

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLI. Band.

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

5. Heft. 1904.

### Gewichtswagen der Großherzoglich badischen Staatseisenbahnen.

Von Zimmermann, Maschineninspektor zu Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXVII.

Die badische Eisenbahnverwaltung hat in den letzten Jahren viele Brückenwagen von 6,5<sup>m</sup> Brückenlänge, 35 t Wägefähigkeit und 50 t Tragkraft, in letzter Zeit auch 7,0<sup>m</sup> lange für 40 t Wägefähigkeit und 60 t Tragkraft aufgestellt, um die dreiachsigen offenen Güterwagen O.L.P. von 6,0<sup>m</sup> Achsstand, 11,9 t Eigengewicht und 20 t Ladegewicht, sowie nicht badische namentlich zweiachsige württembergische, bayerische und preussische Wagen von weniger als 6,5<sup>m</sup> oder 7,0<sup>m</sup> Achsstand verwiegen zu können.

Zur Prüfung und Aichung dieser Brückenwagen mußten bisher die vorhandenen vier Gewichtswagen von 25 t und einer von 30 t Gewicht verwendet werden. Man war also nur unter Verwendung von weiteren 100 Gewichtstücken zu 50 kg, welche in der Hauptwerkstätte in Karlsruhe in Vorrat gehalten wurden, in der Lage, die Wägefähigkeit der Brückenwagen bis zu 30 t und mit dem einen Gewichtswagen noch bis zu 35 t zu prüfen.

Die Versendung der Vorratsgewichte von 5000 kg aus der Hauptwerkstätte bot indessen so viele Schwierigkeiten, daß in fast allen Fällen einer Brückenwagenprüfung von der Herbeischaffung dieser Einzelgewichte abgesehen wurde.

Die Prüfung der Wägefähigkeit von 35 t und 40 t der neuen Brückenwagen konnte deshalb nur bis zu 25 t stattfinden. Dann wurde angenommen, daß die Wage die Lasten auch bei der vollen Wägefähigkeit mit innerhalb der Verkehrsfehlergrenze liegenden Abweichungen anzeigen würde.

Die Stempelung der Brückenwage fand unter dieser Voraussetzung auch für den vollen Betrag der Wägefähigkeit statt.

Einzelne Aichmeister aber konnten sich mit dieser Annahme nicht abfinden und ließen, wenn sie ihre eigenen Aichgewichte nicht stellen durften, in dem Laufgewichtsbalken bei der Wägefähigkeit von 25 t Anschlagstifte einsetzen, sodafs die Verwiegung der schweren Eisenbahnwagen auf solchen Brückenwagen nicht mehr stattfinden konnte.

In Anbetracht der hohen Kosten, welche entstehen, wenn man die Aichgewichte der Aichmeister bei der Prüfung von Brückenwagen mit 35 t und 40 t Wägefähigkeit verwendet,

konnte man diesen Weg der Prüfung der vollen Wägefähigkeit nicht einschlagen. Die Aichung einer Wage auf 35 t erfordert so schon eine Gebühr von 37,25 M. Die Aichmeister beriefen sich auf die Zusatzbestimmung zur Aichordnung für das deutsche Reich vom 27. Dezember 1884 und verlangten, daß entweder die Eisenbahnverwaltung das gehörig beglaubigte Gewicht von 35 t stelle, oder daß sie selbst unter voller Berechnung der Aichgebühr hierfür die beglaubigten Gewichte herbeischaffen dürften. Die Zusatzbestimmungen zur Aichgebührenordnung wurde von den Aichmeistern so ausgelegt, daß der von der Eisenbahnverwaltung gestellte Gewichtswagen bei der Berechnung der Aichgebühr außer Betracht bleibt, weil mit Hilfe dieser Gewichtsgeschäft nicht die Prüfung der größten zulässigen Last der Brückenwage erfolgen kann.

Es wird also nicht die Gebühr für die fehlenden 10 t bei 35 t Wägefähigkeit berechnet, sondern die Aichgebühr begreift die vollen 35 t in sich.

Schon bei der Beschaffung der ersten Brückenwagen mit 35 t Wägefähigkeit war man darauf bedacht, Gewichtswagen von höherm Gewichte zu bauen. Nachdem auch die Beschaffung einer Reihe von Brückenwagen mit 40 t Wägefähigkeit eingeleitet war, und sich später noch die Schwierigkeiten mit einzelnen Aichmeistern ergaben, mußte man den Bau der neuen Gewichtswagen ernstlich in Erwägung ziehen.

Die bisherige Bauart mit abnehmbaren Schienenstücken von 50 kg für die Prüfung der Brückenwagen auf 10<sup>o</sup>/<sub>o</sub> der Last konnte bei der Prüfung von Brückenwagen mit 35 t und 40 t Wägefähigkeit nicht beibehalten werden, da das Abnehmen und Auflegen von 3500 kg und 4000 kg in Einzelstücken von 50 kg zu zeitraubend und zu teuer geworden wäre. Deshalb war schon Ende 1900 in Aussicht genommen, 10<sup>o</sup>/<sub>o</sub> der Höchstbelastungen als ein Ganzes auszubilden und zwar entweder als einen besondern kleinen Rollwagen, der an den Gewichtswagen angehängt werden sollte, oder als ein mittels eines Kranes abzuladendes größeres Gewichtstück.

Die erstere Anordnung ist aber für die Erreichung des

beabsichtigten Zweckes insofern ungünstig, als nur zwei Rollwagen, je einer unter jedem Wagenende, hätten untergebracht und der Gewichtswagen dann nur für zweierlei Brückenwagen etwa von 30 t und 35 t unmittelbar hätte benutzt werden können. Die Rollwagen wären ungleich schwer geworden, 3 t und 3,5 t. Dabei wäre dann auch der Wagenlauf bei größerer Geschwindigkeit wegen der ungleichmäßigen Gewichtsverteilung unruhiger geworden.

Die Zehntellast für Brückenwagen von 40 t hätte wohl durch Auflagen von 500 kg auf den Rollwagen von 3500 kg aus den Gewichten des großen Wagens erreicht werden können. Eine Prüfung von Brückenwagen von 25 t Wägefähigkeit hätte sich aber mit Wagen dieser Anordnung nicht ermöglichen lassen.

Deshalb wählte man die zweite und zuverlässigere Anordnung zum Abheben größerer Gewichte.

Der Wagen wurde für 40 t Gewicht vierachsiger mit zwei zweiachsigen Drehgestellen ausgebildet.

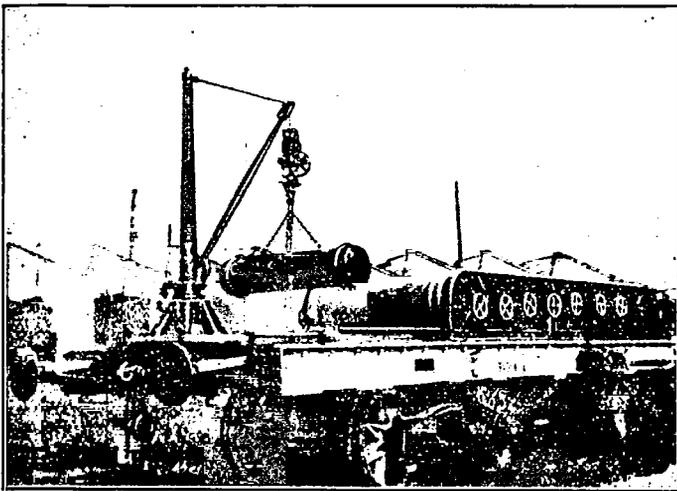
Vier über die ganze Länge des Wagens durchgehende I-Träger sind durch Querverstrebungen ausgesteift und in den Knotenpunkten durch Bleche und Winkellaschen verbunden.

Von einer durchgehenden Zugstange wurde Abstand genommen. An beiden Enden des Wagens sind kräftige, gut gefederte Zugvorrichtungen angebracht.

In die einzelnen Kästen des Rahmens sind geeignet geformte Gufsblöcke eingebaut; das Gewicht des Wagens mit diesen Gufsblöcken ist annähernd 25 t.

Die großen abnehmbaren Gewichte im Gesamtgewichte von 15 t erhielten die Form von Walzen mit Spurkränzen an

Abb. 1.



beiden Enden (Textabb. 1). Zur Festlegung dieser gußeisernen Rollgewichte wurden auf das Wagengestell zwei feste Längswände gesetzt, zwischen denen die auf Schienen liegenden Rollgewichte mittels Schraube, Handrad und Gegenmutter mit Hebel in ihrer Lage festgehalten werden.

Schwierigkeiten für die Bauart des Wagens bereiteten insbesondere die Technischen Vereinbarungen § 130, § 132. 1e und § 66 des I. und II. Nachtrages.

Da der Gewichtswagen noch auf 6,5 m langen Brückenwagen frei aufgestellt werden soll, darf der Gesamtachsstand

nur 6,2 m betragen. Die Bauart der Drehgestelle bedingte aber einen Achsstand von 1,5 m für jedes, sodass der Drehzapfenabstand nur 4,7 m werden konnte.

Andererseits sollte das Gewicht keinesfalls das für die Belastung der Brücken höchstzulässige von 3,6 t/m überschreiten. So ergab sich die sehr große Wagenlänge (einschließlich der Buffer) von 11,25 m.

Das Verhältnis der Länge des Wagens von 11,25 m zum Drehzapfenabstande von 4,7 m wurde in Anbetracht des großen Ueberhanges kein günstiges. Da aber das abnehmbare Gewicht von 15 t und die Gufsblöcke zwischen den Rahmen in die Mitte des Wagens gelegt werden konnten, wurden die Wagenenden stark entlastet.

Die Wagenlänge ohne Buffer beträgt 9,94 m, die Breite 2,375 m.

Um die neuen Gewichtswagen von 40 t auch noch für die Brückenwagen von 25 t Wägefähigkeit verwenden zu können, wurden neun Walzen von zusammen 15 t Gewicht aufgelegt, und zwar

5	Walzen	von	2	t
2	<	<	1,5	t
2	<	<	1	t.

Zum An- und Abheben dieser Rollgewichte ist an einem Ende des Wagens ein Drehkran mit Flaschenzug von 3 t Tragkraft angebracht. Statt des Flaschenzugs eignet sich vielleicht besser ein Windwerk am Drehkrane selbst.

Außer den Spurkränzen haben die Rollgewichte noch Radkränze, um auch die in letzter Zeit eingebauten Brückenwagen ohne Gleisunterbrechung mit äußeren Wägeschielen prüfen zu können. Da die meisten der bisher beschafften Brückenwagen der badischen Eisenbahnverwaltung gemäß § 59 der Technischen Vereinbarungen auch für Lastfuhrwerke befahrbar sind und bei diesen die Decke in Schienenhöhe liegt, waren für diese Wagen die vollständigen Radkränze nicht erforderlich, wenn nur am Spurkranze der Rollgewichte ein kurzer Ansatz verblieb, um die Gewichte auf die Anschlussgleise abrollen zu können.

Soll nun etwa eine Brückenwage von 30 t Wägefähigkeit mit dem Gewichtswagen von 40 t geprüft werden, so wird der Wagen auf die Brückenwage gestellt, zunächst das erste Rollgewicht bis zum Drehkrane vorgeschoben und dann die nächsten fünf Rollgewichte auf das Anschlussgleis abgelassen. Da diese  $1 + 1,5 + 1,5 + 2 + 2 + 2 = 10$  t wiegen, hat der Wagen noch 30 t Gewicht. Damit kann die ganze Wägefähigkeit der Wage geprüft werden.

Der Wagen wird nun auf die andere Seite der Wage soweit in das Anschlussgleis geschoben, dass die nächstliegenden drei Rollgewichte Nr. 5, 6, 7 noch vor dem Wagen Platz haben.

Die Rollgewichte Nr. 3 und 4 von je 1,5 t werden dann auf die Brückenwage gerollt, und bilden so mit 3 t 10% der Höchstbelastung.

Sollen nacheinander mehrere Brückenwagen von 25 bis 35 t Wägefähigkeit geacht werden, so werden vor Absendung des Wagens 3 Walzen im Gewichte von 5 t abgenommen, sodass der Wagen alsdann nur 35 t wiegt.

Zum Gewichte der Aichwagen zählen noch zwei Zahnstangenwinden und zwei Hebeisen, welche am Wagen festgelegt sind.

Außerdem sind in einem auf dem Wagen befestigten

eisernen Kasten ein Satz kleinerer Zulegegewichte, in einem andern Kasten Werkzeuge und Oelkannen untergebracht.

Nach Benutzung der Wagen wird eine große Wagendecke darüber gezogen.

Die beiden neuen Gewichtswagen wurden im Oktober 1903 in Betrieb genommen. \*)

\*) Zeitung des V. D. E.-V. 1903, S. 1020.

### Vorrichtung zum Rollen von Federaugen.

Von Diederichs, Werkführer zu Hannover.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel XXIX.

Um die Haltbarkeit der Tragfederlagen zu erhöhen, verwendet man schon seit längerer Zeit statt glatten Federstahles fast ausschließlich mit einer Verstärkungsrippe versehenen Formstahl.

Die Herstellung der Tragfeder-Hauptlagen von Hand bei Verwendung von Rippenfederstahl war bisher eine zeitraubende Arbeit, welcher viel Aufmerksamkeit zugewendet werden mußte. Die größte Schwierigkeit bestand in der Herstellung der Tragfederaugen in genau rechtwinkliger Stellung zur Längsachse der Federn und in der Erhaltung der Verstärkungsrippe um das Federauge herum. Das häufige Warmmachen des Federstahles bei Herstellung der Hauptfederlagen von Hand war von ungünstigem Einflusse auf die Beschaffenheit des Stahles; diesem Umstande muß das häufige Brechen der Haupttragfederlagen zugeschrieben werden.

In den Abb. 1 bis 6, Tafel XXIX ist eine Vorrichtung dargestellt, die die aufgeführten Schwierigkeiten unter Beschleunigung der Fertigstellung und Vermeidung des häufigen Warmmachens beseitigt, dabei die Kosten vermindert.

Die Vorrichtung zum Rollen der Augen an den Tragfederhauptlagen besteht aus einem Gestelle mit Schraubenpresse, einem Gesenke mit Dorn und einem verstellbaren Gegenlager.

Die Anfertigung der Haupttragfederlagen auf dieser Vorrichtung erfolgt auf folgende Art: das geteilte Gesenk, in welchem das Bolzenauge der Haupttragfederlage gerollt werden soll, wird etwas eingefettet. Dann wird ein abgelängtes Stück Federstahl warm gemacht, mit dem Schrotmeißel etwas ab-

geschrägt und etwas vorgebogen. Hierauf wird diese Seite der Federlage gut nachgewärmt und in das Gesenk eingelegt. Nachdem noch der Dorn durch die Bohrung des Gesenkes gesteckt ist, wird das Federblatt mit dem darauf steckenden Gesenke in das Gestell der Vorrichtung zwischen die Scheibe der Schraubenspindel und das Gegenlager gelegt, mittels der am Gestelle befestigten Druckschrauben niedergehalten und durch Vorschrauben der Schraubenspindel durch Drehung des Schwungrades zum Auge fertig gerollt. In gleicher Weise wird mit dem andern Ende verfahren.

Die Einfachheit der Vorrichtung, die schnelle und tadellose Herstellung der Augen, die Gleichmäßigkeit der Länge der Federblätter, die geringen Herstellungskosten und größere Haltbarkeit, endlich die Erhaltung der Verstärkungsrippe machen die Beschaffungskosten einer solchen Vorrichtung schnell zu einer lohnenden Anlage, und lassen sie namentlich auch für Wagenbauanstalten vorteilhaft erscheinen.

Die Vorrichtung ist in der Eisenbahn-Hauptwerkstätte Leinhausen in Gebrauch und leistet dort recht gute Dienste. Es verdient noch als besonderer Vorteil hervorgehoben zu werden, daß die Schwächung der Enden der gerollten Federblätter, welche beim gewöhnlichen Rollen nicht unerheblich ist und bei 13<sup>mm</sup> starkem Federstahl etwa 0,5<sup>mm</sup> beträgt, beim Rollen mit dieser Vorrichtung fortfällt. Die Federenden erfahren vielmehr eine geringe Stärkezunahme um etwa 0,5<sup>mm</sup>.

### Beiträge zur Ausbildung der Drahtzugschranken. \*)

Von G. Wegner, Regierungs- und Baurat zu Breslau.

#### 3. Einrichtungen zur Erhöhung der Wachsamkeit der Wärter.

Solange man nicht dazu übergeht, selbsttätige, durch den Zug zu bedienende Schranken einzuführen, wogegen so schwere Gründe sprechen, daß darauf gerichtete Bestrebungen wenig Aussicht auf Erfolg haben, ist und bleibt die Hauptbedingung für einen guten Schrankendienst das Vorhandensein eines stets dienstbereiten Wärters, der pünktlich zur Stelle ist, die Schranken unter gleichzeitiger Beobachtung der Uebergänge nach Maßgabe der Witterung und Tageszeit in Ruhe bedient und die Uebergänge so lange unausgesetzt bewacht, bis der Zug mit seinem Schlusse alle Uebergänge überfahren hat. Es gibt wohl keine Dienstanweisung, welche dem Wärter nicht vorschreibt, daß er sich für die Zeit, wo ein Zug zu erwarten ist, bis nach dessen Vorbeifahrt außerhalb des Wachtraumes aufzuhalten hat. Die Nichterfüllung dieser so einfachen Vorschrift ist die Ursache so manchen Unfalles gewesen. Ist sie doch in der Regel

leicht zu erfüllen bei schönem Wetter und bei Tage, wo auch für jeden Fuhrmann die Uebersicht über die Strecke besser ist, schwer aber bei Unwetter, bei Sturm und Regen und in der Nacht; dann muß von dem Wärter besondere Aufmerksamkeit verlangt werden. Es gibt leider manche Wärter, die bei Unwetter ihre Schranken entweder vorzeitig oder zu schnell schließen, um das schützende Dach und den wärmenden Ofen aufzusuchen. So mancher Fuhrmann, der nicht lange warten will, greift dann zur Selbsthilfe, wobei er leicht vom Zuge überrascht werden kann, oder er wird eingeschlossen, wenn der Wärter die Schranke zu hastig bedient, oder gar vorgekurbelt hat.

Vorbeugende Maßnahmen gegen solche Vorkommnisse zu treffen, ist eine der wichtigsten Aufgaben für den weiteren Ausbau unserer Schrankeneinrichtungen. In dieser Beziehung entsteht die Frage, ob sich nicht eine mechanische Abhängigkeit herstellen läßt, die den Wärter zwingt, sich außerhalb des Wachtraums aufzuhalten, so lange die Schranken, welche Tag

\*) Vergl. Organ 1904, S. 78.

und Nacht bedient werden, geschlossen sind. Dies ist möglich, wenn der Wachtraum zugleich der einzige ständige Aufenthaltsraum des Wärter ist und nur durch eine Türe zugänglich gemacht wird. Man kann dann zwischen der Türe des Wachtraumes und einer oder mehreren Schranken folgende Abhängigkeiten herstellen:

1. Sobald der Wärter den Wachtraum verlassen hat, muß er die Tür in geschlossener Stellung verriegeln;
2. dadurch werden die in geöffneter Stellung der Tür verriegelten Schranken-Triebwerke zur Bedienung frei;
3. die entriegelten Schranken-Triebwerke gestatten ein Senken und Heben der Bäume erst nachdem ordnungsmäßig vorgeläutet ist;
4. die Schrankenbäume können aus der geschlossenen Stellung beliebig oft gehoben und gesenkt werden, da der Vorläutezwang nur von der Endstellung des Getriebes abhängig zu sein braucht, in der es verriegelt wird;
5. erst wenn das Schranken-Triebwerk nach erfolgter Bedienung für den nächsten Vorläuteweg vollständig zurückgekurbelt ist, läßt sich das Triebwerk wieder verriegeln, wodurch zugleich die Tür zum Wachtraume entriegelt wird.

Die vorstehende Anordnung wird bei nur einer Schranke von dem Werke Hein, Lehmann und Co. mit Hilfe von Wechselschlössern mit geringen Kosten hergestellt. Hierbei ist es erforderlich, daß ein Schlüssel von der Tür nach dem Windebocke hin- und zurückgetragen wird, doch würde sich auch eine Verriegelungsanlage ohne Hin- und Hertragen eines Schlüssels wie bei Stellwerksanlagen herstellen lassen. Bei mehreren Schranken, welche von einem Wachtraume abhängig werden sollen, wird stets eine Verriegelung durch Drahtzug oder Gestänge vorzuziehen sein.

Eine solche Einrichtung hat nur den Wert einer Nötigung, sie kann von dem Wärter umgangen werden, da ihn ja niemand zwingen kann, den Wachtraum als steten Aufenthaltsraum zu wählen. Man kann jedoch die Ueberwachung verschärfen, wenn man in dem Wachtraume eine Ueberwachungsuhr aufstellt und diese vom Wärter unmittelbar vor und nach jeder Bedienung stechen läßt. Nach welchen Grundsätzen solche Ueberwachungsuhren herzustellen und zu behandeln sein würden, ist früher\*) erörtert.

Solche Ueberwachungseinrichtungen würden ferner da erforderlich sein, wo der Wachtraum nur als Anbau zu einem Wärterhause vorhanden und anzunehmen ist, daß der Wachtraum vom Wärter nur wenig benutzt wird. In solchen Fällen kann zwar der Zweck der Einrichtung, den Wärter zu nötigen,

\*) Organ 1902. S. 90.

sich während der Zeit, in der die Schranken geschlossen und Züge zu erwarten sind, im Freien aufzuhalten, in Frage gestellt werden, und der Wachtraum sinkt gleichsam zum Schutzgehäuse für die Ueberwachungsuhr herab, immerhin würde durch eine derartige Einrichtung eine weit schärfere Ueberwachung der Wärter erzielt werden, als bisher; im übrigen liegen die Verhältnisse meist derart, daß die Wachträume, wenn auch nicht immer bei Tage, so doch fast stets bei Nacht benutzt werden, also zu der Zeit, in der eine Nötigung zur Wachsamkeit besonders erwünscht ist.

Aus Vorstehendem folgt, daß der Vorzug steter Dienstbereitschaft der selbsttätigen Schranken, der immer aufs neue von Erfindern für diese geltend gemacht wird, durch geeignete Ueberwachungseinrichtungen bei menschlicher Bedienung um so mehr ausgeglichen wird, als bei letzteren auch aufsergewöhnlichen Vorkommnissen Rechnung getragen ist.

Die Einführung solcher Ueberwachungseinrichtungen dürfte freilich zunächst wenig Anklang finden, weil alle Einrichtungen, welche die persönliche Freiheit des Menschen beeinträchtigen, so lange sie vereinzelt dastehen, als eine grobe Härte empfunden werden, andererseits ist aber zu berücksichtigen, daß bei der überwiegenden Mehrzahl der Unfälle bei der Schrankenbedienung Mangel an Wachsamkeit seitens der Wärter das Anfangsglied in der Kette der Unterlassungen ist, welche den Unfall herbeigeführt haben.

Zum Schlusse möchte ich hier noch einen Vorschlag veröffentlichen, welcher vielleicht dazu beiträgt, die Einführung selbsttätiger Einrichtungen bei Wegen mit geringem Verkehre zu fördern. Zur Zeit geht man immer davon aus, bei selbsttätigen Schranken eine Absperrung durch starke Bäume als durchaus erforderlich anzunehmen. Solche Anordnung kann aber stets zu einer Gefährdung Veranlassung geben. Es muß damit gerechnet werden, daß der Schlagbaum einmal grade zwischen Bespannung und Wagen eines haltenden Fuhrwerkes einfällt und so ein schwerer Unfall entsteht. Solche selbsttätigen Einrichtungen sollten so hergestellt werden, daß sie sich zwar einem Gefährte auflängen, aber eine begonnene Ueberfahrt nicht verhindern. Würden die Wege etwa durch Gerüste mit Vorhängen aus Kettchen mit Kugeln am Ende abgeschlossen, die vor Ankunft des Zuges über den Weg gezogen werden, so wäre zwar der Begriff einer Schranke in Frage gestellt, andererseits aber ein sich aufdrängender Abschluß der Gleise geschaffen, der nicht unbeachtet bleiben kann, vor welchem die meisten Pferde sogar von selbst Halt machen würden, bei dem Einsperrungen aber nicht vorkommen könnten. Vielleicht führt dieser Weg leichter zu einer annehmbaren Lösung.

## Über die Abnutzung der Lokomotiv-Triebradreifen und das Wandern der linken Fahrschiene.

Von O. Busse, Maschinendirektor in Kopenhagen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel XIX und Abb. 1 bis 7 auf Tafel XX.

(Schluß von Seite 80.)

Aus den Abbildungen erkennt man weiter, daß jeder Reifen zwei Mal einen größten Raddruck erhält und zwar bei rund 45° von der Kurbel und gegenüber. Die Überlastung ist bei Außenzylinder- und Zwillingslokomotiven am größten

bei dem rechten Reifen mit 1,850 t und bei der Verbundlokomotive mit 1,9 t; bei der Innenzylinderlokomotive sind alle 4 größten Drücke nur etwa 1,0 t, also wesentlich geringer. Erfahrungsgemäß liegen aber die größten Abnutzungen

immer im linken Rade und zwar bei langsam fahrenden Lokomotiven, welche auch mit größerer Füllung arbeiteten, etwa in der Verlängerung der Kurbel, bei schnell fahrenden etwas vor dieser. Diese Beobachtung ist überall gemacht, wo die rechte Kurbel vorleitet. Bei englischen Lokomotiven leitet die linke Kurbel vor, und bei diesen hat man in Ägypten und in Schweden die größte Abnutzung im rechten Rade beobachtet.

Um über diesen Punkt sicher zu sein, habe ich von 100 Eilzuglokomotiven derselben Gattung die Abnutzungslinien in Abb. 1 und 2, Taf. XX zusammenstellen lassen; diese zeigten, daß die Abnutzung mit großer Regelmäßigkeit immer auf dieselbe Stelle fällt. Man sieht aber, daß die größte Abnutzung am linken Reifen und an einer ganz andern Stelle auftritt, als die berechneten größten Drücke; diese können daher nicht die Ursache sein.

Auch ist hervorzuheben, daß bei Tenderlokomotiven, welche gleichviel vor- und rückwärts fahren, keine Schlaglöcher bemerkt werden; die Reifen müssen mit regelmäßiger Abnutzung abgedreht werden, ehe diese eine zu große Tiefe erreicht; vereinzelt sind solche Lokomotiven bis zu 100 000 km zwischen zwei Abdrückungen gelaufen. Die gleiche Beobachtung ist aus Amerika veröffentlicht worden.

Nach genauer Überlegung kommt man zu dem Schlusse, daß die Abplattung der Reifen nur von einem Gleiten oder Schleifen des betreffenden Rades auf der Schiene herrühren kann und daß dieses einer besondern Bewegung zuzuschreiben ist, welche das andere Rad nicht mitmacht.

Eine Berechnung unter der ungünstigsten Beanspruchung ergab eine so geringe Verdrehung der beiden Räder gegen einander, daß diese für den vorliegenden Fall keine Bedeutung haben kann.

Darauf wurde untersucht, ob das wagerechte Spiel, welches in jedem Triebbradlager mehr oder minder vorhanden ist, Ursache gleitender Bewegungen der Räder werden kann. Es wurden Messungen über dieses Spiel vorgenommen, welches unter Dampfdruck häufig bis zu 3 mm gefunden wurde. Innerhalb dieser Spielräume wird die richtige Stellung der Achsen durch die wagerechten Kräfte gestört. Diese und die am Radumfang wirkenden Umfangskräfte wirken unter Umständen schleifend auf die Reifen.

In Abb. 3, Taf. XX sind die vorher gefundenen Achslagerdrücke für die rechte und linke Seite, sowie die gleichzeitig auftretenden Umfangsdrücke für alle Kurbelstellungen während einer vollen Umdrehung des Rades dargestellt. Der Achskastendruck wechselt ein Mal bei jedem Kolbenhube, und man hat daher vier Druckwechsel. Die zugehörigen Kurbelstellungen sind mit den römischen Ziffern II, III, VI und VII bezeichnet und die zugehörigen Stellungen der Kolben und Kurbeln weiter in den Abb. 4 bis 7, Taf. XX angegeben.

In der Stellung III wird das rechte Achslager vorwärts gedrückt; die Druckrichtung hat eben gewechselt, wodurch sie von der hintern an die vordere Seite der Achsgabel geworfen wurde. Während dabei dem rechten Rade eine kleine Bewegung nach vorwärts gegeben wurde, ist das linke Rad mit einer Kraft von 14730 kg nach rückwärts gepreßt und dadurch verhindert, der Bewegung des rechten Rades nach vorn zu folgen.

Sieht man von einer Verdrehung der Achse ab, so müssen sich die beiden Räder in einer gewissen Zeit genau um denselben Winkel drehen; wenn aber bloß das rechte Rad vorwärts geht und das linke zurückbleibt, so muß dies wegen der Trägheit der Lokomotive auf der Schiene gleiten. Denkt man sich den Fortschritt des rechten Rades durch ein Zurückweichen der zugehörigen Schiene ersetzt, so sieht man ein, daß kein Widerstand gegen das Rollen des rechten Rades von der Schiene geleistet wird, solange diese Bewegung andauert; die ganze auf den Achssatze wirkende Umfangskraft wird somit allein am linken Rade wirken. Diese Umfangskraft ist etwa 2330 kg an der Schaulinie gemessen, also mehr als genügend, um den Reibungswiderstand des Rades zu überwinden, welcher aus der ruhenden Last von 6500 kg und dem senkrechten Teile der Dampfkräfte von etwa 290 kg, im ganzen etwa 6790 kg beträgt, so daß die Reibung  $0,16 \cdot 6790 = 1086$  kg gegen 2330 kg Umfangskraft ausmacht. Folglich muß Gleiten des linken Rades eintreten, wenn nicht die Kuppelstangen die überschüssige Umfangskraft zum Kuppelrade überführen können. Das kann aber in der betrachteten Stellung nicht ganz geschehen, weil beide Stangen eben auf Zusammendrücken beansprucht sind, weil der Spielraum in den Kuppelstangenlagern den Vorgang begünstigt und die Kuppelstangen durchgebogen und verkürzt werden. Während die rechte Seite der Achse vorwärts läuft, wird die rechte Kuppelstange entlastet, aber die linke erhält die doppelte Verkürzung und Durchbiegung und kann deshalb bloß sehr wenig Druck auf das Kuppelrad überführen.

In der Stellung II wird das rechte Achslager rückwärts gedrückt, die linke Achsbüchse wechselt gerade die Druckrichtung von vor- nach rückwärts. Das linke Rad wird also nach rückwärts geworfen entgegen der Bewegung der Lokomotive; es entsteht dabei jedoch keine Entlastung der Umfangskraft, und Gleiten des Rades ist deshalb ausgeschlossen.

In der Stellung VI wird das rechte Rad nach vorwärts gedrückt, während sich am linken die Druckrichtung von rückwärts nach vorn ändert. Durch die Bewegung des linken Rades nach vorwärts wird die Umfangskraft entlastet, so daß sie nur im rechten Rade wirksam wird; da jedoch die rechte Kuppelstange jetzt auf Zug beansprucht ist, so überführt sie einen Teil der Umfangskraft zum Kuppelrade, Gleiten des rechten Rades findet daher nicht statt.

In der Stellung VII hat das rechte Rad eben die Druckrichtung von vorn nach hinten gewechselt, während das linke Achslager nach vorn gedrückt ist. Während des Druckwechsels ist das rechte Rad einer Bewegung nach rückwärts ausgesetzt; diese kann aber keine Entlastung der Umfangskraft verursachen, weil die Bewegungsrichtung der Lokomotive entgegen ist; es findet also kein Gleiten des rechten Rades statt.

Aus dieser Untersuchung geht also hervor, daß die Abplattung des linken Triebbrades durch das unvermeidliche Spiel in den Achslagern, die Durchbiegung der Kuppelstangen und das Spiel der Kuppelstangenlager auf ihren Zapfen entsteht.

Die Verlängerung der Laufdauer einer Lokomotive zwischen zwei Wiederherstellungen muß also durch gute Wartung dieser Teile erstrebt werden. Beobachtungen in diesem Sinne haben

ergeben, daß die Abplattung um so langsamer erfolgt, je dichter man die Achs- und Kuppelstangenlager hält. Das Spiel in den Achslagern gibt sich durch Klopfen zu erkennen, Messungen haben jedoch ergeben, daß ein Spiel von 2 mm nur aufmerksamen Beobachtern auffällt, und daß manche Führer unbeanstandet mit Lokomotiven fahren, welche 3 mm und mehr Spiel haben.

Bei gewöhnlichen Achslagern entsteht dieses Spiel sehr leicht, da an drei Stellen eine Abnutzung stattfindet, nämlich zwischen Achse und Lager, Lager und Gehäuse und zwischen Gehäuse und Achsgabel; nur das letzte kann der aufmerksame Führer durch Nachziehen der Achsgabelkeile beseitigen, die übrigen Abnutzungen nicht. Dies deutet auf den Nutzen der nachstellbaren Achslager\*) zur Erlangung langer Laufdauer der Lokomotiven und billiger Unterhaltung hin.

#### Das Wandern der linken Schiene.

Den Oberbau-Ingenieuren ist längst aufgefallen, daß auf zweigleisigen Bahnen der linke Schienenstrang mehr nach vorwärts wandert, als der rechte, und man hat verschiedene Ursachen dafür angegeben, ohne daß eine ganz erschöpfend wäre. Die vorliegende Arbeit hat mich auf folgende Erklärung dieser Tatsache gebracht.

Wie oben nachgewiesen ist, erhält das linke Triebrad der

\*) Eisenbahntechnik der Gegenwart Bd. I, 2. Auflage, S. 226.

Lokomotive bei rechts voreilender Kurbel eine Abplattung, und alle Lokomotiven auf der Strecke laufen also mit größeren oder geringeren Abplattungen, je nachdem die Räder früher oder später abgedreht worden sind. Die Abplattung verursacht aber, daß das linke Rad der Lokomotiven einen kleinern Umfang erhält, als das rechte, was auch aus den Nachmessungen hervorgeht. Ließen die Lokomotiven nun ganz frei, so würden sie, weil die linken Räder kleiner sind als die rechten, immer nach links abweichen; die Spurkränze der vorderen und hinteren Räder verhindern dies jedoch, indem sie die Lokomotive im Gleise gerade führen. Die Verschiedenheit des Umfangs der Triebräder wird deshalb, indem die Lokomotive immer verhindert wird, ihrer Neigung nach links zu folgen, verursachen, daß entweder der rechte Schienenstrang um ein Geringes nach rückwärts oder der linke um ein Geringes nach vorwärts geschoben wird. Daß nun grade der linke Strang vorwärts geht, rührt daher, daß beide Stränge wegen des Anschlages der Räder gegen die etwa vorstehenden Schienenenden so wie so in vorwärtsschreitender Bewegung sind. Der linke Strang wird also leichter nach vorwärts wandern, als der rechte nach rückwärts, entgegen dem schon vorhandenen Bewegungsinne.

Zum Schlusse sei bemerkt, daß der Ingenieur Dorph der dänischen Staatsbahnen mit großem Eifer und Fleiße an der Ausarbeitung der Zeichnungen und an den Überlegungen und Messungen Teil genommen hat.

## Über die Entseuchung von Personenwagen mittels Formaldehyd.

Von Courtin, Baurat in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 13 auf Tafel XX.

(Schluß von Seite 85.)

### Versuchsreihe III.

Mittelgangwagen I/II. Klasse.

Probe Nr.	Art des Bazillus	Träger	Zustand	Art der Probe	Probe Nr.	Art des Bazillus	Träger	Zustand	Art der Probe
1	Bac. coli	Wolle	feucht	auf dem Boden unter dem Sitze	17	Bac. coli	Fleischbrühe	feucht	auf Polsterstoff ausgegossen
2	" "	"	trocken		18	" subtt.	"	"	
3	" subtt.	"	feucht		19	" coli	Wolle	feucht	
4	" "	"	trocken	auf dem Polster	20	" "	"	trocken	in den Falten der Vorhänge
5	" coli	"	feucht		21	" subtt.	"	feucht	
6	" "	"	trocken		22	" "	"	trocken	
7	" subtt.	"	feucht	in den Falten des Polsters.	23	" coli	"	feucht	in Papier eingeschlagen
8	" "	"	trocken		24	" "	"	trocken	
9	" coli	"	feucht		25	" subtt.	"	feucht	in den Falten des Polster
10	" "	"	trocken	26	" "	"	trocken		
11	" subtt.	"	feucht	auf dem Gepäcknetze	27	" coli	"	feucht	in Papier eingeschlagen
12	" "	"	trocken		28	" "	"	trocken	
13	" coli	"	feucht		29	" subtt.	"	feucht	unter dem Sitze auf dem Boden
14	" "	"	trocken	30	" "	"	trocken		
15	" subtt.	"	feucht		31	" coli	Fleischbrühe	feucht	auf den Boden gegossen
16	" "	"	trocken		32	" subtt.	"	"	

Versuchsreihe IV.  
D-Wagen I/II Klasse. — a) Abteil I. Klasse.

Probe Nr.	Art des Bazillus	Träger	Zustand	Art der Probe
1	Bac. coli	Wolle	feucht	auf dem Boden unter dem Sitze
2	" "	"	trocken	
3	" subt.	"	feucht	
4	" coli	"	trocken	
5	" coli	"	feucht	frei auf dem Polster
6	" "	"	trocken	
7	" subt.	"	feucht	
8	" "	"	trocken	
9	" coli	"	feucht	auf dem Gepäcknetze
10	" "	"	trocken	
11	" subt.	"	feucht	
12	" "	"	trocken	
13	" coli	"	feucht	am Fenster hinter den zugezogenen Vorhängen
14	" "	"	trocken	
15	" subt.	"	feucht	
16	" "	"	trocken	
17	" coli	"	feucht	hinter den Kopffrollen
18	" "	"	trocken	
19	" subt.	"	feucht	
20	" "	"	trocken	
21	" coli	"	feucht	hinter dem Rückenpolster
22	" "	"	trocken	
23	" subt.	"	feucht	
24	" "	"	trocken	
b) Seitengang und Abteil II. Klasse.				
25	Bac. coli	Wolle	feucht	in der Gangmitte auf einem Fensterrahmen
26	" "	"	trocken	
27	" subt.	"	feucht	
28	" "	"	trocken	
29	" coli	"	feucht	auf dem Boden in den Ecken des Ganges
30	" "	"	trocken	
31	" subt.	"	feucht	
32	" "	"	trocken	
33	" coli	"	feucht	frei auf dem Polster
34	" "	"	trocken	
35	" subt.	"	feucht	
36	" "	"	trocken	
37	" coli	"	feucht	in den Falten der Vorhänge
38	" "	"	trocken	
39	" subt.	"	feucht	
40	" "	"	trocken	
41	" coli	"	feucht	in den Falten der Rückenpolster
42	" "	"	trocken	
43	" subt.	"	feucht	
44	" "	"	trocken	
45	" coli	"	feucht	auf den Gepäcknetzen
46	" "	"	trocken	
47	" subt.	"	feucht	
48	" "	"	trocken	
49	" coli	"	feucht	in Papier eingeschlagen am Boden in der Ecke des Wagens
50	" "	"	trocken	
51	" subt.	"	feucht	
52	" "	"	trocken	
53	" coli	"	feucht	in Papier eingeschlagen in den Falten der Rückenpolster
54	" "	"	trocken	
55	" subt.	"	feucht	
56	" "	"	trocken	
57	" coli	Fleischbrühe	feucht	in den entferntesten Winkeln des Ganges auf den Boden gegossen
58	" subt.	"	"	
59	" coli	Wolle	"	auf ein Sitzpolster gelegt und mit einem Stück Polsterüberzug bedeckt
60	" "	"	trocken	
61	" subt.	"	feucht	
62	" "	"	trocken	

Versuchsreihe V.  
Gedeckter Güterwagen.

Probe Nr.	Art des Bazillus	Träger	Zustand	Art der Probe
1	Bac. coli	Wolle	feucht	auf dem Boden in einer Ecke
2	" "	"	trocken	
3	" subt.	"	feucht	
4	" "	"	trocken	
5	" coli	"	feucht	in mittlerer Höhe auf einem Balken der Querwand
6	" "	"	trocken	
7	" subt.	"	feucht	
8	" "	"	trocken	
9	" coli	"	feucht	nahe der Tür in mittlerer Höhe auf einem Balken
10	" "	"	trocken	
11	" subt.	"	feucht	
12	" "	"	trocken	
13	" coli	"	feucht	nahe der Tür dicht unter dem Dache
14	" "	"	trocken	
15	" subt.	"	feucht	
16	" "	"	trocken	
17	" coli	"	feucht	in einer Ecke dicht unter dem Dache
18	" "	"	trocken	
19	" subt.	"	feucht	
20	" "	"	trocken	
21	" coli	"	feucht	in Papier eingeschlagen in einer Ecke unter dem Dache
22	" "	"	trocken	
23	" subt.	"	feucht	
24	" "	"	trocken	
25	" coli	"	feucht	in Papier eingeschlagen in mittlerer Höhe auf einem Balken der Querwand
26	" "	"	trocken	
27	" subt.	"	feucht	
28	" "	"	trocken	
29	" coli	Fleischbrühe	feucht	auf den Fußboden ausgegossen.
30	" subt.	"	"	

Das Einsetzen der Proben und die Inangsetzung des Verfahrens war bei allen Wagen am ersten Versuchstage gegen Mittag beendet. Am folgenden Vormittage wurden die Wagen, die bis dahin sich selbst überlassen waren, wieder geöffnet, wobei keine Spur von Geruch nach Formaldehyd mehr festzustellen war.

Nunmehr wurden die Wollfäden und Stoffproben mit jedesmal frisch ausgeglühter Pinzette sofort in Nährgelatine gebracht und diese dann mit Wasser von 35° C. verflüssigt. Die auf Holz sitzenden Proben wurden mit sterilisierten Messern abgekratzt und gleichartig weiter behandelt. Während der nun folgenden Beobachtung wurden die Proben auf einem Wärmegrad von etwa 18° C. gehalten und täglich hinsichtlich der Entwicklung von Kulturen mikroskopisch untersucht.

Hierbei wurde während einer 12 tägigen Beobachtungsdauer nur bei den nachfolgend verzeichneten Proben Entwicklung von Kolonien festgestellt:

Versuchsreihe	Proben-Nr.
I	18, 36, 38 bis 40, 43, 44
II	17, 18, 35, 36, 27 bis 44
III	23 bis 26, 27 bis 30
IV	20 bis 24, 49 bis 56, 61, 62
V	21 bis 28.

Demnach waren die Bazillen, auch die widerstandsfähigen Heubazillen überall, wo das Gas freien Zutritt hatte, vernichtet. Ebenso waren die nur lose mit Papier bedeckten, die in den

Vorhangfalten untergebracht und selbst die in die Falten der Rückenpolster gesteckten Bakterien abgetötet; dagegen konnten sich infolge der Bedeckung mit dem dicken Plüschüberzuge (IV, 61, 62) die widerstandsfähigen Sporen des Bacillus subtilis am Leben erhalten, während der minder lebenskräftige Bacillus coli auch hier zu Grunde gegangen war. Unter die dicken Rückenpolster (IV, 21 bis 24) hatte das Gas seine Wirkung jedoch nicht zu erstrecken vermocht, wie auch die durch mehrfache Papierlagen geschützten Proben von ihm nicht geschädigt werden konnten. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Widerstandsfähigkeit eingetrockneter und feuchter Bakterien war nicht zu verzeichnen; bei reichlicherer Anwendung des Karboformales wären vermutlich auch alle trockenen Bakterienmassen zu Grunde gegangen.

Endlich ergibt der Vergleich zwischen den Versuchsreihen I und II, daß bei genügend reichlicher Anwendung des Entseuchungsmittels auf das umständliche und für die Anwendung bei Eisenbahnbetriebsmitteln in größerem Umfange kaum durchführbare sorgfältige Abdichten der Ritzen und Spalten in den Umfassungswänden verzichtet werden kann.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurde nun zur Erprobung des Verfahrens in größerem Umfange geschritten, indem in einigen Werkstätten die zur regelmässigen Untersuchung einlaufenden Wagen I./II. Klasse bei dieser Gelegenheit jeweils in der beschriebenen Weise entseucht und dabei hinsichtlich etwaiger schädlicher Wirkungen der Wasser- und Formaldehyddämpfe auf die Innenausstattung beobachtet wurden.

Derartige Einwirkungen konnten nicht festgestellt werden; dagegen hafteten dem Verfahren des Entseuchens mit Glühblöcken bei seiner Anwendung auf Eisenbahnwagen noch einige Mängel an, deren Beseitigung wünschenswert erschien.

Zunächst hätte die sehr vielfach und in weiten Grenzen wechselnde GröÙe des Rauminhaltes in sich geschlossener Abteile bei den verschiedenen Wagengattungen eine große Zahl von Glühblöcken verschiedener GröÙe erfordert; verzichtete man auf die Bereithaltung zahlreicher Sorten von Blöcken, so mußten häufig mehr Entseuchungsmittel verwendet werden, als für die RaumgröÙe nötig gewesen wäre.

Ferner war das Anglühen der Blöcke in den einzelnen Wagenabteilen immerhin etwas umständlich und schließlichauch nicht ganz ohne Feuersgefahr, zumal der Wagen nach Beginn des Vorganges nicht mehr betreten, und weil zu besserer Entseuchung die Vorhänge vor die Fenster zu ziehen waren, auch von außen hinsichtlich der Vorgänge im Innern nicht überwacht werden konnte. Da ferner das Durchglühen der Blöcke und damit die Gasentwicklung nur langsam vorschreitet, war für den Vorgang ein längeres Stilllegen der Wagen erforderlich.

Eine wesentliche Verbesserung ergab sich, als von der früher genannten Bezugsquelle der Blöcke ein von ihr durchgearbeitetes und der Firma patentiertes Verfahren der Entseuchung mit wässriger Formaldehydlösung, Hydroformal, angeboten wurde.

Die Lösung enthält 20 % Formaldehyd, 1 l davon entspricht also hinsichtlich der entseuchenden Wirkung vier Glühblöcken. Durch die flüssige Form des Mittels ist genaueste

Anpassung der aufzuwendenden Menge an die GröÙe der zu entseuchenden Räume ohne weiteres erreichbar, also sparsame Verwendung gewährleistet.

Durch das leicht zu vollziehende Verdampfen der wässrigen Lösung entsteht rasch und gleichzeitig Wasser- und Formaldehyddampf in der erforderlichen Menge, und das Stilllager der Wagen wird entsprechend abgekürzt.

Im einzelnen vollzieht sich das Verfahren folgendermaßen:

In dem zu entseuchenden Abteile werden alle Fenster, Lüftungsöffnungen und Türen bis auf eine Aufsentür verschlossen, welche den erforderlichen beiden Arbeitern als Ausgang dient. Alle Innentüren werden geöffnet, so daß möglichst große zusammenhängende Räume entstehen, die Vorhänge werden entfaltet, die Polstersitze vorgezogen, die beweglichen Polster hochgeklappt oder aufgestellt oder in die Gepäcknetze gelegt, um den Dämpfen möglichst große Flächen zu bieten.

Das Verdampfgefäß, ein Blecheimer (Abb. 8, Taf. XX), wird möglichst in die Mitte des Raumes, zweckmässig aber nicht in die Nähe leicht feuerfangender Teile der Innenausstattung, wie Vorhänge gestellt und ein an langem Griffe befestigter, die Öffnung des Gefäßes völlig überdeckender Blechdeckel (Abb. 9, Taf. XX) handbereit daneben auf den Boden gelegt. Zur Verdampfung der Flüssigkeit werden in das Gefäß mittels des Hakens (Abb. 10, Taf. XX) erhitzte runde Gufseisenkörper (Abb. 11, Taf. XX) eingebracht, deren Zahl in jedem einzelnen Falle von der Menge der zu verdampfenden Flüssigkeit, also mittelbar von dem Rauminhalte des betreffenden Abteiles abhängt. Aus einer, die zu bestimmten Rauminhalten gehörige Menge von Flüssigkeit und die dieser entsprechende Anzahl von Eisenkörpern angegebenden Zusammenstellung werden im einzelnen Falle die erforderlichen Zahlen leicht entnommen. Die Flüssigkeitsmenge wird in einen gleichfalls an langem Griffe befestigten Becher (Abb. 12, Taf. XX) eingemessen und dieser neben dem GefäÙe niedergestellt.

Zunächst werden nun von dem einen Arbeiter die erforderlichen, auf dunkle Rotglut erhitzten Gufseisenkörper in das Gefäß und ein doppelter, aus Drahtsieb bestehender Deckel (Abb. 13, Taf. XX) auf dieses gelegt, welcher bei der sich unter lebhaftem Aufzischen vollziehenden Dampfbildung das Herausspritzen von Flüssigkeit zu verhüten hat. Der zweite Arbeiter schüttet sodann in einem raschen Gusse den ganzen Inhalt des Bechers in das Gefäß, womit sofort eine heftige Entwicklung von Wasser- und Formaldehyddampf ausgelöst wird.

Werden die Eisenkörper wesentlich stärker, als zu dunkler Rotglut erhitzt, so kann dadurch Entzündung der Formaldehyddämpfe bewirkt werden, die sich indes, ohne irgend welche explosive Erscheinungen, lediglich im Aufschlagen einer Flamme aus dem GefäÙe zu erkennen gibt.

Durch kurze Bedeckung des Gefäßes mit dem früher erwähnten Blechdeckel wird diese Entflammung sofort unterdrückt. Immerhin empfiehlt sich hinsichtlich des Aufstellungsortes des Gefäßes, wie erwähnt, das Fernbleiben von leicht feuerfangenden Teilen der Ausstattung. Sobald die Dampfbildung ohne Entflammung begonnen hat oder nach Wegnehmung des Deckels sich keine Flamme mehr zeigt, beileben

sich die Arbeiter, den Wagen, der sich rasch mit den Dämpfen füllt, zu verlassen und zu verschließen.

Bei einiger Aufmerksamkeit und Übung läßt sich die Entzündung der Dämpfe leicht vermeiden, und damit das Verweilen der Arbeiter im Wagen nach Beginn der Dampfentwicklung auf wenige Sekunden beschränken. Dennoch ist darauf hinzuwirken, daß die Leute vom Beginne der Dampfentwicklung bis zum Verlassen des Wagens den Atem anhalten, da das Einatmen auch nur geringer Mengen des Gases heftige, wenn auch ungefährliche Hustenanfälle nach sich ziehen kann.

Der Wagen bleibt nun mindestens sieben Stunden geschlossen, worauf er durch Öffnen der Türen und Fenster gründlich gelüftet wird. Sollte trotz gründlicher Lüftung der stechende Geruch des Formaldehyds nicht völlig verschwinden,

was aber die Ausnahme ist, so kann er durch kurze Räucherung mit Salmiakgeist vertrieben werden. Nach diesem Arbeitsvorgange werden seit Mitte des Jahres 1903 alle Wagen I./II. Klasse der badischen Staatsbahnen gelegentlich ihrer regelmäßigen Untersuchung in den Werkstätten behandelt, und zwar erfolgt die Entseuchung mit Rücksicht auf die Gesundheit der mit der Säuberung der Wagen beauftragten Arbeiter vor Beginn der mechanischen Reinigungsarbeiten. Die Kosten betragen bei einem vierachsigen Wagen von den allgemein üblichen Abmessungen an Lohn und Aufwand für Entseuchungsmittel etwa 3,60 M, während bei dem Karboformalverfahren wegen der minder wirtschaftlichen Ausnutzung des Mittels ein Aufwand von etwa 5,60 M zu verzeichnen war. Nachteilige Folgen für die Innenausstattung sind auch bei wiederholt in dieser Weise behandelten Wagen nicht festzustellen gewesen.

### Versuche mit Zugvorrichtungen an Lokomotiven.

Ausgeführt von der Königlichen Eisenbahn-Direktion Berlin am 24. und 25. Juni und am 9. Oktober 1902.

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 bis 10 auf Tafel XXVII und Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXVIII.

Zur Feststellung des Einflusses, welchen die Anfangsspannung der Federn in der Zugvorrichtung des Tenders auf die Beanspruchung der Kuppelungen ausübt, sowie zur Ergänzung der bei früheren Versuchen gewonnenen Ergebnisse wurden auf der Vorortstrecke Verschiebbahnhof Tempelhof-Zossen an drei Tagen Versuchsfahrten mit lose und straff gekuppelten Güterzügen ausgeführt, deren Zuggewicht, Achsenzahl und Zusammensetzung gleich waren, während die Federn in den Zugvorrichtungen der Tender verschiedene Anfangsspannungen und verschiedene Abmessungen erhielten. Während dieser Versuchsfahrten und im unmittelbaren Anschlusse an sie wurden an jedem Tage unter tunlichst gleichen Verhältnissen an derselben Stelle der Strecke dieselben Versuche ausgeführt, das Verhalten der Zugvorrichtungen und der Kuppelungen beobachtet und die auftretenden Kräfte festgestellt. Bei der Auswahl und der Ausführung der Versuche wurde darauf Bedacht genommen, möglichst ungünstige Beanspruchungen zu erzeugen und Verhältnisse zur Darstellung zu bringen, wie sie bei der Beförderung schwerer Güterzüge im Betriebe aufzutreten pflegen.

Der Versuchszug bestand

#### 1. am ersten Versuchstage

- a. während der Fahrt von Tempelhof nach Zossen: aus zwei 3/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Tender und 60 lose gekuppelten, zweiachsigen Güterwagen mit gewöhnlicher Zugvorrichtung, Schraubenfeder B;
- b. während der Fahrt von Zossen nach Tempelhof: aus zwei 3/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Tender und 40 straff gekuppelten, zweiachsigen Güterwagen mit gewöhnlicher Zugvorrichtung, Schraubenfeder B;

#### 2. am zweiten Versuchstage

- a. während der Fahrt von Tempelhof nach Zossen: aus zwei 3/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Tender und 40 straff gekuppelten, zweiachsigen Güterwagen mit gewöhnlicher Zugvorrichtung, Schraubenfeder B;

- b. während der Fahrt von Zossen nach Tempelhof: aus zwei 3/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Tender und 60 lose gekuppelten, zweiachsigen Güterwagen mit gewöhnlicher Zugvorrichtung, Schraubenfeder B;

#### 3. am letzten Versuchstage

- a. während der Fahrt von Tempelhof nach Zossen: aus zwei 3/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Tender und 60 lose gekuppelten, zweiachsigen Güterwagen mit gewöhnlicher Zugvorrichtung, Schraubenfeder B;
- b. während der Fahrt von Zossen nach Tempelhof: aus zwei 3/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Tender und 40 straff gekuppelten, zweiachsigen Güterwagen mit gewöhnlicher Zugvorrichtung, Schraubenfeder B.

In den Zugvorrichtungen der Tender befanden sich

- a. am ersten Versuchstage  
je zwei gewöhnliche Schraubenfedern der Form B nach Musterzeichnung Blatt XIII<sub>1</sub>, IV. Aufl., eingesetzt mit der üblichen Anfangsdurchbiegung von 10<sup>mm</sup>;
- b. am zweiten Versuchstage  
je zwei gewöhnliche Schraubenfedern der Form B nach Musterzeichnung Blatt XIII<sub>1</sub>, IV. Aufl., eingesetzt mit einer Anfangsdurchbiegung von 35<sup>mm</sup>;
- c. am letzten Versuchstage  
je vier Schraubenfedern von besonderen Abmessungen, eingesetzt mit einer Anfangsspannung von rund 12000 kg.

Die Reihenfolge der Wagen in den Versuchszügen war die nachstehende:

#### A. Lose gekuppelte Züge.

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1. † Gml mit Bremse | 7. Gml mit Bremse |
| 2. Omk ohne <       | 8. Omk ohne <     |
| 3. Omk ohne <       | 9. Omk ohne <     |
| 4. Gml mit <        | 10. Gml mit <     |
| 5. Omk ohne <       | 11. Omk ohne <    |
| 6. Omk ohne <       | 12. Omk ohne <    |

13. Gml mit Bremse	37. Omk ohne Bremse
14. Omk ohne «	38. Omk ohne «
15. Omk ohne «	39. Gml mit «
16. † Gml mit «	40. Omk ohne «
17. Omk ohne «	41. Omk ohne «
18. Omk ohne «	42. Gml mit «
19. Gml mit «	43. Omk ohne «
20. Omk ohne «	44. Omk ohne «
21. Omk ohne «	45. † Gml mit «
22. Gml mit «	46. Omk ohne «
23. Omk ohne «	47. Omk ohne «
24. Omk ohne «	48. Gml mit «
25. Omk ohne «	49. Omk ohne «
26. Gml mit «	50. Omk ohne «
27. Omk ohne «	51. Gml mit «
28. Omk ohne «	52. Omk ohne «
29. Omk ohne «	53. Omk ohne «
30. † Gml mit «	54. Gml mit «
31. Gml mit «	55. Omk ohne «
32. Omk ohne «	56. Omk ohne «
33. Omk ohne «	57. Gml mit «
34. Omk ohne «	58. Omk ohne «
35. Gml mit «	59. Omk ohne «
36. Omk ohne «	60. † Gml mit «

## B. Straff gekuppelte Züge.

1. † Gml mit Bremse	21. Omk ohne Bremse
2. Omk ohne «	22. Gml mit «
3. Omk ohne «	23. Omk ohne «
4. Gml mit «	24. Omk ohne «
5. Omk ohne «	25. † Gml mit «
6. Omk ohne «	26. Omk ohne «
7. Gml mit «	27. Omk ohne «
8. Omk ohne «	28. Gml mit «
9. Omk ohne «	29. Omk ohne «
10. Gml mit «	30. Omk ohne «
11. Omk ohne «	31. Gml mit «
12. Omk ohne «	32. Omk ohne «
13. Gml mit «	33. Omk ohne «
14. Omk ohne «	34. Gml mit «
15. Omk ohne «	35. Omk ohne «
16. † Gml mit «	36. Omk ohne «
17. Omk ohne «	37. Gml mit «
18. Omk ohne «	38. Omk ohne «
19. Gml mit «	39. Omk ohne «
20. Omk ohne «	40. † Gml mit «

Alle Omk-Wagen waren mit Erde, die durch ein Kreuz bezeichneten Gml-Wagen mit Eisen voll beladen; das Bruttogewicht, ausschließlich der Lokomotiven, betrug bei den straff gekuppelten Zügen 780 t, bei den lose gekuppelten Zügen 1180 t.

An jedem der drei Versuchstage kamen im ganzen zehn Versuche zur Ausführung, welche sich in zwei Abteilungen A und B zusammenfassen lassen. Die Versuche der Abteilung A wurden während der Fahrten zwischen den beiden Endstationen, die Versuche der Abteilung B mit Rücksicht auf die dabei zu

erwartenden Zugtrennungen und Beschädigungen auf den Endstationen selbst vorgenommen.

Eine Uebersicht über die Versuche beider Abteilungen gibt die nachstehende Zusammenstellung.

## Abteilung A.

Versuch I: Anfahren und Anhalten in gewöhnlicher Weise.

Versuch II: Anfahren in gewöhnlicher Weise, Anhalten mit gestrecktem Zuge.

Versuch III: Plötzliche Geschwindigkeitsverminderung durch Bremsen am Zugende, Lösen der Bremsen, gewöhnliches Anfahren, Anhalten mit gestrecktem Zuge.

Versuch IV: Ruckweises Anfahren, Anhalten mit gestrecktem Zuge.

Versuch V: Ruckweises Anfahren, Anhalten mit auflaufendem Zuge.

Versuch VI: Plötzliche Geschwindigkeitsverminderung durch Bremsen an der Zugspitze, Lösen der Bremsen, gewöhnliches Anfahren, Anhalten mit auflaufendem Zuge.

Versuch VII: Anfahren in gewöhnlicher Weise, Anhalten mit auflaufendem Zuge.

Versuch VIII: Ruckweises Anfahren, Anhalten in gewöhnlicher Weise.

## Abteilung B.

Versuch IX: Zossen I, Tempelhof I. Der Zug wird etwa 20<sup>m</sup> weit zurückgedrückt und dann nach Umlegen der Steuerungen sofort wieder angezogen.

Versuch X: Zossen II, Tempelhof II. Der Zug wird zurückgedrückt, hierauf werden die Bremsen der Lokomotiven angezogen und alsdann ihre Steuerungen umgelegt; nach dem Lösen der Lokomotivbremsen wird mit kräftigem Rucke angefahren.

Bei den Versuchen wurden durch Messungen ermittelt:

- a. die Fahrgeschwindigkeit,
- b. die am Tenderzughaken der ersten Lokomotive ausgeübten Zugkräfte,
- c. die Eindrückungen der Zugfedern des Tenders der zweiten Lokomotive und gleichzeitig die am Zughaken dieses Tenders wirkenden, von den Kuppelungen aufgenommenen Kräfte,
- d. die zwischen dem 40. und 41. Wagen der lose gekuppelten oder dem 30. und 31. Wagen der straff gekuppelten Züge auftretenden Kräfte.

Hand in Hand mit diesen Messungen gingen Beobachtungen der Versuchsteilnehmer, die teils auf der Lokomotive, teils an den verschiedenen Stellen des Zuges angestellt wurden. Alle Meßvorrichtungen zeichneten die Ergebnisse selbsttätig auf, und zwar in zeitlicher Reihenfolge hintereinander, sodafs alle von einer Vorrichtung während der Versuche gemessenen Werte in übersichtlicher Weise zur Darstellung gelangten. Im übrigen war die Meßeinrichtung die folgende:

Die Messung der Fahrgeschwindigkeit geschah durch einen auf der zweiten Lokomotive angebrachten Haushälter'schen Geschwindigkeitsmesser.

Zur Messung der Zugkräfte diente ein zwischen der ersten und zweiten Lokomotive eingeschalteter Zugkraftmesser von Schäffer und Budenberg in Magdeburg, der in Abb. 9 und 10, Taf. XXVII dargestellt ist.

Der Zugkraftmesser besteht im wesentlichen aus zwei kräftigen, wenig gebogenen Blattfedern  $B B_1$ , zwei Paar Hängeschienen A, zwei zur Verbindung von A und B dienenden Bolzen C und einer durch Uhrwerk bewegten Schreibvorrichtung. Er kann in die einander zugekehrten Hauptkuppelbolzen zweier Eisenbahnfahrzeuge, deren Bufferteller sich eben berühren, nach Entfernung der Kuppelungen mittels der Augen D eingehängt werden. Seine Länge ist derart bemessen, daß bei der angegebenen Stellung der Fahrzeuge nach dem Einhängen die Mitten der Bolzen C und der Augen D in einer wagerechten Ebene liegen und sich die Federn  $B B_1$  in spannungslosem Zustande befinden.

Mit der Feder B steht durch Laschen E und Schrauben F eine Blechplatte G in Verbindung, auf welcher eine in der Längsrichtung nachstellbare kleine Schubstange H drehbar gelagert ist; die zweite Feder  $B_1$  trägt einen aus dünnem Eisenbleche hergestellten, mit aufklappbarem Deckel versehenen Kasten. Auf dem Boden dieses Kastens ruht eine senkrechte Welle I mit zwei wagerechten, an ihrem obern und untern Ende befestigten einarmigen Hebeln K und L. Ersterer steht mit der Schubstange H in Verbindung, letzterer trägt einen Schreibstift M, der federnd gegen den Mantel einer im Kasten wagerecht gelagerten Trommel N gedrückt wird. Die Trommel, welche nach Lösung des Verschlussstückes O ohne Schwierigkeit aus dem Kasten entfernt werden kann, dient zur Aufnahme eines Schreibstreifens und wird durch ein in ihrem Innern angebrachtes Uhrwerk in gleichförmige Drehung versetzt; um die Beobachtung des Schreibstreifens zu erleichtern, ist in den Deckel des Kastens eine Glasplatte Q eingelassen. Tritt nun in einem der beiden Haken eine Zugkraft auf, so werden die Federn B und  $B_1$  angespannt, ihre Durchbiegung in der Mitte nimmt ab, und der Blechkasten mit der in seinem Innern gelagerten Welle I einerseits, sowie die Platte G andererseits verschoben

(Schluß folgt.)

sich gegeneinander in der Pfeilrichtung X und Y rechtwinkelig zur Längsmittellinie. Dadurch wird der Schreibstift M mittels der Schubstange H und der Hebel K und L in einem Kreisbogen bewegt und auf dem sich mit der Trommel drehenden Schreibstreifen ein Linienzug erzeugt. Aus diesem Linienzuge lassen sich mit Hilfe eines auf jedem Streifen angebrachten Zeit- und Kräftemaßstabes die Größe der aufgetretenen Zugkräfte und der Zeitpunkt ihres Auftretens bestimmen.

Eine Vorrichtung derselben Bauart fand für die Messung der im letzten Zugdrittel zwischen dem 40. und 41. oder dem 30. und 31. Wagen auftretenden Kräfte Verwendung.

Die Eindrücke der Zugfedern des Tenders der zweiten Lokomotive wurden durch Messung der Verschiebungen des Zughakens im Führungsstücke mit Hilfe der in Abb. 7 und 8, Taf. XXVII dargestellten Vorkehrung festgestellt. Auf dem obern Ende der Zughakenshulter war mittels zweier kleiner Flügelschrauben A ein sattelförmig gestaltetes Metallstück B befestigt, welches den senkrechten Stift C trug. Diesen Stift umschloß mittels eines länglichen Auges D der eine Arm eines wagerechten Doppelhebels, dessen Drehpunkt F an dem am Stege des Kopfstückes mit zwei Schrauben befestigten Kragstücke G verschiebbar gelagert war. Der zweite, gabelförmig endende Arm I faßte den Schreibstifthebel der Schreibvorrichtung eines Holtz'schen »Dynamographen«. Letzterer ruhte in einem senkrechten, mit dem Kragstücke G verbundenen Führungsstücke H und enthielt eine wagerecht gelagerte, durch Uhrwerk angetriebene obere Walze, über die ein Schreibstreifen lief, und eine Spannvorrichtung für diesen Streifen. Der Hebel E. F. I. übertrug die Verschiebungen des Zughakens auf den Schreibstift, und dieser brachte sie auf dem unter ihm hinlaufenden Schreibstreifen in zeitlicher Reihenfolge zur Darstellung.

Um aus den auf diese Weise ermittelten Eindrücken auf die Beanspruchungen der mit dem Tenderzughaken in Verbindung stehenden Kuppelung des vorderen Wagens schließen zu können, wurden vor Beginn der Versuche durch sorgfältige, auf der Federprüfmaschine vorgenommene Messungen die jeder einzelnen Eindrücke entsprechenden Kräfte ermittelt.

## Messung der zwischen Rad und Schiene auftretenden Kräfte durch Fliefsbilder.

Von O. Hönigsberg, Ingenieur der Südbahn in Wien.

### I. Einleitung.

Die steigenden Gewichte und Geschwindigkeiten der Betriebsmittel machen es immer schwieriger, mit der Widerstandsfähigkeit des Oberbaues der Beanspruchung zu folgen; man kann dieses Verhältnis in gewissem Sinne mit dem Kampfe zwischen Geschütz und Panzer vergleichen. Kennzeichnend hierfür ist, daß A. St. in seinen Berichten an den internationalen Eisenbahnkongress\*) für die heutigen Verhältnisse zu nahezu dem-

selben Schlusse kommt, wie Weber\*) im Jahre 1869 für die damaligen, weit leichteren und weit langsamer verkehrenden Betriebsmittel: Die Grenze der Widerstandsfähigkeit des Gleises ist beinahe überall erreicht, teilweise sogar überschritten.

Aufstellung einer Gleistype für Linien, welche mit großer Zugeschwindigkeit befahren werden. (V. Sitzung, London 1897.) — Von A. St., k. k. Regierungsrat, Baudirektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnbaues, 1898, Ergänzungsheft.

\*) Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise. Historische und experimentative Ermittlungen von M. M. Freih. von Weber, Ingenieur, kgl. sächsischem Finanzrat und Staatseisenbahn-Direktor. Weimar 1869.

\*) Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Materiale. Bedingungen für die Herstellung des Gleises hinsichtlich der darauf verkehrenden Lasten. (IV. Sitzung, St. Petersburg 1892.) — Die Schwelle und ihr Lager. (V. Sitzung, London 1897.) — Verstärkung der Gleise mit Rücksicht auf die Erhöhung der Zuggeschwindigkeit.

Dafs die durch die Bewegung der Eisenbahnzüge hervorgerufenen Beanspruchungen der Schienen und des ganzen Gleises in hohem Grade von der Fahrgeschwindigkeit abhängig sind und häufig Werte annehmen, welche die aus den ruhenden Radlasten ermittelten weit übersteigen, scheint ausser durch die Betriebserfahrungen durch eine Reihe von Versuchsarbeiten erwiesen zu sein. Die vorgenommenen Versuche bestanden grösstenteils in der Messung und fortlaufenden Wiedergabe der Bewegungen, welche das Gleis unter dem Einflusse der Eisenbahnzüge ausführt. Versuche dieser Art, bei welchen die Durchbiegungen der Schienen in lotrecht und wagerechtem Sinne und die Drehungen der Schienen unter der umkantenden Wirkung der Fahrzeuge, ferner die Senkungen der Schwellen den Gegenstand der Messung bildeten, wurden von Weber, Flamache und Huberti, Couard, Stecewicz vorgenommen, zuletzt von Ast und nach ihm von Wasjutynski auf photographischem Wege.

Eine andere Art von Versuchen, welche von Dudley ausgeführt wurden, besteht in der Anwendung des bei Eisenbauten und Brücken üblichen Verfahrens, an Trägerteilen unmittelbar die durch die Belastung bewirkten Dehnungen zu messen und aus diesen die zugehörigen Spannungen zu ermitteln. Dudley hat ein für die schwierigen Verhältnisse des Eisenbahnbetriebes geeignetes Mefswerkzeug, welches er »Stremmatograph«, Anstrengungsmesser, nennt, geschaffen und durch dessen Anbringung am Schienenfusse die Spannungen in diesem bei verschiedenen Schienengattungen, Lokomotiven und Zügen gemessen.

Alle diese Versuche haben zu sehr stark von einander abweichenden Schätzungen der Stofswirkung der Raddrücke Anlaß gegeben\*), sie lassen indessen die Frage offen, ob den

\*) Ast versucht, aus den Versuchen der ersten Art das Mittel zu ziehen. Siehe die Schlussfolgerung über die lotrechten Wirkungen der Fahrzeuge in seinem erstgenannten Berichte, S. 6:

„Aus den dargelegten Versuchen und Erwägungen ergibt sich, dafs auf eine Beanspruchung des Gleises mit dem 2,4fachen der Ruhestlast gerechnet werden mufs.“

„In Folge der Abhängigkeiten zwischen den Qualitäten des Gleises und der Fahrbetriebsmittel in Konstruktion und Erhaltung ist eine Herabminderung der Wirkung der rollenden Lasten bis auf die Hälfte dieser Ziffer möglich.“

Wasjutynski, dessen Versuche erst nach Erscheinen des Astschen Berichtes veröffentlicht wurden, zieht aus seinen Versuchen unter anderen folgende Schlüsse:

„16. Obwohl die dynamische Wirkung der Lokomotivräder keine gröfsere Senkung der Schwellen bewirkt, als die statische Belastung, so verursacht sie dennoch eine Vergrößerung des Biegunspfeiles der Schiene zwischen zwei benachbarten Schwellen um etwa 50%“.

„18. In einer geraden, sorgfältig unterhaltenen Gleisstrecke beträgt die grösste zufällige Überlastung für die einzelnen Lokomotivräder nicht mehr als 35% und die grösste zufällige Entlastung nicht mehr als 37%“.

„19. In Folge der dynamischen Wirkung der Tenderräder wird die Senkung der Schwellen gegenüber ruhender Belastung annähernd um 50% und der Biegunspfeil der Schiene zwischen den Schwellen annähernd um 100% vergrößert“. (Beobachtungen über die elastischen Formänderungen des Eisenbahn-Gleises. Von Alexander Wasjutynski, Ingenieur der Verkehrs-Anstalten, Direktions-Ingenieur der Warschau-Wiener Eisenbahn. Bericht an den inter-

höheren Beanspruchungen, welche ja auch von der Beschaffenheit des Gleises abhängen, wirklich so große Steigerungen der Raddrücke während der Bewegung entsprechen. Da diese Versuche nur die Messung der Wirkung gestatten, verlangen sie dringend eine Ergänzung durch Messung der Ursache, also der tatsächlich zwischen Rad und Schiene auftretenden Kräfte.

Eine solche Ergänzung würde einerseits in Verbindung mit den früher erwähnten Versuchen das noch immer nicht erreichte Ziel einer verlässlichen Berechnung des Gleises näherrücken, sie würde aber andererseits auch durch unmittelbare Erkenntnis der Einwirkung der Betriebsmittel auf das Gleis den Fortschritt zu dem das Gleis am wenigsten beanspruchenden Bauarten des Laufwerkes erleichtern\*). Zur vollkommenen Lösung dieser beiden Aufgaben wäre es allerdings nötig, an einer Anzahl von Gleisstellen alle mefsbaren Vorgänge, und zwar gleichzeitig messen zu können. Aber auch für

nationalen Eisenbahnkongress, V. Sitzung, London 1897. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1899, Ergänzungsheft S. 327.)

Dudley spricht sich über Ergebnisse von mit seinem „Stremmatographen“ vorgenommenen Versuchen folgendermaßen aus:

„Bei den Schienen von 39,69 kg/m Gewicht wurde im regelmäßigen Dienste nach 48279 bis 64373 km Fahrleistung der Radreifen in vielen Fällen gefunden, dafs die durch die Stofswirkungen hervorgerufenen Beanspruchungen bei einer Geschwindigkeit von 64,3 bis 72,4 km/St. doppelt so hoch waren, als die den ruhenden Radlasten entsprechenden“.

„Die kleinen Tenderräder, welche eine viel gröfsere Anzahl von Umdrehungen machen und welche ganz rau werden, rufen häufig mehr Stöße bei hohen Geschwindigkeiten hervor, als die Triebräder“. (Vergleiche auch Punkt 19 bei Wasjutynski, ferner Ast's Bemerkung auf Seite 6 seines erstgenannten Berichtes: „Das Gleis wird aber durch die Wagen- und Tender-Räder, welche mit Bremsen versehen sind, stellenweise weitaus höheren Beanspruchungen ausgesetzt, als durch die Lokomotiv-Triebäder“.)

„Versuche wurden auch an leichten Schienen von 32,24 und 34,72 kg/m Gewicht bis zur Geschwindigkeit von 64,4 km/St. gemacht; zwischen 48,3 und 36,3 km/St. Geschwindigkeit waren die Beanspruchungen mehr als das Doppelte der den ruhenden Radlasten entsprechenden, und die Stöße sehr stark. Bei den Schienen von 32,34 kg/m Gewicht stiegen die Spannungen selbst bei mäfsigen Geschwindigkeiten von 40,2 bis 48,3 km/St. bis auf 39,37 und 40,78 kg/qmm. Das bestätigt die seit vielen Jahren an den Gleisen gemachte Beobachtung, dafs die leichten Schienen rasch eine bleibende Einsenkung annehmen, weil der Stoff des Schienenfusses Beanspruchungen auszuhalten hat, welche seine Elastizitätsgrenze überschreiten.“

„In einigen Fällen wurde auch festgestellt, dafs Schienen von 39,69 kg/m Gewicht, mit einer Elastizitätsgrenze von 42,19 kg/qmm unter den Zügen mit grofser Geschwindigkeit bleibende Einsenkungen angenommen hatten.“ (Congrès International des Chemins de fer. Sixième session, Paris 1900, Question I. Nature du métal pour rails. Exposé Nr. 2. Etats-Unis, par P. H. Dudley, C. E., Ph. D., ingénieur, inspecteur des voies et des rails du „New-York Central and Hudson River Railroad“ et du „Boston and Albany Railroad“. S. 181.)

Bezüglich der Beobachtungen an Brücken vergleiche Seite 111, erste Anmerkung.

\*) Schritte in dieser Richtung bilden bereits die Arbeiten Ast's und Dudley's. Vergl. auch die Bemerkung Ast's am Schlusse seines an dritter Stelle genannten Berichtes: „Es ist dem Maschinen-Ingenieur das Mittel gegeben, die Widerstandsfähigkeit des Gleises durch eine zulässige Erhöhung des Raddruckes unter gleichzeitiger Abminderung der dynamischen Wirkung des Fahrzeuges für die Adhäsion und Zugkraft auszunützen“. (A. a. O., S. 134).

sich allein wäre jedes Verfahren wertvoll, das die Messung der Raddrücke unter dem rollenden Zuge in möglichst einfacher und unmittelbarer Weise an einer möglichst großen Zahl von Bahnstrecken zu messen gestattet\*).

Das Mittel zu solchen Messungen könnte die Formänderung eines zwischen Rad und Schiene gebrachten Metallkörpers bilden. Man wird hierbei mit Rücksicht auf die obwaltenden Schwierigkeiten wohl davon absehen müssen, die Zusammenrückung dieses Metallkörpers unmittelbar als Maß der ausgeübten Kraft zu benutzen, wie dies in anderen Fällen mit Erfolg geschieht, und wird zu einem einfachern, wenn auch weniger vollkommenen Verfahren greifen müssen. So könnte man beispielsweise mehrere Metallkörper zwischen Rad und Schiene bringen, von welchen jeder auf eine bestimmte, für die einzelnen Körper verschiedene Belastung geeicht ist, bei sprödem Metalle etwa auf die Belastung, welche die Zertrümmerung bewirkt, bei zähem Metalle auf die Belastung, welche erforderlich ist, um den Körper zu zerquetschen. Bei jedem dieser Körper würde die Zerstörung durch den darüber rollenden Zug bedeuten, daß die vorher festgestellte, zur Zerstörung erforderliche Belastung überschritten wurde. In dieser Form wäre das Verfahren aber wohl noch zu roh, um ein genügendes Maß von Genauigkeit zu liefern.

Ein schärferes Mittel, an einem Metallkörper die Überschreitung einer bestimmten Belastung nachzuweisen, läßt sich meines Erachtens in den »Fließbildern« finden; im folgenden soll der Versuch gemacht werden, auf dieser Grundlage ein Verfahren zur Messung der Raddrücke unter dem rollenden Zuge zu entwickeln.

## II. Die Fließbilder.

Unter der Bezeichnung »Fließfiguren« oder »Fließbilder« wird eine Reihe von merkwürdigen, noch viel zu wenig beachteten Erscheinungen zusammengefaßt, welche sich mitunter an der Oberfläche von Metallen bei Überschreitung bestimmter Beanspruchungen beobachten lassen. An den zu Festigkeitsversuchen verwendeten Probekörpern tritt nach Überschreitung der Fließgrenze, das heißt derjenigen Spannung, nach deren Erreichung die Formänderung rasch zunimmt, bei ursprünglich blanker Oberfläche eine Trübung ein, in vielen Fällen zeigt sich ein Netz von regelmäßigen Linien. Ähnliche Erscheinungen wurden bereits 1860 von Lüders an mit Hammerschlag bedeckten Stahlstücken nach Biegung oder Härtung beobachtet, von anderen an verrosteten Blechen, an Trägern nach Schlagproben (v. Tetmajer), an gelochten und zerschnittenen Blechen und dergleichen, sie sind auch unter der Bezeichnung »Lüders'sche Linien«, bekannt. Bezüglich der Bedeutung dieser Fließbilder als Kennzeichen der Spannungsverteilung und als Merkmal eingetretener Überlastung

\*) Auch für die Berechnung von Eisenbahnbrücken wäre eine verlässlichere Kenntnis der Stoßwirkung der Raddrücke wünschenswert. Rézal schätzt, wie Ast in seinem erstgenannten Berichte anführt, aus den tatsächlichen Durchbiegungen eiserner Brücken unter Eisenbahnzügen von 54 km/St. Geschwindigkeit die Stoßwirkung der Lasten auf das 1,7 fache der ruhenden Wirkung.

sei auf die beachtenswerten Bemerkungen hingewiesen, mit welchen Martens\*) zu ihrer nähern Untersuchung auffordert.

Neuerdings hat L. Hartmann solche Erscheinungen sehr scharf an polierten Metallkörpern hervorgerufen, und zwar auch an spröden Metallen, welche keine Fließgrenze haben, so an gehärtetem Stahle. Hartmann hat diese Erscheinungen bei verschiedenen Beanspruchungsarten unter planmäßiger Änderung aller Einzelumstände untersucht und über seine sehr eingehenden und gründlichen Versuche in seinem Buche »Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts, Paris 1896«, später auch in einer Abhandlung »Phénomènes qui accompagnent la déformation permanente des métaux« an den Kongress für Materialprüfungs-Verfahren, Paris 1900, berichtet.

Von den außerordentlich beachtenswerten, durch Hartmann beobachteten Erscheinungen, welche ein ganz neues Licht auf manche Gebiete der Festigkeitslehre werfen, sollen im folgenden die wesentlichsten Eigenschaften angeführt werden; auf die unter 1, 2 und 9 beschriebenen gründet sich das vorgeschlagene Verfahren.

## III. Eigenschaften der Fließbilder nach Hartmann.

1. Die Erscheinungen treten für jeden Stoff bei einer bestimmten, scharf erkennbaren Beanspruchung auf. Nach Hartmann ist dies diejenige Beanspruchung, bei welcher die ersten bleibenden Formänderungen auftreten, die sogenannte Elastizitätsgrenze. Diese Bezeichnung möge aber bei deren strittigem Sinne ganz außer Betracht bleiben; keines Falles stimmt diese Beanspruchung mit der Fließgrenze im üblichen Sinne überein, da sie ebenso bei spröden, wie bei zähen Metallen zu beobachten ist, sie soll, um jede Unklarheit zu vermeiden, als »Fließbildgrenze« bezeichnet werden\*\*).

Bei Überschreitung dieser Grenze treten die ersten Fließbilder auf, und zwar bei langsamer Zunahme der Belastung als einzelne Linien, so daß der Augenblick der Überschreitung genau beobachtet werden kann; mit steigender Belastung kommen immer neue Linien hinzu, und zwar entspricht jeder Beanspruchung oberhalb der Fließbildgrenze eine ganz bestimmte Ausbildung des Fließbildes, so daß sich für einen bestimmten Stoff das Bild jeder Belastungsstufe feststellen läßt.

2. Wird ein Metallkörper über seine Fließbildgrenze hinaus belastet, und werden die entstandenen Linien durch Polieren entfernt, so treten bei nochmaliger Belastung an der

\*) Handbuch der Materialkunde für den Maschinenbau. Von A. Martens, Professor und Direktor der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Berlin-Charlottenburg. Berlin, 1898, I. Teil, S. 67—74 und 191—192.

\*\*) Diese Grenze verdient um so mehr Beachtung, als die Widerstandsfähigkeit eines Stoffes für praktische Zwecke noch vor Erreichung der Bruchgrenze bereits bei Eintreten merkbarer bleibender Formänderungen beeinträchtigt ist, und es erwünscht wäre, die zulässigen Spannungen statt aus der Bruchfestigkeit aus derjenigen Spannung ableiten zu können, welche solche Formänderungen hervorruft. Gegenüber den Schwierigkeiten der Erklärung und Beobachtung der Elastizitäts- und der Fließgrenze würde vielleicht die Fließbildgrenze, sei sie nun der Elastizitätsgrenze gleich oder nicht, ein scharfes ohne Feinmessungen zu bestimmendes Kennzeichen für die wirkliche Widerstandsfähigkeit der Metalle geben können.

ursprünglichen Fließbildgrenze keine Linien auf, sondern erst dann, wenn die zweite Belastung die erste übersteigt. Die Fließbildgrenze wurde also durch die erste Belastung erhöht, und zwar um so viel, daß die neue Fließbildgrenze gleich der bei der ersten Belastung erreichten höchsten Spannung ist\*).

In der Anwendung dieser Beobachtung Hartmanns zu Meßzwecken besteht das vorgeschlagene Verfahren.

Denkt man sich beispielsweise einen Körper von 100 qmm Querschnitt aus einem Stoffe, dessen ursprüngliche Fließbildgrenze bei 22 kg/qmm liegt, so wird er bei einer erstmaligen Belastung von  $22 \cdot 100 = 2200$  kg das erste Fließbild zeigen. Wird die Belastung bis auf 2500 kg gesteigert, so wird dadurch die Fließbildgrenze auf 25 kg/qmm erhöht. Belastet man also denselben Körper nach Wegpolieren des entstandenen Fließbildes nochmals, so wird er ein neues Fließbild erst bei 2500 kg zeigen.

Es ist klar, daß auf diese Weise eine viel schärfere Einstellung der Fließbildgrenze für den Versuchskörper selbst möglich ist, als wenn nur die von der größeren oder geringeren Gleichartigkeit des betreffenden Stoffes abhängige ursprüngliche Fließbildgrenze benutzt wird. Diese Einstellung hat überdies den Vorzug, daß sie auf bestimmte Zahlenwerte erfolgen und beliebig abgestuft werden kann.

Man kann also einen Versuchskörper durch einmalige Belastung und darauffolgendes Polieren

\*) Diese Erhöhung der Fließbildgrenze ist eine mit bekannten Eigenschaften der Metalle durchaus übereinstimmende Beobachtung. Es ist nachgewiesen, daß durch Beanspruchung eines Metalles über die Fließgrenze diese auf das Maß der vorausgegangenen größten Spannung erhöht wird. Auch die Elastizitätsgrenze wird durch Beanspruchungen, welche sie überschreiten, erhöht.

Nach Hartmanns Erklärung ist der Vorgang mit demjenigen zu vergleichen, durch welchen beispielsweise die Festigkeit von Kanonenrohren erhöht wird, indem man sie aus mehreren über einander geschobenen Röhren zusammensetzt, von welchen jedes unter Druck auf das andere aufgebracht wird. Durch diesen Anfangsdruck wird in den inneren Röhren eine Spannung hervorgebracht, welche der im Betriebe entstehenden Beanspruchung entgegengesetzt ist, und wenn die Beanspruchung im Betriebe den Betrag dieser Anfangsspannung erreicht hat, würde in den in Betracht kommenden Teilen die Spannung Null herrschen. Derartig aufgebaute Röhre sind also bei gleicher Festigkeit einer Beanspruchung gewachsen, welche um den Betrag der Anfangsspannung höher sein kann, als bei gewöhnlichen Röhren. In gleicher Weise stellt sich Hartmann vor, daß durch Überlastung über die Elastizitätsgrenze eine Spannung entgegengesetzter Richtung gewissermaßen aufgespeichert wird. Bei nochmaliger Belastung werden dann, solange die neu hervorgerufene Spannung niedriger ist, als die aufgespeicherte Spannung entgegengesetzter Richtung, die neu hervorgerufenen Formänderungen nach Aufhören der Belastung wieder zurückgehen, also nur elastisch sein. Erst solche Belastungen, bei welchen die entstehenden Spannungen größer werden, als die aufgespeicherte, werden den Stoff zum Nachgeben bringen und bleibende Formänderungen hervorrufen können.

Für den Zweck des vorzuschlagenden Verfahrens wird zu untersuchen sein, ob nicht auch die Fließbildgrenze, wie dies für die Fließgrenze durch die Versuche von Bauschinger und Martens nachgewiesen ist, im Ruhezustand mit der Zeit noch über das Maß der größten vorausgegangenen Spannung steigt und somit von der zwischen Eichung und Versuch verstrichenen Zeit abhängt.

auf eine beliebige, bis zur Bruchgrenze beliebig abzustufende Fließbildgrenze eichen.

3. Die Linien, aus welchen die Fließbilder bestehen, und welche der Kürze halber als »Fließlinien« bezeichnet werden sollen, sind bei Zugspannung Einschnürungen in Form feiner Furchen, bei Druckspannung Stauchungen in Form feiner Grate oder Wulste. Diese Furchen und Wulste sind die Stellen größter Formänderung, also größter Spannung, sie sind diejenigen Stellen der Oberfläche, an welchen zuerst bleibende Formänderungen stattfinden. Tatsächlich erfolgt auch der Bruch in der Regel längs einer Fließlinie\*).

Durch die Nebeneinanderlagerung einer Anzahl solcher Furchen entsteht schließlich die Einschnürung des ganzen Versuchskörpers bei Zug, durch die Nebeneinanderlagerung von Wulsten die Ausbauchung bei Druck.

4\*\*). Die Bilder bestehen immer aus zwei symmetrischen Linienreihen. Bei gewöhnlichen Zug- oder Druck-Probekörpern mit unveränderlichem Querschnitt und gleichmäßig verteilter Längsspannung stehen die Fließlinien unter einem unveränderlichen Winkel zur Körperaxe; auf ebenen Oberflächen bilden sich dann zwei Reihen von Geraden gleicher Richtung (Textabb. 1, Zug und Textabb. 2, Druck, beide nur dem Wesen nach dargestellt), an zylindrischen Oberflächen zwei Reihen von gleichgeneigten Schraubenlinien (Textabb. 3, Druck). Bei einer am Umfange aufliegenden, in der Mitte belasteten Scheibe sind die Fließlinien Linien gleicher Neigung zu den vom Druckpunkte nach außen verlaufenden Kraftstrahlen, das sind logarithmische Spiralen.

\*) Hartmann erklärt die Fließbilder durch wellenförmige Fortpflanzung der Beanspruchung, so daß sich zwischen Kraftangriff- und Auflagerungsstelle gewissermaßen stehende Wellen bilden, von welchen die Fließlinien die Bäuche, die Stellen größter Beanspruchung sind; er weist hierbei auf die Übereinstimmung mit den bekannten Chladni'schen Klangbildern hin, bei welchen sich durch Streichen von Metallplatten mit einem Geigenbogen ebenfalls stehende Wellen bilden, von welchen die Knoten, die Stellen geringster Schwingung, durch das Liegenbleiben aufgestreuten Pulvers erkennbar werden.

Eine ins Einzelne gehende Übereinstimmung weist Osmond in den Berichten der „Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction“, ferner in Osmond und Cartaud's Bericht an den internationalen Materialprüfungskongress, Budapest 1901, an zwei rechtwinkelig zu einander gerichteten Reihen von stehenden Wellen nach, welche er in parallelepipedischen, mit Flüssigkeit gefüllten Gefäßen durch Eintauchen von Platten erzeugte.

Von Mohr und Mesnager werden die Fließlinien als diejenigen Stellen der Oberfläche angesehen, längs welcher sich die Teilchen des Körpers bei der Formänderung aneinander abschieben, an welchen also zuerst die Scherfestigkeit überwunden wird. Solche Abschiebungs- oder Gleit-Flächen würden sich durch den ganzen Körper erstrecken und in den Fließlinien an die Oberfläche treten.

\*\*\*) Die unter Punkt 4, 5 und 6 besprochenen Eigenschaften der Fließbilder sind für die Messung der Größe der Raddrucke belanglos und sollen nur für die in zweiter Linie angestrebte Feststellung der Kraftrichtung Anwendung finden. Eine Betrachtung der Fließbilder vorwiegend von diesem Gesichtspunkte findet sich in meinem Aufsätze „Über unmittelbare Beobachtung der Spannungsverteilung, und Sichtbarmachung der neutralen Schichten an durchsichtigen Körpern“, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines vom 11. März 1904, welchem auch Abb. 1 bis 4 und 6 entnommen sind.

5. Der Winkel der Fließlinien ist für jeden Stoff ein bestimmter, nur für Zug und Druck verschiedener, und zwar ist der Winkel für Druck,  $\beta$ , die Ergänzung des Winkels für Zug,  $\alpha$ , zu  $90^\circ$  (Textabb. 1 und 2).

zeigt in wesentlicher Darstellung Textabb. 5, die aus diesen abgeleiteten Kraftlinien Textabb. 6.

Verlaufen hingegen die zu Punkten der Oberfläche gehörigen Kraftlinien geneigt zur Oberfläche, so kommt an den Fließbildern

Abb. 1.

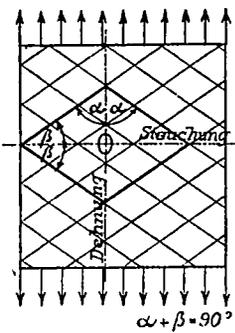


Abb. 2.

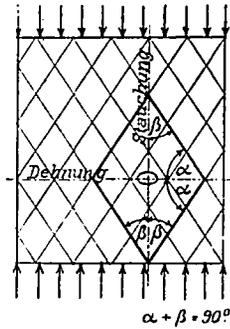


Abb. 3.

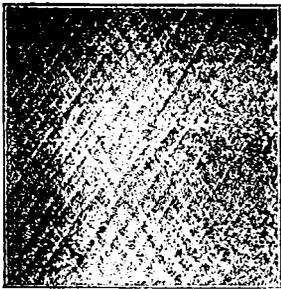
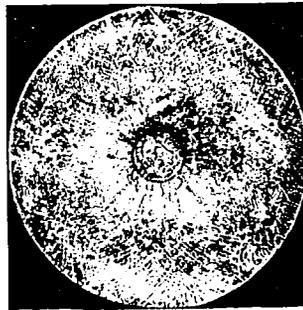


Abb. 4.



Denselben Winkel zeigen bei Bruchstücken auch die Bruchflächen\*).

Der Winkel für Zug ist immer größer, der Winkel für Druck immer kleiner als  $45^\circ$ .

Der Winkel für Zug hat bei den verschiedenen von Hartmann untersuchten Metallen Werte zwischen  $53^\circ$  und  $65^\circ$ , und zwar wächst er mit der Festigkeit. Während er beispielsweise für ausgeglühten Federstahl  $58^\circ$  beträgt, steigt er für gehärteten Federstahl auf  $63^\circ$ .

6. Die Fließlinien schließen bei verschiedenen Beanspruchungs- und Körperformen je nach dem Beanspruchungssinne den unveränderlichen Winkel  $\alpha$  oder  $\beta$  mit den Kraftlinien ein, das heißt mit denjenigen Richtungen, längs welcher sich die Kraftäußerung im Körper fortpflanzt.

Verlaufen die durch Punkte der Oberfläche gehenden Kraftlinien längs der Oberfläche, so können sie einfach an der Oberfläche als Mittelgerade der Winkel  $2\alpha$  oder  $2\beta$  zwischen den Fließlinien aufgezeichnet werden. Der einfachste Fall dieser Art ist der unter Punkt 4 besprochene mit in der Richtung der Körperachse verlaufenden Kraftlinien (Textabb. 1 und 2). Ein weiteres Beispiel ist der Fall eines nur auf einen Teil seiner Stirnfläche gedrückten Prismas; die zugehörigen Fließbilder

Abb. 5.

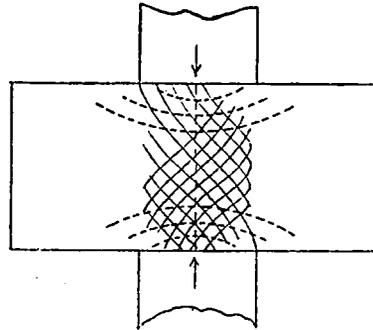
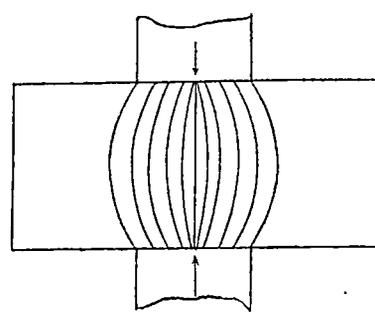


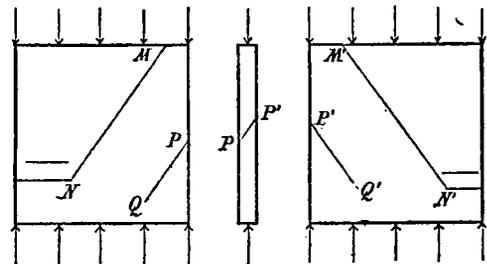
Abb. 6.



nicht mehr der volle, dem betreffenden Stoffe entsprechende Winkel  $2\alpha$  oder  $2\beta$  zum Vorschein, der von den Fließlinien eingeschlossene Winkel ist vielmehr entsprechend der Neigung der Oberfläche zu den Kraftlinien kleiner; aus dem Minderwerte des Winkels gegen den vollen Winkel  $2\alpha$  oder  $2\beta$  läßt sich auf den Winkel schließen, welchen die Kraftlinien mit der Oberfläche einschließen.

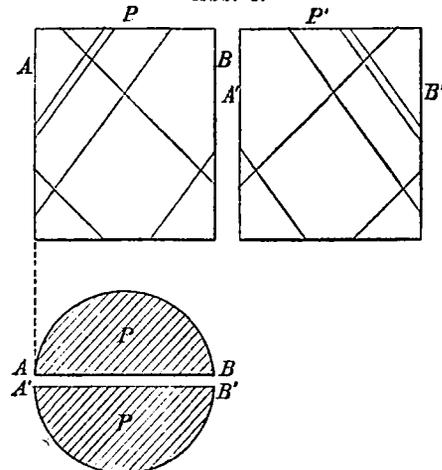
7. Die auf verschiedenen Flächen desselben Körpers entstehenden Fließbilder stehen in der Regel unter einander in Zusammenhang. Die Linien setzen sich von einer Fläche zur angrenzenden fort, und an dünnen Platten zeigt sich auf beiden Seiten die gleiche Zeichnung (Textabb. 7).

Abb. 7.



Wird ein Versuchskörper aus mehreren Teilen zusammengesetzt, so weisen die Oberflächen der einzelnen Teile ebenfalls die ihnen nach den vorstehenden Regeln zukommende Gestaltung der Fließbilder auf, sind also für zwei aufeinander

Abb. 8.



\*) Nach Rejtö, die innere Reibung fester Körper, Leipzig 1897, ist der Winkel  $\beta$  derselbe, wie der von Thime in die mechanische Technologie eingeführte „Wirkungswinkel“, der für jeden Stoff unveränderliche Winkel, unter dem ein schneidendes Werkzeug den Spahn vor sich her aufwirft. Vergleiche auch Punkt 3, Schlulssatz des ersten Absatzes.

liegende Flächen im Wesen gleich. Sie stimmen in diesem Falle vollständig überein, wenn der Versuchskörper aus einem ursprünglich zusammenhängenden Körper hergestellt ist, und die einzelnen Teile so zusammengesetzt werden, daß sie dieselbe Lage haben, wie im ursprünglichen Körper. Dies zeigt Textabb. 8, in welcher die beiden Flächen nach rechts und nach links umgelegt dargestellt sind, und die Fliefsbilder der einen Fläche das Spiegelbild der auf der andern Fläche erscheinenden sind.

8. Bei Unregelmäßigkeiten in der Versuchsanordnung, wie unvollkommenem Aufliegen des Versuchskörpers oder ungleichmäßiger Verteilung der Belastung, treten in der Nähe der Belastungs- und Unterstutzungsstellen anders geartete Linien auf, welche in der Richtung des Winkelmittels der Fliefslinien, in der Regel rechtwinkelig zur Kraftlinienrichtung und immer unabhängig von den Fliefslinien verlaufen. Derartige Linien, welche Hartmann als »sekundäre Deformationen«, Formänderungen zweiter Stufe, bezeichnet, sind in Textabb. 5 in wesentlicher Darstellung gestrichelt gezeichnet und sind auch in Textabb. 4 und 7 ersichtlich.

Da diese »sekundären Deformationen« nur in der Nähe der Belastungs- und Unterstutzungsstellen auftreten, werden sie um so weniger sichtbar, je weiter Belastungs- und Unterstutzungsstellen von einander entfernt sind, also bei Druck, je höher der Körper ist. Unterhalb eines gewissen Verhältnisses der Höhe zum Querschnitte kommen daher bei Druck keine regelmäßigen Fliefsbilder mehr zu stande.

9. Stofs bringt wesentlich dieselben Wirkungen hervor, wie ruhende Last; die Fliefslinien sind etwas feiner und dichter und treten insbesondere bei großen Stofsgeschwindigkeiten stärker an den Belastungs- und Unterstutzungsstellen auf, ferner pflegen die »sekundären Deformationen« stärker ausgebildet zu sein. Dagegen ist ein Unterschied zwischen großen und geringen Stofsgeschwindigkeiten zu machen.

Bei geringen Stofsgeschwindigkeiten, welche einer Fallhöhe bis etwa  $2^m$  entsprechen, kommen bei einmaligem Stofse nur einige Fliefslinien zum Vorschein und zwar in der Regel in der Nähe der Belastungs- und Unterstutzungsstellen; bei jeder Wiederholung des Stofses, auch wenn die nächsten Stöße schwächer sind, als der erste, kommen neue Linien hinzu, die Fliefsbilder schreiten von den Belastungs- und Unterstutzungsstellen aus gegen einander vor und bedecken allmählich den ganzen Körper, bis sich das Bild nach einer gewissen Anzahl von Stößen nicht mehr ändert. Bei großen Stofsgeschwindigkeiten mit Fallhöhen über  $2^m$  kommt gleich beim ersten Stofse das volle Bild zum Vorschein, welches durch spätere Stöße, wenn sie nicht stärker sind, als der erste, nicht mehr geändert wird.

Führt man an einer Anzahl von Körpern von gleichen Abmessungen und aus gleichem Stoffe Versuche mit ruhenden Belastungen von verschiedener Größe und mit stofsweisen Belastungen von verschiedener Stärke aus, und nimmt man dabei Bedacht darauf, daß jede Stofsbelastung so oft wiederholt wird, bis die erzeugten Fliefsbilder keine Änderung mehr erfahren, so läßt sich zu jedem durch Stofs hervorgerufenen Fliefsbildnetze ein gleiches, durch eine ruhende Last hervorgerufenes,

finden; diese beiden Belastungen können dann als gleichwertig angesehen werden.

Hartmann sieht auf Grund dieser Beobachtung in den Fliefsbildern ein Mittel, um jede stofsweise Belastung mit einer ruhenden oder auch mit einer andern stofsweisen zu vergleichen, und auf diese Weise überhaupt das allgemeine Gesetz der Stofswirkung festzustellen. Das im Anschlusse an Punkt 2 vorgeschlagene Eichverfahren kann sich auch hierfür als zweckmäßig erweisen.

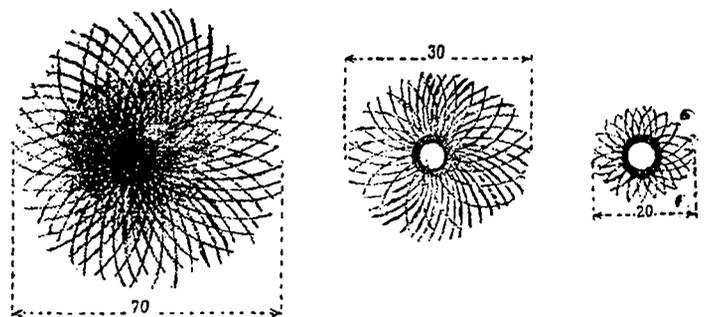
Die Tatsache, daß bei geringeren Stofsgeschwindigkeiten mehrmalige Wiederholung des Stofses nötig ist, um das volle, einer ruhenden Last entsprechende Bild zu erhalten, erklärt Hartmann damit, daß auch die Wirkung einer ruhenden Last eine gewisse Zeit zur Ausbildung braucht, bei kürzerer Dauer aber die volle Wirkung nicht eintritt\*). Da ein einzelner Stofs nur ganz kurze Zeit dauert, so hat er nur unvollständige Wirkung, wie eine ganz kurz dauernde, ruhende Belastung. Erst mehrmalige Wiederholung des Stofses ergibt die zur vollen Ausbildung der Fliefsbilder erforderliche Zeit.

Bei hohen Stofsgeschwindigkeiten kommen bereits durch einmaligen Stofs sehr scharfe Fliefsbilder zustande. So zeigen Textabb. 9, 10 und 11 Fliefsbilder, welche Hartmann durch

Abb. 9.

Abb. 10.

Abb. 11.



Flintenschüsse auf eine starke Platte aus hartem Stahle erhielt. Der Druck verbreitet sich in diesem Falle auf der Oberfläche von der getroffenen Stelle nach außen, die Fliefslinien sind daher, wie in Textabb. 4, nach Punkt 6 logarithmische Spiralen. Die Stofsgeschwindigkeit betrug 400 m/Sek. bei Textabb. 9, wobei die Platte noch nicht durchgeschlagen wurde, 500 m/Sek. bei Textabb. 10, 600 m/Sek. bei Textabb. 11.

In einem Falle erhielt Hartmann noch deutliche Fliefsbilder an der untersten von zehn Blechplatten von 3 mm Stärke, deren oberste durch einen Flintenschuß getroffen und durchbohrt wurde.

\*) Hartmann beruft sich hierbei auf Bauschinger's Versuche über die sogenannten Nachwirkungserscheinungen. Martens, Handbuch der Materialkunde, I. Band, S. 28:

„Wenn man einen Körper schnell, aber stofslos belastet, so daß er nicht in Längsschwingungen geraten kann, so nimmt er nicht sofort genau die Länge an, die ihm nach der Größe der Last und nach seinen Festigkeitseigenschaften zukommt.

Wenn man ihn nach der Belastung sich selbst überläßt, so ändert er seine Länge unter dem Einflusse der Last sekunden-, minuten-, ja tage- und wochenlang.“

„Eine ganz ähnliche Wirkung tritt ein, wenn man den Körper entlastet und ihn ohne Einwirkung der Last sich selbst überläßt; er verkürzt sich im Laufe der Zeit.“

10. Werden die durch eine Beanspruchungsart hervorgerufenen Bilder entfernt, und derselbe Versuchskörper einer andern Beanspruchung unterworfen, so kommen neben den Fließbildern der neuen Beanspruchung auch diejenigen, welche der ersten Beanspruchungsart entsprechen, und zwar etwas schwächer, zum Vorschein.

Dasselbe tritt ein, wenn bei der ersten Beanspruchung wegen ungeeigneter Oberfläche keine Fließbilder sichtbar geworden sind.

11. Bei geringen Belastungen ohne bleibende Formänderungen lassen sich dieselben Bilder dadurch erreichen, daß man die Versuchskörper während der Belastung in einem Säurebade ätzt. Hartmann schließt hieraus, daß die Vorgänge unterhalb und oberhalb der Elastizitätsgrenze gleich verlaufen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Erklärung für die Bildung dieser Ätzfiguren liegt darin, daß diejenigen Stellen, an welchen später die Fließbilder auftreten, als Stellen stärkster Inanspruchnahme gegen chemische Einflüsse am wenigsten widerstandsfähig sind\*).

\*) Auf dieselbe Art kommen die bereits erwähnten Rostbilder zu Stande, bei denen die chemische Einwirkung nicht durch Säure, sondern durch den Einfluß von Wasser und Luft erfolgt, ferner die durch chemische Einwirkung des Kesselwassers in Dampfkesseln erzeugten Anfressungen. Für letztere ist durch Th. Langer und andere, insbesondere an Lokomotiven nachgewiesen, daß sie sich hauptsächlich an mechanisch beanspruchten Stellen bilden; es ist nicht ausgeschlossen, daß ihre nähere Untersuchung auf Grund der von Hartmann aufgestellten Gesetze in manchen Fällen Aufschluß über die Art solcher, durch Wärmeausdehnung und dergleichen verursachten Beanspruchungen geben könnte.

### Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik.\*)

Das Museum beabsichtigt, neben seiner geschichtlichen Sammlung von Modellen auch eine große wissenschaftlich-technische Bücherei einzurichten, welche eine planmäßig angelegte Sammlung von Zeichnungen aus allen im Museum vertretenen Gebieten enthalten soll. Zu diesem Zwecke werden lehrreiche Pläne und Zeichnungen aus früherer und neuerer Zeit gesammelt, in einer für bequemen und häufigen Gebrauch sichern Weise in Leinwand gebunden, und in der bisher nur für Bücher üblichen Weise genau nach Gruppen verzeichnet und aufbewahrt.

Die Einrichtung soll den Besuchern der Sammlung die Zeichnungen ihrer Fachrichtung zu eingehender Kenntnisnahme zugänglich machen.

Wenn auch die Auswahl der Pläne so erfolgt, daß kein

Herstellungsgeheimnis preisgegeben zu werden braucht, so wird diese Sammlung von Zeichnungen doch nicht nur den Besuchern des Museums eine überaus wertvolle Belehrung bieten, sondern auch den Unternehmern, Werken und Ingenieuren dienen, da so auch nicht in Modellen darstellbare Schöpfungen den weitesten Kreisen der Bevölkerung bekannt werden.

Das Museum hofft bei richtiger Ausgestaltung in seiner Plansammlung eine Einrichtung zu schaffen, welche für die ganze Technik ebenso wertvoll werden dürfte, wie die Büchereien für die verschiedenen Wissenszweige geworden sind. Daher ergeht an staatliche und städtische Behörden, an Unternehmungen, Werke, Zivilingenieure und alle Beteiligten die freundliche Aufforderung, die ihnen geeignet erscheinenden Pläne dem Museum zur Verfügung zu stellen.

\*) Organ 1904, S. 69.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Maschinen- und Wagenwesen.

Lokomotivkessel mit Feuerkiste aus Wasserröhren, „Bauart Brotan“.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 9 auf Tafel XXVI.

Dieser vom Ingenieur Brotan, Werkstätten-Vorstand der k. k. österr. Staatsbahnen in Gmünd, Nied.-Österr., erdachte und ihm patentierte Lokomotivkessel ist ein Langröhrenkessel mit Feuerbüchse, deren Längswände, Decke und Stirnwand durch senkrecht neben einander gestellte Wasserröhren von 95 mm äußerem Durchmesser aus weichem Stahl gebildet sind. Die Decke der Feuerbüchse wird durch eine bogenförmige Verbindung dieser senkrechten Wasserröhren gebildet, welche so weit ist, daß sie die in die Feuerwand heraustretenden Heizrohre des Langkessels, sie freilassend umfaßt; die Wasserröhren der Feuerbüchse haben somit eine hufeisenähnliche Form. In gleicher Weise wird die Stirnwand der Feuerbüchse durch mit verschiedenen Halbmessern um den Heitzürring gebogene, ebenfalls nahe aneinander liegende Wasserröhren ge-

bildet, die an die Wasserröhren der Decke und Längswandungen der Feuerbüchse anschließen. Die senkrechten geraden Teile aller Wasserröhren reichen bis zu einem ringsum unter dem Boden der Feuerbüchse am Aschkasten befestigten Grundrohr, stehen durch dieses also untereinander in Verbindung. Das Grundrohr hat eine von der Stirnwand vorn nach der Feuerwand zu geneigte Lage und vermittelt hier durch zwei Kupferrohre mit weiten Stützen den Zusammenhang des Wassers in den Wasserröhren der Feuerbüchse mit dem Wasserinhalte des Langkessels, welcher in seiner ganzen Länge von der Feuerwand bis zur Rauchkammerwand und in seinem vollen Querschnitte von den Heizrohren mit üblichen Abmessungen durchzogen wird.

Der im Langkessel und den Wasserröhren der Feuerbüchse entwickelte Dampf wird in einen besondern, der Länge nach dicht über dem Langkessel und der Feuerbüchse gelagerten, kreisrunden Dampfsammler geleitet. Auf dem Langkessel geschieht dieses durch drei größere, an beiden Enden

\*) Vergl. Sonderabdruck aus der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1903.

und in der Mitte des Langkessels und des Dampfsammlers angebrachte Öffnungen, die durch kurze, dem Kessel und Sammler angepaßte Stützen verbunden sind. An der Feuerbüchse wird der Dampf aus den Wasserröhren durch kurze angeschweißte oder angenietetete und hartgelötete Stützen aus weichem Stahle von 100 bis 110<sup>mm</sup> Durchmesser in den Vorkopf des Kessel-Dampfsammlers geleitet, der eine abnehmbare Verlängerung des Kessel-Dampfsammlers mit geringem Durchmesser bildet. Auf letzterem befindet sich vorn der Dom (Abb. 5, Taf. XXVI).

Eine nach dieser neuen Bauweise ausgeführte Lokomotive wurde Januar 1901 zuerst im Verschiebedienste, später im Vorspanndienste und dann im Eilgüterzugdienste mit durchschnittlich um etwa 25% stärkerer Dampfentwicklung gegenüber den gleichartig verwendeten Lokomotiven bisheriger Bauart verwendet, so daß schon im Februar 1902 vom Ministerium vier weitere Lokomotiven der neuen Bauart mit 40,17 t Dienstgewicht und 36,7 t Leergewicht, zu ausgedehnteren Versuchen in Auftrag gegeben wurden.

Als Vorteile der Rohrfeuerkistenkessel »Brotan« werden genannt:

1. Der Fortfall der Stehbolzen, Deckenschrauben, Nietung, Verankerung und Versteifung bei den jetzigen Feuerbüchsen und der bei diesen entstehenden Formänderungen und Schäden, und damit auch der Explosionsgefahr.
2. Leichtes Auswaschen der Wasserröhren, insbesondere Ermöglichung gründlicherer Reinigung bei Kesselstein bildendem Wasser durch leichtere Zugänglichkeit der inneren Rohrwandungen mittels Drahtbürsten.
3. Vergrößerung der Heizrohrfläche des Langkessels um 15 bis 40%.
4. Vergrößerung der unmittelbaren Heizfläche der Feuerbüchse um etwa 50% und Steigerung der Ausnutzung der Heizgase bei gleicher Rostfläche.
5. Lebhaftere Wasserzuströmung aus dem Langkessel durch das Grundrohr zu den leicht Dampf entwickelnden Wasserröhren der Feuerbüchse.
6. Ersparnis an Heizstoff um etwa 20%.
7. Leichtere Unterhaltung bei den vorgeschriebenen inneren Untersuchungen und in Folge dessen geringerer Unterhaltungsstand an Lokomotiven.

P—n.

#### Neue Dampf-Prefsluftheizung der französischen Ostbahn.

(Revue générale des chemins de fer Nov. 1903. Mit Abbild. Le Génie civil 1904, Band XLIV, Januar, S. 132. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 bis 10 auf Tafel XXV.

Die französische Ostbahn versieht augenblicklich ihre Betriebsmittel, und zwar 756 Lokomotiven und 4487 Personen- und Gepäckwagen, sowie 1254 Güterwagen für Schnellzugsverkehr mit einer neuen Heizungsart, deren Kosten sich auf 2080000 M. belaufen, während bislang schon 1600000 M. dazu aufgewendet sind.

Diese erheblichen Unkosten sollen jedoch durch billigere Betriebsergebnisse bald wieder ausgeglichen sein. Bereits seit

Januar 1902 wurden von der Gesellschaft Versuche angestellt, die jedoch erst jetzt zu einem befriedigenden Abschlusse gelangt sind. Ihre lange Hinzögerung wurde durch die Witterungsverhältnisse veranlaßt, da anhaltende strenge Winterkälte, für die die Heizung ausreichen sollte, dort nur vorübergehend eintritt. Um nun die Versuche rascher zum Abschlusse zu bringen, wurden sie auf fremden Bahnnetzen mit anhaltender Kälte, wie auf der Gotthardbahn, fortgesetzt.

Eine befriedigende Lösung der gestellten Aufgabe zu finden war nicht leicht, da die eigenartigen Witterungs- und Betriebsverhältnisse der Ostbahn, sowie auch der Uebergang der Betriebsmittel auf fremde Bahnen mit anderen Heizvorrichtungen eine große Rolle dabei spielten. Beispielsweise mußten die neuen Heizkuppelungen den Vorschriften des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen entsprechen.

Die Züge mit Dampf allein zu heizen, war wegen der Länge der Züge von 24 und mehr Wagen nicht angängig, zumal im Pariser Vorortverkehre viele zweistöckige vorkommen. Außerdem würde es an der zur Ueberwachung der gewöhnlichen Dampfheizung erforderlichen technisch ausgebildeten Mannschaft fehlen. Wegen der milden Witterung dort wird die Heizung Winters größtenteils nicht benutzt, darf jedoch bei plötzlich auftretender größerer Kälte nach ihrer Anstellung nicht versagen und muß leicht und sicher zu handhaben sein.

Allen diesen Anforderungen vermochte die in Deutschland übliche Dampf-Hoch- oder Niederdruck-Heizung nicht zu genügen, da sie bei scharfer Kälte genügende Durchwärmung etwa des zehnten Wagens hinter der Lokomotive nicht sicher leistete. Selbst bei genügender Durchwärmung der Luft im Wageninnern wurde doch über Fußkälte geklagt. Von der Heizung mit Dampf allein wurde daher Abstand genommen und eine neue Heizungsweise mit Mischung von Dampf und Luft angewandt.

Von der Lokomotive läuft ein Hauptleitungsrohr unter dem ganzen Zuge her, in das beim Anstellen der Heizung Dampf und Prefsluft von 4 bis 5 at Ueberdruck eingelassen wird. Am Ende der Rohrleitung sitzt einer der später beschriebenen, selbsttätigen Wasserabscheider, der die Leitung beim Durchströmen des heißen Dampfes dicht abschließt.

Von diesem Hauptleitungsrohre zweigen unter jedem Wagen gewöhnlich drei, durch Abstellhähne und Zugstangen ausschaltbare Nebenleitungsrohre ab, die das Wageninnere durchziehen und ebenfalls in selbsttätige Wasserabscheider münden, die die feuchte, erkaltete Prefsluft und das Niederschlagswasser entfernen.

Der Prefsluftzusatz hat den Zweck, Einfrieren der Wassersäcke als Folge von Wasseransammlungen in der Heizanlage zu verhindern, die sich sehr leicht, schon durch längeres Halten des Wagens in schiefer Lage, beispielsweise in Gleisbogen, in den Heizrohren bilden können. Durch diese Druckluft behält das Gemisch selbst beim Niederschlagen des Dampfes noch genügende Spannung, um das Abwasser aus den Entleerungsöffnungen der Wasserabscheider zu drücken. Diese gute Wirkung des Prefsluftzusatzes macht sich um so bemerkbarer, je enger und krümmungsreicher die Heizleitung ist.

Der von der Gesellschaft benutzte Versuchszug bestand

aus neunzehn Wagen mit je einem, mit Leitungsdruckmesser ausgerüsteten Packwagen an der Spitze, in der Mitte und am Ende des Zuges. Bei der Heizung mit Dampf allein, der der Zuglokomotive mit 4 at Ueberdruck entnommen wird, zeigte der Druckmesser im Schlufswagen bei anhaltender Kälte nur noch 0,75 at, wobei die Wasserabscheider geschlossen waren und wenig Wasser abließ. Dampf trat am ganzen Zuge nirgends aus. Nun wurde Prefsluft hinzugelassen, wobei der Leitungsdruck von 4 auf 4,25 at stieg. Nach Verlauf von 30 bis 40 Sekunden zeigte der Enddruckmesser 2 at; die Wasserabscheider arbeiteten und ließen das Niederschlagswasser in großer Menge mit feucht gewordener Luft in dicken Nebeln austreten. Dabei sank der Leitungsdruck am Zugende auf 1,5 at, auf welcher Höhe er aber dann dauernd verblieb. Wurde nun die Prefsluft versuchsweise wieder abgestellt, so ging der Druck sofort wieder auf 0,75 at zurück bei gleichzeitigem Schließen aller Wasserabscheider. Wurde die Prefsluft wieder eingelassen, so wiederholte sich dasselbe Spiel. Bei einem andern Versuchszuge von dreißig zweiachsigen Wagen mit 130 Abteilen stellten sich ähnliche Ergebnisse heraus. Mit alleinigem Dampfbetriebe bei 4,5 at Ueberdruck zeigte der Druckmesser im Schlufswagen wiederum nur 0,75 at, stieg bei Prefsluftzusatz auf 1,5 at und stellte sich dann dauernd beim Arbeiten der Abscheider auf 1,25 at ein.

Nach den Versuchsergebnissen ist ein Prefsluftzusatz von 10% ausreichend. Größere Luftmengen erhöhen die erzielte Wärme nicht, sondern führen nur schneller Niederschlagswasser ab, was bei Beginn des Heizens zweckmäßig ist. Die Lokomotivführer sind angewiesen, um Dampfverluste in Kuppelungen zu vermeiden, den Druck bei Fahrtbeginn auf 4 bis 5 at zu halten, ihn nachher aber auf 2 bis 3 at, ausnahmsweise, je nach Länge der Züge auf 3 bis 5 at zu ermäßigen. Bei einem zwölf Wagen starken Zuge vergehen vom Anstellen der Heizung bis zur vollständigen Wärmeabgabe ungefähr 10 Minuten, während bei 18 Wagen 20 und bei 24 Wagen 35 Minuten erforderlich sind.

Die Bauart der Heizung ist nach deutschem Vorbilde entstanden. Ihre Einzelheiten bieten daher nichts besonderes. Die Kuppelungen sind zweiteilig, wie unsere Bremskuppelungen und besitzen große Durchgangsweite.

Bemerkenswert ist vielleicht die Bauart der Wasserabscheider Abb. 6 und 7, Taf. XXV, die aus einem halbkreisförmigen Behälter mit einer Röhrenfeder bestehen. Bei Eintritt des kälteren Niederschlagswassers und feuchter Luft zieht sich die Feder zusammen und öffnet die Austrittsmündung. Bei Nachströmen des heifern Dampfes dehnt sie sich aus, wodurch der Auslaß durch den Ventilkegel geschlossen wird. Der Hub der Feder kann durch eine Schraube von außen nach Wunsch eingestellt werden. Um Einfrieren der Behälter zu verhüten, wurden die Abscheider anfänglich bei Nichtbenutzung der Heizung abgeschaltet und durch einen Dreiweghahn die Leitung mit der Außenluft in Verbindung gebracht.

Bei der Wiederinbetriebnahme wurden die Abscheider wieder eingeschaltet, sowie das Niederschlagswasser aus der Leitung entfernt war und der Öffnung Dampf entströmte.

Um dieses lästige und unsichere Umschalten zu vermeiden, sind die Hähne wieder beseitigt. An ihre Stelle traten gufs-

eiserne Sammelbehälter A für das Abwasser, in deren Boden je zwei Abscheider verschraubt sind (Abb. 8, Taf. XXV). Hatte sich in diesen Behältern während der Betriebspausen Wasser bis zu einer gewissen Höhe aus der Leitung angesammelt, so traten doch die Abscheider B und E bei etwaigem Einfrieren nicht ganz außer Tätigkeit. Selbst wenn auch der Abscheider B versagt, dessen Eintrittsöffnung unmittelbar am Boden der Sammelkammer A liegt und durch einen Saugkorb C gegen Eindringen von Fremdkörpern geschützt ist, so arbeitet doch noch der zweite mit der bedeutend höher liegenden Mündung F, bis auch der erste durch den allmählich nachströmenden Dampf aufgetaut ist und wieder zur Wirkung kommt.

Alle Heizeinrichtungen sind auch für alleinigen Dampfbetrieb geeignet, damit die Wagen der Ostbahn ohne Schwierigkeit in die Züge der angrenzenden Verwaltungen übergehen können. Um auch in diesem Falle genügende Strömung des Dampfes in der Nebenleitung zu erreichen, steht der oben erwähnte Sammelbehälter mit einer als Niederschlagkopf wirkenden schmiedeeisernen Trommel in Verbindung (Abb. 9 und 10, Taf. XXV).

In diese dringt bei Abschluß der Wasserabscheider der Dampf und veranlaßt durch sein Niederschlagen in der kalten Trommel lebhafteres Nachströmen. Das Abwasser fließt durch den Sammelbehälter ab.

Die zur Heizung erforderlichen Lokomotiv-Ausrüstungen sind verschieden gewählt. Die 130 3/3 gekuppelten Tender-Lokomotiven des Pariser Vorortverkehrs sind hierzu mit einer zweiten Westinghouse Luftpumpe ausgestattet, deren Abdampf zugleich mit der erzeugten Prefsluft die Heizung speist. Sie wird vom Führerstande aus durch Handrad angestellt. Außerdem kann die Heizleitung mit frischem Kesseldampfe versorgt werden, der dem Dampfdomo entnommen und auf 4,5 at abgespannt wird. Das Abspannventil wird ebenfalls vom Führerstande durch Handrad betätigt. Die Kosten einer derartigen Ausstattung betragen 1000 M.

Eine andere Einrichtung ist auf den 370 2/3 gekuppelten Lokomotiven für leichtern Betrieb getroffen. Zur Heizung dient frischer Kesseldampf. Die erforderliche Prefsluft wird dem Verbindungsrohre zwischen der Westinghouse-Luftpumpe und dem Hauptluftbehälter der Bremsleitung entnommen, und ihr Zufluß von dem Führer durch einen Hahn geregelt, bei dessen Abschlusstellung die Pumpe den Hauptluftbehälter füllt. Ein Rückschlagventil verhindert das Entweichen der Luft aus dem Hauptbehälter. Die Ausstattungskosten einer Lokomotive belaufen sich auf 320 M., falls nur eine Heizkuppelung, und auf 540 M., falls zwei Kuppelungen an beiden Enden vorgesehen sind.

Bei den 256 schweren vierzylinderigen 2/4 oder 2/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven ist die Aufgabe wieder auf eine andere Weise gelöst. Auch diese besitzen nur eine Luftpumpe der Bauart Fives-Lille. Sie besitzt einen Druckregler, der sie selbsttätig anstellt, sowie der Druck im Hauptluftbehälter unter 6,5 at sinkt. Die Druckluft für die Heizung und die Sandstreuer wird dem Verbindungsrohre zwischen Hauptluftbehälter und Führerbremsventil entnommen. Ein besonderes

Ventil regelt den Eintritt der Druckluft in die Heizung und sperrt sie gänzlich ab, falls der Druck im Hauptluftbehälter unter 5,5 at sinken sollte. Der Einbau veranlaßt 440 M. Unkosten für eine Lokomotive, die bereits eine Luftpumpe dieser Bauart besaß, und 960 M. für solche, die mit Westinghouse-Luftpumpe ohne den Regler ausgestattet waren.

Die Heizungsanlage der Wagen ist bereits im wesentlichen geschildert. Bei den zweistöckigen Wagen des Pariser Vorortverkehrs kann die Heizung nur im ganzen von der Lokomotive aus an- und abgestellt werden. Bei den Wagen für Fernverkehr kann sie jedoch für jeden Wagen allein durch die Bediensteten oder Reisenden in oder außer Tätigkeit gesetzt werden. Die Heizrohre sind entsprechend unseren Anlagen in Windungen auf dem Fußboden der Wagen verlegt. Sie ziehen sich auch quer zur Wagenlängsachse durch die Mitte der Abteile, wo sie mit als Fußbänke dienenden Kästen aus Riffblech überdeckt sind. Bei Wagen mit Durchgang in der Mitte haben diese Fußwärmer nur die Länge der Sitzbänke.

Zum Schlusse bringt die Quelle noch einige Angaben mit Skizzen dafür, wie auch die in Deutschland übliche Dampf- oder Niederdruckheizung zum Betriebe mit Druckluftmischung eingerichtet werden kann. Nach angestellten Versuchen soll die Zulässigkeit und Wirkung einer solchen Anlage durch eine derartige Abänderung wesentlich erhöht werden.

Die französische Westbahn und die Orléansbahn haben sich zur Einführung der neuen Heizung auf ihren Strecken entschlossen.

R.—1.

### Verwundetenbeförderung auf den Schweizer Bahnen.

(Revue Technique, November 1903, S. 822. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 8 und 9 auf Tafel XIX und Abb. 14 bis 19 auf Tafel XX.

Die neuen Schweizer Eisenbahnwagen III. Klasse lassen sich ohne große Schwierigkeit in Krankenwagen umwandeln. Bei größeren Ausbesserungen werden die älteren Wagen so eingerichtet, daß die Türen sich leicht auf 0,96 m Breite öffnen lassen, und die Zwischenwände der Abteilwagen, deren Türöffnungen schmaler sind, werden so eingerichtet, daß sie vollständig entfernt werden können. Die Länge eines jeden Abteiles darf 2,50 m Länge nicht überschreiten. Die Gepäcknetze müssen abnehmbar sein.

Die zum Einbringen in die Wagen verwendete Tragbahre zeigt Abb. 14 bis 16, Taf. XX. Ihre Maße sind: Länge 2,20 m, Lagerlänge 1,80 m, Breite 0,65 m, Gewicht 9 kg. Aufgehängt werden die Bahren mittels starker Hanfgurte, die durch eine ein gleichseitiges Dreieck bildende schweißseiserne Öse von 9 mm Dicke gezogen sind. Die Öse ist an der Auflagestelle der Gurten mit gleichem Hanfgurte überkleidet. Die Enden der Traggurten werden umgeschlagen und vernäht (Abb. 8, Taf. XIX). Die 35 mm starken Tragpfosten aus Tannenholz von 1,98 m Länge und 0,20 m Breite werden in der aus Abb. 17 und 18, Taf. XX ersichtlichen Weise befestigt. Die Schraubenlöcher zur Befestigung und die Löcher für die Traghaken sind genau nach Zeichnung in derselben Höhe vom untern Ende angebracht, das genau rechtwinkelig hergestellt und durch schwarzen Anstrich kenntlich gemacht ist.

Jeder Wagen erhält als Ausrüstung zur Verwundetenbeförderung 20 Bahren, 40 Traggurte, 14 Tragpfosten, 56 Haken, 64 Holzschrauben, 1 Meißlatte zum Aufstellen der Tragpfosten, 1 Säge, 2 Löffelbohrer, 2 Schraubenzieher, 20 Matratzen, 20 Kopfpfähle, 20 Überzüge dazu, 40 Bettlaken, 40 wollene Überzüge, 1 Waschtisch, 1 Tisch, 2 Klappstühle, 2 Nachtstühle, 2 Wasserkannen, 1 Gestell mit 6 Wassergläsern, 2 Waschschalen, 2 Handtücher, 1 Korkzieher, je 20 Messer, Gabeln und Löffel, 20 Teller, 4 Spucknapfe, 1 Fußbank, 1 Zimmerthermometer, 2 Wischtücher, 1 Besen, 2 Stück Seife, 0,5 kg Stearinlichte.

Für Benutzung der Personenwagen im Bedarfsfalle hat die Begleitungsmannschaft des Zuges zunächst die Sitzbänke, Öfen und Gepäcknetze zu entfernen und die Türen zu öffnen. Als dann werden die Tragpfosten der Bahren errichtet, indem man von den Wagenecken aus mit einer Meißlatte die Befestigungsschraubenlöcher anzeichnet und bohrt. Der Abstand zwischen den oberen und unteren Enden muß mit Hilfe der Meißlatte gleich gehalten werden. Auf Fenster wird bei der Aufstellung keine Rücksicht genommen. Falls für einen Tisch oder Waschtisch kein Raum im Wagen vorhanden ist, wird ein Tragbett fortgelassen. Sind die Pfosten errichtet und verschraubt, so werden die Traghaken in wagerechter Lage in die dafür vorgesehenen Löcher der Pfosten eingesteckt und um 90° gedreht, wodurch ihr Herausfallen verhindert wird (Abb. 19, Taf. XX). Darauf werden alle übrigen Ausrüstungsteile mit Ausnahme der Betten in den Wagen untergebracht. Alle Krankenwagen des Zuges werden darauf zu einer oder mehreren Gruppen vereinigt, an deren Anfang und Ende ein als Zugangsrampe dienendes festes Brett schräg aufgestellt wird, sofern nicht fahrbare Viehrampen vorhanden sind. Jeder Wagen einer Gruppe wird mit dem folgenden durch Laufbretter verbunden.

Nachdem die Verwundeten auf die inzwischen mit Betten versehenen Tragbahren gelegt sind, werden sie in vier Reihen vom Bahnhofe, von wo sie befördert werden sollen, in der für den Wagen bestimmten Reihenfolge fortgebracht. In die beiden äußeren Reihen kommen die oberen Tragbetten mit Kranken, sodafs der Kopf des Verwundeten immer nach der nächsten Tür gerichtet ist, und die verwundete Seite nach der Wagenmitte zu liegt. Die Verladung erfolgt Wagen nach Wagen, beginnend mit den unteren Betten von den beiden Enden jeder Wagengruppe aus und zwar je eine rechts und eine links bis zur Mitte. Dann werden die oberen Betten eingebracht und zwar von der Mitte fortschreitend nach den Eingängen zu. Zwei Mann stehen in jedem Wagen und zwei an den beiden Enden jeder Wagengruppe hilfsbereit. Jedes Tragbett wird durch zwei Träger befördert, die die Traggurte auf die Schultern nehmen. Beim Hinaufgehen der Rampen werden sie von den dort stehenden beiden Hülfsträgern unterstützt. An der Stelle angelangt, wo das Bett im Wagen aufgehängt werden soll, heben die Träger das Tragbett lose an, sodafs die Gurten locker auf ihren Schultern liegen. Die an den Gurten sitzenden Ringe werden dann von den in jedem Wagen bereitstehenden beiden Hülfsträgern in die Traghaken eingehakt. Die Träger verlassen darauf den Wagen durch die entgegengesetzte Tür.

Die Güterwagen werden in ähnlicher Weise ausgerüstet. Die eine der beiden Türen bleibt für das Verladen frei; vor die andere wird im Winter ein Ofen gesetzt. Für den Fall, daß nicht genug Rampen vorhanden sind, sind für jeden Wagen zwei Träger und zwei Leute zur Hilfeleistung erforderlich. Jeder Zug kann je nach seiner Länge auf diese Weise 140 bis 200 Verwundete aufnehmen.

Er muß, wenn er auf dem Schweizer Bahnnetze verwendet wird, bestehen aus:

1. einer Lokomotive mit Tender;
2. einem bedeckten Güterwagen zur Aufnahme des Gepäcks der Mannschaft;
3. einen Gepäck- oder Postwagen mit Seitentüren, enthaltend: a) Arzttraum mit der nötigen Ausrüstung, b) einen Vorrat von Wäsche, der genügend groß ist, die Hälfte der Bettwäsche jedes Krankenwagens zu erneuern, also für jeden Wagen 10 Betttücher, 5 Handtücher und 5 Wischtücher, c) eine kleine Feldapotheke mit genügendem Gipsvorrat zu Verbänden, d) einen Verbandkasten, e) zur Aushilfe 2 Tragbetten, 6 Gurte, 6 Haken und 20 Holzschrauben, f) einen kleinen Werkzeugkasten mit Beil, 2 Sägen, 2 Bohrer von 10 mm, 4 Bohrer von 6 mm und 6 1/2 mm, 2 Drillbohrer, 2 Hämmer, 2 Kneifzangen, 4 Schraubenzieher, 100 Nägel, 50 Holzschrauben von verschiedenen Größen, g) eine Kiste mit Konserven und Getränken;
4. einem Wagen für die Ärzte und einem Wagen oder 1 Abteile II. Klasse für den Rest der Mannschaft;
5. 7 bis 10 vierachsigen oder der doppelten Anzahl zweiachsiger Krankenwagen. Im Bedarfsfalle wird die Hälfte dieser letzten Wagen ersetzt durch Wagen II. oder III. Klasse für Leichtverwundete.

Den Querschnitt durch einen Krankenwagen zeigt Abb. 9, Taf. XIX. R—1.

#### Verbesserter Dichtungsring für Wasserstandsgläser\*).

Hierzu Zeichnung Abb. 12 auf Tafel XXIX.

Bei der üblichen Dichtung der Wasserstandsgläser durch Gummiringe, welche um die Glasröhre gelegt und mittels Stopf-

\*) Vergl. Organ 1903, S. 252.

## Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

### Vielfachschalter von Westinghouse.

(Railroad Gazette 1903, 693, mit Abb. und Zeichnung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 6, Taf. XXVII.

Die beschriebene Schaltvorrichtung dient der Steuerung mehrerer zu einem Zuge vereiniger elektrischer Triebwagen von einem Punkte des Zuges aus. Während die Union-Elektrizitätsgesellschaft für die Betätigung der Einzelschalter den Arbeitsstrom in seiner vollen Spannung verwendet\*), eine Bauart, die auch aus Amerika von der General Electric Company stammt, und hier auf der Versuchstrecke Berlin-Lichterfelde in Gebrauch ist, bewegt Westinghouse die Einzelschalter mit Luftdruck und steuert nur den Luft-Ein- und -Auslaß elektrisch. Diese Arbeitsweise ist von ihm schon in seinem älteren Vielfachschalter ausgeführt, und zwar in der Form, daß die gewöhnliche Schalterwalze durch einen Luftdruckkolben mit Sperrwerk zahnweise verdreht wird.

\*) Organ 1903, S. 219.

büchse und Überwurfmutter zusammengepreßt werden, wird das Gummi leicht nach und nach vor die untere Öffnung des Glases gepreßt und hierdurch vollständiges oder teilweises Verstopfen des Glases bewirkt. Dieses häufig beobachtete Hervorquellen des untern Gummiringes vor die Glasöffnung, welches den Anlaß gibt, den Heizer über die Höhe des Wasserstandes zu täuschen, soll durch den in Abb. 12, Taf. XXIX dargestellten Wasserstandsring mit Stoffauflage zur Unmöglichkeit gemacht werden. Die Stoffauflage schließt das Gummi derartig ein, daß das Durchquetschen durch die zwischen dem Glase und dem Grunde der Stopfbüchse befindliche Fuge und damit das Verstopfen des Glases verhindert wird.

Diese neuen Dichtungsringe sind als ein zuverlässiges Mittel zur Verhütung von Unglücksfällen anzusehen. Der Verbrauch an Gläsern und Ringen soll sich bei der guten Abdichtung verringern. Geliefert werden die Ringe von C. Leissnig in Hamburg. —k.

### Der Washburn-Kuppeler.

(Railroad Gazette 1904, Januar, S. 68. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Taf. XXIX.

Da es in Gleisbögen schwierig und häufig unmöglich ist, Lokomotiven und Wagen zu kuppeln, muß man so lange besondere Verbindungen zu Hilfe nehmen, bis die gerade Strecke wieder erreicht ist.

Zur Vermeidung dieses Übelstandes hat die Washburn Company, Minneapolis, Min., den in Abb. 11 auf Taf. XXIX dargestellten Kuppeler entworfen, der genügende seitliche Bewegung zuläßt, um das Kuppeln auch in den schärfsten Gleisbögen zu gestatten.

Wie die Abbildung zeigt, sind zwei Gelenkbolzen angeordnet, ferner zwei Wickelfedern, um die Kuppelung in ihre Mittellage zurückzuführen.

Um zu verhüten, daß sich der Kuppelungskopf nach Abnutzung der Gelenkbolzen senkt, ist eine Ruheplatte vorgesehen, welche ihn in wagerechter Lage hält.

Der Kuppeler ist einfach und soll sich im Betriebe gut bewähren. —k.

Die neue Bauart von Westinghouse scheint demgegenüber einen wesentlichen Fortschritt zu bedeuten und ist der Beschreibung nach ebenso gut durchdacht, durchgebildet und allen möglichen Anforderungen des Betriebes angepaßt, wie die anderen bekannten Erzeugnisse der Gesellschaft. Der rein elektrischen Steuerung gegenüber hat sie die Vorzüge, daß der Steuerstrom nur 14 Volt Spannung hat und vom Arbeitsstrom völlig unabhängig ist. Der Unsicherheit, welche durch die Einführung eines zweiten Kraftträgers, der Luft, entstanden ist, hat man durch eine Reihe besonderer Sicherheitsvorkehrungen Rechnung zu tragen versucht. Damit die Zugsteuerung von jedem Triebwagen aus erfolgen kann, erhalten diese alle dieselbe Steuervorrichtung und werden durch ein siebenlitiges, nur den Steuerstrom von 14 Volt führendes Kabel verbunden. Zur Erzeugung des Stromes dienen je 2 Sätze von 7 Speicherzellen, welche zusammen nur 135 kg wiegen; für den Strombedarf eines Tages genügt ein Satz, der andere wird in den

Abendstunden, wenn die Lampen brennen, vom Schienenstrome aufgeladen.

Die eigentliche Steuervorrichtung besteht aus drei Hauptteilen: der Hauptwalze, »mastercontroller«, nebst Stromwenderhändeln, dem Anlafsschalter mit den Widerständen und dem Umkehrschalter für die andere Fahrriehung. Die beiden letzteren enthalten die mit Luftdruck bewegten Starkstromschalter und die elektromagnetischen Steuervorrichtungen der einzelnen Luftzylinder, während die Hauptwalze auf dem Führerstande den Zutritt des Steuerstromes zu den Elektromagneten regelt. Die nötige Druckluft wird auf jedem Wagen einem besonderen Hilfsbehälter entnommen und diesem durch ein Zweigrohr mit Füllventil von der Hauptbremsleitung aus zugeführt. Ein besonderes Rückschlagventil in der Zweigleitung macht den Druck im Hilfsbehälter von demjenigen in der Bremsleitung und damit das Arbeiten der Schalter von fremden Einflüssen unabhängig. Die Hauptwalze und der Stromwenderhändeln sind in solcher Weise mit einander verriegelt, daß eine bestimmte Reihenfolge der Handgriffe gesichert ist; erstere erhielt auch die übliche Federrückstellung, die aber hier noch mit dem Bremsahne in Verbindung steht. Sobald der Führer dann aus irgend einem Grunde die Steuerkurbel losläßt, schnellst diese zurück und stellt selbsttätig die Bremsen an. Eine fernere Verbindung zwischen Steuerkurbel und Bremsahne verhindert das Anstellen der Bremsen, so lange Strom um die Hauptwalze läuft, und andererseits das Stromgeben, wenn die Bremsen angezogen sind. Als letzte Sicherheit hat man eine elektrische Verriegelung in Form eines selbsttätigen Stromunterbrechers eingebaut, welcher unter der Wirkung des Luftdruckes im Bremszylinder steht und den Steuerstromkreis geöffnet hält, solange dort Druck vorhanden ist.

Den Namen »Turret-Controller« erhielt die neue Westinghousebauart nach dem Aufsern des Anlafsschalters,

der in seinem Schutzmantel einem niedrigen Turme gleicht. Der Schalter wird mittels einer kräftigen Spurplatte unter dem Boden des Wagenkastens aufgehängt. Die 13 Einzelschalter, welche er enthält, sind kreisförmig um die als Hilfsluftbehälter ausgebildete Grundplatte angeordnet; jeder besteht aus zwei, einer festen wagerecht liegenden und einer beweglichen Kupferplatte; die bewegliche wird zur Herstellung des Stromschlusses aufwärts bewegt und an die feste angelegt. Sie ist dazu auf dem einen Ende eines um eine wagerechte Achse schwingenden Doppelhebels gelagert, an dessen anderem Ende der senkrecht bewegliche Luftkolben angreift. Abb. 6 auf Taf. XXVII läßt die Hauptteile der Anordnung gut erkennen, versagt aber auch in der Quelle in den Einzelheiten, besonders in Bezug auf die elektrische Steuerung der Luftkolben. Die Lösung des Stromschlusses geschieht durch eine den Kolben wieder hebende Schraubenfeder mit 31 kg Spannung. Besondere Ausbildung hat der Doppelhebel erfahren, indem man ihm mehrere Gelenke gab, mit der Bestimmung, beim Lösen und Schließen des Schalters ein Gleiten der beiden Kupferplatten auf einander hervorzubringen und dadurch zu verhindern, daß die Platten auf einander festbrennen. Die Mitte des Anlassers zwischen den Einzelschaltern und unter dem Hilfsluftbehälter nimmt die zum Ausblasen der Funken erforderliche Magnetspule ein; das ist ein wesentlicher Unterschied gegen die anderen Anordnungen, bei welchen die Funkenstrecken in der Achsenrichtung der Spulen zu liegen pflegen. Da sich die in Richtung der Achse austretenden Kraftlinien aber bekanntlich außerhalb der Spule zu Kreisen schließen, so ist von vornherein bei der veränderten Anordnung die gleiche Wirkung zu erwarten.

Der Umkehrschalter besteht aus zwei Einzelschaltern, die von je einem Luftkolben bewegt werden. Die nähere Beschreibung fehlt in der Quelle. Zum Schlusse wird eine Schaltungsübersicht der ganzen Anlage gebracht. R—r

## Technische Litteratur.

**Die selbsttätige Zugdeckung auf Strafsen-, Leicht- und Voll-Bahnen** von L. Kohlfürst. Stuttgart, 1903, F. Enke. Preis 10 M.

Wir haben stets die selbsttätige Zugdeckung auf den Eisenbahnen als ein besonders wichtiges Gebiet der Betriebstechnik betrachtet und behandelt, dessen Bedeutung in neuerer Zeit erheblich gewachsen ist, nachdem in großer Zahl Bahnen mit ziemlich großer Geschwindigkeit und zugleich sehr kurzer Zugfolge entstanden sind. Deshalb legen wir auch dem hier angezeigten Buche große Wichtigkeit bei. Der auf diesem Gebiete wohl bewanderte und rühmlichst bekannte Verfasser erörtert in dem Werke die allgemeinen Grundlagen und Forderungen der Zugdeckung, insbesondere der selbsttätigen, und bringt dann eine sehr vollständige und eingehende Sammlung der bisher verwendeten und vorgeschlagenen Verfahren selbsttätiger Deckung. Wir erwähnen nur, daß die Einrichtungen Hall's und Sykes von amerikanischen Bahnen, Křičik's europäischen Ursprunges, die Siemens und Halske'schen Blockanlagen der Untergrundbahn in Budapest, die von Natalis auf der Schwebebahn in Elberfeld und viele andere mehr oder minder bekannte auf das eingehendste beschrieben und dargestellt werden.

Das Buch bildet also ein vortreffliches Mittel, um sich die

gründlichste Auskunft auf diesem von Tag zu Tage namentlich für die städtischen Bahnen an Bedeutung zunehmenden Gebiete zu verschaffen. Wir hoffen insbesondere, daß es durch die erschöpfende Darstellung aller verwendeten Mittel in der Richtung der Vereinheitlichung wirken wird, da grade dieses Buch zeigt, wie überaus vielgestaltig die selbsttätige Zugdeckung durch Verwendung von stets neuen Arten geworden ist, während doch hier, wie im Signalwesen überhaupt, schließendlich weitest gehende Einheitlichkeit angestrebt werden muß.

**Grundzüge für die ökonomische Anordnung des Verkehrsdienstes.**

Von V. G. Bosshardt. Schriften über Verkehrswesen, herausgegeben vom Club österreichischer Eisenbahnbeamten. Wien, 1903, A. Hölder. Preis 1,2 M. Sonderabdruck aus der österreichischen Eisenbahn-Zeitung.

Das Heft bringt eine knappe Darstellung des österreichischen Verkehrsdienstes unter Anfügung der erforderlichen zeichnerischen Darstellungen, namentlich der Fahrpläne und der Dienstzeit-Austeilung. Es bildet ein Mittel, um sich über die einschläglichen Verhältnisse schnell zu unterrichten.