

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LIV. Band.

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

24. Heft. 1917. 15. Dezember.

### Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

#### Preis Ausschreiben.

Auf Beschluss des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen werden hiermit Geldpreise im Gesamtbetrage von 30 000 *M* zur allgemeinen Bewerbung öffentlich ausgeschrieben, und zwar:

A) für Erfindungen und Verbesserungen, die für das Eisenbahnwesen von erheblichem Nutzen sind und folgende Gegenstände betreffen:

- I. die baulichen Einrichtungen und deren Unterhaltung,
- II. den Bau und die Unterhaltung der Betriebsmittel,
- III. die Signal- und Telegrapheneinrichtungen, Stellwerke, Sicherheitsvorrichtungen und sonstigen mechanischen Einrichtungen,
- IV. den Betrieb und die Verwaltung der Eisenbahnen;

B) für hervorragende schriftstellerische Arbeiten aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens.

Die Preise werden im Höchstbetrage von 7500 *M* und im Mindestbetrage von 1500 *M* verliehen.

Die Bedingungen für den Wettbewerb sind folgende:

1. Nur solche Erfindungen und Verbesserungen, die ihrer Ausführung nach, und nur solche schriftstellerischen Werke, die ihrem Erscheinen nach in die Zeit vom 1. April 1913 bis 31. März 1919 fallen, werden bei dem Wettbewerbe zugelassen.
2. Jede Erfindung oder Verbesserung muß, bevor sie zum Wettbewerb zugelassen werden kann, auf einer dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Eisenbahn ausgeführt und der Antrag auf Erteilung eines Preises durch diese Verwaltung unterstützt sein. Gesuche zur Begutachtung oder Erprobung von Erfindungen oder Verbesserungen sind nicht an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins, sondern unmittelbar an eine dem Verein angehörende Eisenbahnverwaltung zu richten.
3. Preise werden für Erfindungen und Verbesserungen nur dem Erfinder, nicht aber dem zuerkannt, der die Erfindung oder Verbesserung zum Zwecke der Verwertung erworben hat, und für schriftstellerische Arbeiten nur dem eigent-

lichen Verfasser, nicht aber dem Herausgeber eines Sammelwerkes.

4. Die Bewerbungen müssen die Erfindung oder Verbesserung durch Beschreibung, Zeichnung, Modelle usw. so erläutern, daß über die Beschaffenheit, Ausführbarkeit und Wirksamkeit der Erfindungen oder Verbesserungen ein sicheres Urteil gefällt werden kann.
5. Die Zuerkennung eines Preises schließt die Ausnutzung oder Nachsuchung eines Patents durch den Erfinder nicht aus. Jeder Bewerber um einen der ausgeschriebenen Preise ist jedoch verpflichtet, die aus dem erworbenen Patente etwa herzuleitenden Bedingungen anzugeben, die er für die Anwendung der Erfindungen oder Verbesserungen durch die Vereinsverwaltungen beansprucht.
6. Der Verein hat das Recht, die mit einem Preise bedachten Erfindungen oder Verbesserungen zu veröffentlichen.
7. Die schriftstellerischen Werke, für die ein Preis beansprucht wird, müssen den Bewerbungen in zwei Druckexemplaren beigelegt sein, die zur Verfügung des Vereins bleiben.

In den Bewerbungen muß der Nachweis erbracht werden, daß die Erfindungen und Verbesserungen ihrer Ausführung nach, die schriftstellerischen Werke ihrem Erscheinen nach derjenigen Zeit angehören, welche der Wettbewerb umfaßt.

Die Prüfung der eingegangenen Anträge auf Zuerkennung eines Preises, sowie die Entscheidung darüber, an welche Bewerber und in welcher Höhe Preise zu erteilen sind, erfolgt durch den vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen eingesetzten Preis Ausschuss.

Die Bewerbungen müssen während des Zeitraumes vom 1. Oktober 1918 bis 15. April 1919 postfrei an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Berlin W 9, Köthenerstraße 28/29 eingereicht werden.

Die Entscheidung über die Preisbewerbungen erfolgt im Laufe des Jahres 1920.

Berlin, im November 1917.

W. 9. Köthenerstraße : 8, 29.

Geschäftsführende Verwaltung des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

## Vereinigte Reibung- und Zahn-Bahn von Peter.

S. Abt, Ingeniör in Winterthur, Schweiz.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 18 auf Tafel 46 und Abb. 1 bis 5 auf Tafel 47.

### I. Allgemeines.

Zahnstangen für eigentliche Bergbahnen sind seit fünfzig Jahren in Anwendung. Bei den bekannten Zahnstangen mit lotrechtem Eingriffe nach Riggenbach, Abt und Strub wird das Aufsteigen des Triebfahrzeuges auf die Zahnstange durch dessen Gewicht verhindert. Mit zunehmender Steilheit nimmt die Sicherheit gegen Aufsteigen bei gegebenem Gewichte ungefähr mit dem  $\cos$  der Neigung ab, die Belastung des Zahntriebrades muß also mit dem Zahndrucke zunehmen. Deshalb ist es nicht möglich, bei lotrechtem Eingriffe einen großen Zahndruck mit leichten Fahrzeugen zu überwinden. Für größere Zugleistungen oder Steigungen, also hohem Zahndrucke muß somit das Gewicht des Triebfahrzeuges größer werden, wodurch auch stärkerer Oberbau bedingt wird. Wo es sich um erheblichere Zugleistungen handelt, sind deshalb im Allgemeinen bei reinen und gemischten Zahnbahnen mit lotrechtem Eingriffe Neigungen von 25 % nicht überschritten. Dieser Umstand machte bei der großen Mannigfaltigkeit der heutigen Erfordernisse öfter die zweckmäßige Lösung der Aufgaben der Bergbahnen unmöglich.

Für reine Zahnbahnen ist 1887 bis 1889 die schon in den sechziger Jahren von G. Stehlin in Basel vorgeschlagene wagerechte Anordnung der Zahnstange durch Oberst E. Locher an der Pilatusbahn zuerst verwendet. Hier hat sich die Zahnstange mit wagerechtem Eingriffe auf 48 % Neigung gut bewährt, und in langem und angestrenghem Betriebe nie versagt; hoher Preis und großes Gewicht dürften Gründe dafür sein, daß sie bis heute nicht wieder verwendet ist.

Die von Zivilingeniör H. H. Peter in Zürich entworfene neue Kletterzahnstange mit wagerechtem Eingriffe dürfte nun berufen sein, das Bergbahnwesen wesentlich zu fördern, da sie sich für reinen und gemischten Zahntrieb eignet. Die geschützte Bauart Peter betrifft die Zahnstange, die Einfahrten und die Fahrzeuge.

Da die Steigung bei der Kletterzahnstange keinen Einfluß auf die Sicherheit des Eingriffes hat, so kann man mit ihr bedeutend steilere Neigungen ersteigen, als bei lotrechtem Eingriffe, kann sich also dem Gelände besser anschmiegen und billiger bauen. Die Bahnlänge wird kürzer und der Unterbau in Lehnengelände auch für die Längeneinheit billiger. Sehr steile Neigungen über 50 % werden nur in besonderen Fällen verwendet, meist höchstens 35 %, weil dabei noch Schotter als Bettung verwendbar ist, steilere Neigungen erfordern Untermauerung und diese Neigung läßt noch bedeutendere Zugleistungen zu, als die bisherigen Bauarten. Es ist bemerkenswert, daß in vielen Fällen Linien, die bei 25 % steilster Neigung schwierige Entwicklungen, Lehnen- und teure Kunst-Bauten erforderten, bei 30 bis 35 % in kürzester Linie und mit geringsten Kosten für Bau und Erhaltung hätten ausgeführt werden können. Da die Kletterzahnstange keine größeren Halbmesser erfordert, als die lotrechte, etwa 60 m, und die Ausrundungen der Neigungen sehr schroff, mit 150 m Halbmesser,

sein können, erleichtert die Bauart in Grund- und Auf-Rifs die Überwindung sehr schwierigen Geländes. Schnee und Eis beeinflussen bei der Kletterzahnstange die Sicherheit des Eingriffes nicht, Winterbetrieb ist daher zugelassen\*). Auf starkem Winde\*\*) ausgesetzten Zahnstrecken ist die Standsicherheit der Fahrzeuge durch sehr wirksame Verankerung auch ohne Fanghaken oder Zangen gewährleistet. Die Fangzangen haben sich ohnehin mehrfach weder als Mittel zum Bremsen noch gegen das Aufsteigen der Triebzahnäder bewährt und sind deshalb wieder verlassen. Auch die statt der Fangzangen nach Strub verwendeten Führscheiben\*\*\*) wirken nicht einwandfrei, da ihre Bemessung durch die Bauart der Zahnstangenweichen und Vorgelegewellen eng begrenzt ist, so daß sie Entgleisungen durch Aufsteigen nicht immer verhindern. Der schweizerischen Verordnung, nach der das völlige Aufhören des Eingriffes in die Zahnstange verhindert sein muß, entsprechen ganz nur die Zahnstangen von Locher und Peter. Bei ersterer greifen die seitlichen Führscheiben bis auf die Tiefe des Teilkreises der Triebzähne, bei letzterer bis mindestens auf die Tiefe des Zahngrundes unter die Zahnstange. letztere hat auch eine nachstellbare Klemmverlaschung, wie die Laufschienen. Durch die Klemmlaschen wird an den Stößen der Zahnstange eine sehr sichere Verbindung erreicht und der Zahndruck ohne Seherbeanspruchung der Laschen- und Haken-Bolzen auf den Unterbau übertragen. Der neue Oberbau besteht aus wenigen Teilen, ist deshalb leicht zu verlegen, die leichte Biegsamkeit der Zahnstange erhöht seine Schmiegsamkeit, und gestattet selbst Änderungen der Linienführung während des Baues.

Die auf den Bergstrecken aus Lokomotiven und Wagen oder Triebwagen mit Schiebewagen bestehenden Züge sind sehr sicher und leicht. Die Züge mit Triebwagen gestatten Bedienung durch einen Mann auf jedem Wagen. Für elektrischen Betrieb werden die Triebwagen noch leichter als für Dampfbetrieb, die Triebmaschinen können leicht, offen und gut zugänglich sein †). Eine gegebene Zugbildung ist auf der Kletterzahnstange bei gleicher Steigung und gleichem Zahndrucke mit einem leichtern Triebwagen zu bauen, als bei lotrechtem Zahneingriffe. Der Verbrauch an Arbeit wird somit bei gleicher Leistung geringer, ebenso die Höhe der Spitzenbelastung des den Strom liefernden Werkes. Der Bau von Triebwagen für gemischten Betrieb mit Kletterzahnstange bietet keine größere Schwierigkeit, als für lotrechten Eingriff. Für die Übergänge von Reibung- in Zahn-Strecken dienen sicher

\*) Bundesbeschlufs über Genehmigung einer Zahnradbahn von Langwies über die Strela nach Davosplatz oder von Arosa über die Furka nach Frauenkirch vom 21. Juni 1913.

\*\*) Lovrana - Monte Maggiore. Erlaß des österreichischen Eisenbahnministerium, Wien 15. Okt. 1913.

\*\*\*) S. Marsh verwendete an der Mount Washington-Bahn erstmals kleine Führrollen und Fanghaken, um das Austreten des Zahnrades aus der Zahnstange zu verhüten.

†) v. Röll, Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, 2. Auflage, 4. Band, Seite 278.

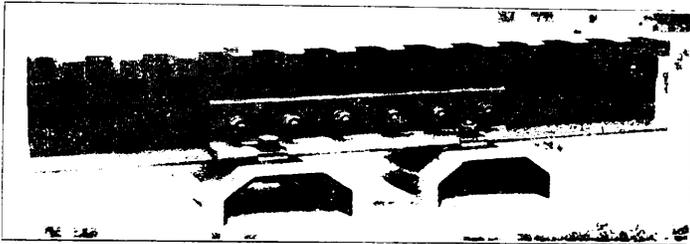
wirkende Einfahrten. Die Bremsen und Sicherungen sind für die Kletterstange völlig verlässlich auszubilden, was durch die gute und übersichtliche Anordnung der Triebmaschinen und Bremsen noch gefördert wird. \*)

**II. Beschreibung**

(Abb. 1 bis 16, Taf. 46).

Die Zahnstange (Textabb. 1) ist 190 bis 205 mm hoch,

Abb. 1. Kletterzahnstange nach Peter.



100 mm im Kopfe, 100 bis 120 mm im Fusse breit und fertig 46,8 bis 56,6 kg/m schwer. Hier wird ein Beispiel der Ausbildung beschrieben.

Der Oberbau der in Bau befindlichen Zahnbahn Karlsbad-Dreikreuzberg\*\*) (Abb. 1 bis 8 und Abb. 12, Taf. 46) hat 1,20 m Spur, 100 mm hohe und 21,75 kg m schwere Laufschienen und eine 190 mm hohe Kletterstange nach Peter mit 100 mm Teilung und 46,8 kg m Gewicht. Die Zähne stehen einander gegenüber, daher sind die Gleitbewegungen der Triebzähne einander entgegengesetzt, die Mittelkraft der Zahndrücke wirkt mittig, die bei versetzten Zähnen auftretende Verdrehung ist vermieden. Die Zahnstange ist mit jeder Zwischenschwelle, die Laufschiene mindestens mit der mittelsten Schwelle jedes Abschnittes der Zahnstange durch Zwischenlaschen verbunden. Die kräftigen Stofslaschen sichern die Gleichartigkeit der Verzahnung zu beiden Seiten des Stofses, übertragen die Längskräfte und begrenzen die Abweichungen der Zahnteilung am Stofse mit dem wegen Wärmeänderungen auftretenden, den ruhigen Gang des Zahntriebes sichernden Mafse. In der Schotterstrecke bis 30% Neigung werden seitlich geschlossene eiserne 2,0 m lange, 23 cm breite und 8 cm hohe Trogschwellen verwendet, in der steilern Strecke mit gemauertem Unterbau 1,6 m lange Winkel 130 x 90 x 11 mm, deren kürzerer Schenkel in den gemauerten Unterbau greift. In der Mauerstrecke kommen auf jeden 4 m langen Abschnitt der Zahnstange drei Verankerungen der Winkelschwellen in der Schotterstrecke und in Neigungen über 7% wird in rund 50 m Teilung eine Verankerung der Trogschwellen durchgeführt. Die Regelteilung der Schwellen ist 90 cm, an den Stößen 40 cm. Je nach Umständen werden andere Oberbauten, auf Winkelschwellen, mit Sattelanordnung der Zahnstange, auf Holzschwellen (Abb. 9 bis 11 und Abb. 13 bis 16, Taf. 46) und anderen verwendet.

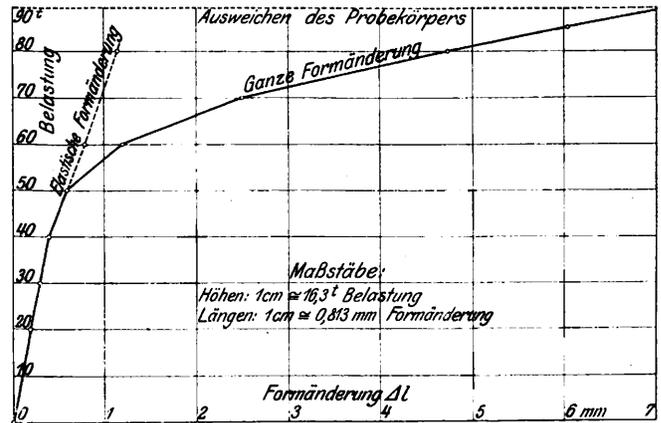
Die Zugfestigkeit des Thomas-Stahles der Zahnstange

\*) Zahnstangen und Einläufe werden von der Gießerei Bern, Zweigniederlassung der Eisenwerke L. von Roll, Clus, das Lauf- und Trieb-Werk der Fahrzeuge von der „Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik“ in Winterthur entworfen und hergestellt.

\*\*) Verordnungsblatt für Eisenbahnen und Schiffahrt, Nr. 101/102, Wien 1913.

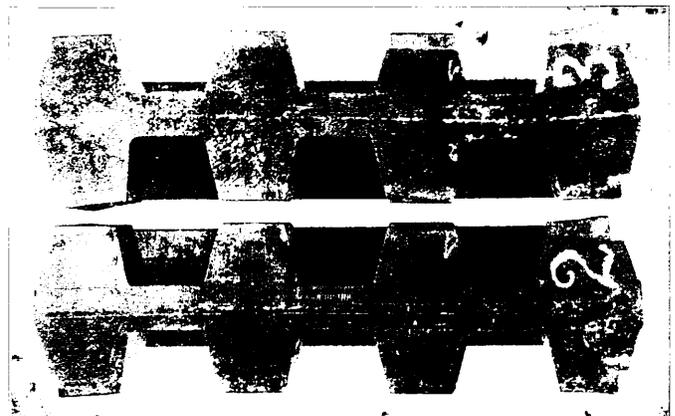
beträgt 55 kg/mm, die Dehnung mindestens 15% und die Festigkeit der Zähne etwa 90 t. Beim Walzen der Zahnschienen wird nur der lunkerfreie Teil der Gußblöcke verwendet. Die Ergebnisse der am 7. Juli 1913 in der Prüfanstalt der technischen Hochschule in Zürich im Beisein der Herren Oberbau- rat Dr. F. Trnka vom österreichischen Eisenbahnministerium und Ingenieur Ritter von Dormus, Oberinspektor der österreichischen Staatsbahnen, mit Abschnitten von 63 kg/mm Zugfestigkeit bei 20,5% Dehnung vorgenommenen Versuche zeigt Textabb. 2 einschließlic der aus den Entlastungen nach den

Abb 2. Kletterzahnstange nach Peter. Ergebnisse der Belastung von Abschnitt 3.



Druckversuchen ermittelten elastischen und bleibenden Dehnungen. An beiden mit Druckstücken in der Maschine von Werder geprüften Abschnitten (Textabb. 3) trat kein Zahn-

Abb. 3.



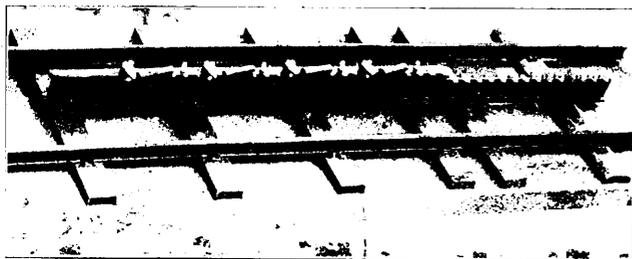
bruch ein. Bei etwa 90 t Belastung sank die Wage der Maschine plötzlich in Folge Ausweichens des Probekörpers mit dem Drucksattel nach oben. Bei einseitig wirkendem Zahndrucke von 10 t ergab sich keine bleibende Formänderung der Zähne, also keine Störung der regelmäßigen Zahnteilung. Das Eingriffverhältnis beträgt bei 477 bis 541 mm Durchmesser des Triebzahnades 1,17 bis 1,21. Die nach den üblichen Regeln im Verhältnisse zur Festigkeit der Zahnstange reichliche Bemessung der Breite der Stangenzähne erfolgte mit Rücksicht auf die Abnutzung und Einhaltung der Zahnpressung  $\leq 100$  kg/mm bei Bahnen mit nicht ganz ungewöhnlichen Leistungen. Diese Maßnahme erhöht die Lebensdauer und die Sicherheit der

Kletterstange, die unter allen bekannten Zahnstangen die höchste Festigkeit aufweist. Man kann die Zahnschiene auch für lotrechten Eingriff bearbeiten, dann werden die Zahnspalten nach oben erweitert (Textabb. 4), der Kopf gibt eine kräftige Verankerung. Die Zahnstange kann auch bei sehr steilen Standseilbahnen mit Steigung  $> 70\%$  verwendet werden, wobei sie gleichzeitig als Lauf-, Trag-, Führ- und Bremschiene dient. Das Fahrzeug erhält dann Sicherheitanker und Bremszahnräder mit Führscheiben. Als Unterstützung der Bremszahnräder können zum selbsttätigen Bremsen auch Bremszangen benutzt werden, die am verstärkten Teile des Steges angreifen. Bei Schwebeseilbahnen fällt die bei lotrechtem Eingriff so ungünstige Beanspruchung der Tragteile durch die lotrechte Seitenkraft von Zahndruck und Bremskraft fort und die Bremskräfte werden in der Längsrichtung der Fahrbahn übertragen.

### III. Die Einläufe in die Zahnstange.

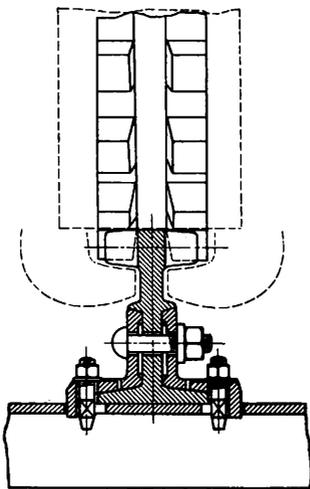
Der für Reibung- und Zahn-Betrieb dienende Einlauf (Textabb. 5 und Abb. 1 bis 4, Taf. 47) hat eine wagerechte

Abb. 5. Einlauf.



Zunge, in die nicht die Triebzahnräder selbst, sondern ein über dem einen Triebzahnrad angeordnetes, mit ihm übereinstimmend geteiltes Hilfszahnrad eingreift. Da der Eingriff nur auf einer Seite erfolgt, wird die Zunge auf die andere Seite gedrückt, solange noch Zahn auf Zahn läuft. Die Zunge liegt auf einem Längsträger, der mit seinem untern Teile den Führscheiben der Triebzahnräder als Laufbahn dient. Diese Führscheiben sichern vor Eintritt des Hilfszahnrades in die Zunge die richtige Stellung der Triebzahnräder gegen Gleis und Zahnstange. Die Zunge wird durch Federn in ihre Regellage zurück geführt: sie ist vorn abgerundet, hat vorn flachere Zähne und zu weite oder enge Teilung, wenn das Fahrzeug nicht getrennte Reibung- und Zahn-Triebwerke hat. Die Rückstellfedern sind so angeordnet, daß sich die Zunge zu Beginn der Einfahrt um den letzten Hemmpfosten dreht; wenn sich das Hilfszahnrad etwa halb gedreht hat, bewegt sich das ganze Einlaufstück annähernd gleich mit der Bahnachse gerichtet, der Eingriff muß

Abb. 4. Zahnstange mit lotrechtem Eingriff. Maßstab 2:15.



dann bei Abwicklung des mit kurzen Zähnen versehenen Rades sicher eintreten. Die starke Feder am innern Ende des Einlaufstückes macht die Bewegung hier sehr klein und die Befestigung gelenkartig. Die ersten Zähne der festen Zahnstange erhalten etwas abgerundete Köpfe, um das sichere Einlaufen des mit dem Hilfszahnrad gekuppelten Triebzahnradpaares zu gewährleisten. Da die Geschwindigkeit beim Einfahren in die Zahnstange gering ist, erfolgt dieses stoß- und geräuschlos. Die Zunge wird nur schwach beansprucht, da das Gewicht der Lokomotiven oder Triebwagen nie auch nur teilweise lotrecht auf sie wirken kann. Die Federn des Einlaufes sind einstellbar. Das Einlaufstück hält sich bei seiner Lage über der Zahnstange noch besser schneefrei, als diese selbst. Dieser Einlauf ist, obwohl neu, grundsätzlich durch die vielen Ausführungen von Einläufen nach R. Abt seit 1876 bewährt und den bekannten Einläufen ebenbürtig.

Statt der beschriebenen können je nach Bauart der Triebfahrzeuge auch andere Einläufe mit lotrechter Bewegung verwendet werden, die ebenfalls geschützt sind.

### IV. Die Fahrzeuge.

Die elektrischen Triebwagen (Textabb. 6 und 7 und Abb. 17, Taf. 46) haben zwei Tragachsen mit etwas Seitenspiel, um Klemmen der Zahnräder zu vermeiden. Der Führerstand und das Triebwerk sind am Talende angeordnet. Die obere Achse ist in der Mitte um einen Zapfen drehbar gelagert, sodas der Wagen dreifach aufliegt und sich deshalb dem Gleise gut anschmiegen kann. Im Führerstande sind Triebmaschine, Fahr-schalter, Höchstumschalter, Blitzschutz, Mefseinrichtungen, Schalter und Sicherungen für die Beleuchtung und etwaige Heizung untergebracht. Die Triebmaschine arbeitet über eine Rutschkupplung und die erste Übersetzung auf die Vorgelege-achse und von hier mit Kegelzahnradern auf die Triebzahn-räder. Zwecks gleichmäßiger Verteilung der Arbeit auf die beiden Triebzahnäder sind in die Kegelräder kleine Doppel-hebel eingebaut, die geringes Verschieben der Zahnäder gegen einander gestatten.\*) Zur Sicherung des Fahrzeuges gegen Aus-treten aus der Zahnstange sind unter den Triebzahnädern Führscheiben sicher aber drehbar angebracht. Das ganze Getriebe ist in einem starken Gehäuse aus Stahlguß auf den Achsen gelagert, das fest mit dem Wagengestelle verbunden ist.

Der Triebwagen trägt die folgenden Sicherungen. Die Rutschkupplung auf der Triebwelle dient zur Vermeidung von heftigen Stößen oder Brüchen bei Kurzschluss der Triebmaschine und zur Erzielung sanften Zahneingriffes. Die selbsttätige Bremse auf der Triebwelle bewirkt das Anhalten des Wagens bei Aussetzen des Betrieb-Stromes und zu schneller Talfahrt. In letzterm Falle wird die Bremse durch einen Fliehkraftregler betätigt, sie kann aber auch von der obern Endbühne und vom Führerstande durch Handzug ausgelöst werden. Die Handbremse, auferhalb der ersten Übersetzung auf der Vorgelegeachse angeordnet, wird vom Führer betätigt; sie dient für das gewöhnliche Anhalten und zum Regeln

\*) Von der „Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinen-Fabrik“ in Winterthur schon 1888 für die Pilatusbahn angewendet.

Abb. 6.

Abb. 6 und 7. Übersicht des Antriebes und der Bremsen für Triebwagen auf der Kletterstange. Maßstab 3:80.

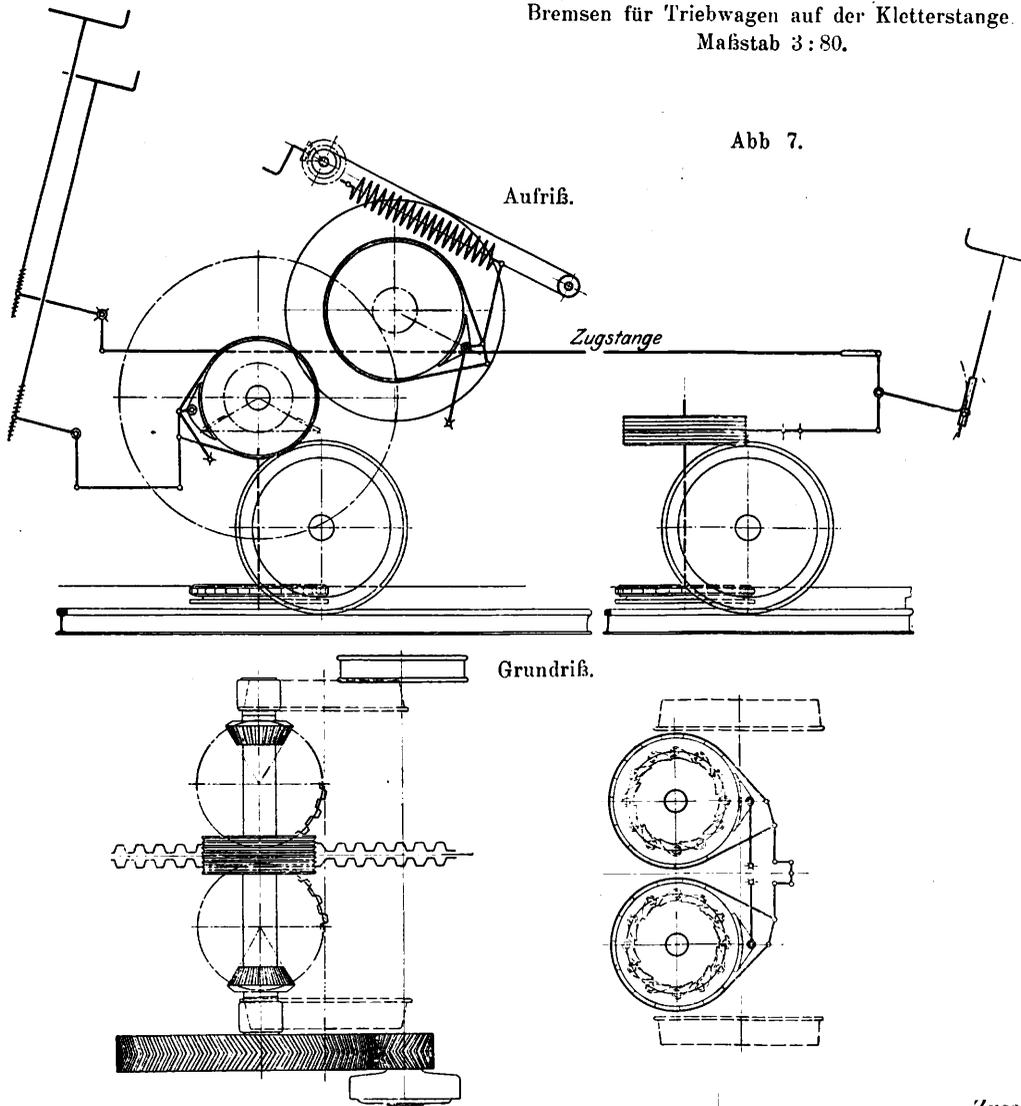


Abb 7.

das reine Zahntriebwerk durch einen Reibantrieb ergänzt werden. Die übrige Ausrüstung richtet sich nach den Anforderungen. Bei der Bergfahrt mit einem Triebwagen hat der Führer seinen Stand am untern Ende, der Schaffner am obern zur Überwachung der Strecke; bei der Talfahrt stehen beide im Führerstande.

In Abb. 17, Taf. 46 ist ein Triebwagen für Schmalspur und 40 bis 45 Fahrgäste mit einem offenen Schiebewagen für 45 bis 50 Fahrgäste und 31% steilste Neigung dargestellt. Da die Wagen und Bremsen gekuppelt sind, hat der Schiebewagen keine Bremszahnräder.

Zusammenstellung I gibt die Gewichte der Wagen auf einen Fahrgast für steile gemischte elektrische Bahnen mit lotrecht und wagerechtem Eingriffe an. Die Werte fallen für die Bauart Peter noch günstiger aus, wenn der Vergleich auf gleiche steilste Neigung bezogen wird.

Die elektrischen Lokomotiven erhalten gewöhnlich zwei Paare Triebzahnäder und eine bis zwei Triebmaschinen nach Textabb. 8 und Abb. 5, Taf. 47.

Zusammenstellung I.

der Fahrgeschwindigkeit, wenn der Wagen ohne Strom talwärts fährt. Die Klinkenbremse besteht aus zwei unmittelbar hinter der obern Tragachse angeordneten, den Triebzahnädern gleichen Bremszahnädern, auf deren lotrechten Wellen statt der Kegelzahnäder drehbare aber durch Klinken verbundene Bremscheiben angeordnet sind. Bei der Bergfahrt werden diese durch Anziehen der Bremsbänder fest gehalten, während die Klinken freies Drehen der Zahnäder gestatten. Beim Anhalten während der Bergfahrt bleibt der Wagen nach dem Abschalten des Triebstromes unter der Wirkung dieser Bremse sofort stehen, ohne dafs eine andere Bremse angezogen werden mufs, indem die Klinken den Rücklauf der Zahnäder verhindern. Beim Anfahren kann der Wagen sofort ohne Lösen einer Bremse in Bewegung gesetzt werden. Diese Bremse kann vom Führer und vom Schaffner bedient werden. Bei Talfahrt ist diese Bremse zu lösen, bei Bergfahrt bleibt sie geschlossen. Bei gemischtem Betriebe werden die Reibachsen auf den Reibungstrecken durch eine von beiden Wagenenden aus zu betätigende Bremse festgestellt.

Diese Sicherungen haben sich in langjährigem Betriebe anderwärts bewährt. Mit entsprechenden Änderungen kann

Bahn	Eröffnet	Steilste Neigung %	Totes Gewicht auf einen Sitzplatz kg/Platz			
			kleinster Wert	größter Wert	mittlerer	
Stansstad-Engelberg . . .	1893	25,0	477	945	710	} durchschnittlich
Martigny-Châtelard . . .	1903	20,0	445	725	585	
Vesuv-Bahn . . . . .	1903	25,0		785		
Triest-Opčina . . . . .	1903	25,0		672		} 620
Münster-Schlucht . . . . .	1907	22,0	515	638	576	
Rittner-Bahn . . . . .	1907	25,5	588	645	615	
Stresa-Mottarone . . . . .	1911	20,0	385	695	540	} kg/Platz
Jungfraubahn . . . . .	1912	25,0	365	590	478	
Karlsbad-Dreikreuzberg *)	In Bau	50	345	375	360	
Monte Maggiore *)	{ Ausführlicher Entwurf genehmigt }	31	212	350	280†)	

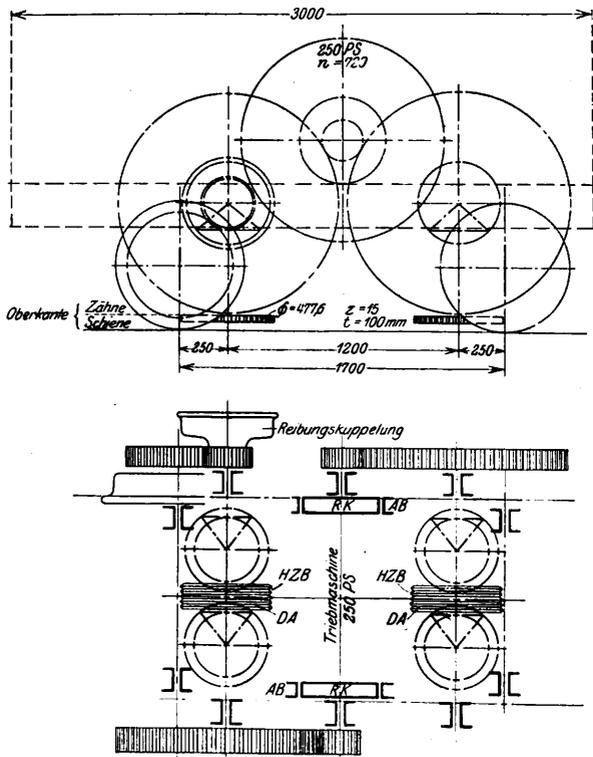
\*) Bauart Peter, Triebwagen.

†) Mit Lokomotivbetrieb 350 kg. Bauausführung durch Ausbruch des Krieges verhindert.

Bei den einmotorigen Lokomotiven mit einer Triebmaschine (Textabb. 8) arbeitet die mitten zwischen den beiden Laufachsen gelagerte Maschine über je eine Rutschkuppelung auf einen Zahnkolben, von dem aus die untere oder obere Vor-

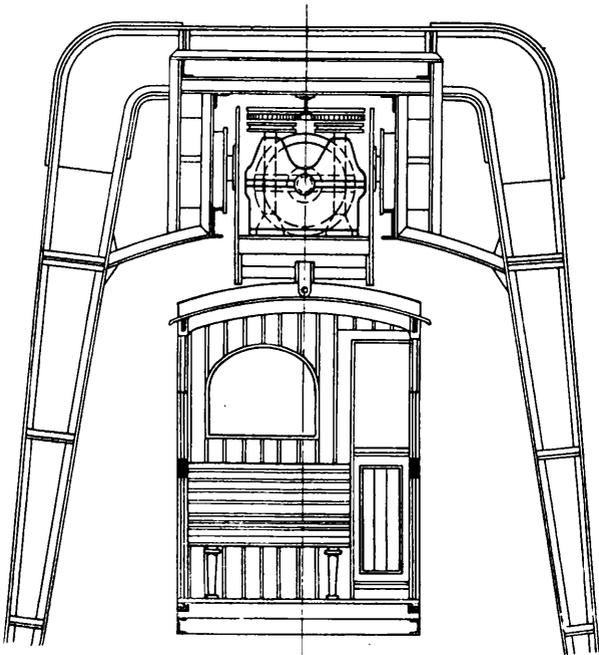
gelegeachse und mit diesen durch die Kegelräder die beiden Paare Zahntriebräder getrieben werden. Auf die Maschinenwellen wirken die beiden selbsttätigen vereinigten Band- und

Abb. 8. Gemischter Antrieb nach Peter. Maßstab 1 : 35.



Klotz-Bremsen, die Handzahnradbremse wirkt auf die beiden mitten auf der Vorgelegewelle sitzenden, gerillten Bremsscheiben, die gleichzeitig den Druckausgleich zwischen den zu bremsenden Zahntriebrädern enthalten. Auf der Verlängerung der einen Vorgelegewelle sitzt eine Reibkuppelung mit Zahnkölben zum Antriebe der einen Reibungachse des Triebwagens, also für gemischten Betrieb.

Abb. 9. Wagen für Hängebahnen. Maßstab 1 : 75.



Bei den Lokomotiven mit zwei Triebmaschinen (Abb. 18, Taf. 46 und Abb. 5, Taf. 47) arbeitet jede auf eines der beiden Paare Triebzahnräder, sonst ist der Ausbau der der Lokomotive mit einer Triebmaschine. Die Rutschkuppelungen auf jeder der Maschinenwellen und der Ausgleich des Zahndruckes an den Vorgelegewellen geben die gleichmäßige Belastung aller vier auf die Zahnstange arbeitenden Triebzahnräder. Der Antrieb der Reibachse von der Vorgelegewelle aus kann durch ein weiteres durch Reibkuppelung zu betätigendes Vorgelege oder in anderer Weise erfolgen.

Die Schiebewagen (Abb. 17 und 18, Taf. 46) haben übliche Bauart und gegebenen Falles neben den Laufachsen noch Bremszahnräder für Handbremsung von der obren Endbühne aus. Ähnlich können nach Bedürfnis weitere Wagen-gattungen in die Züge eingestellt werden.

Für Schwebzahnbahnen dienen Kästen (Textabb. 9) als Fahrzeuge, die nur einen Fahrer als Bedienung erfordern, also billigen Betrieb geben und sich für Fälle eignen, in denen Standbahnen nicht verwendbar sind.

#### V. Schluss.

Vergleichende Entwürfe zeigen, daß die neue gemischte Art der Förderung in Bau, Betrieb und Leistung den älteren Arten besonders bei ungünstigen Verhältnissen des Geländes und starkem Verkehre überlegen ist.

Gegen stark belastete, hoch steigende Schwebbahnen für Fahrgäste hat die neue gemischte Bauart bei annähernd gleichen Anlagekosten größere Eignung und Leistung für Stofs- und Güter-Verkehr, die Möglichkeit der beliebigen Verlängerung der Strecke an beiden Enden und besserer Steigerung der Leistung durch Einlegen weiterer Züge.

Die wesentlichen Vorzüge dieser Bauart vor dem lotrechten Eingriffe sind die folgenden.

Die Schmiegsamkeit am Gelände ist größer, daher Unterbau und Ausstattung billiger.

Die zulässige Neigung ist bei gleicher Leistung steiler.

Die Strecke wird bei leichterer Möglichkeit der Bedienung wichtiger Zwischenpunkte kürzer.

Das tote Gewicht für den Sitzplatz, also der Strombedarf ist geringer.

Die Fahrzeuge können nicht aufsteigen oder entgleisen, Winterbetrieb ist also selbst bei Schneefällen möglich, die den Verkehr bei lotrechtem Eingriffe ausschließen.

Die Ausrüstung mit elektrischen Maschinen ist einfach, übersichtlich und einfach zu bedienen, da beim Anhalten und Anfahren bei der Bergfahrt keine Bremsen zu betätigen sind.

An Mannschaft und Bedienung wird gespart, da zweimännige Bedienung der Züge mit Triebwagen genügen.

Bei gleicher steilster Neigung gibt die Bauart erheblich größere Leistung bei höherer Sicherheit.

Die neue gemischte Bauart Peter wird dazu beitragen, Bau und Betrieb von Bergbahnen billiger als bisher zu gestalten und deren Sicherheit und Leistung zu erhöhen. Sie gestattet zweckmäßige Lösungen einer Anzahl von Aufgaben unter schwierigen Verhältnissen, die mit den bisherigen Bauarten nicht befriedigend möglich waren.

## Zeilenbildung im Gefüge des Eisens.

F. Märtens, Ingeniör in Elberfeld.

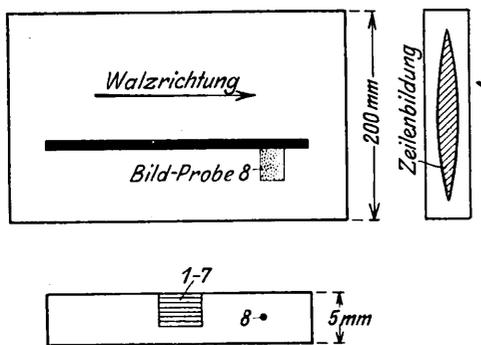
Hierzu Lichtbilder Abb. 1 bis 12 auf Texttafel G.

Fehler an Eisenteilen, die auf Eigenschaften des Baustoffes zurückzuführen sind und ohne äußere erkennbare Ursachen zu Mängeln des Bauwerkes oder Getriebes geführt haben, können nachträglich, wenn Prüfungen auf die Zusammensetzung, Festigkeit und Elastizität des Eisens nicht mehr ausführbar sind, durch Untersuchung des Gefüges erkannt werden. Diese können selbst über Spannungen Aufschluß geben und werden daher fast immer mit zu Rate gezogen, ohne daß ihr Wert als Einzeluntersuchung übertrieben zu werden braucht. In der Beschaffenheit und Lagerung des Gefüges allein liegt oft der Grund zum Versagen der fertigen Teile. Eine für die Beanspruchung des Stückes ungünstige Lagerung ist beispielweise die Anordnung größerer Kristalle in Reihen, die »Zeilenbildung«, die den Widerstand gegen Formänderung am Stücke durch die Beanspruchung ungünstig beeinflusst.

Diese Erscheinung ist zuerst vor einigen Jahren beobachtet und zwar an Stücken, bei denen durch nachträgliche warme Verarbeitung, durch Walzen oder Schmieden, eine Kornverfeinerung eingetreten ist. Diese reihenförmig gelagerten größeren Kristalle mußten demnach, da sie der Verarbeitung größeren Widerstand entgegen stellten, härter sein als die übrigen, also mußten Seigerungen von solchen Beimischungen während des Erkaltes des gegossenen Stückes oder des Gußblockes im Eisen stattgefunden haben, die das Eisen allgemein härten. Weitere Untersuchungen ergaben, daß hauptsächlich Fosforseigerungen die Ursache bildeten. Derartige Seigerungen sind aber wieder nur dann möglich, wenn die Erstarrung des Eisens in der Form sehr langsam vor sich geht oder sehr ungleichmäßig ist, indem das Erstarren an bestimmten Stellen erheblich verzögert wurde. Da das bei Gußblöcken in der Blockmitte der Fall ist, so werden hier die Hauptseigerungen auftreten, und die Kristalle werden hier, wie immer bei langsamer Abkühlung, größer sein.

Ein Block mit sehr langsamer Abkühlung in einer gegen Strahlen gut schützenden Gußform\*) ist zu einem Flacheisen von  $200 \times 5$  mm ausgewalzt und dann auf sein Gefüge untersucht worden. Das Ergebnis ist in den beigefügten Abb. 1 bis 12,

Abb. 1.



Texttafel G mitgeteilt, die in der Weise gewonnen wurden, daß das Flacheisen in der Walzrichtung, also senkrecht zum Querschnitte geglättet und geätzt, und das Gefüge in der Mitte des

\*) Organ 1913, S. 26.

Querschnittes senkrecht in der Blechstärke über einander liegender Schichten vom Rande bis etwas über die Mitte der Blechstärke aufgenommen wurde (Textabb. 1). Die Gefügebilder Abb. 1 bis 7, Texttafel G, liegen vom Rande nach der Mitte des Blechstreifens über einander, 6 deckt die Mitte des Streifens, 8 gibt das Gefüge in derselben Lage wie 6, aber rechtwinkelig zur Walzrichtung, also im Querschnitte selbst liegend, wieder.

Zunächst fällt bei Bild 1 die unregelmäßige Korngröße und starke Durchsetzung mit schwarzen Stellen am äußeren Rande als Folge äußerer Einflüsse auf; die tiefschwarzen Stellen sind Schlackeneinschlüsse und ungelöste Bestandteile. Dann wird die Korngröße und die Lagerung regelmäßiger. In der Mitte des dritten Bildes tritt zuerst ausgesprochene Zeilenbildung auf. Die Korngröße weicht hierbei nicht wesentlich von der der umliegenden Kristalle ab. Auch Bild 4 und 5 lassen die Zeilenbildung in weniger ausgesprochenem Maße erkennen. Mit Bild 6 ist die Mitte des Blechstreifens erreicht, die Lagerung großer Kristalle in Reihen tritt in der Mitte des Bildes besonders deutlich hervor, im ganzen Bilde herrscht ausgesprochene Zeilenbildung. Auch im 7. Bilde ist Zeilenbildung mit geringer Unterbrechung durch unregelmäßige Lagerung zu erkennen. Von hier ab nimmt das Gefüge dann nach dem Rande hin wieder die Gestaltung nach Bild 1 bis 4 an. Bild 8 zeigt die Kornverteilung im Querschnitte des Walzstabes an der Stelle, wo die größten Kristalle gelagert sind. Um den Verlauf der Zeilenbildung deutlicher zu zeigen, ist Bild 9 75fach vergrößert beigefügt.

Das Gefüge enthält, entsprechend dem geringen Gehalte an Kohlenstoff von 0,08 ‰, Ferrit, also kohlenstoffreies Eisen, mit nur geringen Einlagerungen von Perlit, also von Eisen mit 0,9 ‰ Kohlenstoffgehalt, bestehend aus weichem Ferrit und hartem Cementit, also Eisen mit gebundenem Kohlenstoffe von der Zusammensetzung  $Fe_3C$ . Das Perlit ist durch die dunkelgefärbten, mit schwarzen Rändern umgebenen kleinen Einlagerungen in den Bildern zu erkennen. In Bild 1 sind innerhalb der Ferritkristalle kleine dunkle Flecke zu erkennen, die auch vereinzelt in den übrigen Bildern vorkommen. Das können Perlitkristalle sein, in den meisten Fällen sind es jedoch Schlacken-sprenkel. Die Schlacke hat höhern Schmelzpunkt als das Eisen, erstarrt also schneller. Diese erstarrten Schlackenkörnchen beschleunigen die Kristallbildung wie jeder in eine gesättigte Lösung gebrachter Fremdkörper, sie liegen dann inmitten der durch sie veranlaßten Kristallgebilde. Der Gehalt von Perlit wächst nach der Mitte des Bleches; hier ist der Baustoff also härter.

Der Vorgang der Zeilenbildung wird sich folgendermaßen abspielen. Beim Auswalzen des Blockes werden die Kristalle in der Walzrichtung gestreckt, wobei sich größere Kristalle spalten, besonders nach den Stellen, wo sich harte Perlit-einlagerungen vorfinden (Bild 2 bis 6). Die harten mit Seigerungen behafteten Kristalle bieten hierbei den größten Widerstand, sie werden von der bildsameren Ferritmasse in Schichten in der Walzrichtung zusammengedrückt und geben nun ihrerseits die

Veranlassung, daß sich auch die nächst anliegenden Ferritkörner reihenweise angliedern und Zeilenbildung feinem Korn zeigen. Die Zeilen sind im Schlitze schon mit bloßem Auge zu erkennen (Abb. 12, Texttaf. G). Um festzustellen, ob man die Zeilenbildung durch geeignete Wärmebehandlung und dadurch zu erzielende Umbildung der Kristalle beseitigen kann, wurde das in Bild 9 dargestellte Stück durch 30 min bei 900 °C ausgeglüht. Das Ergebnis ist aus Bild 10 zu ersehen. Man erkennt das Bestreben der Ferritkristalle, sich umzuwandeln, aber es ist ohne Erfolg geblieben, da die Reihengliederung des Perlites wegen der in den Fugen eingelagerten Verunreinigungen nicht zu beseitigen war und der regelrechten Lagerung der Körner in den Weg trat.

Der Baustoff enthielt:

Silizium . . . . .	0,005 %
Kohlenstoff . . . . .	0,08 „
Fosfor . . . . .	0,041 „
Schwefel . . . . .	0,056 „
Mangan . . . . .	0,42 „

### Selbsttätige versetzbare Achswage.

Ing. T. Bausek, Ober-Staatsbahnrat der österreichischen Staatsbahnen in Brünn.

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 9 auf Tafel 50.

Der hohe Preis der Brückenwagen gestattet deren Einbau nur für einen Teil der Bahnhöfe, manche überlastete Achse läuft daher weit, bis sie nachgewogen und entlastet werden kann. So entstehen Schädigungen durch zu niedrige Frachtsätze und Überlastung der Fahrzeuge und Züge, die bei Beförderung von Massengütern, wie Rüben, Erzen, Kohlen, jährlich in die Millionen gehen. Namentlich die Kleinbahnen können nur selten Brückenwagen beschaffen, zumal sich das Bedürfnis dafür zwischen den Haltestellen oft und schnell verschiebt; häufig fehlt auch der Platz für den Einbau von Wagengleisen. Eine selbsttätige versetzbare Achswage ist daher zum dringenden Bedürfnisse geworden.

Die in Folgendem zu beschreibende Vorrichtung gibt das Rohgewicht der einzelnen Wagen geschlossener Züge bei langsamem Überrollen unter Verwendung einer der vorhandenen selbsttätigen Wagen mit Schreibwerk ohne Störung des Betriebes mit genügender Genauigkeit für die Ermittlung der Fracht an.

Sie besteht nach Abb. 6 bis 8, Taf. 50 aus einem Stahlgußsattel, welcher an der gewählten Stelle des Gleises statt der üblichen Innenlasche an die Schiene geschraubt wird. Der Sattel nimmt mitten das geführte, bewegliche Wiegestück auf, das mit der aufschreibenden, selbsttätigen Wiegevorrichtung verbunden ist. An beiden Enden des Sattels sind Anlaufstücke einzusetzen, die den Spurkranz des Rades zum Aufsteigen bringen, wie die Entgleisungsschuhe, und ihn gegen Entgleisen geschützt auf das durch den Wiegehebel gehobene, schwebende

### Übergangsbogen in Korbbogen.

Ing. V. Pan, Bauoberkommissär der österreichischen Staatsbahnen in Jägerndorf.

Während die Einschaltung von Übergangsbogen zwischen Graden und Kreisbogen allgemein üblich ist, wird zwischen Kreisbogen verschiedener Halbmesser in Korbbogen auch dann

Die Zerreißproben ergaben:

	Streckgrenze kg/qmm	Festigkeit kg/qmm	Dehnung % von 200 mm	Ein- senkung %	Bemerkungen
Längsrichtung in der Walzrichtung aus:					
Rand . . . . .	30,5	44,0	28,0	56,7	Bruchfuge gleichmäßig
Mitte . . . . .	31,2	44,3	25,0	55,0	„
Querprobe rechtwinkelig zur Walz- richtung aus:					
Rand . . . . .	29,2	43,1	17,0	49,0	„
Mitte . . . . .	30,1	43,8	18,5	50,0	„

Der Unterschied der Dehnung längs, und quer beträgt 26 bis 39 %, der Baustoff ist also quer erheblich weniger widerstandsfähig als längs. Wenn auch ein geringer Unterschied der Dehnung zu Ungunsten der Querprobe allgemein ist, so kann er in dem vorliegenden Maße nur auf besondere Verhältnisse zurückgeführt werden, die in der Zeilenbildung beruhen.

Mittelstück leiten. Die so gehobene Achse überträgt ihr Gewicht auf die Wage, die es fortlaufend aufschreibt.

Die Länge des Wiegestückes, die die zum Wiegen nötige Zeit von einigen Sekunden ergibt, richtet sich nach der Bauart der Wage und der gewünschten Genauigkeit. Soll nicht gewogen werden, so werden die Anlaufstücke und das Mittelstück abgenommen und verwahrt, die Wage bleibt dann entlastet und das Gleis kann unbehindert von Lokomotiven befahren werden.

Nach dem Abwiegen eines Zuges wird der Streifen des Schreibwerkes aus der Wage genommen, dann werden nach dem Ausweise der Wagenbelastung, der neben der Wagennummer das Eigengewicht enthält, die Rohgewichte der einzelnen Wagen, bei zweiachsigen aus den Gewichten beider Achsen, bei dreiachsigen aus denen der beiden Endachsen berechnet und die Nutzlasten bestimmt.

Ähnliche Vorrichtungen können auch zum Wiegen von Straßensfuhrwerken jeder Art, auch für Lastkraftwagen, verwendet werden (Abb. 9, Taf. 50).

Die Vorrichtung wird in eine Mulde oder einen Gußkasten aus Mörtel gesetzt, der zum Schutze aller Teile gegen äußere Einflüsse nach Abnahme der Wiegestücke verschließbar ist.

Die Wage selbst, die abnehmbaren Wiege- und Anlaufstücke nebst Sattel können leicht von einem Bahnhofe zum andern geschafft und dort nach Herstellung der Bettung schnell wieder verwendet werden.

Die Ausführung ist dem Werke A. Aeffk's in Stettin übertragen.

kein Übergang eingeschaltet, wenn die Halbmesser sehr verschieden sind. Die den Unterschied der Überhöhungen ausgleichende Rampe wird in den flachern Bogen gelegt.

Die Überhöhung für 2000 m Halbmesser ist in Hauptbahnen 15 mm\*, dafür wird ein Übergangsbogen eingeschaltet, um nicht am Bogenanfang eine gerade Strecke mit 15 mm Überhöhung herstellen zu müssen. Wenn aber dieser Bogen mit 2000 m an einen mit 300 m Halbmesser und 100 mm Überhöhung anschließt, wird diese ganz in ersterm ausgeglichen, so daß er im Anschlusse eine um 85 mm zu starke Überhöhung erhält. Die Folgeunrichtigkeit des Verfahrens springt in die Augen.

Der Grund hierfür liegt darin, daß, wenigstens dem Verfasser, kein Verfahren bekannt ist, nach dem die Einschaltung von Übergängen in Korbhogen ohne viel Zeit und Mühe vorgenommen werden kann; ein solches wird nachstehend entwickelt.

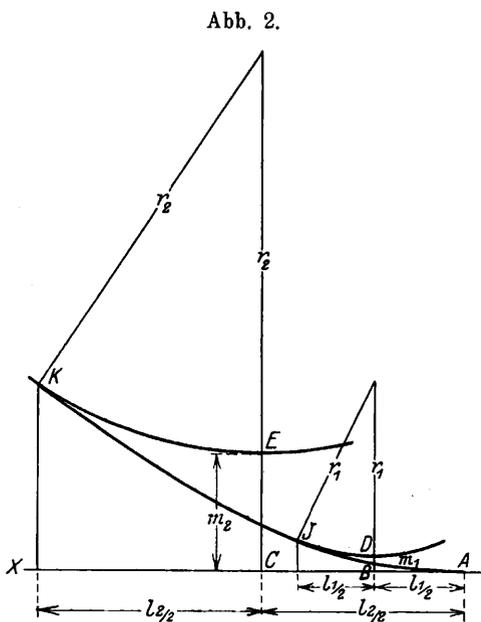
Die Bestimmung des Überganges zwischen Gerader und Bogen wird als bekannt vorausgesetzt, nur die Ergebnisse werden hier angeführt.

Ist AB der Übergang in einen Bogen BC des Halbmessers  $r$ , P ein gegebener Festwert,  $x$  die Länge eines Punktes des Überganges (Textabb. 1), so gehört zu  $x$  die Höhe  $y = x^3 : 6P$ ; die Länge des Übergangsbogens ist  $l = P : r$ , der Abstand der zu AT gleichgerichteten Berührenden an BC von AT  $m = l^2 : 24r$ , und der Winkel  $\psi$  zwischen der Geraden AT und der Berührenden im Anfange B des Kreises annähernd  $\text{arc tg}(l : 2r)$ .

Der Übergang liegt halb vor, halb hinter der Stelle S, in der die zu AT gleichlaufende Berührende den Kreis berührt, der Übergangsbogen schneidet die Strecke  $m = ST$  in ihrer Mitte.

Der Festwert P kann beliebig gewählt werden; er ist beispielweise bei den österreichischen Staatsbahnen für Hauptbahnen mit 12000, für Nebenbahnen mit 6000 festgesetzt.

Sollen nun zwei Kreise  $r_1$  und  $r_2$  durch einen solchen Übergang verbunden werden (Textabb. 2), so ist nach Obigem der Abstand des Punktes D des Kreises  $r_1$ , dessen Berührende gleiche Richtung mit der



\* Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbogen von A. Sarrazin und H. Oberbeck.

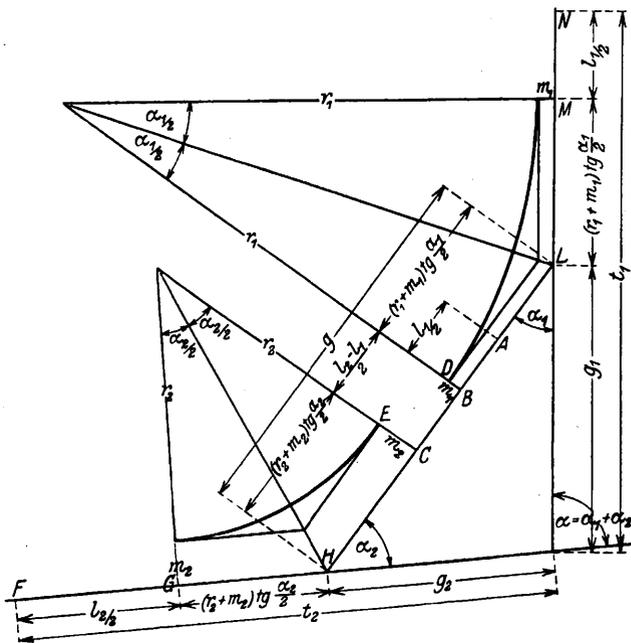
x-Achse hat,  $AB = l_1 : 2$ , seine Abweichung  $m_1$ , der Abstand des Punktes E des Kreises  $r_2$ , dessen Berührende mit der X-Achse gleiche Richtung hat,  $AC = l_2 : 2$ , seine Abweichung  $m_2$ ; dann folgt  $BC = AC - AB = (l_2 - l_1) : 2$ .

Zwischen zwei Kreisbogen ist also nur dann ein Übergang mit der Berührenden AX des Anfanges einzulegen, wenn die Punkte D und E mit AX gleichgerichteten Berührenden von dieser Geraden die Abstände  $m_1$  und  $m_2$  haben und wenn ihre Abzeichnungen auf AX in B und C um  $(l_2 - l_1) : 2$  von einander abstehen.

Erste Lösung.

Die Grundmaße für die Absteckung sind die folgenden: Ist (Textabb. 3)  $\alpha$  der Winkel im Mittelpunkte für den ganzen

Abb. 3.



Korbhogen, sind  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  die der Teilbogen, so ergibt sich mit den vorstehend angegebenen Werten aus Textabb. 3:

$$\begin{aligned} FG &= l_2 : 2 \\ GH &= HC = (r_2 + m_2) \text{tg}(\alpha_2 : 2) \\ CB &= (l_2 - l_1) : 2 \\ BL &= LM = (r_1 + m_1) \text{tg}(\alpha_1 : 2) \\ MN &= l_1 : 2. \end{aligned}$$

Hieraus folgt weiter:

$$\text{Gl. 1) } \begin{cases} g = (r_2 + m_2) \text{tg}(\alpha_2 : 2) + (l_2 - l_1) : 2 + (r_1 + m_1) \text{tg}(\alpha_1 : 2), \\ g_2 = g \sin \alpha_1 : \sin \alpha, \\ g_1 = g \sin \alpha_2 : \sin \alpha, \\ t_2 = l_2 : 2 + (r_2 + m_2) \text{tg}(\alpha_2 : 2) + g_2, \\ t_1 = l_1 : 2 + (r_1 + m_1) \text{tg}(\alpha_1 : 2) + g_1. \end{cases}$$

Die Absteckung kann danach vorgenommen werden. Aus  $t_2$  und  $t_1$  ergeben sich die Punkte F und N, von denen aus zunächst die Bogen mit den Halbmessern  $r_2$  und  $r_1$  und den Winkeln  $\alpha_2$  und  $\alpha_1$  an den Mittelpunkten bis zu den Punkten E und D ausgesteckt werden. Um den Zwischenübergang abzustecken, ist dann in D die Berührende an den Kreis  $r_1$  zu legen und nun  $m_1$  zu verschieben, um die Berührende HL des Anfanges des Überganges zu erhalten. Auf dieser Geraden

wird durch Auftragen der Länge  $l_1 : 2$  von B aus der Anfang A des Überganges bestimmt.

Anlässlich der Verschiebung der Berührenden in D hat man auch den Bogen  $r_1$  um  $l_1 : 2$  zu verlängern, so erhält man den Punkt J (Textabb. 2). Der Endpunkt K und Zwischenpunkte des Überganges JK folgen aus

$$y = x^3 : 6P.$$

Für den Punkt K ist demnach

$$y_k = l_2^3 : 6P.$$

Zur Nachprüfung dient folgendes.

Der Punkt K wird auch erhalten, indem man den um  $l_2 : 2$  vor E liegenden Punkt des Kreises  $r_2$  aussteckt (Textabb. 2).

Das Stück CE muß ebenso, wie beim Anschlusse an die Gerade vom Übergangsbogen in der Mitte geschnitten werden.

Die Länge des ganzen Korbbogens ist nach Textabb. 3: Gl. 2) Bogenlänge  $I = r_2 \pi \alpha_2 : 180 + r_1 \pi \alpha_1 : 180 + l_2 : 2 + (l_2 - l_1) : 2 + l_1 : 2 = r_2 \pi \alpha_2 : 180 + r_1 \pi \alpha_1 : 180 + l_2$ .

#### Zweite Lösung.

Oben sind die Winkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  als bekannt vorausgesetzt: einer von ihnen kann beliebig gewählt werden, ihre Summe ist  $\alpha$ . In den meisten Fällen wird man in den Entwurf zunächst einen Korbbogen ohne Übergang einzeichnen (Textabb. 1).

Behält man die sich hierbei ergebenden Winkel  $\alpha_2$  und  $\alpha_1$  für den Korbbogen mit Übergang bei, so wird die Berührende HL (Textabb. 3) im Anfange des Überganges zwischen den beiden Kreisbogen mit der Berührenden UW (Textabb. 4) in dem Punkte V, in dem die beiden Bogen ohne Übergang an einander stoßen, gleiche Richtung behalten. Der Winkel  $\psi$  zwischen den Berührenden im Anfange und Ende des Überganges ist nach dem oben Gesagten  $\psi = \text{arc tg}(1 : 2r)$ .

Hiernach wird der Bogen  $r_2$  bei dieser Art der Lösung

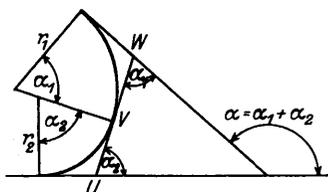


Abb. 4.

um  $\text{arc tg}(l_2 : 2r_2)$  verkürzt, der Bogen  $r_1$  um  $\text{arc tg}(l_1 : 2r_1)$  verlängert; der Winkel zwischen den Berührenden im Anfange und Ende des Überganges JK (Textabb. 2) beträgt  $\text{arc tg}(l_2 : 2r_2) - \text{arc tg}(l_1 : 2r_1)$ .

Soll jedoch der Bogen  $r_2$  den Winkel  $\alpha_2$  an seinem Mittelpunkte unverändert behalten, so ist in die Gl. 1) statt

$$\alpha_2 \text{ nun } \alpha_2 + \text{arc tg}(l_2 : 2r_2) \text{ und statt}$$

$$\alpha_1 \text{ nun } \alpha_1 - \text{arc tg}(l_2 : 2r_2) \text{ einzusetzen.}$$

Übrigens bleibt Gl. 1) gültig.

#### Dritte Lösung.

Ein bemerkenswertes Ergebnis liefert die Forderung, den Winkel  $\alpha_2$  so zu vergrößern, daß die Bogenlänge gleich der des Korbbogens bleibt, der zwar beiderseits mit Übergängen an die Geraden angeschlossen ist, aber keinen Übergang zwischen den Kreisbogen und die Winkel  $\alpha_2$  und  $\alpha_1$  an den Mittelpunkten hat.

Ist  $\psi_2$  die entsprechende Vergrößerung des Winkels  $\alpha_2$ , so ist Bogenlänge II des Korbbogens ohne mittlern Übergang  $= r_2 \pi \alpha_2 : 180 + r_1 \pi \alpha_2 : 180 + l_2 : 2 + l_1 : 2$  und Bogenlänge III des Korbbogens mit mittlern Übergang  $= r_2 \pi (\alpha_2 + \psi_2) : 180 + r_1 \pi (\alpha_1 - \psi_2) : 180 + l_2$ , wie aus der Bogenlänge I (Gl. 2) folgt. Werden die Bogenlängen II und III gleich gesetzt, so ergibt sich

$$l_1 : 2 = r_2 \pi \psi_2 : 180 - r_1 \pi \psi_2 : 180 + l_2 : 2,$$

$$\psi_2 \pi (r_1 - r_2) : 180 = (l_2 - l_1) : 2 \text{ und}$$

$$\psi_2 = (180 : 2\pi) (l_2 - l_1) : (r_1 - r_2).$$

Da nun nach den obigen Angaben

$$l_2 = P : r_2, \quad l_1 = P : r_1,$$

so ist auch

$$\psi_2 = (180 : 2\pi) \cdot P \cdot (1 : r_2 - 1 : r_1) : (r_1 - r_2) = (180 : 2\pi) \cdot P : (r_1 r_2).$$

Man hat also nur in die Gleichungen der ersten Lösung statt  $\alpha_2$

$$\alpha_2 + (180 : 2\pi) \cdot P : (r_1 r_2)$$

und statt  $\alpha_1$

$$\alpha_1 - (180 : 2\pi) \cdot P : (r_1 r_2) \text{ einzuführen.}$$

### Zur Geschichte der Bremsen für Fahrzeuge der Eisenbahnen.

Zum Zwecke der Sammlung der Vorgänge auf dem Wege der neuern Entwicklung der Bremsen für Fahrzeuge der Eisenbahnen, besonders langer Züge\*), teilen wir hierunter den wesentlichen Wortlaut darauf bezüglicher, abgelaufener Patente mit, indem wir auf anderweite Äußerungen über diesen Gegenstand verweisen\*\*).

Auszug aus D. R. P. 147109, 30. Oktober 1902.

G. Oppermann.

Eine selbsttätige Einkammerbremse ist mit einer durch Verschiedenheit von Kolbenflächen wirkenden mit zwei oder mehreren Kammern vereinigt, beide Bremsen sind an dieselbe Hauptleitung angeschlossen und werden durch Druckänderungen in der Hauptleitung angestellt.

\*) Organ 1909, S. 83, 249, 313; 1910, S. 69; 1912, S. 363; 1913, S. 151; 1914, S. 52, 237, 389; 1915, S. 73.

\*\*) Organ 1917, S. 292 und 384; Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1917, November, Nr. 87, S. 731.

Die Doppelbremse hat die schnelle Wirkung der Einkammerbremse und die gute Regelungsfähigkeit der Zwei- und Einkammer-Anordnungen beim Anziehen, sie vermeidet die bei alleinigem Benutzen der Zweikammerbremse aus dem langsamen Anziehen folgenden Nachteile, behält aber die gute Regelung beim Lösen bei.

Das gewählte Steuerventil ist das bekannte schnellwirkende der Westinghouse-Schnellbremse, doch können auch andere Ventile dieser Art, seien sie schnellwirkend oder nicht, benutzt werden.

Die Zweikammerteile können mit den üblichen Einrichtungen, Auslaßventilen und dergleichen ausgerüstet werden.

Bei der Ausführung nach Textabb. 1 bis 3 wirkt die Kammer 24 des Zweikammerzylinders 23 als Hilfsbehälter für den Bremszylinder 21 der Einkammerbremse. Die Kolbenstange 27 des Kolbens 26 der Zweikammerbremse ist durch die Stopfbüchse 28 geführt und mit dem Bremskolben 22 ver-

Abb. 1 bis 3.

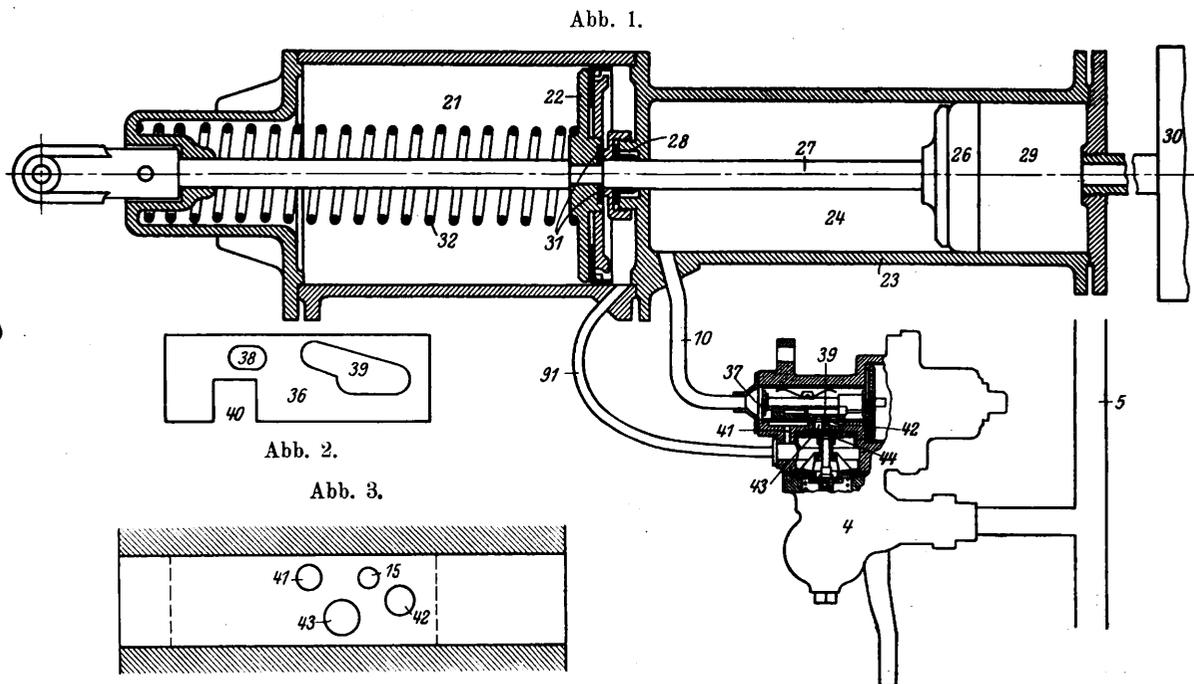


Abb. 2.

Abb. 3.

bunden. An die Kammer 29 des Bremszylinders 23 ist der Behälter 30 angeschlossen, der eine Vergrößerung des Zylinders 23 bildet.

Die Wirkung ist folgende:

Aus der Hauptleitung 5 tritt Preßluft in das Steuerventil 4, bringt es in die Lösestellung und strömt durch das Rohr 10 in die Kammer 24 und um den Stulp des Kolbens 26 in die Kammer 29 und den Behälter 30. Der Bremszylinder 21 ist dabei durch das Rohr 91 und das Steuerventil 4 nach außen offen.

Tritt eine Druckminderung in der Hauptleitung 5 ein, so wird das Steuerventil 4 umgesteuert, schneidet die Verbindung des Zylinders 21 nach außen ab, Preßluft strömt aus der Kammer 24 in den Zylinder 21 über, bis die Druckminderung in der Kammer 24 der in der Hauptleitung 5 entspricht. Die in den Zylinder 21 eingelassene Preßluft wirkt auf den Kolben 22 und treibt beide Kolben nach links, wodurch die Bremse angezogen wird. Eine weitere Druckminderung in der Hauptleitung 5 bewirkt, daß das Steuerventil 4 abermals Preßluft von der Kammer 24 zum Zylinder 21 in der gewöhnlichen Weise überleitet. Der Druck auf den Kolben 22 wird dadurch vergrößert und noch verstärkt durch den auf den Kolben 26 wirkenden Überdruck der Luft in der Kammer 29, der durch die Druckminderung in 24 entsteht.

Wird der Druck in der Hauptleitung zum Lösen der Bremse erhöht und damit das Steuerventil 4 in die Lösestellung gebracht, so strömt Preßluft aus dem Zylinder 21 nach außen. War die Druckerhöhung in der Hauptleitung 5 gering, so tritt auch eine entsprechende geringe Druckerhöhung in der Kammer 24 ein. Dieser Druck kann den in der Kammer 29 herrschenden Überdruck auf den Kolben 26 nicht ausgleichen, so daß letzterer die Bremse angezogen erhält. Eine weitere Druckerhöhung

in der Hauptleitung 5 bewirkt entsprechende Druckerhöhung in der Kammer 24 und entsprechende Verminderung der durch den Kolben 26 hervorgebrachten Bremskraft. Ist in der Kammer 24 der gewöhnliche Druck erreicht, so werden die Kolben 26 und 22 zusammen durch die Feder 32 in die gezeichnete Lösestellung gebracht. Bei teilweise gelöster Bremse kann die Bremskraft jederzeit durch Luftauslaß aus der Hauptleitung verstärkt werden. Die verminderte Kraftwirkung auf den Kolben 22 durch den in der Kammer 24 herrschenden, unter dem gewöhnlichen Arbeitdruck liegenden Druck wird durch eine vergrößerte Kraftwirkung auf den Kolben 26 ausgeglichen, die dann durch den vergrößerten Druckunterschied in den Kammern 24 und 29 hervorgebracht wird.

Sobald der Luftdruck in der Kammer 24 durch fortgesetztes Anziehen der Bremse ohne genügendes Wiederladen, oder aus einem andern Grunde übermäßig vermindert werden sollte, so daß die gewöhnliche Bremskraft im Zylinder 21 nicht mehr erhalten werden kann, wirkt die Preßluft in der Kammer 29 wegen der größern Druckminderung in der Kammer 24 mit verstärkter Kraft auf den Kolben 26 und liefert so die erforderliche Bremskraft.

Um Verluste in der Stopfbüchse 28 zu vermeiden, sobald die Bremse gelöst ist, ist es vorteilhaft, den Ventilsitz 31 auf dem Ende der Stopfbüchenschraube vorzusehen, gegen den der Kolben 22 durch die Feder 32 geprefst wird, und luftdichte Verbindung aufrecht erhält.

Es ist nicht erforderlich, die Kolbenstange 27 mit dem Kolben 22 zu verbinden, da die Feder 32 und der in der Kammer 29 herrschende Druck die beiden Kolben in wirksamer Verbindung hält. Der Ventilsitz 31 kann dann durch einen auf dem Ende der Kolbenstange 27 aufgesetzten Ring bedeckt werden.

Die in Textabb. 1 gezeigte Anordnung kann durch Vergrößerung des Kolbens 26, und der Sitz des Schiebers im Steuerventile gemäß Textabb. 3 abgeändert werden. Bei dem gezeichneten Steuerventile ist die Fläche 36 (Textabb. 2) des Schiebers 37 (Textabb. 1), mit den üblichen Öffnungen versehen, von denen die Öffnung 38 in der Ruhestellung des Ventiles zum Hilfsluftbehälter führt, während die Aussparung 39 die verschiedenen Öffnungen im Ventilsitze verbindet. Die Öffnung 40 wird gewöhnlich durch den Schiebersitz abgeschlossen und verbindet die Schieberkammer mit der Notbremseinrichtung 44 nur in der Notbremsstellung des Steuerventiles. Der Ventilsitz (Textabb. 3) hat die üblichen Öffnungen 41, 42 und 43, von denen 41 durch das Rohr 91 nach dem Bremszylinder 21, 42 nach außen und 43 zur Notbremsvorrichtung 44 führt. Außer diesen ist die Öffnung 45 nach außen vorgesehen.

Bei diesen Abänderungen des Steuerventiles ist die Wirkung der Vorrichtung folgende: In der Lösestellung ist die Hauptleitung 5 mit dem Rohre 10 verbunden, während der Zylinder 21 durch Rohr 91, die Öffnung 41, die Aussparung 39 und Öffnungen 42 und 45 nach außen offen ist.

Bei Druckminderung in der Hauptleitung 5 verbindet das Steuerventil die Kammer 24 durch das Rohr 10 und die Öffnungen 38 und 41 mit dem Bremszylinder 21.

Nach Ausgleich in den Kammern 24 und 21 bewirkt eine weitere Druckminderung in der Hauptleitung 5 die völlige Umsteuerung des Steuerventiles, so daß das Rohr 10 durch die Öffnung 38 mit der hinzugetretenen, nach außen führenden Öffnung 45 verbunden ist und die Kammer 24 allmähig nach außen entlüftet wird, entsprechend den in der Hauptleitung vorgenommenen Druckminderungen. Hierdurch wird erhöhte Wirkung des Kolbens 26 hervorgebracht, indem auf ihn der vergrößerte Druckunterschied zwischen den Kammern 24 und 29 wirkt. Der Druck im Bremszylinder 21 nimmt hierbei in denselben Verhältnisse ab, wie der Druck in der Kammer 24. Die indessen auf den Kolben 22 wirkende Kraftminderung wird durch die entsprechend größere Kraft ausgeglichen, die auf den Kolben 26 wirkt, der größer ist, als der Kolben 22. Die auf das Bremsgestänge ausgeübte Kraft wird also fortwährend verstärkt, wenn der Druck in der Hauptleitung abnimmt.

Wird zum starken Anziehen der Bremsen schnell eine erhebliche Druckminderung in der Hauptleitung 5 bewirkt, so bewegt sich der Kolben des Steuerventiles sogleich bis an das Ende seines Hubes, und die aus der Kammer 24 durch das Rohr 10, Aussparung 40 und Öffnung 43 den Notbremskolben 44 zugeführte Prefsluft bewirkt die Umsteuerung der Notbremseinrichtung, und damit die Verbindung der Hauptleitung mit dem Bremszylinder durch Rohr 91. Zugleich wird Prefsluft in den Zylinder 21 aus der Kammer 24 durch die Öffnung 43 und eine Öffnung in dem Notbremskolben 44 des Steuerventiles eingelassen. Nachdem so die Bremsen plötzlich angezogen sind, wird der Druck aus der Kammer 24 und dem Zylinder 21 durch Rohr 10, Öffnung 38 und die besondere Öffnung 45 allmähig ins Freie gelassen und dadurch die Bremskraft verstärkt, je mehr der Druck in der Hauptleitung sinkt.

Durch die Öffnung 45 im Ventilsitze kann auch der

Auslaß statt nach außen in einen Auspuffbehälter erfolgen, so daß der Druck in der Kammer 24 und dem Zylinder 21 nur so weit abnehmen kann, bis er dem in dem Auspuffbehälter herrschenden gleich ist, selbst wenn die Prefsluft aus der Hauptleitung ganz ausgelassen wird.

Bei Benutzung von schnellwirkenden Steuerventilen kann die aus der Hauptleitung 5 entnommene Prefsluft entweder in den Bremszylinder der Einkammerbremse, oder nach außen, oder in einen besondern Auspuffbehälter geleitet werden.

#### Patent-Ansprüche.

1. Eine Doppel-Luftdruckbremse, gekennzeichnet durch die Verbindung einer Einkammerbremse und einer Mehrkammerbremse, die beim Bremsen und Lösen zugleich oder nach einander wirken, zu dem Zwecke, schnelles Anziehen, allmähiges und teilweises Lösen zu bewirken.

2. Eine Ausführungsform der Bremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mehrkammerbremse durch ein Druckminderventil gesteuert wird, das zwischen Hauptleitung und Ladekammer des Bremszylinders geschaltet, teilweises Laden der Mehrkammerbremse bewirkt und bei erheblichen Druckminderungen in der Leitung das Entlüften des toten Raumes gestattet, zu dem Zwecke, die Mehrkammerbremse erst nach dem Anstellen der Einkammerbremse zur Wirkung zu bringen.

3. Eine Ausführungsform der Bremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladekammer der Mehrkammerbremse an den Hilfsbehälter der Einkammerbremse angeschlossen, oder mit diesem vereinigt ist, so daß die Ladekammer bei Druckminderungen im Hilfsbehälter entlüftet wird und die Mehrkammerbremse in Wirkung tritt (Textabb. 1).

4. Eine Ausführungsform der Bremse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Laderaum der Mehrkammerbremse durch einen Kolben in zwei Kammern geteilt ist, die durch einen Überströmkanal derart verbunden sind, daß bei gelöster Bremse nur die zweite den Hilfsbehälter für die Einkammerbremse bildet und bei Druckminderungen in der zweiten durch den sich verschiebenden Kolben beide Kammern verbunden werden und nun den Hilfsbehälter bilden, zu dem Zwecke, die Wirkung der Mehrkammerbremse zu verstärken und durch Vergrößerung des Hilfsbehälters den Druck auf den Bremskolben der Einkammerbremse zu erhöhen.

5. Eine Ausführungsform der Bremse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil 4 in der Notbremsstellung die Ladekammer 24 mit der Außenluft, oder einem Auspuffbehälter verbindet, um nach Luftausgleich des Einkammer-Zylinders mit der Lade- und Hilfsbehälter-Kammer 24 die Wirkung der Mehrkammerbremse zu verstärken.

6. Eine Ausführungsform der Bremse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß von den durch den Kolben geteilten, den Laderaum der Mehrkammerbremse bildenden Kammern, die gesondert durch das Steuerventil überwacht werden, die eine den Hilfsbehälter für die Einkammerbremse bildet und die andere bei Druckminderung in der Hauptleitung mit der Außenluft oder dem Zylinder der Einkammerbremse verbunden wird, zu dem Zwecke, bei Anziehen der Ein-

kammerbremse durch Druckminderung in den Ladekammern der Mehrkammerbremse letztere zugleich anzustellen.

**II. Auszug aus dem österreichischen Patente 15860, 15. November 1903.  
G. Oppermann.**

Die den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildende, selbsttätig wirkende Luftdruckbremse bezweckt, verschiedene Mängel zu beseitigen, welche sowohl die durch Verschiedenheit der Kolbenflächen wirkenden, als auch die Einkammerbremsen besitzen. Erstere gestatten nämlich ein ganz allmähliges, regelbares Anziehen und Lösen, während letztere sowohl sehr schnelles, als auch allmähliges und abstufbares Anziehen der Bremse gestatten. Nach der vorliegenden Erfindung wird nun eine selbsttätige Einkammerbremse mit einer auf Verschiedenheit der Kolbenflächen beruhenden verbunden, beide Bremsen werden durch Änderung des Druckes in derselben Hauptleitung betätigt. Die dadurch erhaltene Doppelbremse besitzt die schnelle Wirkung der Einkammerbremsen in Verbindung mit der Regelbarkeit des Anziehens sowohl der durch Verschiedenheit der Kolbenflächen wirkenden, als auch der Einkammerbremsen

und vermeidet zugleich die in zu langsamem Anziehen der durch Verschiedenheit der Kolbenflächen wirkenden Bremsen bei deren alleiniger Anwendung liegenden Nachteile der letzteren, während ihr allmähliges und regelbares Lösen beibehalten bleibt.

**Patent-Ansprüche.**

1. Selbsttätig wirkende Luftdruckbremse, dadurch gekennzeichnet, daß an eine gemeinsame Hauptleitung je eine Bremsvorrichtung nach der Einkammer-, beispielweise Westinghouse-Bauart und eine solche nach der Zweikammer-, Differential-Bauart auf jedem Fahrzeuge angeschlossen sind, deren Bremszylinderkolben gemeinsam auf das Bremsgestänge des Wagens wirken, zum Zwecke, um ohne Beeinträchtigung des schnellen Anziehens ein allmähliges und teilweises Lösen der Bremse zu erzielen.

4. Ausführungsform der Bremsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder der Zweikammerbremse die Stelle des Hilfsbehälters der Einkammerbremse vertritt und ein Ende dieses Zylinders durch das Steuerventil mit dem Zylinder der Einkammerbremse verbunden ist.

## **Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.**

### **Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.**

#### **Kobaltchrom-Stahl.**

(Engineering 1917 II, Bd. 104, 6. Juli, S. 22.)

Das Stahlwaren-Werk Darwin und Milner in Sheffield hat Schutzrechte für einen Kobaltchrom-Werkzeugstahl nachgesucht, der ebenso dauerhaft und hart sein soll, wie Wolfram-Schnellstahl. Dieser muß zur Erzielung bester Schneidfähigkeit bei 1250 bis 1350° Wärme gehärtet werden, was bei Werkzeugen mit feinen Schneiden Schwierigkeiten bereitet. Zur Härtung des Kobaltchrom-Stahles für feinschneidige Werkzeuge sind nur 1000° nötig, darüber liefern die Werkzeuge ungünstige Ergebnisse. Das Härten soll mit Abkühlen in ruhiger Luft erfolgen, während Wolfram-Schnellstahl in starkem Luftstrom oder durch Abschrecken gekühlt werden muß. Bei

Kobaltchrom-Stahl soll durchweg gleicher Härtegrad erreicht werden können. Versuche haben gezeigt, daß Sägen mit einem Blatte aus Kohlenstahl einen halben Tag, aus Wolfram-Schnellstahl zwei Tage, aus Kobaltchrom-Stahl vier Tage ohne Schärfe arbeiten. Nach in Amerika angestellten Versuchen ist Kobaltchrom-Stahl gleichwertig mit Iridium-Kobalt-Wolfram-Schnellstahl von Becker. Die Schneidfähigkeit des Kobaltchrom-Stahles ist bei Werkzeug aus Gußstücken ebenso gut wie aus geschmiedeten oder gewalzten Stäben, und da Kobaltchrom-Stahl geschmolzen viel flüssiger ist, als Schnellstahl, eignet er sich zu allen Formen von Werkzeug-Formgußstücken.

B—s.

### **Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.**

#### **Ausführung des Harlemflusses-Tunnels der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue in Newyork.**

(F. W. Skinner, Engineering 1917, II, Bd. 104, 13. Juli, S. 32 und 27. Juli, S. 83; Le Génie Civil 1917, II, Bd. 71, Heft 9, September, S. 133, beide mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 15 bis 19 auf Tafel 50.

Der 328,57 m lange, mit der Unterkante ungefähr 17 m unter mittlern Hochwasser liegende, viergleisige Harlemflus-Tunnel der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue in Newyork\*) besteht aus einem 23,774 m breiten, 7,468 m hohen Grobmörtelkörper, der vier in Blech-Querwänden in 4,75 m Teilung ausgeschnittene, 5,791 m weite stählerne Rohre in 5,178 m Mittenabstand enthält, die durch 1,22 m weite, 2,74 m hohe Öffnungen mit wasserdichten Wänden aus Stahlplatten verbunden sind. Die Rohre wurden nach einander in fünf Abschnitten auf einem Gerüste in einer Bucht im Harlemflusse

vernietet und in einen im Flußbette ausgebaggerten, in der Sohle 24,4 m breiten Graben mit ungefähr 10 m durchschnittlicher Tiefe und Böschungen 1:2 versenkt. Um sie zur Flöschung schwimmfähig zu machen, wurden alle Enden der Rohre durch verlorene hölzerne Querwände geschlossen. In den Viertelpunkten wurden halbe luftdichte Querwände im oberen Teile der Rohre hergestellt, die so in je drei Kammern geteilt wurden, um Luftfallen zur Verhütung ungleichmäßigen Versenkens zu bilden. Die Querwände an den Ufer-Enden der Endabschnitte der Rohre mußten versenkt und ausgepumpt ungefähr 18 m Druckhöhe aushalten, die anderen End-Querwände der äußeren Rohre brauchten nur ungefähr 1,5 m Druckhöhe auszuhalten und waren viel leichter, die der inneren Rohre nur 1,52 m hoch. Alle Querwände voller Höhe hatten ein langspindeliges, 300 mm weites, die der äußeren Rohre außerdem ein 250 mm weites Einlaßventil für das Versenken der Rohre, jedes äußere Rohr oben ein 50 mm weites Luft-

\*) Organ 1914, S. 215.

loch an jedem Ende und ein 75 mm weites unmittelbar hinter jeder halben Querwand. Die Fugen der Querwände wurden kalfatert. An die senkrechten Gurtwinkel der die Rohre verbindenden Querwände aus Blech wurden hölzerne Längswände aus 10 cm dicken wagerechten Bohlen gebolzt, die zwischen den Querwänden durch strahlenförmige Winkeleisen an den äußeren Rohren abgesteift wurden.

Unter den mit der Unterkante der Querbleche ungefähr 30 cm über Hochwasser auf vier Längsreihen von Rohrkappen ruhenden Rohrabschnitt wurden bei Ebbe neun mit Steinen beschwerte, hölzerne Prähme gebracht. Ihr Freibord genügte, um jedem ungefähr 90 t Tragkraft zu geben, wodurch der 725 t schwere Rohrabschnitt bei der 2,4 m steigenden Flut gehoben wurde. Dann wurde Wasser eingelassen, um die Prähme mit Schleppern unter dem mit ungefähr 90 cm Tiefgang schwimmenden Rohrabschnitte heraus zu ziehen. Jedes Rohr wurde nach einer geeigneten Vertäuung geschleppt und seine Ausrüstung vervollständigt, während das nächste auf dem Gerüste in der Bucht gebaut wurde.

Um das Gewicht der untergetauchten Rohre auszugleichen, diese unter Wasser zu regeln und in jeder Lage halten zu können, wurde jeder Rohrabschnitt schwimmend an jedem Ende mit zwei quer auf den Rohren liegenden, 3,05 m weiten, 20,8 m langen Kesseln aus 8 mm dickem Bleche für Prefsluft ausgerüstet. Jeder Kessel hatte gewölbte Enden und war durch zwei gewölbte Blech-Querwände in 1,98 m Entfernung von der Mitte in drei luftdichte Kammern geteilt. Er ruhte an zwei Punkten auf hölzernen Lagern und war an diesen Punkten durch Bänder mit Spannschrauben auf Sätteln der Kessel an den Blech-Querwänden der Rohre befestigt. In den Ebenen dieser Sättel waren die Kessel durch halbe Blech-Querwände im oberen Teile und strahlenförmige Streben, an andern Punkten durch acht strahlenförmige Streben versteift. Jede Endkammer der Kessel hatte oben ein 100 mm weites, mit einem fast bis auf die Sohle des Kessels reichenden Rohre verbundenes Kugelventil, durch das die Kammer gefüllt oder entleert werden konnte. Die mittlere Kammer jedes Kessels hatte ein 75 mm weites Einlaßventil für Wasser, dessen Spindel durch die Decke des Kessels ging, in der Sohle, um die Tragkraft des Kessels zu regeln, ferner oben ein 75 mm weites Kugelventil, das mit einem 4 cm über der Sohle des Kessels endigenden Rohre verbunden war. Jede Kammer hatte außerdem oben ein 50 mm weites Ventil für einen aus dem Wasser führenden Schlauch zum Einpressen von Luft.

An den Enden der Rohrabschnitte waren zwei verlorene senkrechte, 13,1 m hohe stählerne Richtungsmaste über dem Scheitel der äußeren Rohre angebracht, um die Ausrichtung der Rohrabschnitte nach der Versenkung zu erleichtern; jeder war durch eine einstellbare Strebe und zwei einstellbare Haltstangen abgesteift, um lotrechte Einstellung zu ermöglichen. Die Maste trugen wagerechte Querarme mit Scheiben, deren Mittelpunkt 30,5 cm außerhalb der Mittellinie der äußeren Rohre lag. Die Scheiben konnten so gleichzeitig durch einen Theodolit ausgerichtet werden. An das obere Ende jedes Mastes war ferner eine eingeteilte, als Wagelatte dienende Metallplatte geklemmt.

Am 29. August 1913 wurde der erste Rohrabschnitt durch zwei Schlepper vorn, einen hinten in 1,5 Stunden gegen einen Flutstrom von 1,4 m/sek von seiner Vertäuung durch drei Drehbrücken nach der ungefähr 1,5 km entfernten Baustelle gebracht. Hier wurde er in seiner Lage mit vier an die Enden beider Seiten angeschlossenen, quer liegenden Flaschenzügen einstellbar festgemacht, die je an einer besondern Pfahlgruppe verankert waren und durch eine Winde auf einer zwischen den Ankerpfählen festgemachten Rammbarre betätigt wurden. Ein fünfter, längs liegender Flaschenzug wurde mit einem Ende des Rohrabschnittes verbunden. An die Blech-Querwand an jedem Ende des Abschnittes wurde ein Tau gehakt und mit dem 24,4 m langen Ausleger eines Mastkranes für 9 t verbunden: beide Kräne standen auf einem an einer Seite des Abschnittes festgemachten Prähme. Zur Versenkung wurden zunächst die hölzernen Querwände an den Enden der mittleren Rohre teilweise entfernt: 42 Minuten nach Öffnung der 300 mm weiten Ventile in den hölzernen End-Querwänden der äußeren Rohre waren die Rohre untergetaucht, die Prefsluftkessel lagen auf dem Wasser. Ungefähr 25 Minuten später war die Ausströmung der Luft aus den oberen Teilen der Rohre vollendet und die unter Wasser ungefähr 586 t schweren Rohre wurden ganz von den vier Prefsluftkesseln getragen, die je ungefähr 17 t überschüssige Tragkraft hatten. Mit den 50 mm weiten Luftlöchern an den Enden der äußeren Rohre waren ungefähr 4,5 m lange Schlauchrohre verbunden, so daß der Luftauslaß durch Arbeiter auf den Prefsluftkesseln geregelt werden konnte, dies wurde jedoch nur in ein oder zwei Fällen für nötig gehalten, da die Rohre sonst gleichmäßig sanken. Darauf wurden die Einlaßventile in den mittleren Kammern aller Prefsluftkessel geöffnet, in 40 Minuten waren diese völlig untergetaucht und das Ganze wurde von den beiden Mastkränen gehalten, die je fast 4,5 t aufnahmen. Ungefähr drei Stunden nach Öffnung der Einlaßventile in den Rohren wurden die Flaschenzüge der Kräne schlaff, die Rohre waren in die Tunnellinie gesenkt, wo sie auf fünf wagerechten Längsschwellen ruhten, die vorher durch Taucher in die richtige Höhenlage der unteren Flanschen der Blech-Querwände gebracht waren und nur die lotrechte Stellung der Rohre festlegen sollten, ohne erhebliche Last zu tragen. Jede Schwelle bestand aus zwei stehenden, 305 mm hohen  $\square$ -Eisen, die durch Anschlußbleche an die Köpfe zweier 30 cm im Gevierte dicker, 3 m langer, an den Enden zugespitzter Hölzer gebolzt waren, zusammen mit Kopfbändern versteifte Rahmen bildend, die mit zwei langen stählernen Jungfern durch zwei schwimmende Dampfrahmen angetrieben wurden. Dieser und die folgenden Rohrabschnitte mußten durch Taucher etwas auf den Schwellen aufgekeilt werden, um sie bis auf 6 mm in richtige Höhenlage zu bringen. Der erste Rohrabschnitt lagerte sich durch den Flutstrom von 1,4 m/sek mit 67 cm Längs- und 1,22 m Quer-Verschiebung, er wurde durch die Flaschenzüge mit dem Theodolit in die richtige Lage gebracht. Die folgenden Rohrabschnitte wurden ebenso in ungefähr gleicher Zeit versenkt, jeder mit dem vorhergehenden durch zwei wagerechte, längs liegende, 124 mm dicke, 1,07 m lange Führungbolzen (Abb. 15 bis 19, Taf. 50) verbunden, die an einem Ende in dem Gufsstücke am Fusse der Richtungsmasten befestigt waren

und mit ihrem vorstehenden, spitzen Ende in ein kegeliges Loch in dem Gulsstücke an dem vorher versenkten Rohrabschnitte dadurch eingeführt wurden, daß der letzte Rohrabschnitt an den vorhergehenden herangezogen und so selbsttätig eingestellt wurde. Das Spiel zwischen dem Bolzen und dem zusammengezogenen Ende der kegeligen Hülse war nur 10 mm, und sobald der Bolzen eingeführt war, wurde er durch einen in einen Schlitz nahe seinem spitzen Ende getriebenen, sich gegen das Hülsen-Gulsstück legenden, keilförmigen Splint am Ausgleiten verhindert. Nachdem die benachbarten Rohrabschnitte so in Richtung gebracht waren, wurden sie durch Taucher mit 22 mm dicken, durch die abstehenden Schenkel äußerer L-Ringe (Abb. 16, Taf. 50) gehenden Bolzen verbunden. Die inneren Flanschen benachbarter innerer L-Ringe wurden nach Entwässerung der Rohre durch eine kreisförmige, 343 mm breite, 10 mm dicke Platte verbunden: die Tasche zwischen dieser und dem Mantel der Rohre wurde mit Mörtel gefüllt. Während des ungefähr einen Tag in Anspruch nehmenden Verbolzens durch die Taucher wurde das an den schon verlegten Rohrabschnitt stoßende Ende des neuen von den Führungbolzen getragen, während das äußere Ende leicht mit seiner letzten Blech-Querwand auf den fünf Längsschwellen ruhte und nach Höhenlage und Richtung genau eingestellt wurde.

Der die Rohre umgebende Grobmörtel von im Ganzen rund 30 000 cbm wurde in einer schwimmenden Anlage gemischt und durch Trichterrohre eingebracht. Die Anlage war auf einem  $10,7 \times 33,5$  m großen Abschnitte eines hölzernen Floßes eingerichtet und enthielt zwei Dampfkessel von je 45 PS, eine Luftpumpe, drei Mischer und Hubvorrichtung für Grobmörtel, fünf ortsfeste hölzerne Türme und Trichterrohre, drei je 6 cbm fassende, doppelte Vorratbansen mit trichterförmigem Boden für Sand und Kies, unter Deck Kessel mit frischem Stadtwasser für den Grobmörtel und Dampfkessel. Die 15,24 m hohen, verstreuten hölzernen Türme von  $1,83 \times 1,83$  m Querschnitt waren längs einer Seite des Prahmes, die Kante überragend, in den Abständen zwischen den Rohren und zwischen den äußeren Rohren und den hölzernen Längswänden entsprechender Teilung angeordnet. Sand und feiner Kies gelangten durch Schwerkraft aus den Vorratbansen nach den Mischmaschinen, aus denen der Grobmörtel in stählerne Eimer für 0,75 cbm fiel, die durch besondere Maschinen zwischen senkrechten Führungen auf die Türme gehoben wurden. Die Eimer entleerten selbsttätig in die 1,15 cbm fassenden Trichter der lotrecht beweglichen, 18,29 m langen, 300 mm weiten, stählernen Trichterrohre. Am Rohrtrichter war eine mit Geländer versehene Arbeitbühne für den Wärter angebracht und an ein über eine Scheibe oben im Turme gehendes Seil gehängt, durch das das Trichterrohr ungefähr 12 m gehoben und gesenkt werden konnte. Der Wärter steuerte die Bewegung durch ein endloses Seil, das oben über den Turm ging und mit dem Drosselhebel der den Hub-Flaschenzug betätigenden Maschine verbunden war. Sand und Kies wurden auf Deckprähmen für 380 cbm zugeführt und mit einem durch einen Mastkran mit 24,4 m langem Ausleger auf Deck des Grobmörtelfloßes betätigten Greifer in die Vorratbansen entladen. Der mit seiner Achse quer über die versenkten Rohre gestellte Grobmörtelprahm

wurde an beiden Enden mit Flaschenzügen an Ankerpfählen vertäut und so eingestellt, daß die Trichterrohre in derselben  $4,75 \times 23,165$  m großen Tasche zwischen den Blech-Querwänden der versenkten Rohre in je einem Raume zwischen diesen und zwischen den äußeren Rohren und den hölzernen Längswänden auf die Sohle gesenkt wurden. Zuerst wurden ein oder zwei Eimer trockenen Grobmörtels in jeden Rohrtrichter gekippt, um das Wasser aus den Rohren zu drücken, die dann mit nassem Grobmörtel gefüllt und durch Nachfüllen so gehalten wurden. Durch Heben des Rohres floß der Grobmörtel unten aus und verbreitete sich mit flacher Neigung über den Graben innerhalb der Tasche. Der Boden des Grabens wurde ungefähr 1 m unter der Oberfläche des eingebrachten Grobmörtels gehalten, so daß dieser nur an der Oberfläche in den eingeschlossenen Taschen, wo kein Strom war, der Wirkung des Flusswassers ausgesetzt war.

Die Sohle des im Flußbette ausgebaggerten Grabens lag 30 bis 60 cm unter den 686 mm unter die Unterkante der Rohre reichenden Blech-Querwänden. Der Raum zwischen Grabensohle und Rohrmantel wurde mit Grobmörtel gefüllt. Wenn drei oder vier Taschen genügend gefüllt waren, um dem Rohrabschnitte ein Lager auf der Grabensohle zu geben, wurden die Flaschenzüge der Kräne losgemacht, Wasser durch die dazu vorgesehenen Ventile in die Prefsluftkessel gelassen, so daß sich diese auf die Rohre legten und die Hängebänder locker wurden, die dann durch Taucher gelöst und entfernt wurden. Darauf wurde das Wasser aus der mittlern Kammer jedes Kessels durch Einpumpen von Prefsluft ausgetrieben, so daß die Kessel an die Oberfläche stiegen. Dann wurden die Endkammern geleert und die Kessel waren zu neuer Verwendung bereit.

Nachdem alle Rohrabschnitte versenkt, durch Taucher verbunden und außen mit Grobmörtel umgeben waren, waren die Rohre innen durch vier senkrechte, 90 cm weite Schächte nahe einem Ufer zugänglich, die durch Taucher an vorläufig mit Deckplatten verschlossene, an die Decke jedes Rohres genietet, 1,2 m lange Verbindungsstücke gebolzt wurden. In diesen Schächten waren zwei 100 mm weite Pulsheber, eine 150 mm weite Schleuder- und eine 225 mm weite Kolbenpumpe aufgestellt, die mit fallendem Wasserspiegel gesenkt wurden und gegen ungefähr 15 m größte Druckhöhe pumpend, die 25 000 cbm betragende Wassermenge in ungefähr 13 Tagen entfernten. Die Pumpen beseitigten einen großen Teil des die Sohle der Rohre auf 15 bis 60 cm Höhe bedeckenden Schlammes, der übrige wurde nach den Schächten gefahren und ausgehoben. Die Stöße zwischen den Rohrabschnitten wurden durch die ringförmigen Deckplatten auf den inneren L-Ringen gespleißt.

Wenn die Rohre leer waren, wurden sie innen mit bewehrtem Grobmörtel verkleidet. Die Verkleidung ist an den senkrechten Wänden 30 cm, an der Sohle 86 cm, anderwärts 38 cm dick. Zuerst wurde die Sohle, dann Seiten und Decke zugleich in Längen von 9 m hergestellt. Hölzerne, teils lösbare, 9 m lange Schalungen wurden verwendet, die nach Bedarf von einem Läufer bewegt wurden. In den senkrechten Wänden wurden 15 cm tiefe Schutznischen in ungefähr 6 m

Teilung gebildet, auf beiden Seiten der Gleise Kästen für elektrische Drähte gebaut.

Während der Verkleidung des Tunnels wurde die Landverbindung am nördlichen Ende durch eine offene, ungefähr 18 m tiefe Grube hergestellt\*), die aus stählerner Spundwand gebaut und durch geeignete Vorrichtungen mit dem ersten Rohrabschnitte verbunden wurde. Die innen stark verstrebt Grube wurde durch eine Hinterfüllung an der Flussseite verstärkt. Eine ähnliche Anordnung wurde bei Herstellung der Zufahrt am südlichen Ende des Tunnels angewendet.

Der Tunnel wurde unter Leitung des Ausschusses für öffentliche Betriebe mit A. Craven als erstem Fachmann für Wirtschaftbau und R. Ridgeway für Bauausführung gebaut. Unternehmerin war die Gesellschaft A. Mc Mullen und Hoff mit N. R. Melvin als Bauleiter, G. A. Graham und G. Muller als Hilfsarbeiter und Olaf Hoff als beratendem Fachmann für Wirtschaftbau, der das Bauverfahren zuerst 1909 bei dem mit der Unterkante ungefähr 24 m unter Wasser liegenden, 800 m langen, zweigleisigen Tunnel unter dem Detroit-Flusse bei Detroit, Michigan\*\*), angewendet hat.

B—s.

#### Hudson-Tunnel für Kraftwagen.

Engineering News-Record 1917, 19. April; Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1917, Heft 39, S. 48f. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 bis 14 auf Tafel 50.

Abb. 10 bis 12, Taf. 50 zeigen den geplanten 2743,2 m langen Hudson-Tunnel für Kraftwagen zur Verbindung der Grove-Straße in Neuyork und der 12. Straße in Jersey City. Er ruht zwischen den Ufern mit Ausnahme eines 365,8 m langen, auf Fels liegenden Teiles in 1450 m Länge auf 12,2 bis 21,3 m langen Pfählen, die auf 804 m Länge in eine gebaggerte Rinne geschlagen werden, wo der Tunnel aus einzelnen am Ufer hergestellten, schwimmend an Ort und Stelle gebrachten und versenkten Abschnitten bestehen soll; auf dem übrigen Teile, wo

\*) Organ 1916, S. 257.

\*\*) Engineering Record 1909 II, Bd. 60, Heft 25, 18. Dezember, S. 678 und Heft 26, 25. Dezember, S. 719; Organ 1911, S. 434.

### Bahnhöfe und deren Ausstattung.

#### Bahnhof Moorstraße der Großen West-Bahn in Birmingham.

(Engineering 1917 I, 19. Januar, S. 50. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel 48.

Der auf stark geneigtem Gelände erbaute Bahnhof Moorstraße der Großen West-Bahn in Birmingham (Abb. 1 und 2, Tafel 48) besteht aus einem Bahnhöfe für Vorortverkehr und einem zweigeschossigen Güterbahnhofe mit einem obern, von der Moorstraße zugänglichen Geschoße und zwei darunter liegenden, durch die Parkstraße getrennten Schuppen A und B in etwas verschiedener Höhe. Schuppen A ist von der Parkstraße, Schuppen B von der Allison-Straße zugänglich. An dieser liegen auch Ställe für 67 Pferde mit Futter- und Strohlagern, Freiständen, in denen sich die Pferde frei bewegen können, und einer Hufschmiede.

Der Vorort-Bahnhof hat einen 213,36 m langen Inselbahnsteig mit Hauptgebäude an der Moorstraße. Ein zweiter, 182,88 m langer Bahnsteig kann bei Zunahme des Verkehrs

diese Baggerungen nicht ohne Gefahr für die vorhandenen Baulichkeiten geschehen können, soll der Tunnel mit Prefsluft- oder offenen Senkkästen gebaut werden. Die Oberkante des Tunnels liegt höchstens 15,24 m unter Niedrigwasser. Von der die Köpfe der Landestege verbindenden Linie steigt der Tunnel mit 29,1 und 8,9‰ nach der Seite von Neuyork, mit 19,8 und 3,1‰ nach der von Jersey City.

Der Tunnel besteht aus bewehrtem Grobmörtel. Die Außenseite hat eine 9 mm dicke Teerschicht und darauf eine Bekleidung mit 23×23 cm dicken Holzblöcken, die Innenseite eine Zementschicht. Der für zwei Verkehrsrichtungen berechnete, im Lichten 7,62 m breite, 3,96 m hohe Durchfahrtraum gestattet den größten, 2,44 m breiten, 3,66 m hohen Fahrzeugen 16 km st Geschwindigkeit. Der Tunnel ermöglicht 1760 Fahrzeugen stündlich die Durchfahrt in beiden Richtungen. Er kann zwischen den Ufern gleichzeitig 183 Kraftwagen aufnehmen. An jedem Ufer wird ein 10,36 m weiter, 15,24 m hoher Lüftschacht angelegt. Da die Bewegung der frischen Luft durch die Absaugung der verdorbenen nicht genügt, wird sie an jedem Ende noch durch Luft vermehrt, die durch besondere Luftkanäle in den obern Teil des Tunnels eingblasen wird, und im mittlern wieder ausströmt. Die somit für 183 Fahrzeuge zu bemessende Lüftung erfordert nach Versuchen eine Gebläseanlage für 10 196,6 cbm/min frischer Luft, wodurch die Tunnelluft alle fünf Minuten erneuert wird.

Abb. 13 und 14, Taf. 50 zeigen die Art der Versenkung der einzelnen Abschnitte und deren Zusammenfügung unter Wasser. Das Verfahren wurde bei Erbauung des Detroit-Tunnels\*) und des Harlemlufs-Tunnels der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue in Neuyork\*\*) mit kleineren Abmessungen angewendet. Die einzelnen Abschnitte werden durch Schließen der Enden mit Holz und Anbringen von Prefsluftkesseln nötigen Falles schwimmfähig gemacht. Die Baukosten sind auf ungefähr 42 Millionen *M* veranschlagt.

B—s.

\*) Engineering Record 1909 II, Bd. 60, Heft 25, 18. Dezember, S. 678 und Heft 26, 25. Dezember, S. 719; Organ 1911, S. 434.

\*\*) Organ 1914, S. 215; 1916, S. 257; 1917, S. 405.

hergestellt werden. Der Bahnsteig ist auf 123,44 m Länge mit einem Regenschirmdache auf genieteten Säulen bedeckt. Zwischen dem Hauptgebäude und dem Eingange zum Bahnsteige liegt eine fünfschiffige Zugangshalle mit Satteldächern.

Auf jeder Seite des Bahnsteiges ist eine 18,29 m lange, 10,01 m breite, elektrisch getriebene Schiebebühne für drei Gleise angeordnet, die mit 170 t Last ungefähr 3 m/min läuft. Sie fährt mit je vier Rädern von 610 mm Durchmesser auf neun Schienen, hat neun Fahrgestelle aus je zwei Balken aus Walzeisen, auf denen die Schienenträger liegen, und ist mit Riffelblechen bedeckt, die unter die Nase des Bahnsteiges ragen, so daß man nicht in die Grube fallen kann. Die Kanten sind mit Winkeleisen gesäumt. Jede Schiebebühne hat eine Dreiwellen-Triebmaschine von 18 PS mit 710 Umläufen in der Minute. Triebmaschine und Triebwerk sind ungefähr in der Mitte der Schiebebühne unter den Riffelblechen angeordnet, von denen eines unmittelbar über der Maschinenanlage eine

Klappe bildet. Die Triebmaschine ist unmittelbar mit einer stählernen Schnecke gekuppelt, die in ein Schneckenrad mit gußeisernem Mittelstücke und Reifen aus Fosforbronze eingreift. Das Schneckengetriebe liegt in einem gußeisernen Gehäuse mit Ölsack. Die Schneckenwelle ist mit elektrischer Bremse versehen. Die Triebmaschine arbeitet durch Schnecke und Schneckenrad auf eine von der Mittellinie der Schiebebühne nach beiden Seiten laufende Vorgelegewelle, deren Enden zwei Räder aus Stahlguss auf jeder Triebwelle antreiben; Endausschalter verhindern das zu weit Laufen. Unter dem Bahnsteige ist eine Nische angeordnet, in die die Schiebebühnen bis fast zur Mitte des Bahnsteiges hineinlaufen. Die Steuer-schalter der Schiebebühnen sind zwischen den Radfängern angeordnet und mit einem Riegelhebel im Signalstellwerke verbunden, der mit den Signalen für die nach den Schiebebühnen fahrenden Züge gegenseitig riegelt.

Das obere Geschoss des Güterbahnhofes enthält einen 128,02 m langen, 23,835 m breiten Güterschuppen mit zwei 9,665 und 14,16 m weiten Schiffen: das schmalere hat einen elektrischen, hängenden Dreh-Laufkran für 1 t über der 6,1 m breiten Ladebühne, die an einer Seite von einem Gleise, an der andern von einer 10,67 m breiten Fahrstrasse mit angrenzendem Gleise bestrichen wird. B—s.

#### Lokomotiv-Dreherei.

(Engineering, Mai 1917. S. 417. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel 49.

Die große Eisenbahnwerkstätte der London und Nordwest-Bahn in Crewe ist bedeutend erweitert. Die neuen Anlagen umfassen ein Stahl- und Walz-Werk, Schmiede, Kessel- und Kupfer-Schmiede, Riehthalle, Eisengießerei, Räderwerkstätte, Fenderbau und Dreherei. Die letztere liegt nach Abb. 1, Taf. 49 in einer zweischiffigen, 201 m langen, 24.8 m breiten

### Maschinen und Wagen.

#### 90 PS-Öltriebswagen mit elektrischer Kraftübertragung.

(Königshagen, Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1917, Juni, Heft 16, Seite 145. Mit Abbildungen; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1917, August, Nr. 67, S. 562; Glaser's Annalen 1917, August, Nr. 963, S. 37. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel 50.

Der Wagen wurde von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft für die regelspurige Kleinbahn Reinickendorf-Liebenwald geliefert; die Ausführung des von L. Steinfurt G. m. b. H. in Königsberg i. Pr. hergestellten Wagens (Abb. 1 bis 3, Taf. 50) unterscheidet sich von der üblichen im Wesentlichen durch die Ausbildung des vordern Drehgestelles (Textabb. 1). Bisher wurde der Maschinensatz fest in das Drehgestell eingebaut und soweit nach vorn unter eine besondere Haube gerückt, daß er außerhalb des Wagenkastens lag; eine Bedienung vom Innern des Wagens aus war nicht möglich. Bei diesem Wagen befindet sich der Maschinensatz im Innern des Wagens, er durchdringt den Fußboden des Wagens, seine Grundplatte hat in der Öffnung nur lotrechtes geringes Spiel, so daß die vom Gleise herrührenden Erschütterungen nicht auf den Wagenkasten übertragen werden. In den Bogen wird der Maschinensatz vom Fußboden des Wagens gelenkt; um

Halle mit sattelförmigen Oberlichtern auf dem ganzen Firste, breiten Oberlichtflächen am Fulse der einander zugekehrten Dachflächen der beiden Satteldächer und großen Fenstern in den Längswänden. In die Halle führen zwei Gleise mit Regel- und eines mit Schmal-Spur. Laufkräne bestreichen die ganze Grundfläche. Die schweren Werkzeugmaschinen haben elektrischen Einzel-, die übrigen Gruppen-Antrieb. In Abb. 2 bis 4, Taf. 49 sind die Maschinen jeder Gruppe mit demselben Buchstaben gekennzeichnet, wie die zugehörige Triebmaschine. Die schweren Maschinen stehen dicht an den Zufahrtgleisen. Zunächst der östlichen Giebelwand liegen längs der Nordwand mehrere größere Bohrwerke. An der Südwand sind die Maschinen zur Bearbeitung der Rahmenbleche aufgestellt. Davor liegen die Zufahrtgleise, die den Raum für die größeren Hobel- und Fräs-Maschinen einschließen. Hier werden hauptsächlich die Rahmen und Zylinder bearbeitet. Im übrigen Teile der Halle sind die Maschinen so verteilt, daß gleichartige Werkstücke auf den kürzesten Wegen von Maschine zu Maschine wandern. In der Mitte jeder Halle ist eine breite Gasse für den Verkehr, die Lagerung der Werkstücke und die Aufstellung von Werkbänken für die Zwischenarbeiten vorgesehen. Die Triebwellen für die in der Mitte stehenden Maschinengruppen sind mit weit ausladenden Hängelagern unter zwei □ □-Eisen an der mittlern Säulenreihe befestigt. Darunter ist in halber Höhe der Säulen ein doppelter Gitterträger für die Vorgelege angeordnet.

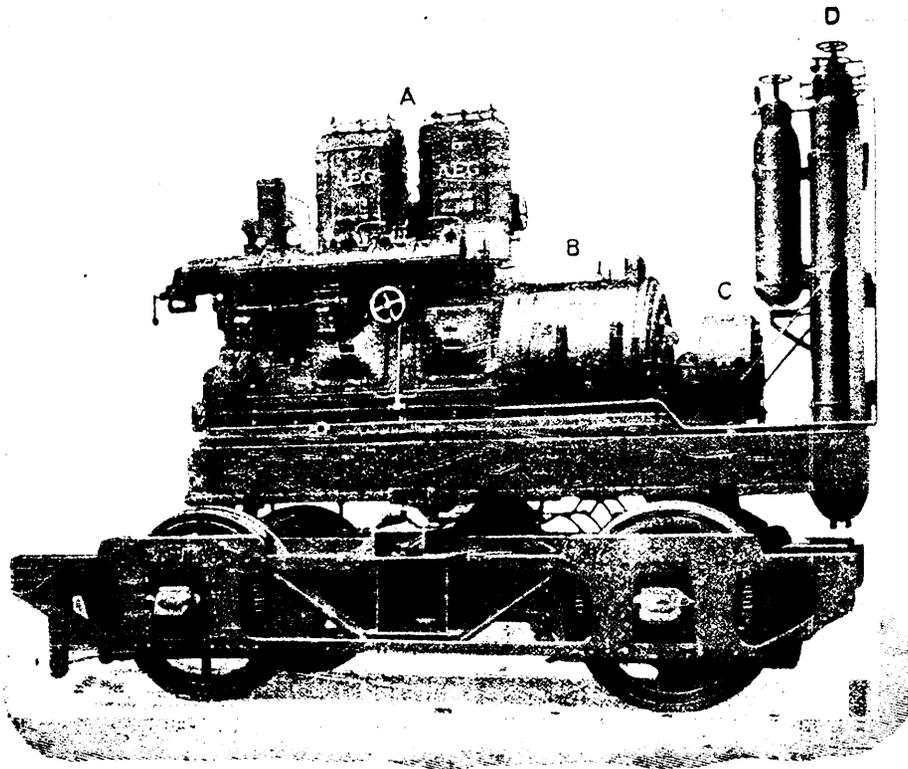
Zur allgemeinen Beleuchtung dienen Bogenlampen unter den Dachbindern, die wie die Triebmaschinen mit 600 V Gleichstrom gespeist sind, die Glühlampen zur Einzelbeleuchtung der Maschinen brennen mit 230 V. Der Fußboden ist mit Holzklotz-pflaster belegt, und mit Kanälen für das Rohrnetz der Warmwasserheizung versehen. Die Halle bietet genügend Raum für spätern Zuwachs an Maschinen. A. Z.

diesen Bewegungen folgen zu können, ist er im Drehgestelle beweglich gelagert. Nach Öffnen einer breiten, zweiflügeligen Tür und Abnehmen des Kopfstückes kann das Drehgestell mit der Maschine herausgefahren werden, diese ist dann von allen Seiten leicht zugänglich (Textabb. 1).

Das Innere des Wagens enthält drei Abteile III. Klasse mit zusammen 30, ein geräumiges Abteil II. Klasse mit 10 Sitzplätzen, den Maschinenraum mit Führerstand und am entgegengesetzten Ende einen geschlossenen Führerstand, der auch als Eingang zur II. Klasse dient. Maschinenraum und Abteil III. Klasse sind durch einen zwischen ihnen liegenden Gang zugänglich. Für Licht und Luft ist durch herablaßbare Fenster und über diesen angeordnete Luftschieber gesorgt. Mit Rücksicht auf die strahlende Wärme der Maschine erhielt der Maschinenraum außerdem einen Lüftaufbau.

Die Sitze der III. Klasse sind schwarz, sie heben sich kräftig gegen die dunkel gebeizte, eichene Wandverkleidung und den mit grünem Linoleum belegten Fußboden ab. Die II. Klasse hat keine Querwände, bequeme, mit gestreiftem Plüsch bezogene Sessel an den vier Wänden, mitten einen Drehtisch. Die Wände sind mit dunkeltem Mahagoni, der Fuß-

Abb. 1. Vorderes Drehgestell.



A Ölmaschine von 90 PS. B Triebmaschine von 60 KW. C Erregermaschine von 5 KW. D Stahlflaschen für Preßluft.

boden mit starkem, schwarzweißem Linoleum belegt, die Decke in allen Abteilen weiß lackiert, der hintere Führerstand und der Zugang zur III. Klasse mit dunkeltem Eichenholze verschalt.

Der Wagen wird elektrisch beleuchtet, die Heizung erfolgt durch das von der Ölmaschine kommende heiße Kühlwasser, das im Winter durch die Heizkörper unter den Sitzen geleitet wird.

Der Wagen ist mit Handspindelbremse und einer auf alle Räder wirkenden Zweikammer-Luftdruckbremse nach Knorr ausgerüstet; Sandstreuer, Läutewerk und Pfeifen werden durch Preßluft betätigt.

Bei der zweizylindrigen Zweitakt-Ölmaschine ist Selbstzündung mit Gleichdruck nach Diesel angewendet; in jedem Arbeitzylinder (Abb. 4, Taf. 50) laufen zwei Kolben gegenläufig. Durch die Entzündung werden die an einander liegenden Kolben auseinander getrieben: der Auspuff geht durch den obern Schlitzkranz mit Leitung ins Freie, wobei der untere Kolben die Schlitze für den Eintritt der mit geringem Überdrucke von der Spülpumpe kommenden Frischluft freigibt. Die Spülluft unterstützt das Ausströmen der Abgase, spült den Zylinder und bleibt als Zündluft im Zylinder, wenn die Kolben die Schlitzkranze wieder gedeckt haben. Der Fortfall der schweren Ein- und Auslaß-Ventile mit ihren Gestängen macht den Gang der Maschine ruhig, nur das kleine Einlaß- und beim Anfahren das Anlaß-Ventil sind in Tätigkeit. Ein Preß- und Zünd-Druck von 30 bis 40 at sichert sparsamen Verbrauch an Heizstoff, leichte Regelung in weiten Grenzen und reinen Auspuff; Preßluft mit 60 at für das Einblasen und Anlassen drückt eine zweistufige Pumpe in die auf dem Maschinen-

Drehgestelle angeordneten Stahlflaschen. Der obere Teil des Kurbelgehäuses ist als Behälter für Spülluft ausgebildet, in ihn ragt der untere Zylinderteil mit den Spülschlitzen, wodurch der Luft ein günstiger Weg geboten wird. Auch die Spülpumpe drückt ohne Leitungen unmittelbar in den sie umgebenden Behälter. Um den Schall zu dämpfen, sind die beweglichen Teile der Maschine öldicht gekapselt.

Damit die Maschine auch von ungeschulter Mannschaft bedient und erhalten werden kann, wurde im Entwurfe Wert auf Einfachheit, Zugänglichkeit und Auswechselbarkeit aller dem Verschleiß unterworfenen Teile gelegt. Leicht lösbare Deckel verschließen reichlich bemessene Öffnungen zum Nachsehen und bequemen Ausbau aller wichtigen Teile. Das Triebwerk hat Schmierung mit Preßöl, den Lagern führen eingegossene Kanäle das Öl zu, das sich durch Bohrungen der Kurbelwelle über die Zapfen der Trieb- und Zug-Stangen verteilt und durch eingesetzte Rohre in die Bolzen der Kolben steigt. Leerlaufen der Leitungen bei Stillstand kann nicht vorkommen, zum Füllen und Spülen der Leitungen ist eine

Handpumpe vorgesehen. Um Zerstäuben des Öles zu vermeiden, wird das Öl geschlossen zurück geleitet. Die Kühlung der leicht auswechselbaren Kolben erfolgt durch Öl, das von einer Zahnradpumpe den unteren Kolben durch Gelenkrohre, den oberen durch Posaunenrohre zugeführt wird; auf dem Rückwege wird es durch Schaugläser geführt.

Der Antrieb der Steuerwelle erfolgt durch Schraubenträger mit einer lösbaren Zwischenwelle, auf deren vordern Ende der Regler sitzt, der durch eine, in einer Bohrung der Steuerwelle gleitende Stange zum Verstellen unmittelbar auf die Ölpumpe wirkt; äußere Gelenke sind so vermieden. Die Anlaßventile werden von der Steuerwelle durch Nocken und kurze Stößstangen betätigt.

Die mit Gas- oder Teer-Öl arbeitende Maschine leistet bei 500 Umdrehungen in der Minute 90 PS; die Umlaufzahl wird durch ein Handrad eingestellt und durch einen Geschwindigkeitmesser überwacht. Das Kühlwasser der Maschine wird zum Kühlen in Rippenrohre auf dem Dache des Wagens gedrückt, im Winter den Heizkörpern unter den Sitzen zugeführt. Besonders hervorzuheben ist die gedrungene Bauart des Maschinensatzes (Textabb. 1 und Abb. 3, Taf. 50). Das Gehäuse der Ölmaschine ist mit dem des Stromerzeugers fest verschraubt; um ein Zwischenlager zu sparen, wurden die Wellen der beiden Maschinen starr gekuppelt.

Die Hauptmaße sind:

Durchmesser der Räder des Maschinendrehgestelles	1000 mm
» » » » Triebdrehgestelles	1000 »
Länge des Wagens über Puffer	16500 »
» » Wagenkastens	15500 »

Breite des Wagenkastens . . . . .	2850 mm
Achsstand der Drehgestelle . . . . .	2500 »
Entfernung der Drehzapfen der Drehgestelle . . . . .	10550 »

#### Elektrischer Teil.

Der mit 500 Umdrehungen in der Minute laufende Wendepol-Stromerzeuger hat bei 500 V Spannung 60 KW Dauerleistung; er kann beim Anfahren oder auf Steigungen auf kurze Zeit um 20% überlastet werden. Erregt wird er durch eine fliegend angeordnete Doppelschluss-Triebmaschine von 70 V und 5 KW, die gleichzeitig den Strom für Licht, die Pumpe für Bremsluft und die elektrische Heulpfeife liefert; neben die Erregermaschine ist ein elektrischer Speicher mit 32 Zellen geschaltet.

Die elektrische Übertragung auf die beiden Hauptstrom-Triebmaschinen des hintern Drehgestelles geschieht durch Schaltung nach Ward-Leonard (Abb. 5, Taf. 50): ein im Feldstromkreise der Haupttriebmaschine liegender Widerstand wird mit dem Fahrshalter ab- oder zugeschaltet und hierdurch die Erregung der Felder und die Spannung an den Klemmen in weiten Grenzen stufenweise geregelt. Die Triebmaschine liefert somit große Stromstärken bei niedriger und kleine bei hoher Spannung. Die Ölmaschine arbeitet also ständig mit nahezu unveränderlicher Belastung, günstigster Drehzahl, also sparsamem Verbräuche an Heizstoff. Widerstände werden im Hauptstromkreise nicht benutzt, also wird auch keine elektrische Arbeit vernichtet.

Die beiden Hauptstrom-Triebmaschinen leisten bei 550 Umdrehungen in der Minute je 62 KW; sie sind mit dem Stromerzeuger unmittelbar elektrisch verbunden und geben dem Wagen 50 km/st Höchstgeschwindigkeit in der Ebene.

#### Anlassen und Bedienen.

Nachdem die Ölmaschine mit Preßluft angelassen und auf volle Drehzahl gebracht ist, schließt der Führer durch Niederdrücken des Druckknopfes an der Kurbel des Fahrhalters den Erregerstromkreis für die Spannung an den Klemmen. Das Schalten erfolgt dann wie bei einem gewöhnlichen Straßenbahnwagen durch Drehen der Kurbel. Der Führer hat dabei die auf jedem Führerstande angebrachten Leistung- und Strom-Zeiger zu beobachten, die die Leistung der beiden Bahnkraftmaschinen anzeigen, er kann somit Öl- und Trieb-Maschine ständig mit günstigster Belastung arbeiten lassen. Um zu halten, stellt der Führer die Kurbel auf Null und unterbricht durch Loslassen des Druckknopfes den Erregerstromkreis; dann erst zieht er die Bremse an. Um bei kurzen Aufhalten an Heizstoff zu sparen, kann die Drehzahl der Ölmaschine durch eine besondere Vorrichtung wesentlich herabgesetzt werden.

#### Ergebnisse des Betriebes.

Der 45,5 t schwere Wagen erreichte mit Zügen von etwa 80 t Gewicht 40 km/st Geschwindigkeit in der Ebene. Längere Steigungen von 10‰ und Bogen von 100 m Halbmesser konnten befahren werden. Je nach der Geschwindigkeit und der Länge der Aufenthalte, während derer die Ölmaschine mit niedriger Drehzahl leer lief, wurden 7,3 bis 10,8 g/tkm 0,864 kg/l schweren Gasöles verbraucht.

—k.

#### Beanspruchung eines Zylinderdeckels für Lokomotiven.

(Schweizerische Bauzeitung, Juli 1917, Nr. 1 und 2, S. 6 und 13. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 12 auf Tafel 47.

Die Quelle bringt ein neues Verfahren von Keller für die Berechnung gewölbter Platten in seiner Anwendung auf die Deckel der Dampfzylinder von Lokomotiven. Zur Untersuchung kommt ein gußeiserner Deckel nach Abb. 6, Taf. 47. Von der Achse ZZ aus gesehen, zeigt der Querschnitt zunächst ein ebenes Plattenstück BC, das mit verhältnismäßig scharfer Krümmung in einen bis D reichenden Kegel von annähernd gleicher Wandstärke übergeht. Nun folgt ein kurzes Zylinderstück EF, das ganz unvermittelt in eine Ebene FG abbiegt. Der Deckel liegt mit der 17 mm breiten Ringfläche HJ des mittlern Halbmessers von 26 cm auf, der Schraubenkreis hat 29 cm Halbmesser, ist also um 3 cm größer, als der mittlere Halbmesser der Auflagerfläche.

Diese Art der Befestigung ist schädlich. Wäre der Schraubenkreis gleich dem Mittelkreise des Auflagerringes, so müßte der Deckel als im Halbmesser 26 cm freiliegend berechnet werden. Dann würde der Deckel in der Ebene des Querschnittes von der Mittelachse an eine Verdrehung nach außen erfahren, sobald die untere hohle Seite mit Dampf belastet wird. Da die Schrauben aber außerhalb des Aufлагers angreifen, vergrößern sie diese Verdrehung und damit die Beanspruchung des Deckels.

Die Quelle entwickelt ausführlich die Formel für die Berechnung einer gewölbten Platte, die außer dem Drucke auf die ganze Oberfläche noch durch gleichmäßig verteilte Kräfte längs eines Breitenkreises belastet ist. Die Ableitung macht die Voraussetzung, daß der Querschnitt der berechneten Platte nur ganz allmähliche Änderungen in der Dicke und in den Halbmessern der Krümmungen zeige. Diesen Bedingungen genügt der untersuchte Zylinderdeckel nicht. In möglichster Annäherung an seine Form wird der Berechnung ein Querschnitt nach Abb. 7, Taf. 47 unterlegt. Bis zum Halbmesser  $x = 25$  cm ist der ganze Deckel von innen gleichmäßig mit  $p = 14$  at Dampfdruck belastet. Die Auflage findet bei  $x_A = 26$  cm statt. In dem Ringstücke von  $x = 25$  bis  $x_a = 28,5$  cm fehlt die planmäßig verteilte Belastung. Der Einfluß der Schrauben wurde in der Rechnung berücksichtigt durch eine auf dem Kreise mit dem Halbmesser  $x_a = 28,5$  cm gleichmäßig verteilte Kraft P. Die vom Drucke des Dampfes ausgeübte Kraft beträgt

$$\sum P_D = x^2 \cdot \pi \cdot p = 25^2 \cdot 3,14 \cdot 14 = 27500 \text{ kg.}$$

Der Deckel wird von 18 Schrauben mit 25,4 mm Gewinde gehalten. Wenn jede mit 2000 kg belastet wird, beträgt die auf den Deckel ausgeübte Kraft im Ganzen  $\sum P_S = 18 \cdot 2000 = 36000$  kg. Im Auflagekreise von  $x = 26$  cm Halbmesser herrscht der Auflagedruck  $P = -\sum P_D + \sum P_S = 8500$  kg. Nach Abb. 8, Taf. 47 ergibt sich daher für den Fall I der Einspannung Folgendes: Von Halbmesser  $x = 0$  bis 25 cm ist der Deckel gleichmäßig mit  $p = 14$  kg/qm belastet, von  $x = 25$  bis 26 wirkt keine äußere Kraft. Bei  $x = 26$  cm setzt plötzlich der Auflagedruck  $P = 8500$  kg ein. Von  $x = 26$  bis 28,5 cm wirkt wieder keine Aufsénkraft. Bei

dieser Belastung kann der Deckel berechnet werden, als ob er im Halbmesser  $x = 28,5$  cm frei auflage.

Wäre der Schraubenkreis gleich dem mittlern Kreise des Auflagers mit  $x = 26$  cm, so würde die Belastung  $P = 8500$  kg wegfallen und der Deckel nach Abb. 9, Taf. 47 im Falle II am Rande frei aufliegen.

Den Fall III liefert die Bedingung, daß der Deckel wieder nur bis zum mittlern Auflagerkreise  $x = 26$  cm reicht, dort aber so eingespannt ist, daß sich der Außenquerschnitt zwar rechtwinkelig zur Achse des Zylinders verschieben, nicht aber verdrehen kann, am Außenrande also nachgiebig eingespannt ist. Die rechnerischen Ergebnisse für diese drei Belastungsfälle sind in der Quelle in Schanlinien der Spannung dargestellt.

Vorauszusehen war, daß Fall I die größte, III die kleinste Beanspruchung des Deckels liefert. Wie verschieden die Beanspruchungen sind, zeigen die größten Werte der Schanlinien in Zusammenstellung I und II.

#### Zusammenstellung I

	Fall I	II	III
Größter Zug . . . . . kg/qm	2020	1550	828
Im Halbmesser . . . . . $x =$	15	15	26 cm
Verhältnis . . . . .	1,3	1	0,535
oder . . . . .	2,44	1,87	1

#### Zusammenstellung II.

	Fall I	II	III
Größter Druck . . . . . kg/qm	2150	1450	320
Etwa im Halbmesser . . . . . $x =$	19	19	18 cm
Verhältnis . . . . .	1,47	1	0,221
oder . . . . .	6,7	4,5	1

Danach erzeugt also das Hinausrücken des Schraubenkreises über den Auflagekreis um nicht ganz 10% in Fall II gegen I eine Mehrbeanspruchung in Richtung der Berührenden um 47%. Viel niedriger als im Falle I liegen die höchsten und die mittleren Werte für die Spannungen im Falle III mit Einspannung des Deckels am Rande.

Wird umgekehrt von III ausgegangen und die Einspannung gelöst, so daß Fall II entsteht, in dem die Schrauben im Auflagekreise sitzen, so wird der größte Zug in Richtung des Halbmessers auf den 1,87fachen, der größte Druck in Richtung der Berührenden auf den 4,5fachen Betrag erhöht. Rücken die Schrauben nach Fall I um 2,5 cm über den Auflagekreis hinaus, so steigen diese größten Werte auf das 2,44 und das 6,7fache. Auf diese Ursachen werden vielfach Brüche und Beschädigungen zurückzuführen sein, die man bis jetzt Mängeln des Baustoffes zugeschrieben hat. In Abb. 11, Taf. 47 sind die Brüche von vier Zylinderdeckeln der Jura-Simplon-Bahn dargestellt, deren Häufigkeit diese Untersuchung veranlaßte. Sie erstrecken sich über einen Kreisring, dessen Halbmesser innen etwa 11,5 cm, außen etwa 20 cm mißt. Im Querschnitte ist dies die Zone, die die äußeren zwei Drittel des kegelförmigen Teiles des Deckels umfaßt.

Mit diesen Erfahrungen stimmen nun die Berechnungen

### Betrieb in technischer Beziehung.

#### Unfall auf Bahnhof Wigan.

(Engineer 1917 I, 12. Januar, S. 44, mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 3 auf Tafel 48.

Der 3<sup>52</sup> Uhr am Morgen des 19. Dezember 1916 erfolgte

nach der Quelle hinsichtlich der Gefahrzone und der Höhe der Spannungen gut überein.

Man sollte daher den Deckel am Rande so befestigen und stützen, daß er dem Falle III nach Abb. 10, Taf. 47 möglichst nahe kommt. Eine zweckmäßige Auflagerung wird erzielt durch Ausbildung des Außenrandes von Deckel und Zylinder und Anordnung der Schrauben nach Abb. 12, Taf. 47. Hier liegt der Deckel auf dem Rande des Zylinders von a bis b und von c bis d auf. Wenn der Flansch des Zylinders stark genug ist, kann sich der Deckel im Schnitte AB nicht verdrehen, wie es bei Auflagerung oder gar Verspannung nach Abb. 8 und 9, Taf. 47 möglich ist. Der Deckel verhält sich dann mit großer Annäherung wie eine am Rande eingespannte Platte und wird bei sonst gleichen Bedingungen nur niedrig beansprucht. Ferner ist die Wölbung des untersuchten Deckels zu klein. Die Mitte des Deckels überragt den Auflageflansch nur um 10 mm. Die Quelle verweist auf frühere Untersuchungen über den Einfluß der Wölbung auf die Beanspruchung des Baustoffes.

Endlich ist die scharf einspringende Ecke am innern Rande des Flansches zu verurteilen.

Da nun ein Weg zur Berechnung von Deckeln gezeigt ist, deren Querschnitt keine scharfen Knicke aufweist, sollten am Zeichentische möglichst solche Formen gewählt werden, die rechnerisch prüfbar sind. Für dauernd in verantwortungsvollen Betrieben gebrauchte Deckel darf die Mühe nicht gescheut werden, einige Gestaltungen durchzurechnen, danach kann man andere genau genug abschätzen. Die Arbeit erfordert zwar Mühe und Geduld, lohnt sich aber durch Vermeidung der Gefahren unrichtig durchgebildeter Deckel. Vor weiteren Vernachlässigungen zur Kürzung der Berechnung wird gewarnt. A. Z.

#### Zahnräder mit nachgiebiger Verzahnung.

(Schweizerische Bauzeitung, Juli 1917, Nr. 4, S. 48. Mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel 48.

Die »General Electric Co.« in Schenectady verwendet bei Zahnrädern schnell laufender Getriebe, bei denen die Breite der Verzahnung meist ein Vielfaches der Zahnteilung beträgt, eine Anordnung nach Abb. 6, Taf. 48. Die Zahnräder sind in einzelne Scheiben zerlegt, die auf die Nabe aufgeschoben und am innern Umfange durch Bolzen fest auf einander geprefst sind. Außen sind sie jedoch durch schmale Zwischenräume getrennt, so daß sie in Richtung der Achse nachgeben können. Durch diese Nachgiebigkeit wird selbsttätig gleichmäßige Verteilung des Zahndruckes auf die ganze Breite des Kranzes trotz der Biegung und Verdrehung der Welle erreicht. Da der Ringspalt beim Fräsen der Verzahnung von nachteiligem Einflusse auf die Genauigkeit der Arbeit sein könnte, bleibt nach Abb. 7, Taf. 48 am äußern Umfange zunächst ein schmaler Streifen stehen, so daß die Scheiben auch dort fest an einander liegen. Erst nach dem Fräsen werden dann diese Streifen abgestochen. A. Z.

Unfall auf Bahnhof Wigan (Abb. 3, Taf. 48) betraf den 10<sup>00</sup> Uhr von Euston abgehenden Hülfspostzug für den Postzug von London, dessen Ordnungswagen in Warrington abgehängt werden, und den 11<sup>15</sup> Uhr von Euston abgehenden

Zug, der in Warrington die von dem ersten abgehängten Postwagen aufnimmt. In der betreffenden Nacht herrschte Sturm und starker Schneefall. Der erste Zug hatte ungefähr 50, der zweite 35 Minuten Verspätung. Als der zweite Wigan verließ, bestand er aus vierzehn 42 t schweren Wagen und zwei Lokomotiven.

Der erste Zug fährt auf der Fernbahn nach Wigan, wo er über die Verbindung bei Bude 2 nach dem Bahnsteige des Gleises der Ortbahn von London geleitet wird. Wegen auf den Gleistählen der Weichen angesammelten Schnees konnte die in dem Gleise der Fernbahn von London liegende Weiche dieser Verbindung nicht ganz geöffnet werden, so daß sie nicht durch den Spitzenverschluß verschlossen und die Signale für den Zug nicht für die Fahrt über die Verbindung gestellt werden konnten. Der Signalwärter ließ den Zug nach Rücksprache mit dem Zugleiter der Haltestelle nach dem

**Kohlenlösche als Heizstoff für Lokomotiven.**

(Génie civil, Juli 1917, Nr. 3, S. 45; Rivista tecnica, Mai 1917.)

Die italienischen Staatsbahnen haben neuerdings Versuche mit Kohlenlösche von Lokomotiven als Heizstoff angestellt. Die

Bahnsteige des Gleises der Fernbahn von London, und dieser fuhr 3<sup>50</sup> Uhr bei Bude 2 durch. Nach ungefähr 3 Minuten Aufenthalt in der Haltestelle fuhr er nach Anweisung des Fahrdienstleiters, nachdem das Warnsignal am Maste des Bahnsteig-Abfahrtsignales auf »Gefahr« gestellt war, nach Bude 4, um in die Blackburn-Ausweiche zurück zu setzen. Als er über die Weiche gelangt, diese auf das Gleis der Ortbahn von London umgelegt war, und der Schirrmann dem Lokomotivführer Hand-signal zum Zurücksetzen gab, erhielt der Signalwärter in Bude 4 die Blockanzeige, daß ein Zug auf dem Gleise der Ortbahn von London unterwegs sei. Dies war der zweite Zug, der auf das Ende des ersten fuhr. Der Schaffner des ersten Zuges wurde in seinem Wagen getötet, mehrere Postbeamte in den Postwagen wurden verletzt, einer so schwer, daß er an demselben Tage starb. In Abb. 3, Taf. 48 sind die für den Unfall nicht in Betracht kommenden Signale weggelassen. B = s.

ersten Untersuchungen auf dem Versuchstande ergaben, daß der Heizwert der Lösche mit der Anstrengung des Lokomotivkessels schwankte, und daß die amerikanische Kohle wegen des höhern Gehaltes an Grus mehr Lösche ergab, als die eng-

Zusammenstellung I.

Untersuchte Mischung	Untersuchung der Bestandteile					Untersuchung der Prefäziegel						
	WE/kg	Schwefel	Asche	Flüchtige Bestandteile	Fester Kohlenstoff	WE/kg	Schwefel	Asche	Flüchtige Bestandteile	Fester Kohlenstoff	Mittleres Gewicht	Zerrei-festigkeit
		%	%	%	%		%	%	%	%	kg	kg/qem
<b>I. Mischung - Lösche : Kohle = 1 : 2</b>												
Amerikanische Kohle . . . . .	44,2 %	7800	< 1	7,8	18,0	6710	0,59	20,36	18,90	60,74	9,50	22,4
Lösche . . . . .	44,2	—	—	33,0	—							
Teer . . . . .	116	8850	0,58	1,20	59,02							
<b>II. Mischung 1 : 3</b>												
Amerikanische Kohle . . . . .	60 %	7800	< 1	7,8	18,0	7130	0,60	14,19	23,58	62,23	10,50	29,5
Lösche . . . . .	30	—	—	36,2	—							
Teer . . . . .	10	8850	0,58	1,20	59,02							
<b>III. Mischung 1 : 4</b>												
Amerikanische Kohle . . . . .	67,5 %	7890	< 1	7,8	18,0	7692	0,50	11,96	24,45	63,60	10,15	—
Lösche . . . . .	22,5	—	—	31,7	—							
Teer . . . . .	10	8850	0,58	1,20	59,02							

Zusammenstellung II.

Versuch	Verwendete Prefäziegel		Zusatz von reiner Kohle	Verdampftes Wasser	Zugleistung	Verdampf-ung auf 1 kg Kohle	Verbrauch an Kohle	Asche	Schlacke	Lösche
	Mischung	kg								
	Lösche : Kohle	kg	kg	l	tkm	kg/kg	kg/tkm	kg	kg	kg
1	1 : 1	960	380	8950	48500	6,67	27,63	90 = 6,6 %	85 = 6,3 %	20 = 1,2 %
		1346								
2	1 : 1	900	350	9070	47912	7,2	26,08	98 = 7,8	65 = 5,1	20 = 1,6
		1250								
3	1 : 2	1125	200	8850	48272	6,4	27,42	90 = 6,7	86 = 6,4	24 = 1,8
		1325								
4	1 : 2	1295	—	8600	46040	6,6	28,09	100 = 7,7	120 = 9,2	20 = 1,5
5	1 : 4	1400	—	9950	48920	7,1	28,00	110 = 7,7	75 = 5,3	30 = 2,0
6	1 : 4	1350	—	9500	48920	7,0	27,06	96 = 7	80 = 6,0	25 = 1,5
7	Reine Kohle	—	1250	9550	49136	7,6	25,00	65 = 5,1	20 = 1,6	30 = 2,0
8	"	—	1300	9100	48200	7,7	24,00	50 = 4,2	45 = 3,6	18 = 1,5

liche. Sie ist reich an Asche, arm an flüchtigen Bestandteilen und gibt, mit Kohle gehörig gemischt, einen brauchbaren Heizstoff ab. Nach Heizversuchen an ortfesten Kesseln mit Unterwindfeuerung verschiedener Bauarten ging man zur Verfeuerung der Lösche im Lokomotivkessel über und präfstete sie hierzu mit Kohle und einem Zusatz von Teer als Bindemittel zu Ziegeln. Hierbei wurden Mischungen von Lösche und Kohle im Verhältnisse 1 : 2, 1 : 3 und 1 : 4 erprobt. Über diese Heizstoffe gibt Zusammenstellung I Aufschluss.

Zusammenstellung II zeigt die Ergebnisse der Heizversuche mit Lokomotiven vor gleichartigen Zügen auf der Strecke Novi—Busalla.

Die Mischungen II und III der Zusammenstellung I erwiesen sich im Regeldienste als ausreichend zur Dampferzeugung ohne zusätzliche Feuerung mit Stückkohle. Ziegel der letztern Mischung wurden endgültig eingeführt, da ihre Her-

stellung in den Prefswerken ohne Neueinrichtung möglich ist und der Anfall an Lösche hierzu ausreicht. Verfügbar sind im Monate im Bereiche der Staatsbahn 1700 t Lösche, die Menge kann nach Lösung laufender Verträge über den Verkauf erhöht werden.

Von Februar bis Dezember 1916 wurden 38 124 t solcher Prefsziegel verfeuert, die 7846 t Lösche enthielten. Ihr Heizwert schwankte zwischen 7092 und 7862 WE/kg. Da das Sammeln und Befördern der Lösche zum Prefswerke Kosten verursacht, ist gute Wirtschaft nur möglich, wenn die Anfuhrstrecke durchschnittlich 150 km nicht übersteigt. Es wird in Erwägung gezogen, die Prefsziegel unmittelbar bei den großen Lagern herzustellen und gegebenen Falles ein fahrbares Prefswerk einzurichten, um das Verfrachten der Lösche zu sparen.

A. Z.

## Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

### Selbsttätige Wagenkuppelung.

(D. R. P. 298701.)

N. Kun in Budapest.

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 und 5 auf Tafel 48.

Das Innenstück 1 und das Außenstück 2 (Abb. 4 und 5, Taf. 48) sind rohrförmig, 8 ist eine Welle mit Handhebel 9. Das Innenstück 1 hat eine um den festen Zapfen 10 drehbare Kurbelscheibe 11, an die die beiden Mitnehmerbolzen 12 bei 13 angelenkt sind. An der Unterseite der Scheibe 11 ist bei 14 die von der Kröpfung 15 der Welle 8 herführende Kurbelstange 16 angelenkt, so daß sich Scheibe 11 durch Umlegen des Handhebels 9 dreht und die Bolzen 12 aus ihrer Schließstellung (Abb. 4, Taf. 48) in ihre Offenstellung (Abb. 5, Taf. 48) links bringt. Das Außenstück 2 hat an der Vorderseite befestigte Federzungen 17, die an der Rückseite mit Gleitschuhen 18 versehen sind, mit denen sie in Führungen 19 gleiten. Die beiden Gleitschuhe 18 hält ein Querhaupt 20 zusammen, das von der Kröpfung 15 der Welle 8 aus durch eine Kurbelstange 16 bewegt wird. Durch Umlegen des Handhebels 9 gleiten die Schuhe 18 aus ihrer Schließstellung (Abb. 4, Taf. 48) zurück, die Federpolster 17 werden flachgestreckt, so daß sie sich von den Bolzen 12 abheben und in ihre Offenstellung (Abb. 5, Taf. 48) gelangen.

Das Innenstück kann leicht in das Außenstück eindringen, dessen Weite etwas größer ist, als die größte Breite der ausgeschobenen Bolzen. Die Federn 17 geben nach und gestatten vorgeschoben das Einschnappen der Bolzen in die Stecklöcher 21. Handhebel 9 und Bolzen 12 gelangen nach bewirkter Entkuppelung selbsttätig in die Schließstellung zurück, weil sich

die Federpolster 17 mit solcher Kraft in die Schließstellung zurückziehen, daß sie auch die übrigen Glieder mitnehmen.

Die pufferartige Anbringung der Kuppelhälften läßt in allen Richtungen genügend Spiel zu, um das Innenstück stets in das Außenstück treten zu lassen. Der kegelig zugespitzte Vorderteil des Innenstückes erleichtert das. G.

### Heizung von Güterwagen mit Glühstofföfen.

D. R. P. 297 714. Werner und Co. in Charlottenburg.

Mit den bisherigen Mitteln ist es nicht möglich, ganze Güterzüge zu erwärmen, schon weil der dafür nötige Dampf fehlt. Die Erfindung macht nun Gebrauch von gewissen Bestimmungen der Verwaltungen, nach denen das Mitführen von Heizvorrichtungen in Güterwagen für empfindliche Güter gestattet ist, wenn die Öfen an den Tornisterbalken aufgehängt werden können, und die Wagen nicht geändert zu werden brauchen. Der Erfinder hängt einen Glühstoffofen mit Tragbügeln an dem Tornisterbalken auf, und schließt den Abzug an eine gewölbte Kappe an, die die Luftklappe oder die Ladeluke überdeckt. B—n.

### Aufschneidbarer Weichenantrieb mit Sperrung in beiden Endlagen.

D. R. P. 297 330. Firma M. Jüdel in Braunschweig.

Mit der Kraftquelle steht eine umlaufende Scheibe in Zusammenhang mit zwei Mitnehmern, deren Abstände von zwei Anschlägen einer zweiten, zur ersten gleichmittigen, mit der Weiche verbundenen, durch Sperren in den Endlagen festgehaltenen Scheibe so bemessen sind, daß die Sperren beseitigt werden, bevor die Stellung der Weiche beginnt. B—n.

## Bücherbesprechungen.

**Sachwert und Ertragswert** nebst Baukontierung und Abschreibung von Werken mit Betriebsnutzen, also von Bahnen, Elektrizitäts-, Gas- und Wasser-Werken usw. Ein Handbuch für deren Besitzer, Leiter und Buchhalter, für die Vertreter der von ihnen berührten staatlichen und gemeindlichen Verwaltungen und für die zum Vertragsabschluss oder zur Werksübernahme hinzugezogenen Berater und Unparteiischen von C. H. Goedecke, Regierungsbaumeister a. D. München, R. Oldenbourg, 1917, Preis 9 M.

Seit Jahrzehnten ist die Bedeutung der im Beginne unseres wirtschaftlichen Aufschwunges nur wenig verfolgten Begriffe von Sachwert, Buchung, Abschreiben, Gebrauchsdauer und Ertrags-

wert für gewerbliche Anlagen immer deutlicher erkannt, aber noch keineswegs abschließend geklärt, wie beispielsweise der Streit um die Art und Weise des Abschreibens, auch mit den Steuerbehörden, beweist. Förderung der Erkenntnis auf diesen Gebieten ist daher dankenswert, besonders für die Behandlung der Betriebsnetze, die in Aufbau, Wert, Einfluß auf die übrigen Teile der Betriebe, rechtlichen Beziehungen und Stellung in der Bilanz eigenartige Schwierigkeiten bieten. Die ersichtlich auf reicher Erfahrung und sorgsamer Sammlung von Quellen und amtlichen Grundlagen beruhende Arbeit bietet in allen diesen Beziehungen hoch einzuschätzende Unterweisung.