

Verstärkung von eisernen Bahnbrücken für den Verkehr schwerer Lokomotiven*).

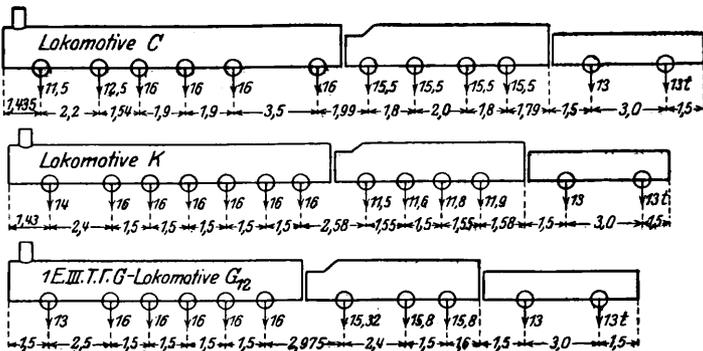
Dr.-Ing. K. Schaechterle, Regierungs- und Baurat in Stuttgart.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 30 auf den Tafeln 39 bis 41.

Nach dem Kriege hatte die württembergische Eisenbahnverwaltung schwierige technische Aufgaben zu bewältigen. Die Lokomotiven und Wagen, durch die hohen Anforderungen in den Kriegsjahren herabgewirtschaftet und durch Abgaben vermindert, mußten in Stand gesetzt und ergänzt, die Arbeiten zur Erhaltung der Betriebsanlagen, jahrelang auf ein Mindestmaß eingeschränkt, wieder aufgenommen, die Erweiterungs-, Um- und Neu-Bauten, von Jahr zu Jahr zurückgestellt, wieder aufgenommen und fertiggestellt werden. Hierzu kamen bauliche Maßnahmen als Folge der Einführung und Vermehrung der schweren Lokomotiven, nämlich die Erneuerung und Verstärkung des Oberbaues und die Verbesserung, Verstärkung oder der Umbau von älteren Kunstbauten, die, für leichtere Betriebsmittel gebaut, den Anforderungen durch die schweren Lasten nicht mehr genügten.

Bei der württembergischen Eisenbahnverwaltung sind vor dem Kriege neben der Schnellzuglokomotive C (Textabb. 1) schwere, leistungsfähige Lokomotiven »K« mit rund 157 t Dienstgewicht (Textabb. 2) für den Güterverkehr auf den Hauptbahnen gebaut und 1915 in Betrieb genommen. 1917 hat die Verwaltung die planmäßige Erneuerung des Lokomotivbestandes eingeleitet, dabei viele schwere 1 E. III. T. I. G-Lokomotiven (Textabb. 3) und 2 C 2. II. T. I. G-Tenderlokomotiven in Auftrag gegeben.

Abb. 1 bis 3.



Für den Verkehr der schweren Lokomotiven waren zunächst nur die wichtigsten Hauptlinien eingerichtet, auf den übrigen waren die Kunstbauten so schwach, daß die uneingeschränkte Zulassung nicht möglich war und ein umfassender Plan für Verstärkungen ausgearbeitet werden mußte.

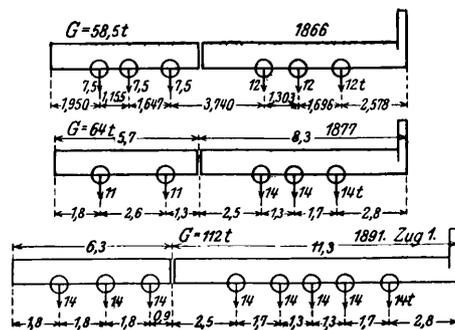
Ein Eisenbahnnetz, dessen Bau sich über mehr als 80 Jahre erstreckt, ist nicht einheitlich. Die Forderungen aus schwereren Zügen und höheren Geschwindigkeiten an die Bauwerke haben gewechselt. Bei Neubaustrecken, zweiten Gleisen und Bahnhofumbauten konnte man dem neuesten Stande der Fahrzeuge, ja ihrer absehbaren weitem Entwicklung Rechnung tragen, die Anpassung der älteren Anlagen konnte jedoch nicht gleichmäßig erfolgen. So mußte bei der Einführung jeder neuen Bauart von Lokomotiven untersucht werden, auf welchen Strecken sie zugelassen werden konnte, und auf welchen Verstärkungen

*) Der Abdruck des aus dem Jahre 1920 stammenden Aufsatzes hat sich verzögert.

der Brücken oder des Oberbaues zweckmäßig und wirtschaftlich vertretbar waren. Die zweigleisigen Hauptstrecken wurden bei Erweiterungen und Umbauten meist mit neuen Brücken für die schweren Lastenzüge ausgestattet. Wo der Verkehr den Ausbau zweiter Gleise erforderte, wurde gleichzeitig die Verstärkung oder Auswechslung der Kunstbauten vorgenommen, auf Brücken kleiner Weiten auch planmäßig das Schotterbett durchgeführt. Die leichteren Lokomotiven wurden auf Nebenbahnen und diejenigen Hauptbahnen abgeschoben, bei denen Verstärkungen der Kunstbauten und des Oberbaues wirtschaftlich nicht ratsam erschienen.

In Textabb. 4 sind Gewichte und Maße einiger Lokomotiven angegeben, die für die Berechnung von Brücken der württembergischen Staatsbahnen zwischen 1865 und 1902 maßgebend gewesen sind. 1877 wurde zuerst statt der wirklichen Gewichte für die Berechnung und Bemessung neuer und die Nachrechnung älterer Brücken ein Lastzug Nr. 3 nach Textabb. 5 eingeführt, der bis vor Kurzem für Nebenbahnen Gültigkeit behielt, seit der Einführung der regelmäßigen Brückenuntersuchungen 1884 als Probezug benutzt wurde, und für die Verstärkung und Auswechslung altersschwacher Brücken maßgebend war. Seit 1902 gilt für die Berechnung neuer und für die Verstärkung älterer Brücken auf Hauptbahnen der Lastzug 1 (Textabb. 6) des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen mit

Abb. 4 bis 6.



17 t Achslast und für kleine Weiten und Teile der Fahrbahn Lastzug 2 (Textabb. 6) mit Achslasten bis 20 t. Neuerdings ist, namentlich für gewölbte Brücken, der preussische Lastzug B mit 20 t Achslast verwendet**).

Zusammenstellung I enthält die Gewichte und Baulängen von württembergischen Lokomotiven nach dem Stande vom Oktober 1918. Die Raddrücke liegen zwischen 3,8 und 8 t, eine Zeitlang ist man bei 8 t stehen geblieben; neuerdings sind Lokomotiven mit 9 t Raddruck geplant. Das auf die Länge verteilte Gewicht des Lastzuges 1 (Textabb. 3) von 6,89 m/t ist von den oben aufgeführten schweren Lokomotiven überholt. Zusammenstellung II gibt die zu Lastzügen zusammengestellten Lokomotiven an.

Um einen Überblick über die Wirkung der verschiedenen Lokomotivgattungen auf Balkenbrücken im Vergleich mit den für die statische Berechnung vorgeschriebenen Lastzügen zu erhalten, sind in Abb. 1 und 2, Taf. 39 die größten Biegemomente unter

**) Organ 1910, S. 402.

Zusammenstellung I.
Gewichte und Baulängen von Lokomotiven für Oktober 1918.

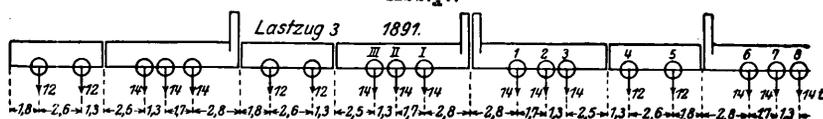
O.-Z.	Bezeichnung	Dienstgewicht	Länge zwischen Puffern mit Tender	Verteiltes Gewicht	Kleinster Achsstand	Größter Raddruck	Bemerkungen
		t	m	t/m	m	t	
1	T 1001	15,30	6,320	2,40	1,56	3,825	Sind von der O.-Z. mehrere Bauarten vorhanden, so ist die schwerste aufgenommen **) T = Tender II *) L = Lokomotive * Einheitgüterlokomotive ** mit Tender
2	T 3 Lenkachsen	32,30	8,920	3,62	2,20	5,400	
3	T 2	35,00	8,330	4,20	1,50	5,900	
4	T 3	35,70	8,505	4,19	1,28	6,000	
5	F 2	54,10	8,512	5,68	1,56	7,000	
6	B	54,80	13,275	4,13	1,62	L*) 5,50; T**) 5,95	
7	T 6	57,50	10,600	5,42	1,40	7,190	
8	T 9	59,61	10,620	5,61	1,65	7,565	
9	Ab	61,05	13,580	4,49	1,665	L 5,95; T 6,58	
10	T 4	64,50	11,000	5,86	1,55	8,140	
11	Fb	65,50	14,166	4,62	L 1,50; T 1,155	4,8125	
12	F 2	67,73	13,755	4,92	L 1,303; T _{III} 1,26	L 6,50; T _{XIV} 6,93	
13	Ac	68,10	14,264	4,77	1,665	L 6,80; T 6,93	
14	Fc	68,50	14,102	4,86	1,305	L 6,60; T 7,25	
15	F _{1c}	69,10	14,814	4,66	2,50	L 6,90; T 6,93	
16	T 5	74,09	12,200	6,07	2,00	7,790	
17	E	81,90	16,109	5,08	1,8325	L 6,90; T 6,93	
18	AD	89,30	15,886	5,62	L 2,00; T 1,65	7,475	
19	G	96,20	17,079	5,63	1,305	L 6,85; T 6,93	
20	T 18	105,03	14,800	7,10	1,60	7,78	
21	H	109,625	17,035	6,43	1,40	7,47	
22	Hh	110,515	17,435	6,49	1,40	7,46	
23	D	111,175	18,095	6,14	L 1,80; T 1,5	7,50	
24	G ₁₂ *	139,92	18,475	7,57	1,50	8,00	
25	C**	149,970	21,855	6,82	L 1,54; T 1,80	8,00	
26	K	156,80	20,19	7,77	1,50	8,00	

Zusammenstellung II.
Lokomotiven der Lastzüge.

O.-Z.	Lastzug	Gewicht Lokomotive mit Tender t	Länge m	Verteiltes Gewicht t/m	Kleinster Achsstand m	Größter Raddruck t
1	1 von 1902 Textabb. 8	124	18,00	6,80	1,50	8,50
2	1 „ 1891 Textabb. 6	112	17,60	6,36	1,30	7,00
3	3 „ 1891 Textabb. 7	66	14,00	4,71	1,30	7,00
4	1899	117	17,70	6,61	1,40	8,00
5	E. Preussen Textabb. 9	145	18,00	8,05	1,50	10,00

den Lastzügen und Lokomotiven für 1 bis 60 m weite Brücken aufgetragen. Der Lastzug 1 von 1902 (Textabb. 8) ist danach heute unzureichend, ein Zug aus zwei K-Lokomotiven (Textabb. 2) und angehängten Güterwagen kommt namentlich bei Spannweiten

Abb. 7.



über 30 m dem preussisch-hessischen Lastzuge B (Textabb. 9) ziemlich nahe. Der Lastzug Nr. 3 (Textabb. 7) ist mit den heutigen Verhältnissen nicht mehr in Einklang zu bringen und sollte auch für Nebenbahnen in Wegfall kommen, da auf diesen der Betrieb mit leistungsfähigen Tenderlokomotiven wegen der zahlreichen Steigungen und Bogen, namentlich in gebirgigem Gelände, wirtschaftlich günstiger ist, als der mit leichten Loko-

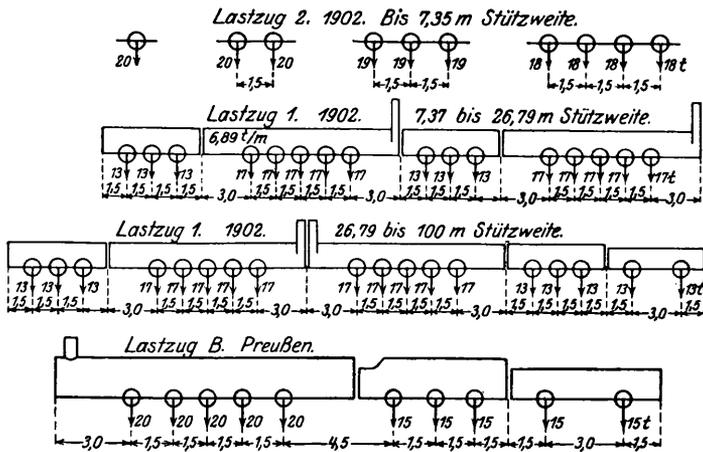
motiven. Für verkehrsrärmere Strecken der Hauptbahnen und für Nebenbahnen kann der Lastzug 1 (Textabb. 8) vorerst beibehalten werden. Ob der Lastzug B der künftigen Entwicklung hinreichend Rechnung trägt, erscheint heute sehr fraglich*). Bemerkenswert ist, dass die Direktion der Gotthardbahn mit Rücksicht auf die Einführung des elektrischen Betriebes für Neubauten und Verstärkungen von Brücken einen Lastzug mit 25 t Achsdruck und 11 t/m verteilter Last vorgeschrieben hat. Bei einigen amerikanischen Bahnen wird mit Achsdrücken bis 30 t gerechnet. Die Verhältnisse zwingen uns, den Wirkgrad der Eisenbahnen weniger durch räumliche Ausdehnung, als durch stärkste Ausnutzung der vorhandenen Anlagen, durch Einführung von schwereren Fahrzeugen, wie vierachsigen Güterwagen bis 50 t Tragkraft, und allmähliche Verstärkung des Oberbaues und der Bauten zu steigern.

Die Brücken der württembergischen Bahnlinien ergeben bezüglich Bauart und Tragfähigkeit ein buntes Bild, in letzterer Hinsicht umso mehr, als über die Maßnahmen für die Zulassung von schweren Lokomotiven erst in neuester Zeit grundsätzliche Entscheidungen getroffen worden sind, bislang aber von Fall zu Fall entschieden wurde. Da die Bahnhofumbauten, zweiten Gleise, Nebenbahnen und andere Anlagen große Summen forderten, so waren für die planmäßige Verstärkung der Kunstbauten früher keine erheblichen Mittel verfügbar. Man behielt sich mit geringerer Sicherheit, und wenn Verstärkungen vorgenommen wurden, so geschah dies häufig nur für die grade verkehrende schwerste Lokomotive unter Belastung der nach

*) Er ist tatsächlich überholt gemäß Organ 1922, S. 1, und durch die neuen Bestimmungen über die Berechnung eiserner Brücken von 1922.

den Vorschriften für Verstärkungen von Brücken gestatteten Überschreitung der zulässigen Spannungen. Erst seit 1901 hat man versucht, einheitliche Grundlagen für die Beurteilung der Bahnbrücken zu beschaffen, indem für alle Brücken neue statische Berechnungen nach einheitlicher Vorschrift mit dem Lastzug Nr. 1 (Textabb. 8) aufgestellt wurden. Nach diesen gleichwertigen Berechnungen konnte in jedem Falle beurteilt werden, welche Brücken sich für die Verstärkung auf den Lastzug B (Textabb. 9) oder Nr. 1 (Textabb. 8) eignen, welche ausgewechselt für Nebenbahnen wieder verwendet, oder auf

Abb. 8 und 9.



Abbruch verkauft werden können. Die Verstärkungen der Brücken erwiesen sich vor dem Kriege wegen des niedrigen Eisenpreises nach den Erfahrungen an verschiedenen Beispielen nur in wenigen Fällen als wirtschaftlich vertretbar. Bei den Preisen vor dem Kriege waren Neubauten meist billiger, namentlich wenn man den neuen Überbau neben Gleisen aufbauen und in Betriebspausen einschieben konnte. Inzwischen haben sich die Verhältnisse auf dem Eisenmarkte vollständig verändert, Neubauten sind bei dem herrschenden Eisenmangel außerordentlich teuer geworden. Da die Eisenpreise verhältnismäßig sehr viel mehr gestiegen sind, als die Löhne und Gehälter, nämlich nach dem Stande vom April 1920 für Flusseisen und Stahl auf das 30 bis 50 fache, gegenüber dem 3 bis 5 fachen der Gehälter und Löhne, so spielt nun der Stoffpreis bei dem Vergleiche die entscheidende Rolle. Verstärkungen sind heute trotz der hohen Löhne und der geringern Leistung der Arbeiter meist billiger als Neubauten. Man muß heute mehr denn je mit den vorhandenen Bauwerken rechnen, und Verstärkungen ausführen, die früher unvorteilhaft gewesen wären. Auch Verstärkungen werden außerordentlich teuer, aber trotzdem ist die württembergische Eisenbahnverwaltung heute gezwungen, planmäßig an die Durchführung von Verstärkungen für schwere Lokomotiven heran zu gehen. Die neuen starken Lokomotiven müssen ausgenutzt werden, die Beschränkung ihrer Freizügigkeit durch Strecken mit schwachen Bauten ist auf die Dauer unhaltbar.

Die Verstärkungen können aber unter den heutigen Verhältnissen, ohne die Forderungen der Zukunft ganz außer Acht zu lassen, nur in dem Maße durchgeführt werden, wie es die Sicherheit des Betriebes unabwieslich verlangt. Nach den württembergischen Vorschriften von 1901 waren ältere Brücken aus Schweisseisen zu verstärken, wenn je nach Bauart, Güte der Ausführung und des Eisens die für die Nachrechnung festgesetzten zulässigen Spannungen, und zwar 800 kg/qcm für Hauptträger, 0,9 · (600 + 10 · L) für Fahrbahnteile, um 30 % überschritten werden. Hiernach betrug die Höchstgrenze 1040 kg/qcm für Hauptträger und rund 750 kg/qcm für Fahrbahnteile. Um den Verkehr mit schweren Lokomotiven zu ermöglichen, hat sich die Verwaltung neuerdings genötigt gesehen, diese Grenzen hinauf zu setzen, und zwar auf 1200 und

1000 kg/qcm. Voraussetzung für die Zulassung dieser hohen Werte ist, daß sich die Brücken in gutem Zustande befinden, kräftige Verbände haben, Stofsdeckungen, Stabanschlüsse und Knoten einwandfrei durchgebildet sind und bei der Berechnung alle Neben- und Zusatz-Spannungen durch Stöße, Wind, Fliehkräfte und andere berücksichtigt sind.

Unter Zulassung der höheren Spannungen können bei älteren Brücken durch einfache Verbesserungen oft teure Verstärkungen erspart, oder auf Jahre hinausgeschoben werden. Das Hauptaugenmerk bei solchen Verbesserungen ist auf gute Gleislage zu richten. Durch Beseitigung oder Verminderung der Schienensöße durch lange Schienen, durch Vermehrung der Schwellen, gute Befestigung, durch starke, wagerechte Verbände, durch bewegliche Lagerung der Hauptträger auf gewölbten, statt ebener Platten, oder bei größeren Spannweiten auf Rollen kann man mit geringen Kosten wesentliche Verbesserungen erzielen. Werden die Mängel der Ausbildung behoben, so verringert sich der Aufwand für Erhaltung und die Sicherheit des Betriebes wird so erhöht, daß man höhere Spannungen zulassen kann. Bei der Gegenüberstellung der errechneten Spannungen mit den Elastizität- und Festigkeit-Zahlen von Schweiss- und Fluß-Eisen ist allerdings zu beachten, daß bei den Berechnungen für Brücken in Württemberg kein Stofszuschlag zu den Achslasten gemacht ist, daß also die tatsächlich unter den fahrenden Lasten auftretenden Spannungen wegen der lotrecht wirkenden Stöße höher sind, als die errechneten Werte. Wird die Stofsziffer zu 1,5 angenommen, so ergeben sich die tatsächlichen Grenzwerte zu $1000 \cdot 1,5 = 1500$ kg/qcm für Fahrbahnteile, die über die Elastizitätsgrenze des Schweisseisens hinausgehen. Weiter gehende Ausnutzung des Eisens im regelmäßigen Betriebe erscheint jedenfalls unzulässig, wenn die Brücken auch ausnahmsweise höhere Belastungen ohne Gefahr des Brechens tragen können. Während des Krieges ist es oft vorgekommen, daß einzelne Brückenteile unter schweren Lokomotivzügen weit über die Elastizitätsgrenze beansprucht worden sind, ohne daß sich unmittelbar schädliche Wirkungen gezeigt hätten. Daß trotzdem Vorsicht in der Überlastung älterer Bauwerke geboten ist, geht aus Zerreißproben und metallographischen Untersuchungen hervor, die mit Gliedern älterer Hauptbahnbrücken vorgenommen worden sind.

Die Mehrzahl der Brücken, die auf den württembergischen Linien dem Verkehre der schweren 1 E. III. T. I-, 2 C 2. II. T-Tender- und K-Lokomotiven (Textabb. 2) entgegen stehen, sind für den Lastzug 3 (Textabb. 7) mit 4,9 t/m verteilter Last und 14 t Achsdruck bemessen. Bei ihnen gibt die Nachrechnung für die schweren Lokomotiven Spannungen, die noch ziemlich weit über die hinaufgesetzten Grenzwerte hinausgehen, in allen diesen Fällen muß man die Brücken verstärken oder auswechseln.

Bei dem großen Zeitaufwande, der für den Entwurf, die Berechnung und Durchbildung von Verstärkungen gebraucht wird, bei der Schwierigkeit der Arbeit auf der Baustelle, wo in der Regel unter Aufrechterhaltung des Betriebes gearbeitet werden muß, kann die Ausstattung eines Bahnnetzes für den uneingeschränkten Verkehre schwerer Lokomotiven nur allmählich erfolgen. Der große Aufwand an rechnerischen Arbeiten macht die Heranziehung zahlreicher geübter Hilfskräfte erforderlich. Fast jedes Bauwerk ist für sich zu behandeln, je nachdem die Verstärkung oder Auswechslung von Schwellenträgern und Querträgern, die Verbesserung von Stößen, Anschlüssen und Verbänden, oder die Verstärkung der Hauptträger in Betracht kommt. Bei den Hauptträgern kommt häufig die Verwendung von Zwischenstützen oder die Anbringung dritter Gurte in Frage. Schließlich ist zu untersuchen, ob die vollständige Auswechslung billiger ist, als die Verstärkung des alten Bauwerkes. Die eingehende Prüfung aller dieser Fragen ist schon wegen der hohen Kosten der Verstärkungen angezeigt. Abgesehen davon zwingt der Mangel an Baustoffen, das Eisen auf das Äußerste aus-

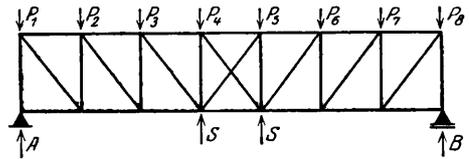
zunutzen. Die geistige Verarbeitung der technischen Aufgaben in dem Sinne, mit dem geringsten Aufwande möglichst viel zu erreichen, ist lohnender und wichtiger, denn je. Zu den Arbeiten auf der Baustelle braucht man neben einer guten Einrichtung durchaus zuverlässige und gewissenhafte Richtmeister. Die Arbeiten in Zuspäusen unter, über oder neben den Gleisen stellen viel höhere Anforderungen an die Bauleiter und Arbeiter, als Neubauten, weil auf die Forderungen des Bahnbetriebes weitgehende Rücksicht genommen werden muß. Man braucht in solchen Arbeiten während des Betriebes erfahrene Leute, wenn man Unfälle vermeiden will. Auch dieser Umstand trägt dazu bei, daß die Arbeiten an Verstärkungen nicht beliebig beschleunigt werden können.

Wo die Zeit nicht ausreicht, planmäßige Verstärkungen oder Auswechselungen der Bauwerke vorzunehmen, man vielmehr eine Strecke beschleunigt für den Verkehr mit schweren Lokomotiven einrichten muß, kann man durch vorübergehende Maßnahmen, behelfsmäßige Rüstungen und Stützungen einen Zustand herstellen, bei dem schwere Lokomotiven mit Sicherheit und ohne zu große Einschränkung der Höchstgeschwindigkeit verkehren können. Das einfachste Mittel, die Tragfähigkeit von eisernen Überbauten durch feste Holzstützen zu erhöhen, ist mit Rücksicht auf die Verbauung des freien Raumes unter der Brücke meist nicht oder nur beschränkt anwendbar. Am ungünstigsten liegen die Verhältnisse in dieser Hinsicht, wenn die Schwellen- und Quer-Träger zu schwach sind. Dann würde vollständige Einrüstung nötig, die über Wasserläufen wegen der Hochwassergefahr nicht statthaft wäre, über Verkehrsräumen eine zu weitgehende Einschränkung bringen würde. Bei Balkenbrücken mittlerer Weite von 20 bis 40 m, namentlich solchen mit unmittelbarer Auflagerung der Holzschwellen auf den Hauptträgern, hat man schon feste Holzstützen angewandt, um die Spannweite zu verringern und damit die Tragfähigkeit zu erhöhen. Man muß dabei die Böcke in die Nähe der Auflager setzen, weil sonst die Querkräfte in den Hauptträgern unzulässige Werte annehmen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß derartige Stützungen ziemlich wirkungslos sind. Die Holzstützen erfahren unter den Lasten starke Zusammenpressungen; sie erleiden außerdem bei Wechseln der Wärme und Feuchtigkeit Längenänderungen, denen man durch entsprechendes Nachstellen der Keile nicht genügend Rechnung tragen kann. Durch die Stöße der rollenden Lasten und die Schwingungen des Eisenwerkes werden die Keile gelockert. Bei zu starkem Antreiben besteht die Gefahr, daß die Brücke sich unbelastet von den Lagern abhebt, und beim Befahren hämmert. Rückt man die Stützen gegen die Trägermitte, so entsteht ein durchlaufend wirkendes Tragwerk, bei dem die Beurteilung der inneren Kräfte wegen der Nachgiebigkeit der Stützen unsicher ist. Einige im Kriege als Notbehelf vorgenommene Stützungen dieser Art haben sich nicht bewährt. Um die Unterstützung an den wirksamsten Stellen des Eisentragwerkes ansetzen zu können, ohne die Nachteile der festen Keillagerung in Kauf nehmen zu müssen, sind elastische Unterstützungen von eisernen Balkenbrücken kleinerer und mittlerer Spannweite entworfen und erprobt.

Der Grundgedanke, von dem man bei der elastischen Stützung ausging, war, Gegendrücke von bekannter Größe an wirksamer Stelle von unten auf die Träger so auszuüben, daß die Wirkung eines Teiles der Verkehrslast auf das Tragwerk nach Textabb. 10 aufgehoben wird. Wirken in den oberen Knoten des Fachwerkes die Betriebslasten P abwärts und an einem Teile der unteren Knoten Kräfte S bestimmter Größe aufwärts, so ist der statische Zustand des Tragwerkes einwandfrei rechnerisch erfassbar. Die entlastende Wirkung kann durch Hebel- oder Feder-Kraft erzielt werden. Die Gegendrücke können bei einfachen Hebeln unveränderlich sein, oder bei Wälzhebeln und Federn in gewissem Grade der Größe der Lasten angepaßt werden.

Durch entsprechende Ausbildung der Vorrichtung zur Entlastung kann erreicht werden, daß die unter den alten Lasten auftretenden größten Spannungen im Tragwerke auch unter den neuen nicht überschritten werden.

Abb. 10.



Die einfachste Vorrichtung dieser Art besteht aus einem oder mehreren Hebeln, die unter den Hauptträgern auf gut verstreuten Holzgerüsten aufgestellt werden. Der kurze Arm drückt gegen den zu entlastenden Knoten, der lange wird mit Schienen belastet. Der Hebel ist frei gestützt, die Lagerdrücke werden mittig durch Pfosten unter Vermeidung von Pressungen quer zur Faser auf Betonfüße übertragen, deren Grundfläche nach der zulässigen Bodenpressung zu bemessen ist. Der nach oben gerichtete Druck eines Hebels beträgt je nach Übersetzung und Belastung 7 bis 14 t in einem Knoten. Durch Anordnung mehrerer Hebelpaare können bei größeren Brücken erhebliche Gegendrücke erzeugt werden.

Um ungünstige Einflüsse der Entlastung bei leerer Brücke auf die Standsicherheit des Bauwerkes zu verhüten, kann es sich empfehlen, die Schienenlast durch Federn abzufangen. In diesem Falle treten die Hebel erst beim Befahren der Brücke mit der beginnenden Durchbiegung der Hauptträger in Tätigkeit. Die Federlagerung dient auch dazu, den Übergang stoßfrei zu gestalten. Die Geschwindigkeit, mit der ein durch Hebel entlastetes Tragwerk befahren werden kann, ohne daß schädliche Schwingungen eintreten, muß in jedem Falle durch Versuche festgestellt werden.

Abb. 3 bis 10, Taf. 39 zeigen eine solche Vorrichtung. Der Hebel ist aus 2 C-Eisen gebildet und ruht auf einem Hauptpfosten des Gerüsts, zwischen dem Untergurte und dem kurzen Arme des Hebels ist zur Übertragung des Druckes ein Hartholz mit eisernem Lagerstücke gelegt. Bei leerer Brücke ruht der mit Schienen belastete lange Hebel so auf einer Pufferfeder, daß kein Gegendruck gegen den Untergurt erzeugt wird. Statt eines gewöhnlichen ist in Abb. 4 bis 10, Taf. 39 ein einfach ausgebildeter Wälzhebel gezeichnet, bei dem die Übersetzung in der Anfangstellung klein ist und sich bei zunehmender Durchbiegung der Brücke vergrößert. Der Hebel tritt erst bei Belastung der Brücke in Tätigkeit. Je schwerere Lokomotiven über die Brücke fahren, umso größer wird die Durchbiegung des Tragwerkes, umso größer dann auch die nach oben auf das Tragwerk wirkende Kraft, bis sie das aus der größten Übersetzung folgende Grenzmaß erreicht hat. Die Schwingungen des Gewichtes werden durch den allmählichen Übergang zur vollen Wirkung gedämpft.

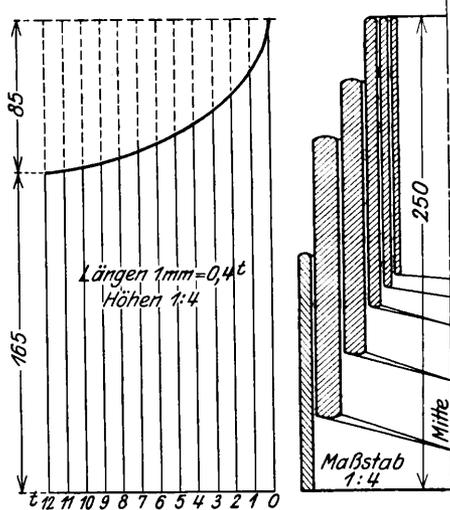
Die Gegendrücke sind am wirksamsten, wenn sie in der Mitte des Tragwerkes angreifen; man wird die Hebel deshalb unter den mittleren Knoten ansetzen.

Der Vorteil des Verfahrens ist, daß die Gegendrücke genau festgelegt werden können, der Verlauf der Spannungen im Tragwerke also für jede Belastung rechnerisch sicher verfolgt werden kann. Nachteilig ist, daß die Vorrichtung viel Raum und große Rüstungen erfordert; die Hebel schwingen unter den fahrenden Lokomotiven, Schnellfahrten sind deshalb namentlich bei großen Durchbiegungen ausgeschlossen. Die Vorrichtung ist für häufige Anwendung zu verwickelt und teuer. Statt der Hebel sind daher elastische Zwischenstützungen mit Federn verwendet (Abb. 11 bis 13, Taf. 40). Zwischen Tragwerk und Gerüst stehen quer durch C-Eisen rahmenartig zusammengefaßte Wickelfedern von 10 bis 12 t Tragkraft. Ihre Eindrückungen unter gemessenen Belastungen bis zur

vollen Tragfähigkeit sind ermittelt und aufgetragen (Textabb. 11), aus der Eindrückung kann man umgekehrt die Kraft ablesen, die die Feder bei gegebenem Zustande ausübt. In einem \square -Rahmen stehen vier bis acht Federn, die mit Schrauben in solche Anfangsspannung gebracht werden, daß ihr Widerstand beim Befahren der Brücke mit schweren Lokomotiven bei der größten Durchbiegung die geforderte Entlastung gibt. Der Einfachheit halber sind die stets in großer Zahl vorrätigen Pufferfedern aus gutem Stahle gewählt.

Die Aufstellung dieser Vorrichtung ist einfach. Auf den tunlich von den Füßen bis zum \square -Rahmen ohne Stofs durchgehenden Pfosten, die den Druck auf Querholz und von Hirn auf Hirn vermeiden, werden die auf die errechnete Spannung der Federn festgeschraubten Rahmen befestigt, so daß kein Verschieben eintreten kann, und das Stützgerüst bei leerer Brücke unbelastet bleibt. Beim Befahren der Brücke steigert sich der Gegendruck der Federn mit der Durchbiegung des Tragwerkes bis zu dem durch die Anfangsspannung und die

Abb. 11.



Durchbiegung festgelegten Höchstmaße. Die Federn dämpfen auch die Stöße und Schwingungen, daher kann mit größerer Geschwindigkeit gefahren werden, als bei der Hebelstützung.

Um verschiedene Knoten eines Tragwerkes von einem Joche aus zu stützen, kann man Hebel und Federn verbinden, so daß von einer Stütze aus auf drei Knoten gleichzeitig Gegendrücke von 7 bis 14 t ausgeübt werden (Abb. 14 bis 17, Taf. 41).

Um die Vorrichtung zum Entlasten versuchsweise unter einfachen Verhältnissen zu erproben, sind zur Unterstützung der Brücke über den Buchenbach auf der Strecke Waiblingen-Hessental Holzgerüste und Pufferfedern nach Abb. 18 und 19, Taf. 40 und Abb. 20 bis 25, Taf. 39, eingebaut.

Die Brücke besteht aus zwei Gitterträgern vierfacher Gliederung der Wand aus dem Jahre 1876. Die Schwellen liegen unmittelbar auf den Hauptträgern. Die Lichthöhe zwischen Trägerunterkante und Gelände beträgt rund 6,5 m. Die statische Berechnung ergab für die Belastung der Brücke mit einer K-Lokomotive (Textabb. 2) und angehängten Güterwagen 1600 kg/qcm größte Spannung in den Gurten, 1097 kg/qcm in den Wandgliedern. Wegen des kleinen Abstandes der Hauptträger von 2 m wurde die Standfähigkeit bei ungünstigstem Zusammenwirken von Verkehr und Wind zu 1,05 ermittelt, während allgemein 1,25 als Mindestmaß vorgeschrieben ist.

Mit drei Jochen auf einem Betonfusse wird das Tragwerk in der Mitte durch drei \square -Rahmen mit je sechs Pufferfedern gestützt. Die Federn sind so eingesetzt, daß beim Befahren mit K-Lokomotiven bei vollem Dienstgewichte jede Feder 5 t Gegendruck ausübt. Die Grenzspannungen werden damit in den Gurten auf rund 1000, in der Wand auf 700 kg/qcm vermindert. Der durch die Federunterstützung erzeugte Gegendruck unter der K-Lokomotive mit rund 45 t auf einen Hauptträger wird bei 15 mm Durchbiegung des Tragwerkes erzeugt. Um Einsenkungen im Gerüste unter den Lasten möglichst auszuschalten, hat man die Hauptpfosten durchgehen lassen und unmittelbar auf den Fußs gesetzt. Um die erste Verdrückung

des Gerüsts zu beschränken, wurde der Holzunterbau vor dem Einsetzen der Federn durch Einschalten von Hartholzkeilen und entsprechende Belastung zusammen gepreßt. Geringe Senkungen des Gerüsts während des Betriebes und sonstige Ungleichheiten sind dadurch beseitigt worden, daß zwischen die Rahmen und die Untergurte kleine Eisenkeile eingelegt wurden. Diese sind auch zweckmäßig, um beim Einsetzen der Rahmen in dem durch Rechnung bestimmten Spannungszustande zu erreichen, daß überall sattes Anliegen der leeren Brücke gewährleistet ist.

Die Probelastung hat am 2. März 1920 stattgefunden; der Lastzug bestand aus: einer nicht vollbelasteten K-Lokomotive, einem Wagen III. Klasse und dem Prüfwagen für Brücken.

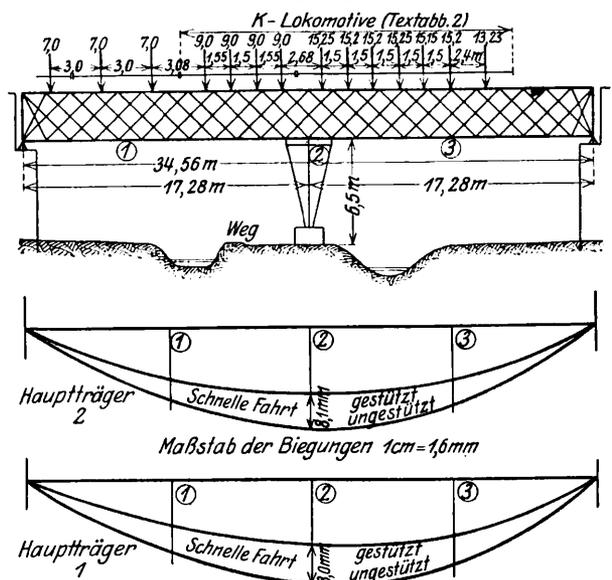
Die Probelastung zerfiel in zwei Abschnitte:

Zunächst wurde die Brücke ohne Zwischenstützung belastet, die Durchbiegungen wurden bei ruhender Last, langsamer und schneller Fahrt gemessen.

Dann folgte die Belastung der Brücke mit Hülfsstützung durch die Federn, die Durchbiegungen wurden wieder für die drei Zustände gemessen, ruhende Last, Langsam- und Schnell-Fahrt.

Die Hauptträger 1 und 2 wurden ohne Federstützung mit sechs Senkungsmessern in den sechs in Textabb. 12 bezeichneten Knoten gemessen. Die Verlängerungen der Träger an den beweglichen Auflagern und die Senkungen der Brücke über den Lagern wurden abgelesen. Von einem neben der Brücke errichteten Gerüste aus konnten auch die Seitenschwankungen der Untergurte gemessen werden.

Abb. 12.



Nachdem die Federn durch Einlegen von Flacheisen zwischen die \square -Rahmen der Zwischenstützung und die Untergurte der Hauptträger eingeschaltet waren, erfolgte die zweite Belastung und Messung. Außer den angegebenen Meßvorrichtungen wurden an der federnd gestützten Brücke noch vier Senkungsmesser an dem \square -Rahmen angebracht, um dessen elastische und bleibende Eindrückung beim Befahren zu ermitteln, ferner sechs Maße zur Bestimmung der Eindrückung der Pufferfedern und einige zur Bestimmung der Eindrückung der Flacheiseneinlagen während der Belastung. Vor und nach jeder Belastung wurden die Höhen von zwölf Knoten der Untergurte und von zwei Stellen der Oberkante des Betonfußes festgestellt. Nachdem dann noch die bleibenden Formänderungen des Gerüsts durch mehrmaliges Befahren der Brücke ausgeschaltet waren, erfolgte die Belastung der unterstützten Brücke und die Messung.

Die größten Durchbiegungen in den Mitten der gestützten Träger waren bei Schnellfahrt um rund 8 mm kleiner als ohne

Stützung. Die Biegelinie zeigt bei dem Gegendrucke der Federn nicht das Bild des durchlaufenden Trägers mit zwei Wendepunkten in der Nähe der Zwischenstütze, sondern das Bild des einfachen Balkenträgers mit gleichmäßig verringerten Einsenkungen (Textabb. 12).

Die beobachteten Seitenschwankungen der gestützten Untergrurte betragen bei Schnellfahrt 0,8 mm und waren um 1,2 mm kleiner als bei ungestützter Brücke; die Federn dämpfen beim Befahren der Brücke Schwingungen und Stöße. Die federnden Eindrückungen der Gerüstständer betragen 1,8 bis 2 mm und verschwanden nach der Entlastung. Bleibende Formänderungen in der Brücke und den Pufferfedern konnten nicht beobachtet werden. Mehrmalige Höhenmessung der Fußoberkante ergab, daß keine Setzungen eingetreten waren.

Das Ergebnis der Probelastung befriedigt. Die Art der Stützung der Brücke hat sich bei der Probelastung gut bewährt. Schädliche Einwirkungen der elastischen Stützung auf das Bauwerk konnten nicht beobachtet werden.

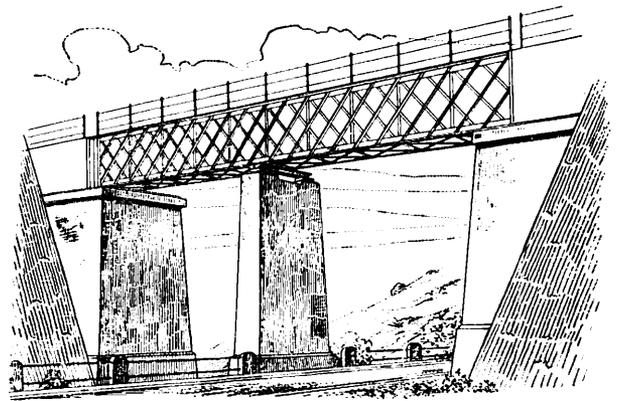
Nach Beendigung der Probelastung ist die Stützung in wirksamem Zustande belassen worden.

Bei den Brücken mittlerer Spannweite kann der Einbau von festen Zwischenstützen aus Mauerwerk, Stampfwerk oder Eisen einfacher und vorteilhafter sein, als die Verstärkung des vorhandenen Eisentragwerkes durch Änderung der Querschnitte, Vermehrung der Hauptträger oder Einführung dritter Gurte. Besonders vorteilhaft hat sich der Einbau von festen Zwischenstützen bei eisernen Balkenbrücken von 15 bis 30 m Stützweite erwiesen, bei denen die Schwellen unmittelbar auf den Hauptträgern liegen. Solche Brücken sind in Württemberg in den sechziger und siebziger Jahren häufig gebaut worden. Die Hauptträger haben mit Rücksicht auf die unmittelbare Auflagerung der Schwellen 1,8 bis 2,0 m Abstand, sie zeigen meist engmaschiges Gitterfachwerk mit Zugbändern aus Flacheisen, Drucksteifen aus L- oder U-Eisen, das wegen der Einfachheit der Ausführung beliebt war. Die kleinen Brücken dieser Art haben sich trotz vieler Mängel der Anordnung, wie unmittiger Anschlüsse der Streben an die Gurte, schwacher Querverbände, ungenügender Stofsdeckungen, niedriger Schleiflager, im Betriebe gut gehalten. Bei Spannweiten über 25 m wird das Verhältnis von Höhe und Breite des Tragwerkes recht ungünstig. Die auf das Tragwerk wirkenden wagerechten Kräfte aus Seitenstößen der Fahrzeuge und Winddruck ergaben bedeutende Zusatzspannungen und Kippgefahr. Bei mehreren Brücken wurde für das ungünstigste Zusammenwirken der äußeren Kräfte, 150 kg/qm Winddruck auf die mit leeren Güterwagen besetzte Brücke, die Standsicherheit unter dem Werte 1 gefunden, während nach den Vorschriften für eiserne Brücken mindestens 1,25 gefordert wird. Bei solchen Brücken ist auch im Betriebe ein Hämmern auf den Lagern beobachtet, vielfach hatten sich die schwachen Verbände durch die unter den schnellfahrenden Zügen auftretenden Stöße und die durch die wagerechten Kräfte hervorgerufenen Verdrehungen des ganzen Tragwerkes gelockert. Andererseits haben sich bei dem steifen Gitterfachwerke der Hauptträger Nachteile durch die unmittelbare Auflagerung der Schwellen nicht gezeigt. Es bestand kein Bedenken, die vorhandenen eisernen Überbauten beizubehalten, zumal die Verhältnisse bezüglich der Übertragung der wagerechten Kräfte durch den Einbau von festen Zwischenstützen wesentlich verbessert werden.

Durch den Einbau eines neuen Zwischenpfeilers erhält man bei Brücken mit einer Öffnung statt des einfachen, statisch bestimmt gelagerten Balkens ein über zwei gleichen, oder wenig verschiedenen Öffnungen durchlaufendes Tragwerk. Wo die örtlichen Verhältnisse es zulassen, wird man die neue Zwischenstütze unter die Mitte der Hauptträger stellen. In diesem Falle kommt man ohne eine Verstärkung der Gurtquerschnitte aus. Zur Aufnahme der großen Querkräfte über der neuen Stütze

müssen in die Hauptträger starke Pfosten eingebaut und die anschließenden Schrägen verstärkt werden. In der Nähe der neuen Zwischenstütze tritt in den Schrägen Spannungswechsel ein, die nach der Brückenmitte fallenden Schrägen aus Flacheisen müssen drucksicher gemacht werden. Die wagerechten Kräfte sind durch entsprechende Ausbildung der Querverbindungen und der Lager auf die neue Zwischenstütze zu übertragen. Der Vorteil der Zwischenstütze gegenüber den sonst in Betracht kommenden Arten der Verstärkung des eisernen Überbaues ist der, daß der Bau in der Hauptsache ohne Behinderung des Betriebes erfolgen kann. Die Arbeiten am Pfeiler sind vom Betriebe ganz unabhängig. Man braucht nur leichte Gerüste und Hilfsmittel, die auch für die Arbeiten am Eisenwerke benutzt werden können; die sonstigen Arbeitgerüste können vollständig an das bestehende Bauwerk gehängt werden. Für den Einbau der neuen Pfosten über dem Pfeiler, die Auswechslung und Verstärkung der Schrägen des Haupttragwerkes, das Einziehen der Verbände, das Einschleiben und Festlegen der Lager genügen die Zugpausen. Die Fahrbahn selber kann im alten Zustande bleiben, wenn nicht bei der Verstärkung der Brücke auch der Umbau der Fahrbahn durch Vermehrung der Schwellen, Auswechslung unbrauchbar gewordener Teile, Anbringung von Schwellenwinkeln und dergleichen als angezeigt erachtet wird.

Abb. 13. Maubachbrücke.



Verschiedene Ausführungen dieser Art sind im Jahre 1920 auf der Linie Waiblingen—Hessental ausgeführt. Die Art der Verstärkung soll an dem Beispiele der Maubachbrücke (Textabb. 13, Abb. 26 bis 28, Taf. 41 und Abb. 29, Taf. 40), erläutert werden. Die Brücke dient zur Unterführung eines kleinen Baches und einer Strafe, das Gleis liegt ungefähr 16 m über der Talsohle. Die Widerlager der Brücke sind in Quadern eingeleisig ausgeführt und auf Muschelkalk gegründet. Der Eisenbau der Brücke stammt von 1876, hat zwei Gitterträger vierfacher Gliederung von 27,2 m Stützweite, der Abstand der Hauptträger beträgt 2 m. Die statische Nachprüfung des Tragwerkes für eine K-Lokomotive (Textabb. 2) mit Tender ergab 1820 kg/qcm größte Spannung in den Gurten, 1070 kg/qcm in den Streben, zulässig wären für Schweifeseisen 900 kg/qcm. Die Verstärkung mußte für den Lastzug B (Textabb. 9) durchgeführt werden. Verschiedene Untersuchungen und Kostenberechnungen ergaben, daß der Einbau eines gestampften Pfeilers zweckmäßiger und billiger war, als die Verstärkung des Eisentragwerkes durch dritte Gurte. Der Zwischenpfeiler konnte ohne Behinderung zwischen Bach und Strafe in der Mitte der Brücke errichtet werden. Man entschloß sich umso leichter zur Ausführung des Pfeilers, als weitere Untersuchungen zeigten, daß auch für das künftige zweite Gleis ein durchlaufendes Tragwerk über zwei Öffnungen von je 13,6 m Stützweite billiger wird, als eines von 27,2 m Stützweite. Der neue Pfeiler wurde in einfachster Gestaltung ohne besondere Behandlung der Lichtflächen gestampft. Um den Pfeiler schlank zu halten, wurde

eine leichte Randbewehrung angeordnet. Bei spätem Ausbau des zweiten Gleises kann der Pfeiler verbreitert und der Verband zwischen dem neuen und alten Teile durch Einlegen von Bügeln und Ankereisen hergestellt werden. Im Eisenwerke selbst wurden über den Zwischenstützen kräftige Pfosten eingebaut, die Schrägen teils ausgewechselt, teils verstärkt, die Anschlüsse verbessert. (Abb. 26 bis 28, Taf. 41).

Die Auflager auf dem Zwischenpfeiler weichen von der üblichen Bauart insoweit ab, als eine besondere Verankerung gegen das Abheben der Brücke von den Lagern vorgesehen ist. (Abb. 29, Taf. 40).

Die Verstärkungen am Eisenwerke konnten in Zugspausen glatt ausgeführt werden, trotzdem die eingleisige Strecke ziemlich stark befahren ist. Zur Sicherung des Betriebes wurde die Zuggeschwindigkeit auf der Brücke während der drei Wochen, die zur Verstärkung gebraucht wurden, auf 10 km/st ermäßigt.

Der Bau hat ungefähr drei Monate in Anspruch genommen, da nur mit wenigen Leuten gearbeitet wurde. Die Kosten betragen 100 000 \mathcal{M} , davon 40 000 \mathcal{M} für Mauerwerk, 60 000 \mathcal{M} für Verstärkungen am Eisenwerke. Für das Eisen der Verstärkung,

Abb. 14. Neckarbrücke bei Marbach.

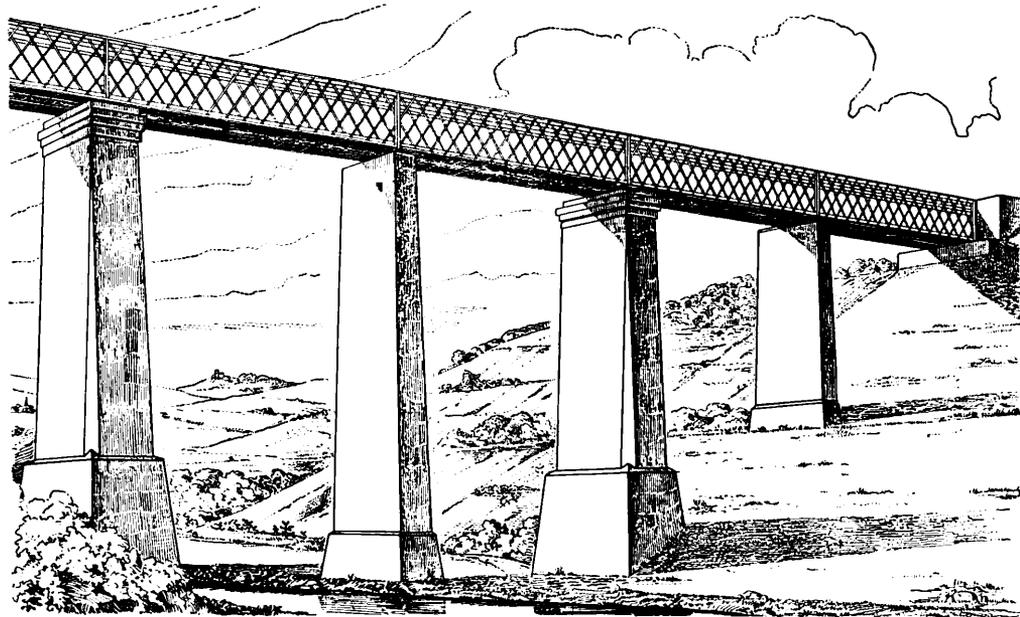
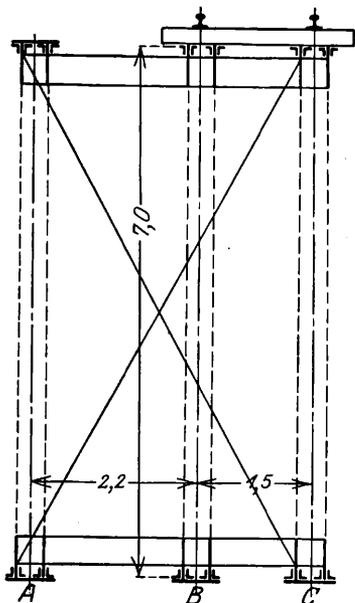


Abb. 15. Brücke über die Bühler.

gebaut worden. Unter jedem Gleise liegen zwei Hauptträger in 1,5 m Abstand. Da die bis 8 m hohen Tragwerke nicht standsicher waren, so hat man die beiden Tragwerke auf sofort zweigleisig ausgebauten Strecken fest verbunden. Die vier Hauptträger wirken daher in der Übertragung der Lasten zusammen und ermöglichen die Übertragung der wagerechten Kräfte auf die Pfeiler und Widerlager. In zunächst eingleisigen Strecken, wie bei der Neckarbrücke bei Marbach, ist ein dritter Hauptträger zur Erzielung der nötigen Standsicherheit angebaut und mit den beiden anderen Trägern fest verbunden: die Pfeiler und Widerlager sind schon für das zweite Gleis ausgebaut, es fehlt nur noch der vierte Träger. Die Querverbände sind bei allen diesen Brücken so stark, daß nicht nur die wagerechten Kräfte übertragen werden, sondern die verbundenen Träger auch die lotrechten Lasten gemeinsam aufnehmen. Bei der Neckarbrücke bei Marbach (Textabb. 14) mit 5×67 m Stützweite wurde der auf die einzelnen Träger entfallende Lastteil durch Messung der Senkungen genauer ermittelt. Die Belastung mit einer 2 C 2 . II . T . Γ . G-Tenderlokomotive von 210 t Gewicht ergab Durchbiegungen am Träger

A 15,4, B 26,8, C 31,1 mm,

fertig eingebaut, ergab die Abrechnung den Preis von 10 \mathcal{M} /kg, gegenüber einem durchschnittlichen Friedenspreise für ähnliche Arbeiten von 0,8 bis 1,0 \mathcal{M} /kg.

Das Aussehen der durch Zwischenstütze verstärkten Brücke ist befriedigend (Textabb. 13). Die Eigenart als Verstärkung ist dadurch gewahrt, daß beim Zwischenpfeiler jede Verkleidung und jede Nachahmung der Endauflager vermieden ist.

Die Berechnung der nach erfolgtem Einbau der Mittelstütze im Tragwerke auftretenden größten Spannungen für den Lastzug B (Textabb. 9) ergab in den Gurten über der Stütze 675 kg/qcm. Die größte Einsenkung in Brückenmitte unter einer 2 C 2 . II . T . Γ . G-Tenderlokomotive von 105 t Dienstgewicht betrug vor dem Einbau der Zwischenstütze 16 mm, nach der Verstärkung wurden 2 mm gemessen.

Wie bei Balkenbrücken einer Öffnung kann auch bei durchlaufenden Tragwerken durch den Einbau weiterer Zwischenstützen eine Verstärkung für schwere Lasten erzielt werden. Auch hier ist diese Art der Verstärkung besonders angezeigt bei Brücken mit unmittelbarer Lagerung der Schwellen auf die Hauptträger. Einige eigenartige Bauwerke dieser Art mit großen Weiten bis 70 m sind in Württemberg in den 70er Jahren

diesen Durchbiegungen entspricht die Verteilung der Last auf die Träger

$$A : B : C = 0,210 : 0,36 : 0,425.$$

Die Verhältnisse der Standsicherheit sind 1,945 für den Drehpunkt A, 1,410 für C gegen das vorgeschriebene 1,25, und 0,565 für B, wenn Träger A fehlt.

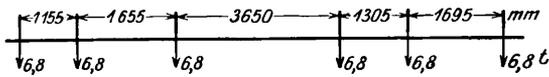
Der dritte Träger übernimmt rund 20 % der Verkehrslast. Die Querverbände werden sehr hoch beansprucht, das ganze Tragwerk erfährt durch die außermittige Belastung Verdrehungen, die sich beim Befahren äußern; namentlich bei schneller Fahrt treten stoßartige Erschütterungen auf. Die Mängel der eigenartigen Bauweise, die heute für Neubauten wohl kaum mehr in Betracht kommt, werden durch den Einbau von Zwischenstützen gemildert.

Im Folgenden soll noch die Verstärkung der Brücke über die Bühler (Textabb. 15) näher beschrieben werden. Die Brücke wurde 1867 aus Schweifeseisen erbaut. Sie ist zweigleisig auf vier über drei Öffnungen durchlaufenden Gitterträgern mit vierfacher Gliederung der Wand, von denen je zwei ein Gleis tragen. Die Schienen liegen auf Querschwellen unmittelbar über den Hauptträgern (Abb. 30, Taf. 40), die Brücke hatte

drei Öffnungen von 61,098, 61,872 und 61,098 m Stützweite. Der Abstand der beiden Hauptträger unter jedem Gleise beträgt 1,5 m, der Mittenabstand, der beiden Gleise 3,726 m, der der mittleren Hauptträger 2,226 m.

Die Brücke war für Lokomotiven nach Textabb. 16 berechnet.

Abb. 16.



Unter der Annahme, daß die Lasten eines Gleises beim Befahren mit einer 2 C 2. H. T. I. G-Tenderlokomotive mit folgenden Güterwagen durch die zwei Hauptträger des Gleises aufgenommen werden müssen, Seitenstöße und Windkräfte aber durch die Querverbindungen der vier Hauptträger auf die beiden äußersten Träger übertragen werden, sind Spannungen aus Eigengewicht, Verkehr, Wind und Seitenstöße in den Gurten bis 1600 kg/qcm errechnet worden. Für mehrere solche Lokomotiven hinter einander stieg die Spannung über 2000 kg/qcm, also weit über die Elastizitätsgrenze des Schweifeseisens. Das Befahren der Brücke mit einer der erstgenannten Lokomotiven ohne Vorspann wurde zugelassen, zugleich aber die Verstärkung beschlossen.

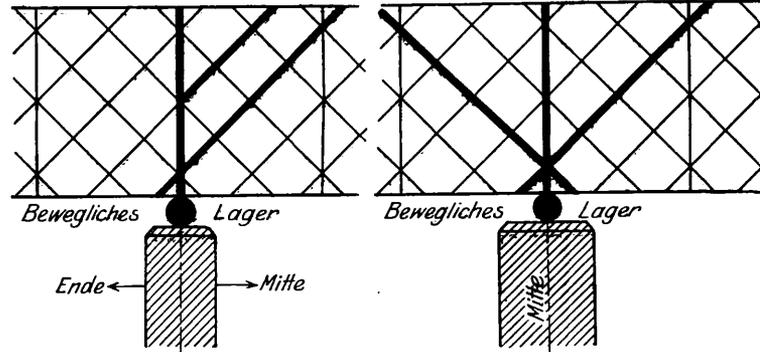
Auf Grund einer Nachrechnung des bestehenden Tragwerkes für den Lastzug Textabb. 8 war schon vor einiger Zeit der Entwurf für eine Verstärkung durch Vergrößerung der Querschnitte der Gurte und der Schrägen aufgestellt. Vorgesehen war dabei außerdem die Auswechslung der schwachen Lager, die Erneuerung der aus Flacheisen bestehenden Querkreuze und der Windverbände. Der Aufwand für die Verstärkung betrug rund 300 t. Gegenüber dem vorhandenen Gewichte von 997 t erscheint dieser Aufwand für die Verstärkung außerordentlich hoch, entspricht aber einer Erhöhung der Betriebslasten auf das Doppelte. Der Entwurf wurde wegen der Kosten und der Betriebschwierigkeiten nicht weiter verfolgt. Die Verstärkung der vorhandenen Hauptträger durch dritte Gurte hätte in vorliegendem Falle auch keine Ersparnis gebracht, weil die Vergrößerung der Gurte wegen des Durchlaufens der Träger hauptsächlich über den Stützen durch Aufpacken von Platten hätte erfolgen müssen.

Demgegenüber hat der Einbau von drei neuen Zwischenpfeilern, also die Erhöhung der Zahl der Öffnungen von drei auf sechs mehrere Vorteile. In Textabb. 15 sind die beiden alten und zwei von den drei neuen Zwischenpfeilern (Abb. 30, Taf. 40) sichtbar.

Die Durchbiegungen, Schwingungen und Seitenschwankungen werden bei dieser Lösung kleiner, die Standsicherheit wird erhöht. Die Gurtungen brauchen nicht verstärkt zu werden, die Beanspruchungen der Gurte betragen für den Lastzug B (Textabb. 9) einschließlich der Zusatzkräfte nur 935 kg/qcm. Die Auflagerdrücke werden für die über sechs Öffnungen durchlaufenden Träger von 30,5 und 31 m Stützweite wesentlich günstiger, als bei der alten Brücke, so daß die vorhandenen

Lager bleiben können. An den Überbauten sind verhältnismäßig kleine Arbeiten erforderlich, nämlich neue starke Pfosten über den Zwischenpfeilern (Textabb. 17 und 18); die Schrägen in den unmittelbar anschließenden Feldern sind auszuwechseln oder zu verstärken und die Querversteifungen zu verbessern. Hierzu werden rund 60 t gebraucht. Außerdem sind neue Lager mit 25 t Gewicht für die Zwischenstützung zu beschaffen. Für die Ausbildung der Zwischenpfeiler wurden verschiedene Lösungen versucht, in Eisen, reinem und bewehrtem Mörtel und in Mauerwerk.

Abb. 17 und 18.



Die alten Pfeiler bestehen aus Quadermauerwerk und haben sich vorzüglich gehalten. Die Gründung erfolgte seiner Zeit bis 6 m unter Talsohle auf gutem Kalkfelsen. In den Seitenöffnungen steigt der Felsen an, so daß die Verhältnisse für Zwischenpfeiler günstig liegen.

Zwischenstützen in Eisen wurden nicht billiger, als gemauerte, deren Gestalt und Maße dem Bestehenden möglichst angepaßt wird. Mit Rücksicht auf die Baukosten entschied man sich zum schlanken Betonpfeiler, der, unter Ausnutzung der Festigkeit des Baustoffes bemessen, zur Erhöhung der Elastizität und Verhinderung von Rifsbildung mit leichter Randbewehrung versehen wurde (Abb. 30, Taf. 40). Der mittlere Pfeiler wird 46 m hoch. Seine Abmessungen in Sockelhöhe betragen 9,70 auf 2,50 m, in Auflagerhöhe 7,20 auf 2,50 m. Der Fuß erhält die Mischung 1 Zement : 6 Sand : 10 Schotter und Grufs, das Aufgehende 1 : 4 : 8 mit 10 cm Vorsatz der Mischung 2 : 7, die stark bewehrten Auflagerbänke enthalten die Mischung 1 : 4. In den Pfeilschaft sind zur Erhöhung der Sicherheit noch drei je 1 m starke bewehrte Binderschichten eingefügt. Die Bodenpressung beträgt 4,5 kg/qcm. Die größten Spannungen im Pfeilerschaft sind für das ungünstigste Zusammentreffen der äußeren Kräfte zu 19 kg/qcm Druck und 4 kg/qcm Zug errechnet. Die Kosten der Verstärkung sind mit 25 Millionen \mathcal{M} veranschlagt. Mit der Ausführung ist begonnen. In dem Bestreben, die Kosten niedrig zu halten, ist bei den Pfeilern auf jede besondere Ausstattung der Lichtflächen und alle sonstigen Zutaten verzichtet. Man soll sehen, daß die schmucklosen Pfeiler nachträglich zur Verstärkung der Brücke eingefügt worden sind.

Bewegliche Stehbolzen für Lokomotivkessel*).

In den großen Kesseln amerikanischer Lokomotiven werden seit Jahren vielfach bewegliche Stehbolzen verwendet**), die in der Außenwand mit einem starken runden Kopfe gelagert, in der Innenwand verschraubt und vernietet sind. Für das Lager in der Außenwand wurden früher nach Tate Büchsen mit einer Ausdrehung für den runden Kopf und einer besondern Schutzkappe in das Mantelblech eingeschraubt, die aber im Gewinde

schwer zu dichten sind und hohe Kosten für die Erhaltung nötig machten.

Von Mennie stammt ein Vorschlag, die Büchsen aufzugeben und die Kappen mit elektrischem Lichtbogen auf das Mantelblech zu schweißen, um völlige Dichtheit zu erzielen. Die einfachste Ausführung dieser Bauart nach Textabb. 1 ist inzwischen aufgegeben, da die Nachprüfung des Bolzenkopfes nicht möglich war. Die Kappe wurde nach Textabb. 2 geteilt und mit einem Schraubdeckel verschlossen. Sie ist stumpf auf das Blech gesetzt und ringsum verschweißt. Textabb. 3 zeigt eine andere Anordnung mit kegelig eingesetzter und verschweißter Büchse. Die große

* Railway Age, Juni 1922, Nr. 22, S. 1271. Mit Abbildungen.

** Organ 1900, S. 52, Johnstone; 1900, S. 212, Mexiko; 1901, S. 68, Mexiko; 1903, S. 113, Busse; 1905, S. 64 und 1919, S. 400, Tate.

Bohrung im Mantelbleche für das Einsetzen der Büchse und die große Anzahl verschiedenartiger Büchsen, die mit Rücksicht auf die verschiedene Neigung und Krümmung des Mantels der Feuerbüchse nötig ist, sind Mängel dieser Anordnungen. Ausführungen nach Textabb. 4 und 5 geben dem Bolzen ungenügenden Ausschlag, wenn die Bohrung nicht verhältnismäßig weit ist, sie sind nur auf ebenen Flächen verwendbar. Die unten eiförmig zulaufende Büchse kann an jeder Stelle des Mantelbleches in eine kleine Ausfräsung eingesetzt und verschweißt werden. Die Anordnung nach Textabb. 6 von 1919 vermeidet die betonten Mängel. Für Sonderfälle wird die tief eingesetzte, aufsen bündige Lagerbüchse nach Textabb. 7 verwendet.

Abb. 1.

Abb. 2.

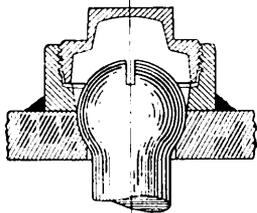
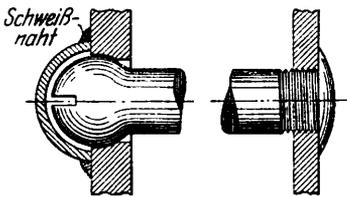


Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 5.

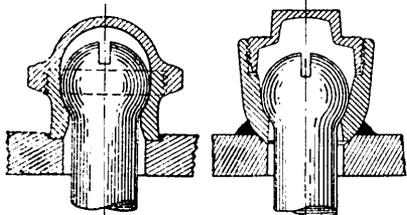
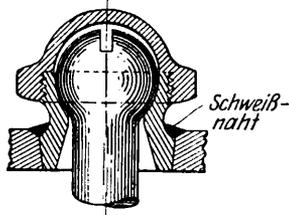
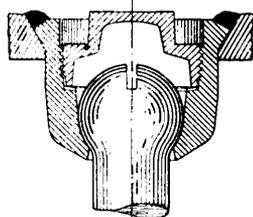
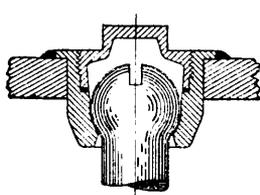


Abb. 6.

Abb. 7.



Die Büchsen ohne Gewinde haben erhebliche Vorteile vor den eingeschraubten. Sie sind als geschmiedete Massenware billiger, und höherer Beanspruchung gewachsen. Die elektrische Schweissung hat sich ebenfalls gut bewährt. Ein in der Quelle abgebildeter Stehkessel einer schweren Lokomotive mit 1160 Bolzen von zwar verschiedener Länge aber mit gleichen Büchsen zeigt die Vielseitigkeit der Anwendung dieser Bauart. Die Büchsen und Schraubkappen tragen nicht mehr auf, als die Nietköpfe.

A. Z.

Die vorstehenden Mitteilungen beweisen, dass sich der amerikanische Lokomotivbau dauernd mit dem Einsetzen der Stehbolzen in die äußere Wand der Feuerkiste mit Kugelköpfen beschäftigt: der Grund ist in dem Streben nach der Befreiung der Bolzen von den biegenden Wirkungen zu erkennen, die sich aus den Verschiebungen der beiden Wände der Feuerkisten gegen einander ergeben, und die bezüglich der an beiden Enden fest eingeschraubten und gedichteten Stehbolzen früher*) eingehend erörtert sind. Die amerikanischen Fachmänner beschreiten damit einen mühsamen, aber aller Voraussicht nach nicht zum Ziele führenden Weg, der auch wirtschaftlich nicht als fördernd angesehen werden kann.

Bevor der Nachweis für die Richtigkeit dieser Auffassung geführt werden kann, ist darauf hinzuweisen, dass das Einsetzen

* Organ 1921, S. 277, 289.

mit Kuppelkopf bislang nur auf die äußere Wand der Feuerkiste bezogen ist, in die innere werden die Bolzen eingeschraubt und in einer der üblichen Weisen gedichtet, die Anbringung ist also einseitig gelenkig, anderseitig steif. Eine Lösung für beiderseits gelenkiges Einsetzen dürfte auf diese Weise schwer zu finden sein, würde jeden Falles sehr teuer werden, da die Befestigung mit Kugelkopf auch in der innern Wand auf große Schwierigkeiten stößt, außerdem würde auch die Dichtheit schwer zu erzielen und zu erhalten sein.

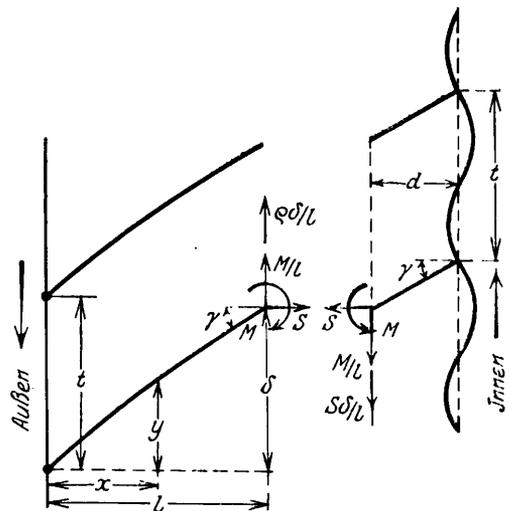
Nun verfehlt aber das einseitig gelenkige Einsetzen den Zweck der Befreiung von Verbiegung, die Verhältnisse gestalten sich sogar in dieser Hinsicht ungünstiger, als bei beiderseits steifer Befestigung, wie unten nachgewiesen wird, deshalb müssen die amerikanischen Anordnungen als auf irrigen Anschauungen beruhend bezeichnet werden.

In Textabb. 8 ist die Lage des einseitig eingespannten Bolzens ähnlich dargestellt, wie die des beiderseits steifen gelegentlich der früheren Untersuchungen*). Die Berechnung verläuft, wie früher, aus den damaligen Ergebnissen kann die Lösung für den jetzt vorliegenden Fall ohne Weiteres abgelesen werden, indem man links auf der Luftseite M_1 und $d_1 = 0$ setzt, da beide nun verschwinden. Dann folgt M_t aus Gl. 12), Organ, 1921, S. 280, β aus Gl. 13) daselbst, Gl. 18) für die rechte Seite lautet:

$$Gl. 1) \quad M \left\{ \frac{1 - \beta}{S_1} - \frac{e^{v_1} + e^{-v_1}}{\sqrt{SEJ}(e^{v_1} - e^{-v_1})} - \frac{t(1 + d_1(1 - \beta))}{12 E_r i_r} \right\} + M_t \left\{ \frac{1}{S_1} - \frac{td}{12 l E_r i_r} \right\} = 0,$$

δ folgt aus Gl. 15) und D aus Gl. 16) der früheren Bearbeitung mit $M_1 = d_1 = 0$, Gl. 17) für die linke Feuerseite kommt nicht mehr in Betracht, da hier die Gleichsetzung der Winkelgrößen entfällt.

Abb. 8.



Um einen unmittelbaren Vergleich zu erhalten, mag nun der früher**) behandelte 2,7 cm dicke, eiserne, volle Bolzen auch hier der Zahlenrechnung zu Grunde gelegt werden. Die einzuführenden Größen sind dann für lotrechte Richtung: $E = E_r = 2100000 \text{ kg/qcm}$, $t = 10 \text{ cm}$, $f_r = 11 \text{ qcm}$, $i_r = 1,11 \text{ cm}^4$, $f_l = 16 \text{ qcm}$, $i_l = 3,42 \text{ cm}^4$, $S = 1700 \text{ kg}$, $M_1 = 0$, $d_1 = 0$, $d_r = d = 0,55 \text{ cm}$, $l = 13,65 \text{ cm}$, $J = 2,6 \text{ cm}^4$, $v = 0,0176$, $v_1 = 0,2395$, $e^{v_1} = 1,27$, $e^{-v_1} = 0,788$, $e^{v_1} + e^{-v_1} = 2,058$, $e^{v_1} - e^{-v_1} = 0,482$, $(e^{v_1} + e^{-v_1}) : (e^{v_1} - e^{-v_1}) = 4,26$, $n = 20$, $M_t = 387$, $\beta = 0,01288$, $1 - \beta = 0,98712$, $(1 - \beta) : (S \cdot l) = 0,0000425$, $1 : (S \cdot l) = 0,0000431$, $1 : \left\{ \sqrt{SEJ}(e^{v_1} - e^{-v_1}) \right\} = 0,0000215$, $(e^{v_1} + e^{-v_1}) : \left\{ \sqrt{SEJ}(e^{v_1} - e^{-v_1}) \right\} = 0,0000442$,

*) Organ 1921, S. 277, Textabb. 2.

**) Organ 1921, S. 289.

(td):(121E_r) = 0,000000144, t.(1 + d(1 - β):l):(12E_r) = 0,0000005, alle in Übereinstimmung mit den früheren Feststellungen. Die neue Gl. I) lautet nun

$$M \begin{Bmatrix} + 0,0000425 \\ - 0,0000442 \\ - 0,0000005 \end{Bmatrix} + M_t \begin{Bmatrix} + 0,0000431 \\ - 0,000000144 \end{Bmatrix} = 0 \text{ oder}$$

- 0,0000022 M + 0,000043086 · 387 = 0 mit der Lösung M = 7579 kg cm.

Nach Gl. 15) wird δ = (387 - 7579 · 0,01288) : 1700 = 0,17 cm.
nach Gl. 16) D = (387 + 7579 · 0,98712) : 13,65 = 574 kg.

In wagerechter Richtung ändern sich die Größen

n = 13, M_t = 252, β = 0,0057, 1 - β = 0,9943.
(1 - β):(S.l) = 0,0000428, (td):(121E_r) = 0,000000144,
t(1 + d(1 - β):l):(12E_r) = 0,000000372.

Damit lautet Gl. I):

$$M \begin{Bmatrix} + 0,0000428 \\ - 0,0000442 \\ - 0,000000372 \end{Bmatrix} + M_t \begin{Bmatrix} + 0,0000431 \\ - 0,000000144 \end{Bmatrix} = 0, \text{ oder}$$

- 0,00001772 M + 0,000043086 · 252 = 0 mit der Lösung M = 6128 kg cm.

Nach Gl. 15) wird δ = (252 - 6128 · 0,0057) : 1700 = 0,1275 cm,
nach Gl. 16) D = (252 + 6128 · 0,9943) : 13,65 = 464 kg.

In der schrägen Richtung ist:

$$M = \sqrt{7579^2 + 6128^2} = 9760 \text{ kg cm,}$$

$$\delta = \sqrt{0,17^2 + 0,1275^2} = 0,212 \text{ cm}$$

$$D = \sqrt{574^2 + 464^2} = 738 \text{ kg.}$$

Das Widerstandsmoment des Bolzens ist W = 2,7³ · π : 32 = 1,93 cm³, der Querschnitt F = 2,7² · π : 4 = 5,71 qcm, die Spannung aus Biegen und Längszug also σ = 1700 : 5,71 + 9760 : 1,93 = 5338 kg/qcm.

Diese Zahlen zeigen durch den Vergleich mit den früher*) erhaltenen, daß der einseitig gelenkig befestigte Bolzen amerikanischer Bauart fast genau derselben Spannung ausgesetzt ist, wie der beiderseits steif eingesetzte, daß die Querkraft von 1320 auf 738 kg gefallen, aber grade dadurch die gegenseitige Verschiebung der Wände von 1,67 auf 2,12 mm gestiegen ist, worin man mindestens keinen Vorteil erkennen kann.

Demnach kann die Verwendung der recht teuren Stelbolzen mit einem Kugelkopfe nicht empfohlen werden, und auf solche verwendete Mühe der amerikanischen Fachmänner erscheint vergeblich. Will man die Stelbolzen wirklich von der Biegung befreien, was freilich sehr erwünscht ist, so muß man dazu ganz andere Mittel verwenden.

Dr.-Ing. G. Barkhausen.

*) Organ 1921, S. 290.

Neue Weiche des Bochumer Vereines mit Brückendrehstuhl.

J. Grimme in Godesberg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 auf Tafel 36 und Abb. 1 bis 6 auf Tafel 37.

Die Schwäche aller Weichen mit Zungendrehgelenken ist eben dieses Gelenk, der Zungendrehstuhl: sie beruht in dem Mangel an Widerstand gegen die Wirkungen der Räder, die von den Zungen auf die Fahrschienen springen und umgekehrt, wobei Zungen und Fahrschienen nach einander von dem vollen Raddrucke getroffen werden, da eine Stofsverbindung, die die Wucht des Radstosses auf die Zunge und Fahrschiene verteilen könnte, noch fehlt.

Das nachstehend beschriebene neue Gelenk für Weichenungen hat besondere Einrichtungen, die es befähigen, die Schläge der Räder vorteilhafter aufzunehmen, indem sie auf breitere, weit ausladende Flächen übertragen werden.

Dieser »Brückendrehstuhl« hat auch eine Verbindung von der Zunge zur anschließenden Fahrschiene, eine Art Überbrückung der Stofsstelle, erhalten, durch die Zunge und Fahrschiene wie durch eine Stofsverbindung zusammengehalten werden, so daß die Höhen- und Seiten-Lage der Zungen- und Schienen-Köpfe gut gesichert sind und die Radlasten von Zungen und Fahrschienen gemeinsam getragen werden.

Wenn es, wie es den Anschein hat, gelingen sollte, das Zungen-Gelenk in solcher Weise vor zu frühem Verschleisse, vor dem Herunterhämmern, zu bewahren und es so lange ohne wesentliche Ausbesserung betriebsfähig zu erhalten, bis die ganze Weiche verschlissen ist, so wäre das Ziel erreicht.

Der Brückendrehstuhl hat bisher alle Erwartungen erfüllt. In den Werkgleisen des Bochumer Vereines liegt eine Weiche mit Brückendrehstuhl seit etwa 4,5 Jahren unter stärkstem Verkehre mit Staatsbahn- und Werk-Wagen. Trotz starker Abnutzung aller Schienen der Weiche hält der Brückendrehstuhl Stand. Die Fahrbahn am Drehstuhle, namentlich der Stofs, liegen noch ganz unverändert in gleicher Höhe mit den anderen Schienen der Weiche, von dem bekannten Herunterhämmern

des Stosses am Drehstuhle ist nichts zu sehen. Keinerlei Nachhülfe, keine Ausbesserung ist bisher nötig gewesen.

In den Staatsbahngleisen in Oldenburg liegt eine doppelte Kreuzungsweiche mit Brückendrehstühlen seit etwa 1,5 Jahren unter starkem Bahnhof- und Verschiebe-Verkehre. Sie hält sich durchaus einwandfrei, von den Befürchtungen, die hinsichtlich der neu eingeschlagenen Wege laut geworden sind, hat sich keine als begründet erwiesen.

Von berufener Seite geäußerte Bedenken sollten immer als wertvolle Hinweise auf vermutete Mängel angesehen werden. Wenn solche Befürchtungen aber durch die Erfahrungen als unbegründet erkannt werden, so geht die Bauart um so wertvoller aus der Prüfung hervor.

Abb. 1, Taf. 36 und Abb. 1 bis 6, Taf. 37 stellen die neueste Anordnung des Brückendrehstuhles dar, die mit Genehmigung des Reichsverkehrsministerium in Gleisen der Reichsbahn erprobt werden soll. Nach diesem Entwurfe sind vom Bochumer Vereine für Bergbau und Gußstahlfabrikation in Bochum zwei einfache Weichen angefertigt worden, die in der Nähe des Bahnhofes Bonn verlegt worden sind. Zungen und Schienen sind in unmittelbarer Nähe des Stosses, wo sie die härtesten Schläge der Räder aufzunehmen haben, an ihren Standflächen und Stegen von allen Löchern und Anbohrungen verschont geblieben, Anstauchen, Aufschumpfen und Wiedererwärmen an den Enden der Zungen- und Fahr-Schienen sind vermieden.

Die neue Weiche ist für alle Zwecke, für alle Spitzenverschlüsse und für alle Arten von Stellwerken gleich gut geeignet, sie erhöht die Sicherheit des Betriebes und erfordert für Erhaltung nur geringe Ausgaben.

Der Bochumer Verein erteilt alle etwa gewünschte Auskunft über die Neuerung.

Holztränke in Minneapolis*).

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel 37.

Die neue, der Walsh-Schwellen-Gesellschaft in Minneapolis, Minnesota, gehörende Holztränke in Gilkey 12 km von

*) Railway Age 1922 I, Band 72, Heft 18, 6. Mai, S. 1063, mit Abbildungen.

Minneapolis liegt so, daß sie für alle in die »Zwillingsstädte« einfahrenden Eisenbahnen leicht zugänglich ist. Die Anlage (Abb. 7, Taf. 37) nimmt gegenwärtig ungefähr 40 ha eines 115 ha großen Geländes für Tränkezwecke der Gesellschaft ein. Sie

umfasst eine Schwellentränke für mehr als 1 Million Schwellen jährlich, eine Tränke für Maste der Luftleitungen und ein Werk zum Sägen, Spalten und Beschneiden von Gitterpfosten. Die Gleisanlage besteht aus elf regelspurigen Gleisen, die an beiden Enden mit einem nach dem Umladebahnhofe Minnesota führenden Gleise und zur Verbindung der verschiedenen Anlagen an passenden Stellen unter einander verbunden sind, und aus vier Schmalspurgleisen in dem für die Behandlung der Schwellen bestimmten Teile des Bahnhofes, die zwischen den Regelspurgleisen liegen und an einem Ende so verbunden sind, daß sie unabhängig von diesen betrieben werden können. Alle Anlagen sind durch Kabel eines Abspanners nahe der Schwellentränke verbunden. Diese liegt am westlichen Ende des Bahnhofes, an der Nordseite des für die Behandlung der Schwellen bestimmten Teiles. Sie umfaßt ein Tränkhause, eine 152 m lange Ladebühne für Kleinwagen, einen schmalspurigen Lokomotivschuppen mit zwei Ständen und Dreherei, eine Versuchsanstalt, ein Lagerhaus und Vorratbehälter für die Tränkflüssigkeiten. Die Ladebühne liegt grade vor dem Tränkhause in der Linie eines der Schmalspurgleise, das sich beim Erreichen der Bühne in drei über diese und dann nach dem Tränkhause führende gleichlaufende Gleise teilt. Die in Höhe der Bühnen bordloser Wagen liegende Ladebühne wird auf jeder Seite durch ein von dem nächsten Regelspurgleise abzweigendes Stumpfgleis bedient; die drei Schmalspurgleise nehmen beim Verlassen der Bühne in Richtung des Tränkhause eine Weichenverbindung auf, durch die an einer Seite der Bühne beladene Kleinwagen nach der gegenüber liegenden Seite des Tränkhause gebracht werden können. Dieses hat zwei 1,83 m weite, 37,5 m lange Tränkkessel und Platz für einen dritten, zwei 4,27 m weite, 6,4 m hohe Arbeitbehälter, einen 6,1 m weiten, 6,1 m hohen und einen 12,2 m weiten, 12,2 m hohen Vorratbehälter ausen neben dem Tränkhause an einer Seite der nach diesem führenden Gleise. zwei Druckpumpen, zwei Luftprefspumpen, eine Luftsaugpumpe, zwei Teerölpumpen, eine Feuerpumpe und eine Zinkchloridpumpe. Zum Bewegen der Hölzer nach und aus den Tränkkesseln und im Schwellen-Lagerhofe dienen eine 21 t schwere Dampflokomotive, 150 Kleinwagen und eine ortsfeste elektrische Winde an der schmalspurigen Weichenverbindung zwischen Ladebühne und Tränkhause. Die Dreherei unweit des Tränkhause ist durch eine Abzweigung von einem der nach diesem führenden Schmalspurgleise zugänglich. Dampf zum Betriebe der Pumpen in der Schwellentränke, zum Erhitzen der Tränkflüssigkeiten in Schwellen- und Mast-Tränke und zum Heizen der Gebäude wird von einem nahen Krafthause, Wasser für dieses und zum Feuerschutze aus einem eisernen Hochbehälter für 227 cbm neben dem Tränkhause bezogen. Das 14,63 m breite, 16,46 m lange, 12,8 m hohe Krafthaus hat vier Kessel für je 150 PS Leistung. Es wird durch ein von einem Regel-

spurgleise abzweigendes Stumpfgleis bedient, das in einem hoch liegenden hölzernen Gerüste hinter dem Gebäude zum Kippen der Kohlenwagen endigt. Der Wasserbehälter wird von einem 138 m tiefen Brunnen in einiger Entfernung vom Bahnhofe gespeist, aus dem das Wasser durch ein Prefsluft-Hubwerk für 3,4 cbm/min gepumpt wird, das mit der Feuerpumpe im Tränkhause Feuerschutz für alles Eigentum innerhalb 60 m vom Tränkhause und für die Beamtengebäude gewährt.

Die Masttränke zwischen zwei Regelspurgleisen mit 20,12 m Mittenabstand besteht aus zwei Einheiten mit gemeinsamem, 8,23 m weitem, 9,14 m hohem Vorratbehälter für 590 cbm Teeröl. Jede Einheit hat einen 4,27 m weiten, 6,1 m hohen Arbeitbehälter für 136 cbm, drei versenkte Tauchgruben mit Heizschlangen auf Sohle und Seiten und hölzernen Gestellen über dem Erdboden zum Stützen der Maste in aufrechter Stellung beim Tränken der dicken Enden, und einen elektrischen Kran zum Verladen oder sonstiger Handhabung der Maste. Die 3,05 x 6,7 m großen, 3,35 m tiefen Gruben fassen je eine Wagenladung Maste, so daß die ganze Anlage sechs Wagenladungen gleichzeitig tränken kann. In einem Raume unter den Gruben jeder Einheit befinden sich je zwei durch eine Triebmaschine für 240 PS getriebene Schleuderpumpen mit 250 Umläufen in 1 min, die in irgend einer, oder allen Gruben ständigen Teerömlauf erhalten können und die Kühlung des Teeröles von heifs auf kalt in 3 min ermöglichen. Für die Handhabung der Maste ist aufer den elektrischen Winden ein Lokomotivkran vorhanden; die Anlage hat ferner eine Stechmaschine zum Herstellen von Löchern in den Masten. Mit dieser ist ein 150 m langer Rollweg verbunden, auf dem bei der Stechmaschine von Wagen entladene Maste unmittelbar nach den Tränkgruben gebracht werden können.

Das Pfostenwerk in einiger Entfernung von Schwellen- und Mast-Tränke ebenfalls zwischen zwei Regelspurgleisen mit 20,12 m Mittenabstand wird durch drei elektrische Triebmaschinen betrieben. Die Maste werden von den Wagen unmittelbar auf ein Förderband geladen, das sie nach den Sägen bringt, wo die Enden beschnitten werden. Darauf werden sie in verschiedene Größen getrennt, dann in Körbe fallen gelassen, die durch einen Lokomotivkran gehandhabt und im Bahnhofe zum Lagern entladen oder in Kleinwagen zur Tränkung geladen werden, zu diesem Zwecke ist eine Weichenverbindung nach dem Gleise neben der Schwellentränke vorgesehen.

Auferhalb des Bahnhofes an einem Ende sind drei Wohnhäuser für Beamte, eine vereinigte Küche und Speisehalle und ein Wasch- und Bade-Haus errichtet. Die Speisehalle für 125 Menschen hat ein Kühl- und Eis-Haus. Die Gebäude haben eine Entwässerung mit Abfluß nach einem keimfreien Behälter und über ein Rieselfeld verteilten Entwässerungsrohren.

B—s.

„Packan“.

Vorrichtung zum Waschen der Schienen an den Triebrädern der Lokomotiven*).

Lückhoff, Ingeniör in Braunschweig.

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 10 auf Tafel 36.

Die früher**) beschriebene, inzwischen weiter vervollkommnete Einrichtung »Packan« erweist sich den Sandstreuern aller Art in Bedienung, Erhaltung, Billigkeit und Wirkgrad überlegen. Die besten Sandstreuer sind nur Notbehelfe, sie arbeiten trotz peinlichster Sorgfalt der Bedienung nicht völlig sicher, teilweise auch nur einseitig, so daß die Stopfbüchsen die Lager der Achsen und Stangen und die Teile der Steuerung vergleichsweise schnell leiden. Bei der Einrichtung »Packan« findet die Lokomotive auf den viermal in voller Breite des Kopfes gewaschenen Schienen metallisch reine Angriffsflächen,

alle Achsen greifen gleichmäfsig ohne Stofs und Ruck an. Die Zuglast wird daher unter Schonung des Oberbaues und der Fahrzeuge mit geringerm Widerstande befördert, als wenn die Schienen mit Sand bestreut sind. Eine so ausgerüstete Lokomotive hat mit Ausnahme einer Zwischenausbesserung von 18 Tagen über ein Jahr ununterbrochen Dienst geleistet. Die mit der ursprünglichen Gestaltung der Einrichtung vom Eisenbahn-Zentralamte, Berlin, unternommenen Versuchfahrten auf der Strecke Arnstadt-Oberhof haben ergeben, daß es bedenklich war, dem Kessel zur Zeit größter Beanspruchung Wasser zu entnehmen. Diesem Einwurfe ist nun dadurch Rechnung getragen, daß Tenderwasser zum Waschen der Schienen verwendet wird. Nach Abb. 6 und 7,

*) Gesetzlich geschützt.

**) Organ 1921, S. 183.

Taf. 36 wird das Tenderwasser durch die Fahrpumpe angezogen, durch den Vorwärmer in die gegen das Kesselventil mit einem Kugel-Rückschlagventile c gesicherte Druckleitung b, durch den Anstellhahn d des »Packan« nach der Hauptleitung e, und von hier durch die Zweigleitung f nach den Verteilkästen g (Abb. 8 bis 10, Taf. 36) und zum Flachspritzer i gedrückt. Das mit der Leitung der Fahrpumpe verbundene und durch das Rückschlagventil e gesicherte Ventil a kann für den Fall des Versagens der Fahrpumpe als Notbehelf offen bleiben. Da die Fahrpumpe etwas höhern Druck hat, als der Kessel, wird das Kesselwasser durch das Rückschlagventil zurückgehalten. Das durch den Vorwärmer auf etwa 150° vorgewärmte Tenderwasser kommt daher geräuschlos und ohne Entwicklung eines störenden Dampf-schleiers zu freier Wirkung: durch den gekrümmten Flachspritzer

auf die Fläche zwischen Rad und Schiene spritzend, gewährleistet es das Anfahren zu jeder Zeit.

Zur Zeit der Versuche in Arnstadt auf einer steten Steigung von 20‰ und durch den 3,3 km langen Tunnel bei Oberhof haben auch im badischen Schwarzwalde mit preussischen Lokomotiven Versuche auf derselben Steigung durch 33 Tunnel mit bestem Erfolge stattgefunden.

Nach diesen günstigen Ergebnissen unter Ausschaltung allen Sandstreuens hat das Maschinenamt Villingen für diese schwierige Strecke zwei weitere G-Lokomotiven mit der »Packan«-Vorrichtung ausrüsten lassen. Auch mehrere Werke haben die Vorteile der Vorrichtung als genügend erkannt, um die Kosten der Anbringung zu begründen: so hat die Ilse der Hütte bei Peine zwanzig Lokomotiven mit »Packan« ausgerüstet.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Messung von Spannungen mit Lichtbildern.

E. G. Coker, vor der „Institution of mechanical Engineers“, 14. Juni 1922.

(Engineering 1922 I, Band 113, 16. Juni, S. 756, mit Abbildungen.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 14 auf Tafel 37.

E. G. Coker*) hat elastische Untersuchungen mit Lichtbildern ausgeführt, mit neuen Vorrichtungen**) zum Messen der Spannung in durchscheinenden Nachbildungen. Abb. 8 und 9, Taf. 37 zeigen die Linien der Hauptspannungen und die Spannungen am Umriss des eingreifenden Zahnes eines Zahnrades mit größten Werten an Wurzel und Flanke.

Ein früherer Vergleich***) von Coker ergibt, daß die Verteilung der Spannung in einer Zementprobe sehr verwickelt sein muß. Abb. 10, Taf. 37 zeigt die Linien der Hauptspannungen der britischen Regel-Zementprobe; die Drucke der vier Griffe erzeugen ein verwickeltes Spannungsnetz, das außer durch Versuch kaum entwirrt werden könnte. Bei früheren Versuchen von Coker*) konnte die Verteilung der Spannungen nicht vollständig gemessen, aber der Unterschied der Längs- und Quer-Spannung p und q im mittlern Querschnitt und dadurch das Verhältnis der größten Spannung in diesem zur mittlern angewendeten Belastung festzustellen versucht werden, da q an jeder nicht durch die Griffe berührten Stelle des Umrisses = 0 sein muß. Die so gemachten früheren Messungen (Abb. 11, Taf. 37) zeigen, daß diese größte Spannung ungefähr 1,75 mal so groß ist, wie die mittlere. Diese Messungen wurden kürzlich wiederholt und erweitert, so daß man jetzt eine bessere Vorstellung der wirklichen Verteilung der Spannung im mittlern Querschnitt jeder Probe gewinnen kann. Abb. 12, Taf. 37 zeigt diese Verteilung für die britische Regel-Zementprobe bei 35 kg/qcm mittlerer Spannung. Der größte Wert der Zugspannung p am Umriss ist 61 kg/qcm, oder 1,74 mal so groß, wie die mittlere, in der Mitte sinkt sie auf 28,5 kg/qcm, oder etwas mehr, als 80% des Durchschnittes. Die Querspannung steigt schnell von 0 am Umriss auf ungefähr 16,5 kg/qcm für die mittleren sechs Zehntel des Querschnittes, so daß die Art der Belastung und die Gestalt der Probe eine Querspannung von 47% der durch den Zug entstehenden mittlern Spannung hervorruft. Wie auch farbige Bänder auf der Nachbildung zeigen, enthält daher ein Glied dieser Gestalt nicht reinen Zug. Die französische Regel-Zementprobe hat dieselbe Art der Verteilung, aber in ausgesprochenerer Gestalt, besonders wegen der kreisförmigen Auszackungen in der Einschnürung. Abb. 13, Taf. 37 zeigt die Verteilung für diese Probe bei 33 kg/qcm mittlerer Spannung. Die größte Zugspannung p ist ungefähr 70 kg/qcm, oder 2,13 mal größer, sie sinkt in der Mitte auf 21 kg/qcm, oder 64% des Durchschnittes. Die Quer-Zugspannung erreicht ihren größten Wert nahe den Enden des Querschnittes und hat einen etwas geringern Kleinstwert in der Mitte von ungefähr 18 kg/qcm, oder 55% des angewendeten durchschnittlichen Zuges, und nicht viel weniger, als die Längs-Zug-

spannung in der Mitte. Der für den Bruch bestimmte Querschnitt der Zementprobe hat daher ein sehr verwickeltes Spannungsnetz, wenn ein ähnliches in der wirklichen Probe herrscht, sind kaum maßgebende Schlüsse auf die reinen Zug-Eigenschaften von Zement aus ihr zu ziehen. Die Ungleichmäßigkeit der Verteilung der Spannung über den Querschnitt ist lange bekannt, Durant Claye†) hat eine auf einfachen Grundlehren fußende, sinnreiche Näherung durch eine Verteilungslinie mit ausgesprochenen Größtwerten an den Enden des Querschnittes vorgeschlagen.

Die Spannung in einer alten Zementprobe ist wahrscheinlich derselben Art, wie in durchscheinenden Nachbildungen, da alter Zement vollkommen elastisch ist. Dies zeigt sich dadurch, daß Schallschwingungen schnell durch Zwischenwände und Fußböden aus Zement fortgepflanzt werden, ferner ist solcher Zement vollkommen wärme-elastisch ††). Letztere Eigenschaft hat jedoch frisch geformter Zement nicht oder nur unvollkommen, am Ende einer Woche oder eines Monats geprüfte Stücke haben also nicht dieselbe Art der Spannung, wie durchscheinende Nachbildungen. Sie sind wahrscheinlich halb elastisch, wobei die Verteilung der Spannung weniger ungleichmäßig ist; die nach Versuchen mit elastischen, also alten Körpern getroffenen Maßnahmen werden demnach allen Anforderungen genügen. Das Haupthindernis der zwischenstaatlichen Gleichheit der Zementprüfung liegt in der verschiedenen Gestalt der Proben. Um diese Schwierigkeit zu überwinden, ohne die vorhandenen Prüfmaschinen verwerfen zu müssen, schlägt Coker vor, zu prüfen, wie weit Gleichförmigkeit der Prüfung dadurch erlangt werden kann, daß man in jedem Falle die bestehende Gestalt der Enden beibehält und in der Mitte einen geraden Teil einschaltet, der nur so lang ist, daß die Spannung im mittlern Teile eine gleichförmige Zugspannung ist. So wird bei der britischen Regelprobe mit eingefügter bestimmter gerader Länge T (Abb. 14, Taf. 37) der Teil mit reiner Zugspannung sogleich durch die unter 0° geneigten Linien der Spannung begrenzt. Wenn die Länge T durch Versuch ermittelt ist, kann der Länge reinen Zuges leicht jede für wünschenswert gehaltene Größe gegeben werden, und dies braucht nur ein Bruchteil eines Zentimeters zu sein. Durch weiteren Versuch muß dann die Verteilung der Spannung in der Einschnürung der Zementprobe bei verschiedenem Alter gefunden und die verbindenden Bogen müssen so bestimmt werden, daß längs dieser eine Häufung der Spannung verhütet wird. Wenn durch Messungen festgestellt werden kann, daß jede so verlängerte Probeart unter der Last dieselbe seitliche Zusammenziehung hat, wird auf gleichförmigen Zug im mittlern Teile zu schließen sein. Dies wurde schon bei einer Nachbildung der in Abb. 14, Taf. 37 dargestellten Gestalt gefunden. So brauchten nur die gegenwärtig verwendeten Formen geändert zu werden, um nicht nur Gleichförmigkeit beim Vergleiche der Ergebnisse, sondern auch eine wirkliche Zugprobe von Zement zu erlangen, was unter den bestehenden Verhältnissen wegen der veränderlichen Zugspannung in der Einschnürung und dem Mangel der Übereinstimmung dieser

*) Organ 1921, S. 80.

**) Engineering 1922 I, Band 113, 5. Mai, S. 561 und 564.

***) The distribution of stress at the minimum section of a cement briquette. By E. G. Coker. International association for testing materials, New York congress, 1912.

†) Annales des Ponts et Chaussées 1895, Band 9, Reihe 7, Juni.

††) The relation of thermal change to tension and compression stress, by E. G. Coker and C. M. Mc Kergow. Transactions, Royal Society of Canada, 1904.

Veränderlichkeit bei Proben verschiedener Gestalt noch nie erreicht wurde.

B—s.

Hansa-Kanal.

(L. Plate, Verkehrstechnik; Zeitschrift deutscher Architekten und Ingenieure 1922, 17. Jahrgang, Heft 16, 20. April, S. 62, mit Abbildung.)
Hierzu Zeichnung Abb. 15 auf Tafel 37.

Der von L. Plate zu Bremen vorgeschlagene Bramsche-Achim-Kanal (Abb. 15, Taf. 37) zweigt bei Bramsche 184 km vom Rheine vom Mittellandkanale ab. Wenige Kilometer hinter der Abzweigung liegt eine Schleuse zwischen der Haltung des Mittellandkanales mit + 50,3 m über NN und dem im Sommermittel 13 m tiefer liegenden Dümmer-See. Östlich von Syke wird der Spiegel auf + 18,3 m über NN gesenkt, weil die Linie bei Okel den Westrand der Weser-niederung erreicht. Kurz vorher zweigt ein 10 km langer Kanal zur Weser bei Dreye ab, der eine Schleuse zum Abstiege auf die Stauhöhe des Bremer Wehres erhält und die Verbindung nach Bremen und der Unterweser herstellt. Die neue Kanallinie ist bis zur Einmündung in die Weser 92 km lang. Der zur Elbe führende Hauptkanal erreicht nach Überschreitung der Weser auf einer Brücke den jenseitigen Höhenrand bei Achim. Hier ist eine Aufstiegschleuse von der Weser vorgesehen, die den Verkehr zwischen Ober- und Unter-Weser und Hamburg vermitteln soll. Der Kanal überschreitet dann die Wümmeniederung bei Ottersberg und läuft an Zeven und Harsefeld vorüber nach Horneburg am Südrande der Elbeniederung. Eine kurze Strecke oberhalb dieses Ortes wird der Hauptkanal auf + 2,3 m über NN zum dritten Male gesenkt. Dies entspricht der Stauhöhe der Este bei Buxtehude, die der Kanal spiegelgleich kreuzt. Der Hauptkanal erreicht das Hafengebiet von Hamburg und Harburg nach 190 km Länge bei Moorburg an der Süderelbe. Vorher liegt im Winterdeiche die vierte Schleuse des Hauptkanales mit geringem Gefälle, die hauptsächlich den Flutwechsel der Elbe vom Kanale fernhalten soll. Bei Horneburg zweigt ein 14 km langer Kanal nach der Schwinge bei Stade ab zur Verbindung nach der Unterelbe und

über den Nord-Ostsee-Kanal nach Kiel. Die Verbindung nach Lübeck führt elbeaufwärts nach Lauenburg und von dort über den vorhandenen Elbe-Trave-Kanal.

So verbindet dieser „Hansa-Kanal“ alle drei Hansastädte mit dem westdeutschen Gewerbegebiete. Nach Bremen ist zwar der Weg 8 km, nach den Unterweserhäfen 18 km länger, als auf dem von Bremen vertretenen Bramsche-Stade-Kanale über Bremervörde mit spiegelgleicher Kreuzung der Weser, aber 109 oder 55 km kürzer, als über den von Oldenburg verfochtenen Küsten-Kanal, der nach Erreichung der Weser über Bremervörde zur Elbe bei Stade führen soll. Für Hamburg werden gegen den Bramsche-Stade-Kanal 30 km, gegen den von Hamburg ins Feld geführten, von Hüh bearbeiteten Hoya-Kanal von Bramsche nach Hamburg mit Seitenkanal von Hoya nach Dreye und Anschlußkanal nach Hannover 16 km Wegverkürzung erreicht. Für Lübeck ist zwar der Weg gegen letztern Kanal 10 km länger, aber 80 km kürzer, als über den von Lübeck nach dem Vorschlage von Rehder verfolgten Nord-Süd-Kanal von Lauenburg und Hamburg über Lüneburg und Ülzen zum Mittellandkanale bei Braunschweig.

Die Baukosten des Hansa-Kanales mit Zweigkanälen sind zu 120—130 Millionen \mathcal{M} mit Vorkriegspreisen veranschlagt. Sie sind zwar 10 bis 20 Millionen \mathcal{M} höher, als die des Bramsche-Stade-Kanales, die Mehrkosten werden aber durch die großen Vorzüge, freie Überführung über die Weser, Verbindung mit der Oberweser, geringe Anzahl der Schleusen und Verkürzung des Weges nach Hamburg, gerechtfertigt. Die Linie ist allen anderen Verbindungen zum Ruhrgebiete überlegen. Ähnliches gilt auch für die Verbindung nach Hannover, die über die ausgebaute Weser und einen Abkürzungskanal von Nienburg in die Gegend von Wunstorf erfolgen kann. Die vom Ruhrgebiete ausgehenden Bestrebungen zur Einigung aller Hauptbeteiligten auf den Hansa-Kanal haben das Ruhrgebiet, Hamburg, Bremen, Hannover und Lübeck zu gemeinsamer Arbeit zur Verwirklichung dieser Linienführung zusammengeführt.

B—s.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Neuzeitige Wagenwerkstätten.

(Railway Age, November 1921, S. 890. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 11 auf Tafel 38.

Auch in Amerika hat die Entwicklung der Wagenwerkstätten mit der starken Vermehrung der Güterwagen nicht gleichen Schritt gehalten. Herabminderung der Kosten für die Erhaltung der Wagen und Erhöhung der Werkstatteleistung ist auch dort dringendes Erfordernis, wozu die Quelle durch Angaben über die zweckdienliche Ausgestaltung der Wagenwerkstätten, Auswahl und Anordnung der geeigneten Werkzeugmaschinen und Werkzeuge beitragen will. Nach Abb. 9 bis 11, Taf. 38 werden Beispiele eihiger Hallen gleicher Aufnahmefähigkeit mit Längs- und Quer-Ständen gebracht, die unter einem Dache die Richtstände und Zubringerwerkstätten umschließen. Die dargestellten Werkhallen können je 26 Güterwagen von je 18,3 m ganzer Länge aufnehmen.

Der Vergleich der Hallen mit Längsständen spricht zu Gunsten der mit zwei Schiffen versehenen (Abb. 11, Taf. 38), da statt schwerer Kräne mit großer Spannweite kürzere und leichter bewegliche verwendet werden können. In dieser Beziehung ist diese Halle auch im Vorteile gegenüber der mit Querständen nach Abb. 9, Taf. 38, da die schweren Einzelkräne durch leichtere Doppelkräne ersetzt werden, die auch einzeln arbeiten können. Sehr vorteilhaft sind feste oder versetzbare Auslegerkräne mit etwa 6,0 m Ausladung und 1 t Tragfähigkeit an den Dachstützen. Als Höhe bis Unterkante Dachbinder sind 9,7 bis 10,0 m, bis Lauffebene der Kranbahn 7,6 m ausreichend. Der Fußboden wird mit Holzpfaster belegt. An jedem Arbeitstande sind Anschlüsse für Prefsluft, Gas für Schweißzwecke und elektrischen Strom vorzusehen. Wasch- und Speise-Räume sollen besonders angelegt werden.

Von derartigen geschlossenen Hallen kann erheblich bessere Arbeit und höhere Leistung erwartet werden, als von den vielfach noch offenen und unzulänglichen Arbeitstätten.

A. Z.

Anlage zum Auswaschen von Lokomotivkesseln.

(Génie civil, März 1922, Nr. 10, S. 236. Mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel 36.

Die französische Nordbahn hat beim Wiederaufbaue ihrer im Kriege zerstörten Lokomotivstellen mehrfach die seit 1912 in Italien

erprobten Anlagen nach Micheli eingebaut, die Wasser zum Auswaschen und Auffüllen von Lokomotivkesseln unter Ausnutzung der bei der Ankunft im Schuppen vorhandenen Kesselwärme liefern. Nach Abb. 11, Taf. 36 wird der Lokomotivkessel mit der Leitung a in Verbindung gebracht. Der heiße Inhalt des Kessels fließt dann durch die Röhrenvorwärmer b und das Filter d in den Behälter i, wo er seine Wärme bis auf etwa 60° an die Rohrschlangen e abgibt. Das Frischwasser durchläuft zuerst diese Schlangen, erwärmt sich hierbei auf etwa 40°, weiter die Vorwärmer b, in denen die Wärme auf etwa 80° steigt, und wird dann im Behälter g gesammelt. Das warme Frischwasser in g wird zum Wiederauffüllen der Kessel, das gefilterte Warmwasser in i zum Auswaschen benutzt; hierzu sind sorgfältig geschützte Verteilleitungen durch den ganzen Lokomotivschuppen geführt und mit Anschlüssen an jedem Stande versehen, neben denen auch noch Anschlußhähne für die Leitung a und für die Entnahme von Dampf vorgesehen sind. Zum Auswaschen dient die Pumpe m, die im Zwischenbehälter h' eine Pressung von 8 at erzeugt und beim Überschreiten dieses Druckes durch den Schwimmer m', der den Anlasser betätigt, stillgesetzt wird. Die Pumpe n mit der Schwimmerregelung n' und dem Druckkessel h dient zum Füllen der Kessel. Zwei Kreiselpumpen f treiben das Frischwasser durch die Vorwärmer b und ein Regler c bringt den Zufluß von frischem Wasser in das richtige Verhältnis zu dem aus den Kesseln ablaufenden Wasser. Die Anlage nutzt bis zu 93% der im Lokomotivkessel enthaltenen Wärme aus, wäscht und füllt täglich 10 bis 20 Kessel. Das Verfahren spart 150 bis 200 kg Kohlen für jede Lokomotive, die sonst zum Anwärmen des Auswasch- und Füll-Wassers nötig sind, sie spart Zeit und schont den Kessel. Für die Bedienung genügt ein Mann.

A. Z.

Lokomotivschuppen der Zentralbahn von Georgia in Columbus.

(G. W. Tutan, Railway Age 1922 I, Band 72, Heft 8, 25. Februar, S. 463, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8 auf Tafel 38.

Die Zentralbahn von Georgia hat kürzlich einen Lokomotivschuppen (Abb. 7 und 8, Taf. 38) in Columbus vollendet, der 15 je 36,9 m lange Stände in Ringform, Kraftwerk, Dreherei, Schmiede und Kesselschmiede enthält. Er dient hauptsächlich zur Unterbringung

und Ausbesserung von 280 t schweren 1 C + C1-Lokomotiven. Die 44,7 m betragende Entfernung von der Mitte der Drehscheibe bis zu den Mitten der Torpfeiler, bei der die benachbarten Schienen der Stände am Rande der Drehscheibe zusammentreffen, gibt die kleinste Dachfläche für 3,96 m lichte Torweite. Der Grundriß wurde teils durch den Bauplatz, teils durch die Erfahrung mit einem so gestalteten andern Lokomotivschuppen der Bahn bestimmt, bei dem die Lage der Werkstätte unter einem Dache mit dem Schuppen Ersparnisse und bessere Aufsicht ergab. Vier Stände werden jetzt zusammen mit dem dreieckigen Teile für Werkzeugmaschinen verwendet. Am nördlichen Ende sind Gründungen für spätere Erweiterung um neun Stände vorgesehen. Der Schuppen hat dreischiffigen Querschnitt mit Aufbau. Er besteht aus bewehrtem Grobmörtel; Dachtafeln, Quer- und Längs-Träger sind in einem Stücke gegossen, ausgenommen wo die Verbindungen dies verhinderten, sie ruhen auf Pfeilern aus bewehrtem und Gründungen aus einfachem Grobmörtel. Der Überbau über Werkstätte, Schrank- und Dienst-Räumen hat dieselbe Bauart. Das Kraftwerk neben der Dreherei hat eine Dachtafel aus Grobmörtel auf eisernen Fachwerkträgern und Pfetten. Das Dach über Lokomotivschuppen und Werkstätte ist durch einen Überzug von Baumwollsamengummi, das über Kraftwerk, Dienst- und Schrank-Räumen durch dreifache, mit Baumwollsamengummi geklebte Filzdeckung gedichtet. Durch Verwendung von Filzkehlen, guß- und schmiedeeisernen Regenleitungen und kupfernen Lüftern ist Eisenblech vermieden.

Dreifache Klappfenster mit schmalen Backsteinpfosten füllen die Öffnungen zwischen den Grobmörtelpfeilern in der äußeren Mauer. Sie sind mit klarem Glase verglast, die oberen und unteren gegengewogen. Die oberen Teile der Drehtore zwischen den Pfeilern des innern Ringes sind verglast. Klappfenster füllen die Öffnungen zwischen den Pfeilern des Aufbaues über Lokomotivständen und Dreherei, feste Fenster und hölzerne Schrägbrettchen abwechselnd die Öffnungen zwischen den Pfeilern des Aufbaues über der Schmiede. Über jeder Arbeitgrube an den Querträgern des Daches hängende gußeiserne Rauchfänge mit $1,4 \times 3,66$ m großen Haubenöffnungen führen die Lokomotivgase. 559 mm weite schmiedeeiserne über den Schmiedefeuern in der Schmiede die Schmiedegase ab. An den Pfeilern zwischen allen Ständen sind Steckanschlüsse für tragbare Lampen und Kraft angeordnet. Licht- und Kraft-Drähte sind in metallenen, in den Grobmörtel des Bauwerkes gebetteten Leitungen verlegt.

Die innen je 29,03 m langen Arbeitgruben bestehen aus einfachem Grobmörtel, die mit eisernen Stangen und alten Schienen bewehrte Sohle ist in Längsmitte 7,5 cm erhöht und entwässert an jedem Ende durch Stümpfe in die Kanäle. Für die Auflagerung der Schienen sind mit Teeröl getränkte Hölzer und Klötze aus Gelbkiefer auf die ganze Länge der Grubenmauern gebolzt. Am vordern

Ende jeder Grube sind gußeiserne Radfänger an den Schienen befestigt. Eine Senke für Triebachsen mit Preßluftwinde verbindet drei Arbeitgruben, so daß der längs des ganzen Mittelschiffes Lokomotivstände und Dreherei bestreichende elektrische Laufkran für 9 t die Achsen dreier Lokomotiven gleichzeitig aufnehmen kann. Eine Senke für Tenderachsen ist unter einem der Aufstellgleise außerhalb des Gebäudes angeordnet. Lokomotivschuppen und Werkstätte haben einen Fußboden aus 10 cm dicken, mit Teeröl getränkten Klötzen aus Gelbkiefer auf 3 mm dicker Pechschicht und 10 cm dicker, mit Drahtnetz bewehrter Grundlage aus Grobmörtel. Die Fußböden in den Dienst- und Schrank-Räumen und im Kraftwerke bestehen aus geputztem Grobmörtel mit metallischem Härtmittel. Der Fußboden zwischen den Arbeitgruben ist in der Mitte 2,5 cm erhöht und entwässert in die Gruben. Kraftwerk und Schrankräume haben mit Kanälen verbundene Wasserrinnen im Fußboden.

Die Drehscheibe hat einen 30,48 m langen, gegengewogenen Deckträger mit elektrischem Schlepper. Grubenmauer, Sohle und Königstuhl bestehen aus Grobmörtel. Benachbarte Schienen verbindende Futterstücke ruhen auf einem hölzernen Kranze auf der Grubenmauer.

Für Aschenförderung sind zwei doppelte Becherwerke aufgestellt. Bekohlanlage und Prüfgrube vervollständigen die Anlage.

Die Schrank- und Wasch-Räume für Arbeiter hinter der Kesselschmiede haben Einzel-Waschbecken und Brausen mit warmem und kaltem Wasser und eiserne Schränke, die für Lokomotivführer und Heizer neben der Dreherei ähnliche Ausstattung ohne Brausen außerdem Schreibtische, Bänke und Anschlagtafeln.

Preßluft-, Wasser- und Dampf-Rohre hängen an schmiedeeisernen, an die Querträger und Dachtafel aus Grobmörtel gebolzten Hängern. Fallrohre und Ventile sind an Pfeilern zwischen allen Arbeitgruben und in der Werkstätte angeordnet. Eine Schnelldrehbank für Triebräder bis 2,286 m Durchmesser und eine Drehbank für Laufräder bis 1,067 m Durchmesser sind bequem zu den Senken und Gleisen für Achsen angeordnet. Sie liegen mit anderen Werkzeugmaschinen der Dreherei unmittelbar unter dem sie bedienenden Laufkrane für 9 t. In der Werkstätte sind ferner Drehkräne vorgesehen.

Werkstätte, Schrank- und Dienst-Räume haben Niederdruck-Dampfheizung mit gußeisernen Heizkörpern an den Grobmörtelpfeilern und Backsteinmauern unter den Fenstern. Dampf liefert der Kessel im Kraftwerke. Im Kesselraume befindet sich eine aus Pumpen, Wasch-, Füll- und Schlamm-Behältern bestehende Anlage zum Auswaschen der Kessel mit Rohrleitungen und Fallrohren nach jedem Lokomotivstande. Strom für Licht und Kraft wird mit 11000 V von einem Wasser-Stromwerke bezogen und auf 440 V abgespannt.

B.—s.

Maschinen und Wagen.

Ventilsteuerung für Lokomotiven.

(Hanomag-Nachrichten, Februar 1922, Heft 100, S. 17; Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane 1921, S. 153. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 6 auf Tafel 38.

Die Ventilsteuerung hat sich für Lokomotiven, bisher in der Bauart Lentz, bewährt; eine neue von Caprotti in Mailand schlägt für den Antrieb andere Bahnen ein und vermeidet die äußere Schwingensteuerung vollständig. Nach Abb. 2, Taf. 38 wird die Drehbewegung der Gegenkurbel der Triebachse durch zwei Kegelradgetriebe auf eine quer über dem Schieberkasten liegende Welle A übertragen, die also gleiche Umlaufzahl mit der Triebachse hat. Auf dieser Welle sitzen drei unrunde Scheiben C, C¹ und S. Von diesen steuern C¹ und C je Öffnung und Schluß des Einströmventiles, S nur das Ausströmventil. Durch diese Trennung ist erreicht, daß Vorausströmung und Pressung unabhängig von der Füllung des Zylinders stets zu demselben Zeitpunkte beginnen. Man erhält also im Gegensatz zur Schwingensteuerung erheblich volligere Dampfschaulinien. Die Einströmventile werden durch einen Kniehebel betätigt, dessen eines Ende O auf einem zweirädrigen Gestelle mit den Rädern a und b ruht (Abb. 3, Taf. 38), davon rollt a auf der Scheibe C, b auf C¹. Da C und C¹ nicht starr mit einander gekuppelt sind, ist eine Änderung der Einströmung ohne die bei Schwingensteuerungen zwangläufige Änderung der Voreinströmung möglich. Die Welle A trägt nun auf ihrem mittlern Teile Schraubengewinde und hierauf zwei Scheiben B und B¹ mit Seitenrändern, die von den Ringen E und E¹ umschlossen sind. Werden diese durch

Drehen der Steuerwelle W von einander entfernt, so verstellen sie mit kleineren Hubstangen h und h', die durch entsprechende Schlitzte der Scheibe B und B¹ gehen, eine Verdrehung der Hubscheiben C und C¹ gegen einander. Hierdurch erreicht man einerseits Änderung der Füllung und schließlich Umsteuerung des ganzen Triebwerkes, also Vorwärts- und Rückwärts-Gang. Abb. 4 bis 6, Taf. 38 zeigen die unrunde Hubscheibe C und die von den Ringen E und E¹ umfaßten Scheiben B und B¹ mit den Schlitzten f und den hindurchtretenden Stangen. Das Getriebe sieht etwas verwickelt aus und erfordert genaue Arbeit, kann aber in Massen hergestellt werden, da für die verschiedenen Lokomotiven wenige Größen ausreichen. Der Antrieb von der Gegenkurbel aus hat sich bei der Probelokomotive bewährt. Die Dampfdruckschaulinien ergeben besonders für geringe Füllungen von 7 und 5% hohe Völligkeit. Die Voreinströmung ist gering, die Pressung setzt bei allen Füllungen ziemlich gleichmäßig ein. Letzterer Umstand ermöglicht Verringerung der schädlichen Räume und damit weitere Ersparnisse an Dampf. Die Versuche werden an einer 1 D. H. T. G-Lokomotive vorgenommen. A. Z.

Hülfssteuerung für Lokomotiven.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, April 1922, Nr. 15, S. 373. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 5 auf Tafel 36.

Eine besonders einfache Hülfssteuerung haben die 1921 für das bayerische Netz der Reichsbahnen beschafften E. G- und 2 C. P-Lokomotiven erhalten. Beide Bauarten haben vier Zylinder und

Umsteuerung mit Spindel, die bei der erstern im Führerhause, bei der letztern am Hebel auf der Umsteuerwelle angeordnet ist. Ein Hülfszylinder nach Abb. 2 und 3, Taf. 36. der am Lauffleche oder Gleitstabs-träger befestigt ist, wird durch Dampf oder Preßluft beaufschlagt und wirkt auf einen auf die Umsteuerwelle gekeilten Hebel, und zwar nur in einem Drehsinne der Steuerung. In der andern Richtung wirkt einfach das Gewicht der beim Verlegen der Steuerung sich senkenden Teile zur Erleichterung mit. Durch eine Zusatzfeder kann das Verstellen der Steuerung hierbei noch beliebig erleichtert werden.

Der Kolben des Umsteuerzylinders wirkt unmittelbar oder durch zwischengeschaltete Hebel auf die Umsteuerwelle. Seine Steuerung ist einfach und wirkt selbsttätig. Das Steuerhandrad ist auf der Spindel nicht fest, sondern nach Abb. 4, Taf. 36 auf einem Stummel mit Trapezgewinde um 120° drehbar. Das Rad macht dabei in Richtung seiner Achse einen Weg von 12,7 mm, wenn die Steigung des Gewindes 38 mm beträgt, Erst nach Drehung um 120° nimmt das Handrad die Steuerwelle mit. Der tote Weg von 12,7 mm wird benutzt, um den Steuerschieber des Hülfszylinders an einem um die Nabe des Steuerrades gelegten Ringe, der sich in einer Stange S fortsetzt, zu verstellen (Abb. 5, Taf. 36). Durch 15 mm weite Röhren tritt das Druckmittel in den Schieberkasten und in der vordern Stellung des Schiebers in den Zylinder. In der hintern Stellung des Schiebers ist das Druckmittel vom Zylinder abgesperrt und dieser durch den mittlern Schlitz im Schieberspiegel in Verbindung mit der Außenluft. Die Sperrklinke kann nur in der hintern Stellung des Schiebers in das Handrad eingelegt werden. Der Lokomotivführer sperrt somit durch das Einklinken selbsttätig das Druckmittel vom Hülfszylinder ab und entleert ihn. Die Umsteuerung springt in jeder Richtung sofort an. Der Betrieb mit Preßluft ist angenehmer, als mit Dampf, da Erwärmung und Einfrieren ausgeschlossen und Entwässerungen entbehrlich sind. Der Verbrauch ist geringer, als bei jeder andern Steuerung, da die Vorrichtung nur in einem Drehsinne der Steuerung wirkt.

Die von J. A. Maffei in München eingeführte Umsteuerung hat sich bewährt und ist auch für neue Lokomotiven wieder vorgeschrieben. A. Z.

B-Verschiebelokomotive mit Verbrenn-Triebmaschine.

(Génie civil, März 1922, Nr. 10, Seite 226; Engineer, April 1922, S. 476. Mit Abbildungen)

Hierzu Zeichnung Abb. 12 auf Tafel 38.

Aus den Werkstätten von Renault in Paris stammt eine B-Lokomotive für die Bedienung von Werkhöfen und Anschlussgleisen mit Antrieb durch eine Verbrenn-Triebmaschine für 60 PS. Nach Abb. 12 Tafel 38 ist der seitlich offene Führerstand über der Mitte des Rahmens angeordnet. Halbhohe Aufbauten vorn und hinten, wie sie sonst zur Unterbringung von Stromspeichern dienen, geben hier der Triebmaschine und den Vorräten Schutz. Die in der Längsachse des Fahrzeuges liegende Maschine M hat sechs Zylinder mit 110 mm Bohrung und 160 mm Hub in zwei Gruppen auf einem geschlossenen Kurbelgehäuse aus Aluminium. Die Triebachse aus Nickelstahl ruht in sieben Lagern aus Bronze mit Weißmetallschalen. Die Kolbenstangen sind aus Stahl im Gesenke geschmiedet, die Kolben aus schmiedbarem Gusse hergestellt. Die Ventile aus Nickelstahl sind unter Neigung gegen die Achse der Zylinder eingesetzt. Die Steuerwelle besteht aus einem Stücke. Die Nocken sind ausgearbeitet. Der Vergaser hat selbsttätig regelbare Luftzufuhr, er kann zum Reinigen leicht abgenommen werden. Der Magnetzünder ist im rechten Winkel zur Achse der Maschine angeordnet. Ein Flichkraftregler sichert den Regelgang mit 1200 Umläufen in 1 min. Der Röhrenkühler R in der Stirnwand des Aufbaues und das Lüftrad C auf der Triebwelle dienen zur Kühlung der Maschine. Der Getriebekasten enthält vier Geschwindigkeitsstufen und eine Umkehrstufe und sitzt unmittelbar über der Blindwelle E, deren Aufsenkurbeln die beiden Achsen antreiben. Das Getriebe kann von der Blindwelle abgeschaltet werden. Die Räder werden von beiden Seiten mit Hand gebremst. Ein kleiner Sandkasten vor jedem Rade ermöglicht das Streuen in jeder Fahrrichtung. Unter dem hintern Schutzkasten liegt eine Winde T mit senkrechter Trommel für ein 50 m-Seil, das durch die Lenkrollen p zum Heranholen von Wagen ausgebracht werden kann. Sie wird durch Kegelräder von der Hauptwelle angetrieben. Die Lokomotive hat auf der Wagerechten bei 4,1 und 19,2 km/st 2825 und 565 kg Zugkraft. A. Z.

Selbsttätige Zugsteuerung der Allgemeinen Eisenbahnsignal-Gesellschaft in Rochester, Newyork.

(Railway Age 1922 I, Band 72, Heft 9, 4. März, S. 521. mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 und 14 auf Tafel 38.

Die selbsttätige Zugsteuerung der Allgemeinen Eisenbahnsignal-Gesellschaft in Rochester, Newyork, beruht auf Induktion. Die Polflächen B und C des Empfängers A (Abb. 13, Taf. 38) am Drehgestelle des Tenders liegen ungefähr 5 cm über denen des Induktors F auf den Enden der Schwellen mit der Drosselspule G, die ungefähr 6 cm über Schienenoberkante liegen. Ein Schenkel des Empfängers trägt eine von einem Stromspeicher gespeiste Oberspule D, der Stromkreis der Unterspule E auf dem andern Schenkel enthält einen Stromspeicher und einen Magnetschalter H. Der gewöhnlich unveränderliche magnetische Fluß in der Unterspule hält den Stromfluß durch den Magnetschalter ebenfalls unveränderlich und die Stromschleifer des Magnetschalters geschlossen. Wenn die Lokomotive jedoch den Induktor bei offenem Stromkreise der Drosselspule G überfährt, verursacht er, den magnetischen Stromkreis des Empfängers teilweise vervollständigend, eine große Änderung des magnetischen Flusses in der Spule E, was eine genügende Änderung des Stromes ergibt, um den Magnetschalter zu öffnen, der dann das Anlegen der Bremsen verursacht. Wenn der Stromkreis der Spule G bei Durchfahrt der Lokomotive durch den Gleis-Magnetschalter der zu schützenden Blockstrecke geschlossen ist, wirkt diese Spule als Drosselung, die verhindert, daß sich der magnetische Fluß in der Unterspule des Empfängers erheblich ändert. Der Induktor ruht auf eichener Unterlage mit oberer Bedeckung aus Manganstahl. Der Empfänger ist mit dem ihn tragenden Stahlgüßkörper unmittelbar am Drehgestellrahmen des Tenders zwischen den vorspringenden Federn und Achsbüchsen befestigt. Er ist lotrecht einstellbar, um die Abnutzung der Räder auszugleichen.

Als Lokomotiv-Magnetschalter werden ein Ober- und ein Unter-Magnetschalter verwendet. Der besonders schnell wirkende Ober-Magnetschalter R¹ (Abb. 14, Taf. 38) verbraucht sehr wenig Strom. Der Unter-Magnetschalter R² braucht nicht schnell zu wirken, er hat starke, weite Unterbrechung gebende Kohlen an den metallenen Stromschleifern und gestattet, den durch das elektrisch gesteuerte Preßluftventil aufgenommenen Strom dauernd und erfolgreich zu verwenden. Das elektrisch gesteuerte Preßluftventil steuert einen Kolben, der unmittelbar mit dem Hebel des Führerventiles durch eine Vorrichtung verbunden ist, durch die sich das Ventil selbsttätig in die Stellung der Betriebsbremsung bewegt, ohne Gefahr des Überspringens in die Notstellung. Der Führer kann jederzeit die Notbremsung herbeiführen, oder eine selbsttätige Bremsung durch starken Druck gegen den Bremshebel abändern. Das Entweichen der Preßluft gestattet einer starken Winkelfeder in der Kolbenbüchse, den Bremshebel in die Betriebstellung zu bewegen. Die Feder ist so eingerichtet und geschützt, daß sie selbst gebrochen zuverlässig weiter arbeitet. Der selbsttätiges Anlegen der Bremsen gestattende Führer kann diese nur nach Halten des Zuges lösen. Die Rückstelltaste mit vorderen und hinteren Stromschleifern ist an der Seite des Tenders in dessen Längenmitte befestigt. Beim Versuche, sie in Lösestellung festzumachen, würde sie Anlegen der Bremsen bewirken, da man zum Lösen den Kolben zuerst eindrücken und dann in seine Grundstellung zurück kommen lassen muß. Bei Beachtung der Sichtsignale können Führer und Heizer die selbsttätige Bremsvorrichtung mit je einem für Bekundung der Benutzung eingerichteten Brems-Ausschalter ausschalten. Ein Brems-Ausschalter hat einen gewöhnlich geschlossenen und einen gewöhnlich offenen Stromschleifer. Letzterer wird durch Niederdrücken des Hebels geschlossen und verhindert dann das Anlegen der Bremsen, ersterer wird durch eine Zeitvorrichtung gesteuert, so daß er sich 10 sek nach Niederdrücken des Hebels öffnet, dessen Festmachen daher für Führer oder Heizer zwecklos wäre. Die beiden Brems-Ausschalter sind in Reihe geschaltet, so daß sie gleichzeitig bedient werden müssen, um Anlegen der Bremsen zu verhindern. Der Hebel des Heizers ist unter der linken, der des Führers unter der rechten Fensterschwelle angeordnet. Die Lokomotive hat einen Empfänger auf jeder Seite. Damit sie bei Fahrt auf dem falschen Gleise nicht unter Steuerung steht, wird ein durch eine Achse der Lokomotive oder des Tenders betätigter Umschalter verwendet, der so befestigt ist, daß die Drehrichtung der Achse die Vorrichtung auf der in der Fahrrichtung rechts liegenden Seite selbsttätig in Betrieb setzt.

Der Strom für die selbsttätige Bremsvorrichtung auf der Lokomotive kann unmittelbar vom Turbinen-Stromerzeuger, von einem unabhängig geladenen, oder von einem an den Turbinen-Stromerzeuger angeschlossenen Stromspeicher geringerer Leistung genommen werden, der mit dem üblichen Rückstrom-Magnetschalter versehen ist, um seine Entladung zu verhindern, wenn die Spannung des Turbinen-Stromerzeugers übermäßig fallen sollte. Der Betrieb der selbsttätigen Bremsvorrichtung erfordert dauernd ungefähr 25 W. Der Speicherstrom kann mit einem Ausschalter im Gehäuse der Magnetschalter ausgeschaltet werden, wenn die Lokomotive außer Betrieb ist.

Ein Zug kann ohne selbsttätiges Anlegen der Bremsen und ohne Verwendung von Brems-Ausschaltern bis zu einem „Halt“-Signal fahren, wenn die Ausrüstung der Lokomotive eine Zeitvorrichtung enthält, die so eingerichtet ist, daß die Bremsen nicht angelegt werden, wenn der Zug von einem Induktor bis zum nächsten mit genügend ermäßigter Geschwindigkeit fährt. Beim Erreichen des zweiten Induktors hat die Zeitvorrichtung ihren Stromkreis wieder geschlossen, so daß er kein Anlegen der Bremsen bewirken würde. Die Beschränkungen der Geschwindigkeit sind sofort beseitigt, wenn das vorliegende Signal ein günstigeres Zeichen gibt.
B—s.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Rollenstromabnehmer für elektrische Triebfahrzeuge.

Englisches Patent Nr. 173669 vom 12. November 1920 für R. J. Danson in Liverpool.

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel 38.

Zur Sicherung bessern Stromüberganges zwischen Fahrdrabt und Rolle des Stromabnehmers ist der Rollenkörper in zwei Scheiben

A und B gespalten, die durch Schraubenfedern zusammengedrückt werden, so daß der Draht ständig eingeklemmt wird. A. Z.

Bücherbesprechungen.

75 Jahre deutscher Brückenbau. Herausgegeben von der Gesellschaft Harkort, Duisburg, aus Anlaß ihres 50-jährigen Bestehens als Aktiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau, vormals Johann Caspar Harkort in Duisburg, 1922.

Das prächtig ausgestattete Gedenkwerk gibt ein Bild der Entwicklung des Unternehmens nicht durch geschichtliche Angaben, sondern durch eine überaus reiche Sammlung geleisteter Arbeiten aus dem Gebiete des Eisenbaues, namentlich des Brückenbaues, und zwar nicht bloß der ausgeführten, sondern auch vieler Entwurf gebliebener, nicht minder wertvoller. Aus der reichen Sammlung, die auch eine rein wissenschaftliche Abhandlung von Professor Kapsch in Graz über Nebenspannungen in Fahrbahnrosten enthält, leuchtet überall das bekannte Streben der Werkleitung nach vertiefter Auswertung der neuesten Fortschritte der Wissenschaft hervor; sie bietet auf diesem Boden für den Lernenden, wie für den Ausführenden eine reiche Fundgrube vortrefflicher Vorbilder, und zwar auch bezüglich der Befriedigung berechtigter künstlerischer Forderungen an große, öffentliche Bauwerke.

Die Verkehrsmittel in Volks- und Staats-Wirtschaft. III. Band. Die Eisenbahnen von Dr. E. Sax, o. ö. Professor der politischen Ökonomie i. R., mit Anschluß einer Abhandlung von Dr. E. v. Beckerath, o. ö. Professor an der Universität in Kiel. Berlin, J. Springer, 1922. Preis 140 M.

Wir haben des großszülig angelegten Werkes beim Erscheinen der ersten Auflage*) bereits gedacht; daß die zweite so bald folgt, beweist am besten, daß es seinem Zwecke, der Darlegung des Wesens, der Gliederung, der Wirtschaft, der Verwaltung, des Betriebes, des Verkehrs und der Entwicklung der Eisenbahnen als eines der wichtigsten Glieder der Staatswirtschaft voll gerecht wird. Besonders ist die überaus umfassende und gründliche Berücksichtigung des Schrifttumes in allen, auch den mehr technischen, Teilen hervor zu heben. Das abermalige Erscheinen in frischer Fassung begrüßend, machen wir darauf besonders aufmerksam.

Die Statik der Bauwerke. In zwei Bänden von Dr.-Ing. R. Kirchhoff, Regierungsbaumeister. II. Band**). Formänderungen statisch bestimmter ebener Fachwerk- und Vollwand-Träger, allgemeine Theorie der statisch unbestimmten Fachwerk- und Vollwand-Träger, besondere Rechenmethoden, die Gewölbetheorie, die Theorie des Erddruckes. Berlin 1922, W. Ernst und Sohn. Preis 360 M.

Auch der vorliegende zweite Band des umfassenden Werkes ist ein mustergültiges Beispiel gründlicher Verarbeitung der neuesten Errungenschaften der höhern Statik und in gleichem Maße geeignet,

den Lernenden in das schwierige Gebiet einzuführen, wie den ausführenden Fachmann in seiner Arbeit zu unterstützen; jeder, der sich der Durcharbeitung mit dem der Sache gebührenden Ernste widmet, wird dem Buche große Befriedigung abgewinnen.

In weiterer Auflage dürfte der auf S. 586 ausgesprochene Satz, daß man für die Berechnung eines Zwischenpfeilers zwischen zwei Gewölben die Endkräfte der sogenannten „Maximal“- und „Minimal“-Drucklinien der belasteten und der leeren Öffnung zusammen zu setzen habe, in dieser Allgemeinheit einzuschränken sein, denn bei unüberlegter Anwendung dieser Vorschrift kann es vorkommen, daß die Mittelkraft im Pfeiler nach der belasteten Seite hin ausschlägt, was widersinnig wäre.

Möge das treffliche Buch sich der verdienten Fortentwicklung erfreuen.

Techno-Diktionär. Englisch-deutsch. Eine Sammlung nur technischer Fachausdrücke aus Hütte, Gießerei und Werkstatt. Von H. Hermanns, beratendem Ingenieur. The Penton Publishing Company, Berlin-Pankow, 1922.

Das sehr handliche, in der Tasche zu tragende Heft enthält eine sehr vollständige Zusammenstellung der englischen Fachausdrücke aus den angegebenen Gebieten, in der namentlich auch die aus mehreren Begriffen zusammen gesetzten Ausdrücke eingehend berücksichtigt sind. Das sehr brauchbare Hilfsmittel wird den Beziehern von: „The Iron Trade Review“, „The Foundry“, „Abrasive Industry“, „Marine Review“ oder „Power Boating“ vom Verlage unentgeltlich geliefert.

Eine Übersicht über die Verhältnisse der englischen zu den Meter-Maßen ist als willkommene Ergänzung angefügt.

Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen, 28. Band. Schöpfungen der Ingenieurkunst der Neuzeit. Von M. Geitel, Ober- und Geh. Regierungsrat im Reichspatentamt. Zweite Auflage, Leipzig und Berlin 1922, B. G. Teubner. Preis 14 M.

Auch in der zweiten Auflage bemüht sich der Verfasser erfolgreich, dem flüchtigen Fortschritte der Technik solche maßgebenden Stufen abzugewinnen, die wenigstens für einige Zeit als Festpunkte der Entwicklung angesehen werden können, und so ein Bild der Technik zu bieten, das nicht von heute auf morgen veraltet. Er behandelt Brücken, Hochbauten, Tunnel, Kanäle, Staumauern, elektrische Kraftwerke und Fernbahnen, Hoch- und Untergrundbahnen, das Funkerwesen, Dampfschiffe, Luftschiffe, Flugzeuge und technische Kriegsleistungen, alle Gegenstände in guten Zeichnungen und Bildern veranschaulichend. So ist das handliche Heft gleichzeitig eine reiche Quelle der Unterhaltung und Unterweisung auf den wichtigsten technischen Gebieten der neuesten Zeit.

*) Organ 1920, S. 34.

**) Organ 1911, S. 358; I. Band Organ 1922, S. 47.