmittel, wie die Versuche mit verschiedenen Härt-

pulvern und die zugehörigen Lichtbilder 1 bis 10 in Zusammenstellung III zeigen.

Das Härtpulver ist stets fest einzustampfen, um innige Berührung mit den zu härtenden Flächen zu sichern und selbsttätige Umlagerungen des Gutes zu verhindern. Gegenstände, die nur bis 1 mm tief zu härten sind und nach der Härtung nicht abgeschliffen werden, wie Schraubenmutter und Sattelscheiben für Tragfedern, können in bereits benutztem Härtpulver verpackt werden.

Vor der Verpackung werden die zu härtenden Flächen fertig auf Maß bearbeitet. Flächen, die nach dem Härten abzuschleifen sind, erhalten eine geringe Zugabe.

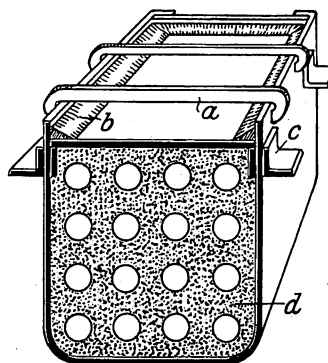
An Eisenbahnfahrzeugen gibt es Gegenstände, die an der ganzen Oberfläche, und solche, die nur an Teilen gehärtet werden. Die hierdurch bedingte verschiedenartige Verpackung im Härtkasten wird im Folgenden an einigen Beispielen beschrieben.

1) Ganz zu härtende Gegenstände.

Textabb. 5 zeigt fertig verpackte Bolzen.

Nachdem auf dem Boden des Härtkastens eine kräftige Schicht Härtpulver eingestampft ist, legt man Bolzen in gleichen,

Abb. 5.



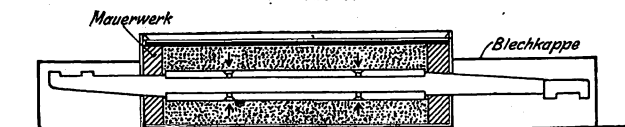
a Bügel, b Lehm, c Winkel zum Heben, d Härtmasse.

etwa dem Durchmesser entsprechenden Abständen auf und stampft die entstandenen Zwischenräume mit Härtpulver aus. Nun folgt abwechselnd eine Schicht Härtpulver und eine Lage Bolzen, bis der Kasten nahezu gefüllt ist. Die oberste Schicht besteht wieder aus Härtpulver. Hierauf wird der Deckel gelegt und zur Erzielung guten Ausschließens der Luft ringsum sorgfältig mit Lehm verschmiert; auch werden eiserne Bügel zur Verhütung des Ausweichens der Kastenwände im Ofen benutzt. In diesem Zustande wird der Härtkasten eingesetzt.

2) Teilweise zu härtende Gegenstände.

Textabb. 6 stellt die fertig verpackte Gleitbahn für einen Kreuzkopf dar.

Abb. 6.

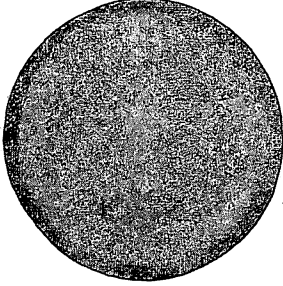
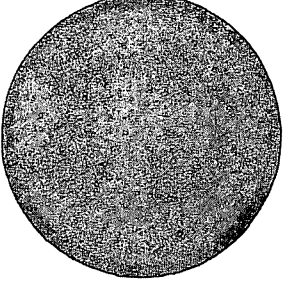
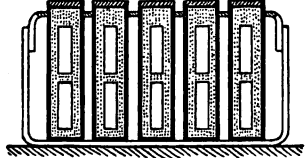
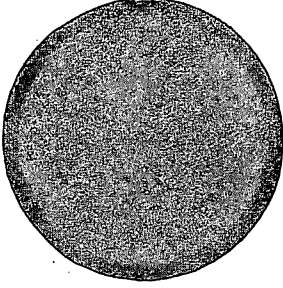
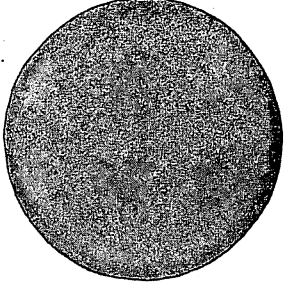
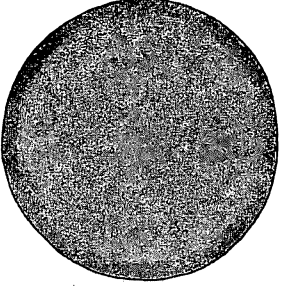
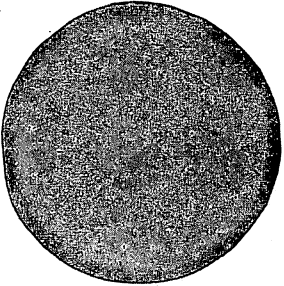
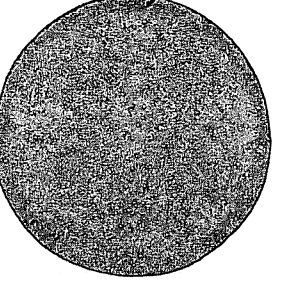
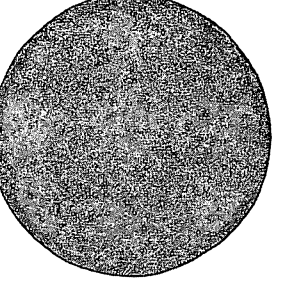
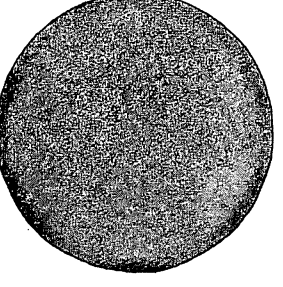
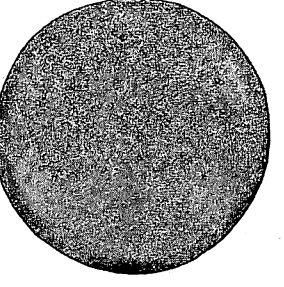


Die zu härtende Schiene liegt allseitig in Härtpulver eingebettet im Härtkasten. Die weich bleibenden Enden ragen aus den vermauerten Kastenöffnungen heraus und nehmen daher nicht am Kohlen Teil. Zur Verhütung starken Abzunderns sind sie mit Blechkappen abgedeckt.

Lange sperrige Gegenstände, die nur am Kopfende zu härten sind, wie Schubstangen mit Führung nach Kuhn läßt

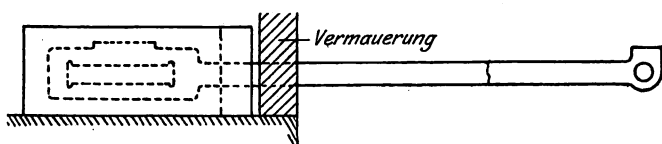
Zusammenstellung III.

Versuche mit verschiedenen Härtpulvern.

Ver- such O. Z.	40 mm dicke Bolzen aus basischem Martin-Flußeisen, Festigkeit 38,5 kg/qmm, Dehnung 33%, bei 950° C 12 Stunden lang eingesetzt und darauf		Tiefe der Härtschicht mm	Härtpulver	B e m e r k u n g e n
	in kaltem Wasser abgeschreckt Lichtbilder 1 bis 5	erst „vergütet“, dann abgeschreckt Lichtbilder 6 bis 10			
1			1,5 bis 2	Zementin	<p>Der Genauigkeit der Versuche wegen wurden die Bolzen nach Abb. 11 in dicht verschlossenen, 1,0 mm weiten eisernen Rohren paarweise verpackt und die Röhren in einem Rahmen stehend in einen Retortenofen eingesetzt.</p> <p style="text-align: center;">Abb. 11.</p>  <p>Die durch die Lichtbilder 1 bis 10 dargestellten Schlitze wurden mit einer Kupferammoniumchloridlösung geätzt, um die Tiefe der Härtschicht deutlich hervortreten zu lassen.</p>
2			1,5 bis 2	gelbes Blutlaugen- salz	
3			1,5 bis 2	Holzkohle	
4			1,5 bis 2	Sägespäne von Eichenholz	
5			1,5 bis 2	Sägespäne von Tannenholz	

man nach Textabb. 7 mit dem nicht zu härtenden Teile aus dem Ofen herausragen, indem man sie im Ofenloche einmauert.

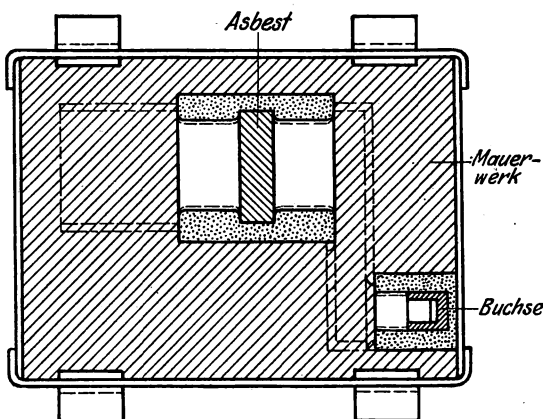
Abb. 7.



Textabb. 8 stellt eine fertig verpackte Gegenkurbel dar.

Die zu härtenden Flächen sind mit Härtpulver umgeben, die weich bleibenden sind durch Ummantelung dem Einflusse des Härtpulvers entzogen. In diesem Beispiele ist der Nabensitz und Gegenkurbelarm eingemauert, der Bund mit Asbest umhüllt

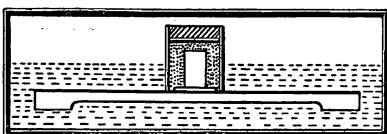
Abb. 8.



und auf das Ende des Gegenkurbelzapfens ist eine eiserne Buchse warm aufgezogen. Die zu härtenden Flächen sind vorher mit einer geringen Zugabe für das spätere Nachschleifen abgedreht, während der Nabensitz und Gegenkurbelarm wegen einer etwaigen Verbiegung der Kurbel während des Verfahrens reichliche Zugabe erhalten haben.

Textabb. 9 zeigt einen fertig verpackten Schwingenhalter.

Abb. 9.



Schutze gegen starkes Abzudern in trockenen Sand eingebettet.

Abb. 10.

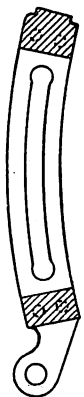
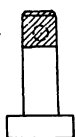


Abb. 11.



Stellen, an denen nachträglich Löcher zu bohren sind, läßt man, wo möglich, weich. So werden bei Schwingen mit Löchern zur Befestigung der Schwingenhalter (Textabb. 10) und bei Bolzen mit Splintloch (Textabb. 11) die überstrichelten Flächen durch Ummantelung gegen Härtung geschützt.

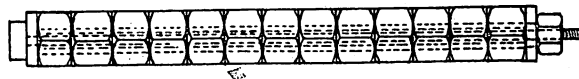
Hierbei wird auf Textabb. 6 Bezug genommen.

An den mit Pfeil bezeichneten Stellen der Geradföhrung müssen Schmierlöcher durchgebohrt werden, die das Öl von der obern nach der untern

Gleitfläche leiten. Im vorliegenden Falle ist es nicht angängig, Flächenteile ungehärtet zu lassen, weil die Gleitflächen wegen der Abnutzung überall gleichmäÙig hart sein müssen. Das Durchbohren der Löcher vor dem Einsetzen ist ebenfalls nicht ratsam, weil ein derartig langer Gegenstand wegen geringer Verbiegung beim Härten meist nachträglich gerichtet werden muß und dabei leicht durch ein Loch brechen würde. In diesem und ähnlichen Fällen bohrt man daher die Löcher nur auf sehr geringe Tiefe vor und schmiert die Lochwandungen zur Verhütung des Härtens mit Lehm aus. Das Fertigbohren der Löcher geschieht dann nach dem Härten.

Nur an der Sechskantfläche zu härtende Schraubenmuttern werden nach Textabb. 12 auf eine Stange gereiht und fest

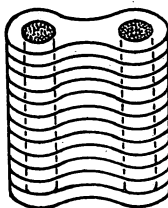
Abb. 12.



gegen einander geschraubt verpackt. So bleibt das Gewinde vor der Härtung bewahrt.

Textabb. 13 zeigt die Verpackung von Federlaschen, die an den Bolzenlöchern zu härtend sind.

Abb. 13.



Man stapelt sie im Härtekasten so, daß die Löcher über einander liegen und füllt die Lochwandungen mit Härtpulver. Bei der Verpackung sonstiger Gegenstände gelten die angeführten Beispiele sinngemäß.

Größte Sorgfalt beim Verpacken ist stets erforderlich, weil von ihr das Gelingen abhängt.

Abb. 1 und 2, Taf. 30, stellen eine Einsatzhärterei dar. Im hintern Teile der Härtestube stehen die Härteöfen. Der Raum vor den Öfen wird von einem hängenden Krane für das Beschieken bestrichen, der Kranfahren, Katzenfahren, Heben, Senken und Drehen der Einsatzgabel um 360° zuläßt. Die Härtekästen werden durch Kranfahren von ihrem Lager geholt und durch Senken und Drehen abgesetzt und verpackt, sodann durch Heben und Katzenfahren in den Ofen geschoben und herausgeholt, um endlich durch Senken wieder abgesetzt zu werden.

Zum Ablöschen des Gutes sind Kaltwasserbehälter verschiedener Tiefe und Kragkräne angebracht, die die schwereren Stücke in die Behälter tauchen; Lagerplätze für Härtpulver und Lehm sind vorgesehen.

Außerhalb der Härtestube steht eine Richtpresse zum Richten bei der Härtung trotz größter Vorsicht etwas verzogener Gegenstände und ein durch Dampfschlange erwärmter Heißwasserbehälter, in dem solche Teile zur Verhütung von Anrissen beim Richten vorgewärmt werden.

Von den verschiedenen Bauarten der Öfen ist ein Retortenofen mit Halbgasfeuerung in Abb. 3 bis 6, Taf. 30, dargestellt.

Als Heizstoff dienen Koks, die auf dem unter Flur liegenden Roste verfeuert werden. Zur Vermeidung starker Schlacken wird Wasserdampf unter den Rost geführt. Die Heizgase vereinigen sich im Mischraume M mit der durch die vorgeheizten

Kanäle K angesaugten Nebenluft, durchströmen hierauf die Heizkammer der Einsatzretorte und entweichen durch die Kanäle K_1 in den Schornstein. Auf diesem Wege erhitzen sie das Mauerwerk und die Kanäle des Nebenluftstromes. Die Regelung der Wärme geschieht durch Einstellen des Schiebers S für die Nebenluft und des Schiebers S_1 im Fuchse.

In größeren Betrieben werden mehrere dieser Öfen mit verschiedenen Maßen der Retorten neben einander aufgestellt.

Wegen der großen Bedeutung richtig gewählter und gleichmäßiger Wärmestufen für die Güte der Einsatzhärtung eignen sich nur solche Öfen, die eine genaue Regelung der Wärme

zulassen; auch müssen zu sicherer Bestimmung der Wärme im Einsatzraume geeignete Messvorrichtungen verwendet werden.

Bei der Ausführung der Einsatzhärtung werden teils durch unrichtige Haltung des Feuers teils durch mangelhaftes Verpacken des Eisens im Härtekasten Fehler begangen, deren Folgen sich als Schäden am Einsatzgute bemerkbar machen. So findet man in vielen Fällen beim Zerschlagen von Versuchgegenständen ungenügende und ungleichmäßige Hättiefen, gehärtetes Schraubengewinde, verbrannte Stellen und sonstige Mängel, die bei sachgemäßer Ausführung des Einsatzverfahrens und beim Vorhandensein geeigneter Härteöfen vermieden werden.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Eisenbahnen in China.

(Engineering 1918 I, Bd. 105, 25. Januar, S. 84, 8. Februar, S. 140 und 15. Februar, S. 165, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 16 auf Tafel 28.

Abb. 16 auf Tafel 28 zeigt eine Übersicht der Eisenbahnen in China und der Mandschurei*) in ihrem Zustande am 1. Januar 1916. China hatte bei Ausbruch des gegenwärtigen Krieges den Bau von ungefähr 10 000 km Eisenbahnen genehmigt, die fast alle mit auswärtigen Anleihen gebaut werden sollten. Jetzt aber ist das Land nahezu zahlungsunfähig, die Regierung unsicher und ohne Vertrauen des Landes. Das Volk ist daher bei Anlage von Geldern in von der Regierung beaufsichtigten Unternehmungen zurückhaltend. China muß sich noch nach auswärtigem Gelde umsehen, das teurer, als bisher sein wird. Die achtzehn Landschaften Chinas haben im Ganzen ungefähr 3 460 000 qkm Fläche mit 386 Millionen Bewohnern, oder 111 auf je 1 qkm. Der größte Teil der Bevölkerung ist in der durch die Landschaften Nganhwei, Honan, Hupe, Tschili, Schantung, Kiangsu und Nord-Tschekiang gebildeten, in Abb. 16, Taf. 28 mit kräftiger gestrichelter Linie umgrenzten Großen Ebene zusammengedrängt. Diese hat ungefähr 544 000 qkm Fläche mit 132 Millionen Bewohnern, oder 240 auf je 1 qkm, der dichtesten Bevölkerung der Welt. Die neun östlichen Landschaften in oder bei der Großen Ebene haben ungefähr 1 300 000 qkm Fläche mit durchschnittlich 176 Bewohnern auf je 1 qkm. Mit ungefähr 10 000 km im Betriebe befindlicher Eisenbahnen hat China 300 m auf je 100 qkm, oder 250 m auf je 10 000 Bewohner. Vergleichsweise haben die Vereinigten Staaten von Nordamerika 383 586 km, oder 1 km auf je 230, Australien 1 km auf je 155 Bewohner, Großbritannien und Irland 1 km auf je 18 qkm. Die Große Ebene in China hat 4311 km Eisenbahnen, oder 1 km auf je 204 qkm. Sie bedarf bei ihrem Mineralreichtume, billigen Arbeitskräften und gegenwärtigem Mangel an Beförderungsmitteln weiterer Eisenbahnen zu ihrer Entwicklung. Fast der ganze westliche Teil der Ebene ist ein großes Kohlenfeld, mit kleineren im mittlern Schantung und nördlichen Tschili. An der östlichen Grenze befinden sich auch andere Mineralien, besonders Eisenstein in großer Menge. Die Landschaften Kiangsu und Tschekiang haben keine Eisenbahnen außer der

Linie Schanghai—Nanking in Nord-Tschekiang, die sich als Beförderungsmittel mit dem ungefähr gleichlaufenden Jangtsekiang nicht messen kann. Gegenwärtig ist sie nur ein Glied im Hauptbahn-Netze und kann nur gedeihen, wenn Zubringerlinien gebaut werden. Diese Landschaften haben jedoch ein über das in Abb. 16, Taf. 28 gestrichelte Gebiet verzweigtes Netz von ungefähr 40 000 km Kanälen, werden außerdem nord-südlich vom Großen Kanale, west-östlich vom Jangtsekiang durchquert, so daß keine sehr dringende Notwendigkeit für Eisenbahnen in diesem Teile des Landes besteht. B—s.

Spritz-Anstrich.

(Engineering, August 1917, S. 170. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 und 14 auf Tafel 28.

Zum Anstreichen von Heeresgerät und Munition hat sich in England das Aufspritzen der Farbe mit Preßluft an Stelle der Handarbeit mit Pinseln sehr bewährt und viele Arbeitskräfte für die Front frei gemacht. Einrichtungen hierzu bringt die »Airostyle und Lithos«-Gesellschaft in London auf den Markt. Zur Anlage gehört ein Preßlufterzeuger mit Sammelbehälter, ein Druckgefäß für die Farbe und die Spritzpistole. Letztere beiden stehen durch je eine besondere Leitung und Abspannventile mit dem Luftbehälter in Verbindung. Die Farbe wird also dem Zerstäuber unter Druck zugeführt, so daß auch dickflüssige Stoffe verarbeitet werden können. Die Spannung der Luft beträgt etwa 0,1 der für das Zerstäuben erforderlichen. Abb. 13, Taf. 28 zeigt den einer Pistole ähnlichen Zerstäuber. Die Preßluft tritt bei A, die Farbe bei B ein. Erstere wird durch das federbelastete Ventil C, letztere durch das Nadelventil D geregelt, das durch die Feder E verschlossen wird. Die Preßluft tritt vorn durch den Ringkanal F und eine Anzahl Bohrungen aus, die bei G im Kreise angeordnet sind. Die Farbe strömt in der Mitte zu. Der Abzugbügel H betätigt den Drücker J, der zuerst das Preßluftventil öffnet, dann die Nadel D am Querstücke K zurückzieht. Der Drücker kann auf eine bestimmte Eröffnung eingestellt werden. Eine Stopfbüchse mit Lederpackung verhindert den Austritt der Farbe nach rückwärts. Der Zerstäuber bedeckt etwa 6 qm/min gleichmäßig mit Farbe. Für feine Arbeiten genügen kleinere Farbgefäße, die an Stelle des Schlauchhahnes L bei B unmittelbar auf den Zerstäuber gesetzt werden.

Die Quelle beschreibt Einrichtungen zum Streichen von

*) Organ 1909, S. 303; 1913, S. 335; 1914, S. 364.

Geschloßkörpern. Neben ortfesten Anlagen zur Erzeugung von Prefsluft werden für Anstreicharbeiten an Schiffen und großen Eisenbauwerken auch fahrbare verwendet, die auf einem vier-rädrigen Fahrgestelle die Prefspumpe mit elektrischer Triebmaschine und Luftbehälter enthalten. Bemerkenswert ist eine

Anlage zum Streichen kleiner Gufsstücke in großen Mengen. Die Teile sind auf einer Drehscheibe auf besondere Spindeln aufgesteckt, deren Drehzahl das Dreifache der Scheibe beträgt. Das Ganze ist durch ein Blechgehäuse geschützt, aus dem die Dämpfe abgesaugt werden. A. Z.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Beförderung von Grobmörtel durch Prefsluft im Zwillingspitzen-Tunnel in San Franzisko.

(Engineering News Record 1917 II, 12. Juli; Génie civil 1917 II, Bd. 71, Heft 18, 3. November, S. 298.)

Der aus 100 Teilen Zement, 225 Teilen Sand und 550 Teilen Kies bestehende Grobmörtel für die Verkleidung des Gewölbes und der Seitenwände des Zwillingspitzen-Tunnels in San Franzisko wurde in einer kreisförmigen, 90 cm weiten, 1,52 m hohen stählernen Kufe gemischt, die unten durch einen Kegelstumpf begrenzt war, der in ein mit der Förderleitung verbundenes Knierohr mündete. Dem Zemente wurden 8% Kalkhydrat zugesetzt, um durch dessen schmierende Wirkung eine 20 cm weite stählerne Prefsluftleitung für die Beförderung des Grobmörtels auf große Entfernung verwenden zu können. Diese aus 3,66 bis 6 m langen Abschnitten bestehende Leitung führte in fast gerader Linie durch den 2134 m langen Tunnel und brachte den an dem einen oder andern Ende der Leitung hergestellten Grobmörtel nach der Schalung. Prefsluft wurde von zwei durch Triebmaschinen von 100 und 150 PS getriebenen Luftpumpen-Gruppen geliefert. Nachdem Wasser, Zement, Sand und Kies für den Grobmörtel sorgfältig abgemessen waren, wurde die Mischvorrichtung durch eine obere Klappe geladen und Prefsluft eingelassen, die bald die Mischung bewirkte und

darauf, durch Schütze angemessen gesteuert, den Grobmörtel durch die Leitung bis zu der Tunnelstrecke trieb, wo er in die Schalung gelangte. Der Stofs des Grobmörtels am Ankunftsstelle erforderte hemmende Schutzbleche.

Nachdem eine Ladung des Mischers durch den Luftdruck entleert ist, darf man diesen nicht beibehalten, um die schon in die Leitung gelangte Ladung nicht zu durchbrechen, sondern muß noch zwei Ladungen in die Leitung bringen, bevor man in dieser den zur Beförderung des Grobmörtels fähigen Luftdruck aufrecht erhalten kann. Ein geübter Arbeiter hält immer annähernd 1600 m/min Fördergeschwindigkeit, treibt stündlich 70 Ladungen auf 100 m und 30 Ladungen auf die größte beim Zwillingspitzen-Tunnel erreichte Entfernung von 1200 m. Um den Grobmörtel in der auf der ganzen Länge 3% geneigten Leitung aufwärts zu treiben, war mehr Prefsluft nötig, als abwärts, aber die dem Luftdrucke entgegen wirkende Schwere hielt den Grobmörtel zusammen und sicherte gutes Arbeiten. Bei der abwärts gerichteten Beförderung, wo das Gewicht des Grobmörtels die Wirkung des Luftdruckes verstärkte, flossen dagegen die flüssigsten Teile des Grobmörtels die Leitung hinab, so daß es schwierig war, den Bruch der Ladung zu vermeiden. B—s.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Anlage zum Verladen von Eisenerz in Bilbao.

(G. F. Zimmer, Engineering 1917 II, Bd. 104, 28. Dezember, S. 682, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 6 auf Tafel 31.

Abb. 3 bis 6, Taf. 31 zeigen eine von Fraser und Chalmers in Erith entworfene und errichtete, seit acht Jahren betriebene Anlage zum Verladen von Eisenerz in Bilbao. Sie besteht aus einem im Ganzen 115,8 m langen, 91 cm breiten Förderbande, das teils wagerecht unter einer großen Erzasche, teils in einem über dem Wasser in eine Auslaßrutsche endigendem Gefälle von etwa 13° gegen die Wagerechte läuft. Die durch die hinunter gehende Last auf dem geneigten Wege des Förderbandes entwickelte überschüssige Arbeit überwindet die Reibung des wagerechten Teiles, so daß das ganze Förderband durch Schwerkraft getrieben wird. Um die Anlage in Gang zu setzen, wenn der geneigte Teil nicht beladen ist, ist eine die Triebtrommel des Förderbandes durch Riemen und Vorgelegewelle treibende Dampfmaschine aufgestellt, die die Anlage bis zu voller Geschwindigkeit anläßt, worauf sie ausgerückt wird. Das Förderband erreicht ungehemmt bis 300 m/min Geschwindigkeit. Es wird von einem Wärter gesteuert, der eine Bremse auf dem Schwungrade am Förderbande bedient, die nicht mehr, als ungefähr 120 m/min gestattet. Die Bremse wird durch ein Handrad im Maschinenhause betätigt, mit dem verschiedene

Geschwindigkeiten gegeben werden können. Dicht beim Trieb- rade des Förderbandes befindet sich eine durch Gewicht wirkende Spannvorrichtung. Der wagerechte Teil des Förderbandes ist 58,8 m, der geneigte 57 m lang. Die Förderseite des Bandes ruht auf trogförmigen Sätzen von je fünf Rollen in ungefähr 1 m, die Rücklauf-Rollen haben ungefähr 3 m Teilung. Das Förderband leistet bei der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 120 m/min 1000 t/st, die Höchstleistung ist 1500 t/st.

Der wagerechte Teil des Förderbandes vor dem Tunnel liegt in einem mit Wellblech überdachten eisernen Gerüste, der geneigte in einem ähnlichen, ungefähr 3 m breiten, 2,6 m hohen, mit Wellblech bedeckten, an den Seiten offenen Gerüste, dessen Hauptstütze ein 16,2 m hoher eiserner Turm ist, der durch Haltseile das vorkragende Ende des Gerüsts mit der Auslaßrutsche trägt. Dieses Ende ragt ungefähr 23 m über den Turm, 9 m über die Kaimauer hinaus. In diesem Turme sind auch Triebwerk und Spanner des Förderbandes untergebracht, neben ihm steht das Maschinen- und Kessel-Haus.

Die Erzabladestelle am Hügelabhänge hat eine trichterförmige Sohle mit einem Tunnel darunter, der ungefähr 48 m des Förderbandes einschließt. Der ungefähr 2,7 m hohe, 2,75 m breite Tunnel läßt einen Weg für den Wärter an

einer Seite frei. Er hat eine Decke aus stählernen Trägern in ungefähr 90 cm Teilung und Grobmörtel. Die Decke hat zahlreiche Rolllöcher mit Türen, aus denen das Erz durch einen auf Schienen über dem Förderbande laufenden Trichter auf dieses gelangt. Abb. 3, Taf. 31 zeigt den Trichter gestrichelt in den beiden Endstellungen, in denen er das Förderband speisen kann. Die Speisevorrichtung wird von zwei Mann bedient, die darauf achten, daß das Erz keine Gewölbe über der Öffnung bildet. Mit dem Wärter an der Bremse bedienen also drei Mann die Anlage.

B—s.

Pressen der Heizrohre mit Prefsluftbetrieb.

(Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Januar 1918, Nr. 973, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 18 auf Tafel 30.

Nach Angaben des Geheimen Baurates Karl Rizor wurden 1913 in der Eisenbahn-Hauptwerkstätte Arnberg Prefsluftmaschinen zum Weiten und Einziehen der Heizrohre von Lokomotiven gebaut, die sich bewährt haben und sparsamer, als die bisher benutzten Verfahren arbeiten.

1) Bei der Presse zum Einstauchen der Heizrohre (Abb. 7 bis 12, Taf. 30) stehen auf einem kräftigen schmiedeeisernen Bette *k* drei Zylinder *a*, *b* und *c* mit den Kolben *d*, *e* und *f* auf einer gemeinsamen Kolbenstange *g*, deren vorderes Ende die lose einzulegende Einstauchbüchse *x* aufnimmt. Das ungeteilte Gufsstück der Zylinder *a* und *c* ist mit dem Bette verschraubt, außerdem durch einen Querkeil verdübelt. Der Zylinder *b* ist für sich ausgebildet und mit dem Gufsstücke der beiden anderen durch Schrauben fest verbunden. Die Kolbenstange *g* ist im Deckel des Zylinders *c* geführt, mit einer eingelassenen Leiste gegen Drehung gesichert und in den Böden zwischen den Zylindern mit aufgeschobenen Büchsen und federnden Ringen gedichtet. Seitlich am Bette *k* sind zwei Vierwegehähne *h* und *i* angeordnet. Sie sind unter sich durch ein Gestänge *t*, *u* und *v* und durch Rohrleitungen mit den Zylindern *a*, *b* und *c* so verbunden, daß die Kolbenstange bei Stellung II des Handhebels *t* durch die Prefsluft nach vorn, bei Stellung I im Leergange nach hinten bewegt wird.

Zum Festhalten des Heizrohres *y* dient eine Einspannvorrichtung, die aus dem Druckbocke *l*, dem Lagerbocke *m* mit Welle *n* nebst Zahnrad und Handhebel *o*, vier mit Rechts- und Links-Gewinde versehenen Schraubenspindeln *p* nebst Zahnrädern, zwei rechteckigen Platten *r* mit Muttergewinde für die Spindeln *p* und zwei Klemmbacken *s* besteht. Die Klemmbacken nehmen das einzustauchende Rohr *y* auf und sind mit runden Zapfen in den Platten *r* verschraubt. Diese ruhen auf dem Druckbocke *l* und lehnen sich gegen dessen senkrechten Schenkel, der beim Stauchgange den ganzen Druck der Kolbenstange aufnimmt. Auch die Verschraubung des Druckbockes mit dem Bette ist durch einen halb in das Bett, halb in den Bock eingelassenen Querkeil entlastet. Rechtsdrehung des Handhebels *o* bringt die Platten *r* einander näher und drückt die Klemmbacken auf das Rohr *y*, Links-drehung löst die Backen vom Rohre. Die beiden unteren Schraubenspindeln *p* laufen in je einem Halslager *q* auf dem wagerechten Schenkel des Druckbockes. Durch die Halslager wird das

eingestauchte Rohr beim Leergange der Kolbenstange *g* zurück gehalten und so die Einstauchbüchse entfernt.

Die Backen *s* sind um die Zapfen nur wenig beweglich. Sie passen zum Durchmesser des einzustauchenden Rohres, sind innen mit tiefen Querfurchen versehen und gehärtet. Zwei Paare von Backen genügen für die gängigen Heizrohre. Das der Presse abgewendete Ende des einzustauchenden Rohres *y* ruht auf einem versetzbaren Stellbocke. Ein Zuganker *w* verbindet den Zylinder *c* und den Druckbock *l*.

Die Wirkung ist folgende. Der Handhebel *t* befindet sich nach Abb. 11, Taf. 30 in Stellung I, die Leitung 2 ist durch den Hahn *h* geschlossen. In der Zuleitung 2 ist Prefsluft von 6 at. Die Einstauchbüchse *x* wird in den Kopf der Kolbenstange *g*, das Rohr in das geöffnete Backenpaar *s* eingelegt, letzteres bis auf einen gewissen Abstand von der Büchse *x* vorgeschoben. Durch Drehung des Handhebels *o* nach rechts schließt sich das Backenpaar, weitere Drehung drückt die Backen kräftig auf das Rohr *y*, das damit gegen den Stauchdruck genügend festgehalten wird. Das einzustauchende Ende wird nun außen reichlich mit dickflüssigem altem Mineralöle geschmiert, darauf der Handhebel *t* in Stellung II umgelegt. Die Prefsluft strömt nun nach Abb. 12, Taf. 30 durch Hahn *h*, Leitung 1 und 5 in den Zylinder *a* hinter den Kolben *d*, durch Leitung 1, Hahn *i*, Leitung 6 in den Zylinder *l* hinter den Kolben *e* und durch Leitung 4 in den Zylinder *c* hinter den Kolben *f*, die Luft vor dem Kolben entweicht durch die Leitungen 2, 3 und 7, Hahn *i* und Leitung 8, aus Zylinder *c* durch die Öffnung 9 im Deckel. Die Büchse wird durch den Druck auf die drei Kolben nach vorn bewegt und staucht dabei das Heizrohr bis zu 6 mm ein.

Der Handhebel *t* wird nun in Stellung I zurückgelegt, die Leitung 2 damit wieder abgesperrt. Die Prefsluft hinter den Kolben *e* und *f* entweicht durch Leitung 6 und 4, Hahn *i* und Leitung 8, die hinter dem Kolben *d* im Zylinder *a* befindliche strömt durch Leitung 5 und 1, dann teils durch Hahn *h* und Leitung 3 vor den Kolben *e* im Zylinder *b*, teils durch Hahn *i*, Leitung 7 und 2 vor den Kolben *d* im Zylinder *a*, und treibt die Kolbenstange wieder in die hintere Endstellung.

Einstauchungen über 5 bis zu 10 mm bedingen einen nochmaligen Arbeitgang mit einer entsprechend engern Büchse. Schließlich wird der Handhebel *o* nach links gedreht und die Klemmbacken *s* geben das Rohr frei.

Die Einstauchbüchsen werden aus Stahl für Kolbenstangen gefertigt, durch Einsetzen gehärtet und innen möglichst glatt geschmirgelt. Sie sind zur leichtern Handhabung mit je einem Stiele aus Eisendraht versehen. Die Zylinder haben 280 mm Bohrung, die Kolbenstange ist 60 mm stark, die Prefskraft beim Stauchen beträgt $6(3 \cdot 28^2 - 2 \cdot 6^2) \pi : 4 = 10744$ kg, oder nach Abzug von 5% für Reibung und Undichtheit 10200 kg. Die Kraft, mit der die Büchse *x* vom Rohre *y* abgezogen wird, beträgt anfangs 560 kg, in der Endstellung noch 280 kg. An Prefsluft werden beim vollen Hube von 58,7 mm unter Einrechnung von 5% für Verluste rund 11 l gebraucht; die Kosten der Luft für 100 Stauchungen betragen bei dem Preise 4,9 Pf/cbm an der Entnahmestelle demnach 5,4 Pf.

2) Die Presse zum Weiten der Heizrohre nach Abb. 13 bis 18, Taf. 30 weicht nur in wenigen Teilen von der oben beschriebenen ab. Sie hat nur zwei Zylinder a und b mit den Kolben d und e und der Stange g, die im gemeinsamen Boden der Zylinder und im vordern Deckel gedichtet ist. Zum Weiten des Rohres dient ein mit Kegel und Schraube in der Kolbenstange befestigter Dorn x. Er ist vorn kegelig gestaltet, sauber gedreht, durch Einsetzen gehärtet und glatt geschmirgelt. Ein Anker zur Versteifung gegen den Druckbock ist nicht erforderlich. Der Handhebel o der Einspannvorrichtung ist eine einfache Kurbel.

Das aufzuweitende Rohr wird mit dem auf Rotglut erhitzten Ende in das geöffnete Backenpaar s eingelegt und bis auf einen gewissen Abstand von dem Dorne x vorgeschoben. Durch Drehen der Kurbel o nach rechts werden die Backen geschlossen und spannen das Rohr fest. Der Handhebel t wird aus der Abschlufsstellung nach II umgelegt (Abb. 18, Taf. 30), der Hahn h geöffnet, so daß Preßluft von 6 at durch Leitung 1, Hahn i, Leitung 2 in den Zylinder a hinter den Kolben d, durch Leitung 1 und 3 in den Zylinder b hinter den Kolben e strömen kann. Die Luft vor den Kolben entweicht durch Leitung 4 aus Zylinder a, durch Leitung 5 und 6, Hahn i und Leitung 7 aus Zylinder b. Der Dorn x bewegt sich nach vorn, das Rohr y wird aufgeweitet. Durch Zurückbringen des Hebels t in Stellung I wird die Preßluft wieder abgesperrt (Abb. 17, Taf. 30). Die Preßluft hinter dem Kolben d im Zylinder a entweicht durch Leitung 2, Hahn i und Leitung 7, die Preßluft hinter dem Kolben e strömt durch Leitung 3 und 1,

teils durch Hahn h und Leitung 4 vor den Kolben d im Zylinder a, teils durch den Hahn i, Leitung 6 und 5 vor den Kolben e im Zylinder b. In den Räumen vor und hinter dem Kolben e und vor dem Kolben d ist die Pressung gleich groß. Die Kräfte im Zylinder b heben sich daher auf, der Überdruck im Zylinder a treibt die Kolbenstange in die hintere Endstellung. Schliesslich wird die Kurbel o nach links gedreht und damit das Rohr y frei gegeben.

Die Zylinder haben 280 mm Bohrung, die nutzbare Kraft zum Aufweiten beträgt bei 6 at Spannung der Preßluft rund 6850 kg. Beim Zurückziehen des Dornes werden anfangs 560 kg, in der Endstellung 280 kg geleistet. An Preßluft werden für jeden Arbeitgang rund 8 l für 3,9 Pf. gebraucht.

Bei beiden Pressen werden die Kolben durch gut gefettete Lederstulpen gedichtet, die durch federnde Ringe aus Draht und die Preßluft selbst an die Wandungen der Zylinder gepreßt werden. Die Kolbenstangen werden durch eingelassene federnde Gußringe gedichtet.

Gegenüber anderen, demselben Zwecke dienenden Pressen mit Antrieb durch Riemen, Preßwasser oder Dampf erzielen die beschriebenen hohe Leistungen bei niedrigen Betriebskosten, ohne des Schutzes gegen Einfrieren oder Ausstrahlen zu bedürfen.

Das Weiten der Heizrohre mit Dorn ist vorteilhafter als Aufwalzen, weil die Wandstärke bei erstem Verfahren nicht vermindert wird, bei letztem eine Schwächung nicht zu vermeiden ist. Heizrohre von 2,5 mm Wandstärke haben nach dem Aufwalzen nur noch eine solche von 2,3 mm. A. Z.

Maschinen und Wagen.

Untersuchungen über Achslagerdrücke bei Lokomotiven mit drei Zylindern und um 120° versetzten Kurbeln.

(Glaser's Annalen, Februar 1917, Heft 4, S. 53; März 1917, Heft 5, S. 78 und Mai 1917, Heft 10, S. 153. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel 31 und Abb. 1 auf Tafel 32.

Die von den Vulcan-Werken, Stettin, entworfene und ausgeführte 2 C. III. T. S-Lokomotive der preussisch-hessischen Staatsbahnen hat sich im Betriebe bewährt. Gegenüber einer Lokomotive mit vier Zylindern macht sich jedoch Schlagen der Lager bei nicht ganz sorgfältiger Einstellung der Stellkeile und starke Abnutzung der Achslager an den Gleitflächen nachteilig bemerkbar.

Die Quelle untersucht, ob dieser Nachteil beseitigt werden kann, ohne die sonst überaus günstige Versetzung der Kurbeln um je 120° aufzugeben. Hierzu wird der Verlauf der Achslagerdrücke an jeder Seite der Lokomotive und der Einfluß jedes Zylinders bezüglich der Wirkungen des Dampfes und der Massen der Triebwerkteile zeichnerisch ermittelt und durch Rechnung ausgewertet.

Aus der Beobachtung, daß bei 14 at im Schieberkasten und 100 km/st Geschwindigkeit starkes Schlagen in den Achslagern auftrat, das sich unter 8 at verlor, zwischen 9 und 14 at aber nicht steigerte, konnte geschlossen werden, daß nicht allein die Vergrößerung des Lagerdruckes, vielmehr ungünstiger Druckwechsel Ursache der Schläge war. Sie wurden zudem rechts unangenehmer empfunden, als links. Bei der Versuchlokomotive

waren 35% der hin und hergehenden Massen der äußeren und 40% der inneren Teile des Triebwerkes durch Gegenwichte in den Treib- und Kuppel-Rädern ausgeglichen.

Aus den Schaulinien für den Dampfüberdruck bei 100 km/st Geschwindigkeit, 20% Füllung und 14 at im Schieberkasten und aus den hieraus ermittelten Schaulinien für die Drucke in den Achslagern ergeben sich für letztere erhebliche Unterschiede rechts und links. Wie die Kolbenkräfte greifen auch die freien Massen des Triebwerkes in Mitte der Triebstangen an. Die Lagerdrucke hieraus werden daher in derselben Weise wie vorher ermittelt. Die zusammengesetzten Schaulinien dieser Drucke geben ebenfalls rechts und links verschiedene Bilder.

Die Zusammensetzung der Lagerdrucke, die von den Kolbenkräften und der Wirkung der wagerechten freien Massen herrühren, ergibt eine Schaulinie d rechts und h links nach Abb. 1, Taf. 31. Hierbei ist noch die Zugkraft der Lokomotive berücksichtigt, die die vorderen Gleitflächen der Achslager dauernd belastet, die hinteren entlastet.

Der Vergleich der beiden Schaulinien zeigt erhebliche Unterschiede im Verlaufe und in den Höchstwerten. Rechts ist der Druckverlauf, links der Druckwechsel erheblich günstiger, da er etwa in der Mitte zwischen der Totlage der Kurbeln erfolgt; auch der Schnittwinkel der Druckschaulinie im Druckwechsel ist auf dieser Seite des Lagers günstiger.

Abb. 2, Taf. 31 zeigt die Druckschaulinien für dieselben Verhältnisse, jedoch bei 8 at im Schieberkasten. Die Lager-

drucke zeigen bei entsprechend niedrigeren Grenzwerten wesentlich denselben Verlauf, wie bei 14 at. Der Druckwechsel liegt dagegen rechts weiter von der Totlage der Kurbel entfernt und zwar bei den hier vollständig stoßfreien Lagerdrucken nicht mehr in einem als bedenklich anzusehenden Drehwinkel der Kurbel, der nach den bei 9 at eintretenden Stößen bei etwa 163° beginnen dürfte.

Da die Kräfte aus den Massendrücken den Kolbenkräften ziemlich genau entgegengesetzt sind, ist für die Verbesserung der Druckschaulinien bei 14 at zu erkennen, daß zwar eine Vergrößerung der freien Massen die Lagerdrücke verkleinert, dagegen den Druckwechsel ungünstig nach der vordern Totlage der Kurbel verschiebt. Für die äußeren Triebwerke ist ein Massenausgleich von etwa 35% für ruhigen Gang der Lokomotive mit Rücksicht auf das Schlingern nötig. Damit ist auch der Verkleinerung des Massenausgleiches eine Grenze gesetzt.

Auch eine Erhöhung der Pressung des Dampfes würde den Druckwechsel günstig verschieben, aber Schleifen im Druckbilde und damit ungünstigere Wirtschaft des Dampfes und Stöße im Triebwerke hervorrufen.

Die weitere Untersuchung ergibt, daß Verbesserung des Druckwechsels durch künstliche Vergrößerung der Massen des innern Triebwerkes möglich ist. Sie kann durch eingebaute Gegengewichte in den Kuppelrädern oder schwerere Ausführung der Triebwerkteile erreicht werden. Die erstere Ausführung würde eine Erhöhung der überschüssigen Fliehkraft ergeben, die nicht mehr zulässig erscheint. In den weiteren Schaulinien für Massen- und Lager-Drucke sind daher die hin und her gehenden Triebwerkteile des Mittelzylinders um 100 kg schwerer, als bisher angenommen, was einer Erhöhung des Gewichtes dieser Teile um 27% entspricht. Die Vergrößerung der freien Massen dieses Triebwerkes beträgt dann, da jeder Ausgleich der vergrößerten hin und her gehenden Gewichte fortfällt, etwa 114% . Die hierdurch vergrößerte Zuckbewegung ist gegenüber einer II-Lokomotive immer noch unbedenklich. Die Schlingermomente sind kleiner, als bei einer IV-Lokomotive. Der Erfolg dieser veränderten Massendrücke auf die Achslager kommt in Abb. 1, Taf. 32 durch die günstige Verlegung des Druckwechsellpunktes bei den Lagerdrucken zum Ausdruck.

Die Versuchsfahrten mit einer Drillinglokomotive, bei der nach diesen Annahmen von den hin und her gehenden äußeren Triebwerken 35% ausgeglichen und die gleichen Teile des mittlern Triebwerkes um 27% schwerer ausgeführt waren, haben gute Übereinstimmung der wirklichen Verhältnisse mit den rechnerischen Ermittlungen und die Richtigkeit der daraus gezogenen Folgerungen erwiesen.

Die verhältnismäßig geringe Verlegung des Druckwechsels am rechten Lager hatte die Stöße im Lager nahezu beseitigt.

Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Bayerische Staatseisenbahnen.

In den Ruhestand getreten: Ministerialdirektor und Staatsrat im ordentlichen Dienst Exzellenz Dr. Ritter v. Endres, Vorstand der Bauabteilung des Staatsministeriums für Verkehrsangelegenheiten.

Die Herabsetzung des Druckes im Schieberkasten auf $13,25$ at genügte schon, um die noch auftretenden unerheblichen und unregelmäßigen Stöße ganz verschwinden zu lassen. Daraus kann geschlossen werden, daß sich der Druckwechsel unmittelbar an der Grenze der gefährlichen Kurbellagen vollzogen hat.

Es ist demnach möglich, die Achslagerdrucke einer III-Lokomotive mit um 120° versetzten Kurbeln durch geeigneten Ausgleich und Einbau der Massen soweit zu beeinflussen, daß Stöße in den Lagern nicht mehr vorkommen. Hierbei kann jeder ungünstige Einfluß auf den Gang der Lokomotive vermieden werden.

A. Z.

Dampf- und Preßluft-Lokomotive.

(Engineer, November 1917, S. 425.)

Der Leiter der »Allgemeinen Straßenbahn- und Omnibus-Gesellschaft« in Paris, P. Guedon ist neuerdings mit dem Vorschlage hervorgetreten, auf Strecken, deren Betrieb unter dem Rauche der Dampflokomotive leidet, deren Einrichtung für elektrische Förderung zur Zeit jedoch zurückgestellt werden muß, neben und mit dem Dampfe auch Preßluft als Treibmittel zu verwenden. Wird das Feuer der Lokomotive gedämpft oder nur mit gutem trockenem Koks weiter erhalten und den Zylindern Preßluft aus Vorratbehältern oder Stahlflaschen zugeführt, die durch den Kessel hindurch gegangen ist, ähnlich wie in der Preßluftlokomotive nach Mekarski, so ist längerer Betrieb ohne Auspuff von Rauch oder Dampf möglich. Der Auspuffdampf wird infolge der lebhaften Abkühlung durch die gespannte Luft vollständig zu Wasser niedergeschlagen, falls die Dehnung in mehreren Zylindern weit genug getrieben werden kann. Diese Betriebsweise ist an Stelle elektrischer Zugförderung einfach und sparsam und für lange Tunnelstrecken, starke Neigungen und Stadtbahnstrecken mit häufigem Anfahren besonders vorteilhaft. Gegenüber elektrischem Betriebe besteht in langen warmen Tunneln der Vorteil, die Wagen durch Einblasen der Preßluft mit geringem Überdrucke kühlen und lüften zu können. Auch die Außenluft im Tunnel wird durch die frei werdende Arbeitluft verbessert. Der Betrieb mit Dampf und Preßluft hat sich außer im Lötschberg- und Cenis-Berg-Tunnel insbesondere auch im heißen Teile des Simplon-Tunnels bewährt, er ist auch für einen über 20 km langen Tunnel im russischen Ural vorgesehen, wobei besondere Tender mit Preßluft für die Dauer der Durchfahrt an die Lokomotive gekuppelt werden.

Neue Lokomotiven für den Betrieb mit Dampf und Preßluft sollten nach den Erfahrungen mit reinen Preßluftlokomotiven mit dreifacher Dehnung gebaut werden; für den Augenblick genügen nach Guedon die in Frankreich hauptsächlich vorhandenen Verbundlokomotiven.

A. Z.