

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band.

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

5. Heft. 1905.

### Die neuen österreichischen Vorschriften für den Bau und die Unterhaltung der eisernen Brücken.

Von **Dirksen**, Regierungs-Baumeister zu Berlin.

Da die Gewichte der Betriebsmittel der Eisenbahnen in den letzten 15 Jahren eine unvorhergesehene Steigerung erfahren haben, so genügen die Belastungsannahmen der meist um 1890 entstandenen Brückenvorschriften\*) nicht mehr, zumal mit Rücksicht auf die erstrebte höhere Geschwindigkeit und die Zunahme der Fördermenge auf einen Stillstand in dieser Entwicklung nicht gerechnet werden kann. In den letzten Jahren\*\*) haben daher die meisten Eisenbahnverwaltungen Deutschlands ihre Vorschriften entsprechend umgearbeitet, und am 28. August 1904 ist auch eine neue Vorschrift für die von den Eisenbahnverwaltungen Österreichs zu erbauenden Eisenbahn und Strafenbrücken erlassen worden. Da diese Vorschrift manches beachtenswerte bietet, so soll sie nachstehend in ihren Hauptpunkten mitgeteilt werden.

#### I. Bauentwurf.

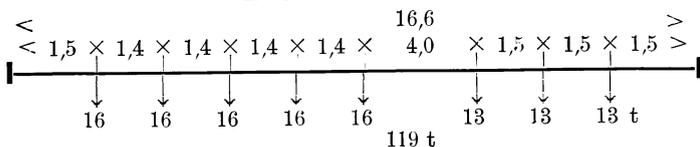
##### Verkehrslast der Eisenbahnbrücken.

Abweichend von den früheren Vorschriften vom 15. September 1887, die eine gleichmäßig verteilte Belastung angaben, sind in den neuen Vorschriften nunmehr, wie in allen übrigen bekannten Brückenvorschriften, Züge von Einzellasten vorgeschrieben, und zwar unterschieden nach Hauptbahnen, Nebenbahnen und Schmalspurbahnen von 0,76 m Spur.

##### A. Hauptbahnen.

Zwei Lokomotiven mit einseitig angehängtem Wagenzug sind einzuführen. Falls bei der Berechnung weniger als fünf Lokomotivachsen in Frage kommen, so ist das Gewicht der ungünstigsten Achse auf 20 t zu erhöhen.

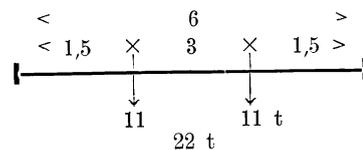
Abb. 1. Lokomotive.



\*) Österreich 1887, Rußland 1888, Frankreich 1891, Schweiz 1892, Württemberg 1893, Baden 1893, Bayern 1894, Sachsen und Preußen 1895, Reichseisenbahnen 1897.

\*\*) Bayern 1900, Reichseisenbahnen 1902, Preußen und Baden 1903, Württemberg 1904.

Abb. 2. Wagen.



##### B. Nebenbahnen.

Einzuführen sind zwei der nachstehend angegebenen Lokomotiven, je nachdem welche ungünstiger wirken, und einseitig angehängte Wagen, wie bei den Hauptbahnen. Falls bei der Berechnung weniger als drei Lokomotivachsen in Frage kommen, so ist das Gewicht der einen Achse auf 16 t zu erhöhen.

Abb. 3.

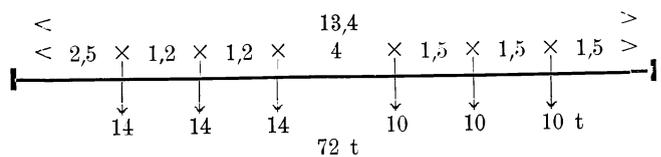
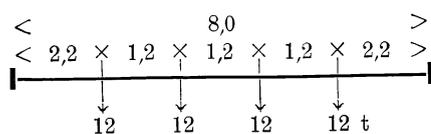


Abb. 4.



##### C. Schmalspurbahnen von 0,76 m Spurweite.

Zwei Tenderlokomotiven und einseitig angehängte Wagen nach Textabb. 6 sind einzuführen oder, falls Regelspurwagen auf Rollschmel übergehen, Wagen nach Textabb. 7.

Abb. 5. Lokomotive.

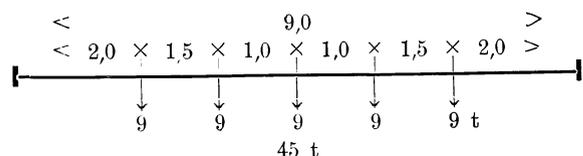


Abb. 6. Wagen.

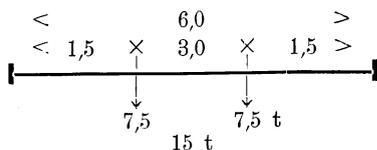
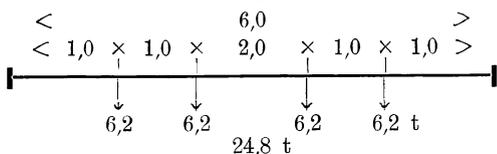
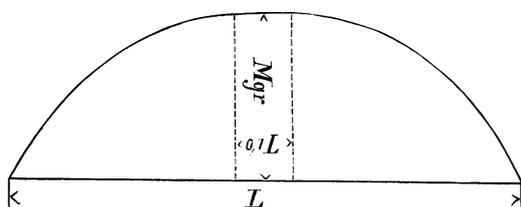


Abb. 7. Vollspurwagen auf Rollschmel.



Zur Erleichterung der Berechnung sind für die verschiedenen Lastenzüge die größten Biegemomente und die Stützpunktmomente für einen Balken auf zwei Stützen bis zu 160 m Länge angegeben. Die Momentenfläche ist nach Textabb. 8 aus zwei Parabelstücken mit einer Wagerechten von

Abb. 8.



0,1 L zu bilden. Die größten Momente und Querkräfte für die Brücken der Hauptbahnen weichen nicht sehr erheblich von denen der preussischen Berechnungsvorschriften ab. Bei unmittelbarer Lagerung der Schienen auf den Trägern sind die Belastungen um 10% zu erhöhen. Die Seitenstöße der Lokomotivachsen sind zu 5% der Achsdrücke anzunehmen. Bei Brücken in Stationen und in steiler als 1:100 geneigten Strecken ist die Wirkung der Bremskräfte mit 10% des Zuggewichtes in Rechnung zu stellen.

Bei Brücken in Bogen ist die Fliehkraft zu berücksichtigen, bei deren Bestimmung die Geschwindigkeit vom Halbmesser abhängig ist.

Verkehrslast für Strafsenbrücken.

Mit Rücksicht darauf, daß der Verkehr auf den Strafsen ein sehr verschiedener ist, sind drei Klassen gebildet.

A. Brücken der Klasse I.

Abb. 9. Wagen.

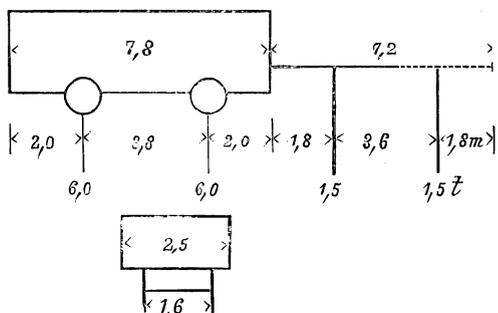
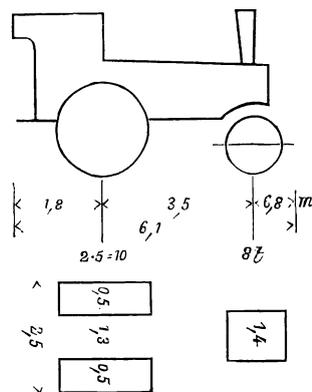


Abb. 10. Dampfwalze.



Menschengedränge 460 kg/qm.

B. Brücken der Klasse II.

Abb. 11. Wagen.

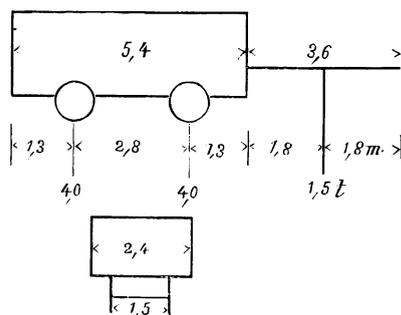
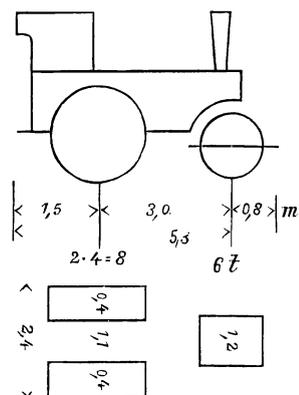


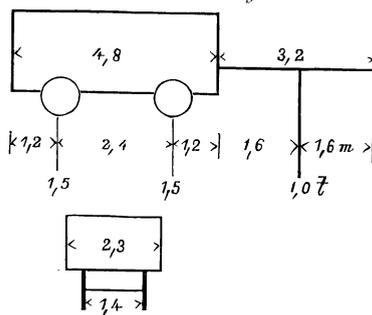
Abb. 12. Dampfwalze.



Menschengedränge 400 kg/qm.

C. Brücken der Klasse III.

Abb. 13. Wagen.



Menschengedränge 340 kg/qm.

Die Berechnung der größten, aus der Verkehrslast herrührenden Kräfte erfolgt unter Annahme einer Dampfwalze, einer möglichst starken Wagenansammlung auf der Fahrbahn und Menschendränge auf den übrigen Teilen der Fahrbahn und den Gehwegen oder unter Annahme von Menschendränge auf Gehwegen und Fahrbahn; die ungünstigere Belastungsart ist zu wählen. Die Wirkung des Windes ist für Strafsen- und Eisenbahnbrücken unter Annahme eines wagerechten Seitendruckes von 270 kg/qm für die unbelastete und von 170 kg/qm für die belastete Brücke zu ermitteln. Dabei ist für den Eisenbahnzug eine Windangriffsfläche von 3 m Höhe, 0,5 m über Schienenoberkante beginnend anzunehmen, für die Verkehrslast der Strafsenbrücken eine Angriffsfläche von 2 m Höhe. Bei der Berechnung des Winddruckes auf das Tragwerk ist die Ansichtsfläche des zweiten Trägers, soweit er nicht schon durch die Verkehrslast verdeckt wird, nach folgender Angabe zu verringern.

Zusammenstellung I.

Verhältnis der offenen Maschenfläche des Trägers zur Umrissfläche des Trägers.	Anteil der Ansichtsfläche des zweiten Trägers
0,4	0,2
0,6	0,4
0,8	1,0

Bei der Berechnung der Standsicherheit der Überbauten ist die Belastung durch die Verkehrslast zu 1,5 t/m für Regelspurbahnen, 1 t/m für Schmalspurbahnen und 0,2 t/m für Strafsen anzunehmen.

Zulässige Spannungen.

1. Eisen und Stahl.

A. Eisenbahnbrücken.

a) Ohne Berücksichtigung der Spannkkräfte aus Seitenschwankungen, Bremskräften und Wind

	Schweißseisen kg/qcm	Flufseisen kg/qcm
1. Spannung auf Zug oder Druck		
bei Stützweiten L von 0 bis 10 m	(700 + 2 L)	(750 + 5 L)
" " " " 10 " 20 "	(700 + 2 L)	(760 + 4 L)
" " " " 20 " 40 "	(700 + 2 L)	(800 + 2 L)
" " " " 40 " 80 "	(720 + 1,5 L)	(840 + 1 L)
" " " " 80 " 120 "	(760 + 1 L)	(840 + 1 L)
" " " " 120 und darüber	(820 + 0,5 L)	(840 + 1 L)
Höchste zulässige Spannung . . . . .	900	1000
2. Scherspannung . . . . .	500	600
3. Beanspruchung der Niete		
a) Scherspannung { in nur einer Richtung	600	700
{ in mehreren Richtungen	500	600
β) Lochleibungsdruck . . . . .	1400	1600
b) Mit Berücksichtigung aller Kräfte		
1. Spannung auf Zug oder Druck . . . . .	1000	1200
2. Scherspannung . . . . .	600	700
3. Spannung der Niete { α) auf Abscheren	700	800
{ β) auf Lochleibungsdruck	1600	1800
Roheisengufß { Druck . . . . .	700 kg/qcm	
{ Zug . . . . .	200 "	
{ Biegung . . . . .	250 "	
Flufstahlgufß . . . . .	1000 "	

B. Strafsenbrücken.

a) Ohne Berücksichtigung des Windes

	Schweißseisen kg/qcm	Flufseisen kg/qcm
1. Spannung auf Zug oder Druck . . . . .	(750 + 2 L)	(800 + 3 L)
Höchste zulässige Spannung . . . . .	900	1050
2. Scherspannung . . . . .	500	600
3. Nietespannungen		
a) Auf Abscheren { in einer Richtung . . . . .	600	700
{ in mehreren Richtungen	500	600
β) Auf Lochleibung . . . . .	1400	1600
b) Mit Berücksichtigung des Windes		
1. Spannung auf Zug und Druck . . . . .	1000	1200
2. Scherspannung . . . . .	600	700
3. Nietespannung { α) auf Abscheren . . . . .	700	800
{ β) auf Lochleibung . . . . .	1600	1800

Roheisengufß	Druck . . . . .	700 kg/qcm
	Zug . . . . .	200 "
	Biegung . . . . .	250 "
Flufstahlgufß . . . . .		1000 "

Die Berücksichtigung der Nebenspannungen aus den festen Anschlüssen, Knotenpunktverbindungen und dergleichen ist im allgemeinen nicht erforderlich. Für die gedrückten Stäbe wird eine ausreichende Sicherheit gegen Knicken verlangt, ohne dafs jedoch eine bestimmte Berechnungsart vorgeschrieben wird.

2. Holz.

a) ohne Berücksichtigung des Winddruckes

1. Zug- und Druck-Spannung . . . . .	80 kg/qcm
2. Scherspannung { entlang den Fasern . . . . .	10 "
{ quer zu den Fasern . . . . .	20 "

b) Mit Berücksichtigung des Winddruckes

1. Zug- und Druck-Spannung . . . . .	90 "
2. Scherspannung { entlang den Fasern . . . . .	15 "
{ quer zu den Fasern . . . . .	30 "

Bei Bauten kurzen Bestandes kann die ohne Berücksichtigung des Winddruckes berechnete Spannung bis auf 120 kg/qcm steigen.

3. Mauerwerk.

Quadermauerwerk . . . . .	30 kg/qcm
Auflagerquader . . . . .	50 "
Schichtenmauerwerk . . . . .	15 "
Bruchsteinmauerwerk . . . . .	10 "
Klinkermauerwerk . . . . .	20 "
Ziegelmauerwerk . . . . .	12 "
Beton: Mischungsverhältnis 1 : 3 . . . . .	18 "
" " 1 : 5 . . . . .	12 "
" " 1 : 8 . . . . .	8 "
" " 1 : 10 . . . . .	6 "

4. Baugrund.

Weicher Ton, feuchter Sand . . . . .	1 kg/qcm
Lehm, mittelfester Ton, mäfsig feuchter Sand . . . . .	2 "
Tegel, fester Ton, trockner, wenig tonhaltiger Sand . . . . .	4 "
Festgelagerter grober Sand, Kies und Schotter . . . . .	6 "

Räumliche Anordnung der Tragwerke.

Bei Eisenbahnbrücken ist aufser der Umgrenzung des lichten Raumes für durchlaufende Kanten bis 2 m über S. O. ein Spielraum von 0,15 m zu wahren, auf Stationen ist dieses Mafs auf 0,85 m und bis 400 m von der äufsersten Weichenspitze einer Station auf 0,35 m zu erhöhen.

Alle Brücken, mit Ausnahme der kleinen Brücken unter 20 m Stützweite oder mit einer geringern freien Höhe als 3 m auf der freien Strecke müssen 1,1 m hohe Geländer erhalten. Die Bauwerksunterkante soll mindestens 1 m über dem höchsten Wasserstande des unterführten Wasserlaufes liegen. Bei Brücken von mehr als 20 m Stützweite sind innere, 16 cm von der Fahrschiene entfernte Sicherheitsschwellen vorzusehen, die an der Einfahrtseite 10 m über das Widerlager zu verlängern und zusammenzuziehen sind.



nicht leichter gehalten werden als im Falle b 2). weil er mit Drehgestellen versehen sein muß. Auf eine Strecke von 250 bis 300 km reicht bei Mitnahme des Tenders Fall b 2) eine etwa in der Mitte der Strecke liegende Schöpfrinne aus.

Die Wartekosten für die Schöpfrinne können außer Berechnung bleiben, da der Wärter des Pumpwerkes auch die Bedienung der Schöpfrinne, also ihre Reinigung, das Entfernen von Eiskrusten, die Beseitigung der Eisflächen, welche durch das verspritzte Wasser neben der Rinne entstehen, übernehmen kann.

Die Berechnung bezieht sich auf den günstigsten Fall der Anlage einer Schöpfrinne unmittelbar vor einer Station, deren Pumpwerk an dem Ende liegt, wo die Schöpfrinne angebracht werden kann.

Die in obige Rechnung eingesetzten Zahlen können nur als Näherungswerte betrachtet werden, da die Kosten der Kohlen für verschiedene Gegenden verschieden sind.

In den Fällen, in denen ein Schnellzug wegen anderer Verhältnisse etwa in der Mitte der ganzen Fahrt doch halten muß, kann man die Anlage einer Schöpfrinne unterlassen. Hier genügt ein Tender auf zwei Drehgestellen von der Größe wie im Falle b 2).

Es muß nun aber dafür gesorgt werden, daß der Wasserbedarf von 11 cbm während der Aufenthaltszeit von 2 bis 2,5 Min. ergänzt werden kann. An der Stelle, wo die Lokomotive halten muß, soll der Wasserkran stehen, der sofort nach dem Halten beigeschraubt und geöffnet wird.

Das Anfahren an den Wasserkranen soll ohne Rückstoß auf den Zug rasch stattfinden können. Zu diesem Zwecke sind die Tender-Füllöffnungen, die bei den badischen Lokomotiven in der Mitte der Tenderbreite liegen, quer zum Gleise 1,1 m lang gemacht worden,\*) sodas eine Anfahränge von 3,5 m erreicht wird. Innerhalb dieser Anfahränge muß die Lokomotive am Krane zum Halten kommen, was einem einigermaßen geübten Lokomotivführer keine Schwierigkeiten bereitet.

Je weiter die Füllöffnungen bei gleicher Länge vom Krane abstehen, umso größer wird die Anfahränge. Diese würde also am größten, wenn sich der Wassereinlauf am entgegengesetzten Ende der Tenderbreite befände, vorausgesetzt, daß der Kranausleger lang genug ist.

Die Menge des aus dem Wasserkrane auslaufenden Wassers läßt sich vergrößern:

- a) durch Anlage von Rohrleitungen und Wasserkranen mit großer Lichtweite:
- b) bei Belassung einer vorhandenen Rohrleitung durch Aufstellung der Wasserbehälter in der Nähe der Wasserkrane oder durch Höhersetzen der Wasserbehälter;
- c) durch Aufstellung von Gegen-Wasserbehältern neben den Wasserkranen.

\*) Organ 1898, S. 119.

Die Wasserbehälter oder Wassertürme werden in den meisten Fällen neben das Pumpwerk gesetzt, manchmal werden Behälter noch an den Enden der Stationen aufgestellt.

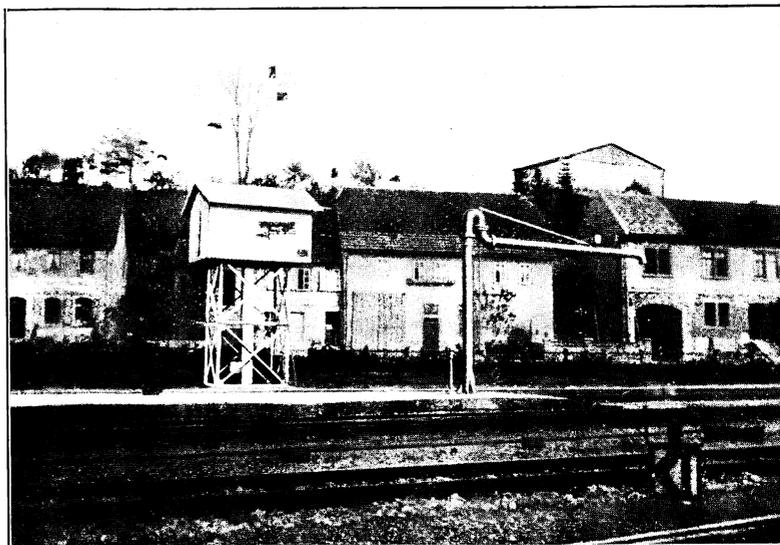
Bei den Wasserkranen, welche für die Schnellzüge in Betracht kommen, lassen sich aber größere Behälter nicht immer nach Wunsch aufstellen. Auch läßt sich das Höhersetzen der Behälter oft nur mit großem Kostenaufwande durchführen.

Dagegen können kleinere Behälter von 10 bis 15 cbm in vielen Fällen neben dem Wasserkrane oder in dessen Nähe aufgestellt werden. Oft werden Kranbehälter verwendet, an denen die Kran-Auslaufrohre unmittelbar angebracht sind. Die Widerstände für den Wasserdurchlauf sind hier klein. Indessen erhält das Auslaufrohr nur von einer Seite her Wasser. Wegen der Zusammenziehung des Wasserlaufes am Eintritt aus dem Behälter in das Auslaufrohr erhält man an dessen Mündung keinen vollen Auslauf. Ein besseres Ergebnis wird erzielt, wenn man einem Wasserkrane von zwei Seiten her Wasser zuführt und zwar von der Stationswasserleitung und von einem neben dem Wasserkrane aufgestellten Gegenwasserbehälter.

Die badische Staatseisenbahn hat zwei lange Schnellzugstrecken, auf denen schwere Züge von nur einer Lokomotive geführt werden: Mannheim bis Würzburg und Mannheim oder Heidelberg bis Basel. Auf beiden Linien halten die Züge indessen aus Verkehrsrücksichten einigemale. Auf der erstern, 179 km langen Linie wird, 101 km von Mannheim, in Osterburken chemisch gereinigtes Wasser genommen.

Jeder der beiden 200 mm weiten Wasserkrane für beide Fahrrichtungen erhielt 8 bis 15 m entfernt einen 12 cbm

Abb. 1.



haltenden, 1,5 m hohen, oben offenen Behälter auf 4,83 m hohem Eisengerüste. Das Wasser läuft den Wasserkranen von einem 200 m und 300 m entfernten Wasserturm von 5,3 m Gerüsthöhe und 3,8 m Behälterhöhe bei einem höchsten Wasserstande von 9 m über Schienenoberkante und gleichzeitig von dem Gegenbehälter durch eine 150 mm weite Rohrleitung zu.

Da die Gegenbehälter auch bei ihrem höchsten Wasserstande von 6,2 m über S. O. und bei gefülltem Wasserturme

überlaufen würden, sind die Zuleitungen zu den Gegenbehältern mit Abschlussventilen versehen, die sich bei der Wasserentnahme an den Wasserkränen sofort öffnen. An den Gegenbehältern sind Wasserstandszeiger, aus deren Gang man sieht, daß bei einer Wasserabgabe von 7 cbm etwa 4 cbm aus dem Gegenbehälter und 3 cbm aus der Leitung zum Krane fließen.

Beim Abschließen der Wasserkrane tritt die dahin nachdrängende Wassermasse in den Gegenbehälter, wodurch sich dieser verhältnismäßig rasch füllt und der bei raschem Abschlusse sonst entstehende Wasserschlag verhütet wird.

Ursprünglich waren 150<sup>mm</sup> weite Wasserkrane vorhanden, aus welchen 1,3 cbm/Minute ausliefen. Nach Aufstellung der Gegenbehälter erreichte man eine Auslaufmenge von 2,5 bis 2,8 cbm/Min. und nach Ersatz der 150<sup>mm</sup> weiten Wasserkrane durch 200<sup>mm</sup> weite eine Ausflusmenge von 3,5 bis 4 cbm/Min. Der Auslauf der Wasserkrane ist 3,2<sup>m</sup> über S.O. und steht unter einem Wasserdrucke von  $9 - 3,2 = 5,8$  m.

Der Wasserbedarf von 7 cbm in Osterburken kann also leicht in 2 Minuten gedeckt werden.

Die Wasserabgabe besorgen die Stationsarbeiter, da die Lokomotivführer und Heizer sich damit nicht befassen können, weil ersterer nach dem Triebwerke zu sehen hat, und letzterer die Ölbehälter der Kurbel- und Kuppelstangen nachfüllen muß.

Die gewöhnlichen Wasserkrane haben den Nachteil, daß sie von dem Tender aus nicht geöffnet und geschlossen werden können und der Arbeiter, der den Wasserkastendeckel auf dem Tender geöffnet hat, erst wieder absteigen muß, um den Kranschieber aufzudrehen, sofern dies nicht ein zweiter Arbeiter besorgen kann. Durch das Auf- und Absteigen geht schon ziemlich lange Zeit verloren.

Auf der zweiten, 256 km langen Linie Mannheim bis Basel und der 251 km langen Linie Heidelberg bis Basel\*) wird, 154 km von Mannheim, in Offenburg gutes Speisewasser abgegeben. Je nach der Zugbelastung und Witterung beträgt der Wasserverbrauch bis dahin 9 bis 12 cbm.

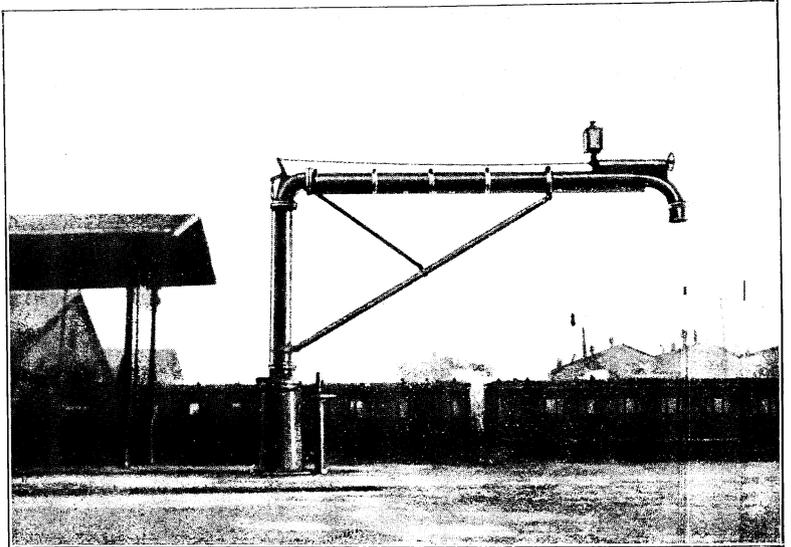
Um nun an den beiden Wasserkränen in Offenburg möglichst große Auslaufmenge zu erzielen, wurde an dem den Wasserkränen zunächst stehenden Wasserturm mit 7<sup>m</sup> Gerüsthöhe und 3,8<sup>m</sup> Behälterhöhe eine 250<sup>mm</sup> weite Leitung angeschlossen, welche sich dann nach den zwei neuen, 200<sup>mm</sup> weiten Wasserkränen amerikanischer Bauart in zwei 200<sup>mm</sup> weite Leitungen gabelt.

Bei vollem Wasserturm, also einer Wasserdruckhöhe von  $10,7 - 3,2 = 7,5$  m beträgt die Ausflusmenge 4,5 bis 5 cbm in der Minute. Will man diese noch weiter erhöhen, so kann man auch hier Gegenbehälter mit Abschlussventilen aufstellen. Da sich aber bis jetzt kein dringendes Bedürfnis hierfür gezeigt hat, hat man die Gegenbehälter oder große Windkessel vorerst weggelassen.

Die Wasserkrane in Offenburg können vom Tender aus geöffnet werden. Zuerst waren zum Aufziehen des Einlauf-(Selbstschlufs)

ventiles des Wasserkranes am Auslegerende Hebel angebracht. Da keine Gegenbehälter vorhanden sind und der Windkessel zur Aufnahme der nachdrängenden Wassermasse zu klein ist, stellten sich beim Loslassen des Hebels, also beim plötzlichen Schließen des Kranes in der Leitung Wasserdrücke von 40 bis 50 at ein. Der Hebel wurde entfernt und in die Ventilzugstange eine steilgängige Schraube mit Handrad eingeschaltet,

Abb. 2.



sodafs das Schließen des Kranes nun langsamer stattfindet, damit allerdings auch das Öffnen.

Der Wasserkran hat ein Glockenventil, das sowohl vom Boden aus in der üblichen Weise mittels Stange und Handrad, als auch vom Tender aus geöffnet werden kann. Der Widerstand beim Durchlaufe des Wassers durch diesen Wasserkran ist, abgesehen von den unvermeidlichen Umlenkwiderrständen, nur noch durch eine teilweise Querschnitts- und Richtungsänderung beim Durchgange durch das Glockenventil veranlaßt.

Bei diesem Wasserkrane kann ein Arbeiter die Wasserabgabe besorgen. Beim Einfahren des Zuges dreht er den Ausleger bei, öffnet auf dem Tender den Wasserkastendeckel und alsdann den Kran, schließt diesen von oben und stößt den Ausleger zurück, worauf der Zug weiterfahren kann. Das Feststellen des Kranes besorgt der Arbeiter während der Ausfahrt des Zuges. Die Wasserabgabe dauert 2,5 Minuten. Zur Erleichterung des Besteigens der Tender sind an dessen Rückwand eiserne Steigleitern angebracht.

Da bei den Zügen nach Basel der Aufenthalt in Offenburg für das Umsteigen der Reisenden nach der Schwarzwaldbahn im Fahrplane vorgesehen ist, die Aufenthaltszeit also nicht durch erhöhte Fahrgeschwindigkeit eingebracht werden muß, so wird der im Falle b 2) angegebene Zuschlag von 0,2 t Kohlen nicht gebraucht. Die Anlage einer Schöpfrinne ist in diesem Falle unnötig, da man sonst nur den Zinsbetrag von 1400 M. auszugeben hätte.

Da die meisten Schnellzüge noch in Oos und Freiburg halten und die Wasserkrane daselbst günstig stehen, so benutzen die Lokomotivführer die Aufenthaltszeit, um etwas Wasser zu

\*) Organ 1904, S. 1.

nehmen, sodafs sie nicht den vollen Wasserkasten mitführen und dadurch das Belastungsgewicht verringern.

Mufs also ein Zug ohne Anhalten auf eine Länge von mehr als 250 km durchgeführt werden, so empfiehlt es sich, wo immer tunlich, eine Schöpfrinne anzulegen und der Lokomotive einen nicht zu grofsen Tender anzuhängen.

Mufs der Zug ohne Lokomotivwechsel unterwegs doch anhalten, so ist es angezeigt, der Lokomotive einen nicht zu grofsen Tender anzuhängen, das Wasser an Wasserkränen mit grofser Auslaufmenge zu nehmen, besondere Wasserkrane hierfür aufzustellen und die Wassereinläufe an den TENDERN für grofse Anfahränge einzurichten.

## Über die Berechnung der Belastungen von Lokomotiven und die Bestimmung der Fahrzeiten im täglichen Betriebe.

Von O. Busse, Königlicher Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

Meines Wissens ist keine zusammenhängende Darstellung über die Berechnung der Lokomotivbelastungen und die Bestimmung der Fahrzeiten veröffentlicht worden\*), und die bekannten Aufsätze darüber sind entweder veraltet oder sie geben für den Betrieb unrichtige Werte.

Die Rechnungsweise, welche ich im folgenden gebe, ist schon seit vielen Jahren bei den dänischen Staatsbahnen in Anwendung und im Laufe der Zeit nach den gewonnenen Erfahrungen wiederholt verbessert, so dafs sie vorläufig als abgeschlossen und gründlich geprüft betrachtet werden darf.

Sie beruht einerseits auf der Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Lokomotive nach der Verdampfungsfähigkeit der Kessel\*\*) und der mit veränderlichem Füllungsgrade wechselnden Maschinenleistung, andererseits auf der Bestimmung des ganzen Zugwiderstandes.

Die genaueren Formeln für den Widerstand enthalten immer ein Glied, welches von der Gröfse des Zuges abhängig ist; diese Form kann man für unsern Zweck, wo die Zuggröfse erst gesucht wird, nicht gebrauchen. Ich habe deshalb für die verschiedenen Zugstärken und Lokomotiven verschiedene Widerstände eingeführt nach der Formel  $Q = a + \beta \frac{\text{km}^2}{1000}$ , in welcher die Werte  $\beta$  nach der Verdampfungsfähigkeit der Kessel verschieden angegeben sind.

Die Rechnung, welche ich für unsere Schnellzuglokomotive\*\*\*) durchführen will, ist folgende:

Es bezeichne

F die Verdampfung durch die Heizfläche der Feuerbüchse in  $\frac{\text{kg}}{\text{qm/St.}}$ ;

R dieselbe durch die Heizfläche der Heiz-Rohre in  $\frac{\text{kg}}{\text{qm/St.}}$ ;

L die Länge der Rohre in m;

v die Luftverdünnung in der Rauchkammer;

w die Verdampfung im ganzen in kg/St.

F und R sind durch folgende Erfahrungs-Formeln zu ermitteln:

$$F = 100 \sqrt[3]{v} + 16 \sqrt{v} - 36$$

$$R = \frac{25 + 32,4 \cdot v}{(1,3 + 0,05 \cdot v)(1,3 + 0,05 \cdot v + L)}$$

Wird die Luftverdünnung in der Rauchkammer zu 10 cm Wassersäule gesetzt, mit der man rechnet, so ist:

\*) Die Aufsätze von v. Borries, Organ 1887, S. 146 und 1893, S. 85 geben ein allgemeines Verfahren für die Ermittlung der Fahrzeiten. Siehe auch Eisenbahntechnik der Gegenwart Bd. III, S. 354, 361. Wiesbaden; C. W. Kreidel. Die Schriftleitung.

\*\*) Organ 1880, S. 16.

\*\*\*) Organ 1896, S. 231.

$$F = 230 \text{ und } R = \frac{349}{1,8(1,8 + L)}$$

Diese Formel gilt für Heizrohre, deren Länge L das 70 bis 80fache des äufsern Durchmessers d beträgt; bei gröfserm oder kleinerm Längenverhältnisse y ist die Verdampfungsziffer R um 1% für jeden Rohrdurchmesser, um den die Rohrlänge von dem Verhältnisse 75 abweicht, zu verkleinern oder zu vergrößern, oder  $R_1 = R \left(1 + \frac{y + 75}{100}\right)$ .

Zum Beispiel ist bei der Rohrlänge  $L = 95 d$  oder  $y = 95$   $R_1 = 0,8 R$ .

Bei grofser Anstrengung der Lokomotive, bei Verspätungen oder schlechtem Wetter kann für die Höchstleistung mit einer Luftverdünnung von 13 cm gerechnet werden. Dabei wird  $F = 257$  und  $R = \frac{446}{1,95(1,95 + L)}$ . Die nebenstehenden Schaulinien Textabb. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse dieser Rechnung.

Abb. 1.

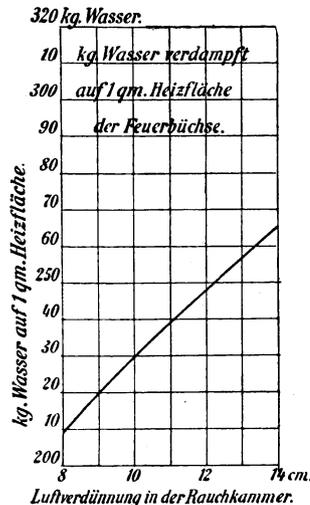
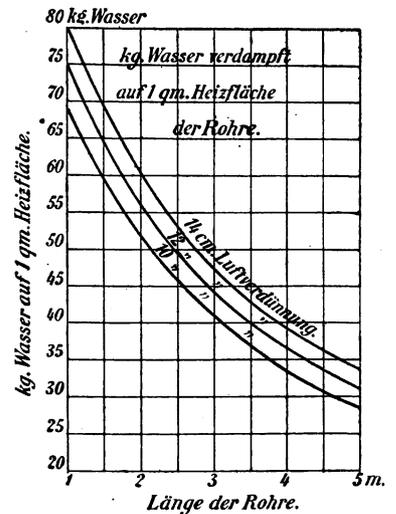


Abb. 2.



Die feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse ist bei der bezeichneten Lokomotive 9,25 qm, die der Rohre 78,75 qm und die Länge der Rohre  $L = 3,430 \text{ m}$ . R wird somit =  $\frac{349}{1,8(1,8 + 3,43)} = 37,1 \text{ kg}$  und  $w = 9,25 \cdot 230 + 78,75 \cdot 37,1 = 5047 \text{ kg}$ .

Ferner bezeichne:

V = den Rauminhalt der Dampfmenge in  $\frac{\text{cbm}}{\text{St.}}$ , 1 cbm Dampf von 12 at Überdruck wiegt 6,47 kg, folglich ist

$$V = \frac{w}{6,47} = \frac{5047}{6,47} = 780 \text{ cbm/St. Dampf.}$$

Ist nun

- D der Triebraddurchmesser . . . = 1,846 m
- d der Zylinderdurchmesser . . . = 0,430 m
- l der Kolbenhub . . . = 0,610 m
- $l_1/l$  = der Füllungsgrad,

k = die Geschwindigkeit der Lokomotive in km/St.,

und wird der mit Frischdampf zu füllende schädliche Raum der Zylinder zu 0,03 gesetzt, so findet man den Dampfverbrauch der Lokomotive zu  $\left(\frac{l_1}{l} + 0,03\right) \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot 4 \cdot l \cdot \frac{1000 k}{\pi \cdot D}$  in kg/St.

Da nun Dampfentwicklung und Dampfverbrauch bei voller Ausnutzung der Lokomotive gleich sein müssen, so kann man setzen:  $V = \left(\frac{l_1}{l} + 0,03\right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot 4 \cdot l \cdot \frac{1000 k}{\pi \cdot D}$  und daraus

ergibt sich der Füllungsgrad  $\frac{l_1}{l} = \frac{V \cdot D}{1000 k \cdot d^2 \cdot l} - 0,03$  und

mit den oben angegebenen Werten  $\frac{l_1}{l} = \frac{12,76 - 0,03 k}{k}$ .

Ist ferner N P.S. die Anzahl der Pferdestärken, welche der Verdampfungs- und dem Füllungsgrade entspricht, S = die in der Stunde für die P.S. verdampfte oder verbrauchte Wassermenge, so ist  $N = \frac{w}{S}$ .

Die Größe S ist aus Versuchen ermittelt für:

$$10 \text{ at Überdruck } S = 18 \left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,6$$

$$12 \text{ « « } S = 16 \left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,3$$

$$14 \text{ « « } S = 14 \left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,1.$$

Die Zugkraft »T« in kg, welche dieser Pferdestärke entspricht, ist:  $T = \frac{270 \cdot N}{k}$ , sie kann im allgemeinen nicht größer

sein, als  $\frac{1}{6}$  der Triebachslast.

Der ganze Zugwiderstand ist nach der Formel

$$Q = 2,5 + b \frac{(k \text{ km/St.})^2}{1000}$$

zu bestimmen; ich habe auf die oben angegebene Weise für Kessel unter 4000 kg/St. Dampferzeugung gefunden:  $b = 0,9$ , für solche über 4000 kg/St.  $b = 0,7$ , und erhalte dabei die Formeln

$$Q = 2,5 + 0,9 \cdot \frac{k^2}{1000} \text{ und}$$

$$Q = 2,5 + 0,7 \cdot \frac{k^2}{1000}.$$

Für Kessel mit über 6000 kg/St. Dampferzeugung müßte wahrscheinlich ein noch kleineres »b« benutzt werden; darüber habe ich jedoch keine Erfahrungen. Der Krümmungswiderstand ist nicht berücksichtigt, er kann aber für Flachlandstrecken als in diesen Formeln einbegriffen angenommen werden. Der Steigungswiderstand ist, wenn  $s^{\circ}/_{00}$  die Steigung angibt,

$$Q_s = \frac{1000}{s} \text{ kg/t.}$$

Die von der berechneten Zugkraft T zu befördernde Last

ist einschließlich Lokomotive und Tender  $L_b = \frac{T}{Q + Q_s} \cdot t$ .

Ist ferner  $L_n$  das Gewicht des Wagenzuges in t, G das Gewicht der Lokomotive und des halb beladenen Tenders, so ist  $L_n = L_b - G$ .

Die Rechnungen werden nun, wie die Zusammenstellung I zeigt, für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten durchgeführt.

Zusammenstellung I.

Steigung	k	$l_1/l$	S	N	T	Q	$Q_s$	$L_b$	$L_n$
	km		kg	Anzahl	kg	kg	kg	kg	kg
1:∞	30	0,395	10,8	467	4203	3,13	00	1342	1279
	40	0,289	9,6	524	3537	3,62	00	977	914
	50	0,225	9,1	554	2991	4,25	00	703	640
	60	0,183	8,8	572	2574	5,02	00	512	449
	75	0,140	8,6	587	2113	6,44	00	328	265
	90	0,112	8,5	594	1782	8,17	00	218	155
1:100 = 10‰	30	—	—	—	4203	3,13	10,0	322	259
	40	—	—	—	3537	3,62	10,0	259	196
	50	—	—	—	2991	4,25	10,0	210	147
	60	—	—	—	2574	5,02	10,0	171	108
	75	—	—	—	2113	6,44	10,0	128	65
	90	—	—	—	1782	8,17	10,0	98	35

Hier ist nur die Berechnung für die wagerechte Strecke und für die Steigung 10‰ angegeben. Bei den dänischen Staatsbahnen werden die folgenden acht Steigungsverhältnisse berücksichtigt, zwischenliegende bei Berechnung der Fahrpläne auf diese abgerundet:

Steigung  $A_0 = 1 : 80$  umfaßt die Steigungen 1 : 75 bis 1 : 89

< A = 1 : 100	< < <	1 : 90	< 1 : 109
< B = 1 : 120	< < <	1 : 110	< 1 : 134
< C = 1 : 150	< < <	1 : 135	< 1 : 174
< D = 1 : 200	< < <	1 : 175	< 1 : 249
< E = 1 : 300	< < <	1 : 250	< 1 : 499
< E <sub>11</sub> = 1 : 600	< < <	1 : 500	< 1 : 999
< F wagerechte			
Gefälle	< < <	1 : 1000	< ∞ und Gefälle.

Die auf diese Weise gefundenen Zuglasten werden als Schaulinien (siehe Textabb. 3) aufgetragen, jede Linie gibt die zusammengehörigen Belastungen und Geschwindigkeiten auf gegebener Steigung an. Zieht man nun bei einer gegebenen Zuglast die entsprechende wagerechte Linie, so geben die Schnittpunkte dieser mit den Linien die Fahrgeschwindigkeiten, welche mit der betreffenden Zuglast auf den verschiedenen Steigungen zu erreichen sind; aus den in dieser Weise gefundenen Geschwindigkeiten läßt sich dann die Fahrzeit Min./km  $f = \frac{60}{k}$  ermitteln.

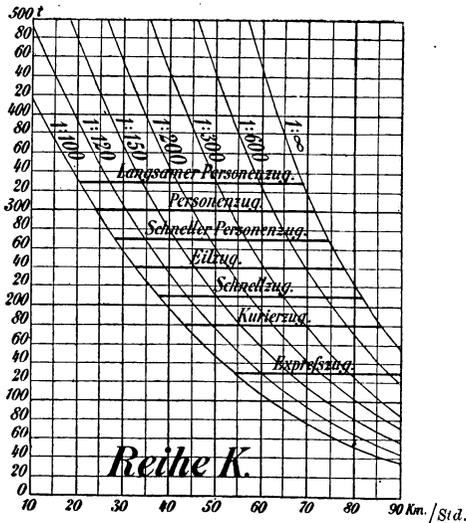
Im täglichen Betriebe stellen bestimmte Zugattungen bestimmte Ansprüche an die Geschwindigkeit und Belastung; auch sind gewöhnlich mehrere an Zugkraft verschiedene Lokomotiven zu verwenden. Deshalb sind zuerst für jede Zugattung die Fahrzeiten zu ermitteln und dann die Belastung

der einzelnen Zuggattung für die vorhandenen Lokomotiven zu bestimmen.

Bei den dänischen Staatsbahnen sind 100 2/4 gekuppelte Personenzuglokomotiven und 74 3/3 gekuppelte Güterzuglokomotiven gleicher Gattung vorhanden, während die übrigen in Gattungen von 4 bis 20 Stück verteilt sind. Es lag also nahe, die Fahrzeiten aller Personen- und Güterzüge nach der Leistung dieser beiden Gattungen, die wir K und G nennen, festzustellen. Die Personenzüge wurden hierzu in sieben Gattungen geteilt, und deren Belastung in Wagenladungen zu 10 t wie folgt festgesetzt:

Expreszüge . . . . .	15 Wagenladungen = 150 t
Kurierzüge . . . . .	18 « = 180 «
Schnellzüge . . . . .	21 « = 210 «
Eilzüge . . . . .	24 « = 240 «
Schnelle Personenzüge .	27 « = 270 «

Abb. 3.



Personenzüge . . . . .	30 Wagenladungen = 300 t
Langsame Personenzüge	33 « = 330 «

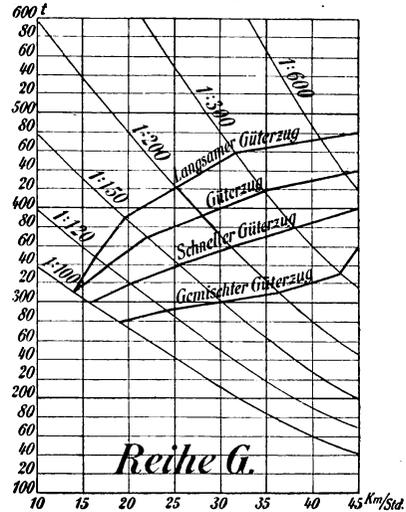
Die Belastung jeder dieser Zuggattungen ist für die Personenzuglokomotiven unveränderlich, da während der Reise eines Personenzuges selten Wagen an- oder abgehängt werden.

Für die Güterzüge ist es dagegen zweckmäßiger, die Belastung nach den Steigungen zu regeln, weil die Belastung zwischen zwei Stationen häufig wechselt. Deshalb werden die Güterzüge in vier Gattungen geteilt und für sie die folgenden Belastungen festgesetzt:

Gemischter Güterzug	25 bis 36 Wagenladungen
Schneller «	26 « 40 «
Güterzug	27 « 44 «
Langsamer «	27 « 49 «

Nach diesen Feststellungen sind die Belastungslinien, Textabb. 3 und 4, für die Lokomotiven K und G aufgezeichnet und die betreffenden Züge eingetragen.

Abb. 4.



Die Schnittpunkte jeder Zuglinie mit den Geschwindigkeitslinien geben die Geschwindigkeiten an, welche der Berechnung

der Fahrzeiten zu Grunde gelegt werden; diese sind in Zusammenstellung II, Spalte 2 eingetragen.

Zusammenstellung II.

Zuggattung	Zugbezeichnung	A <sub>0</sub>		A		B		C		D		E		E <sub>II</sub>		F	
		Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St	Min/km	km/St
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Expreszüge . . . . .	E	—	—	1,13	53	1,00	60	0,90	67	0,80	75	0,73	82	0,70	86	0,67	90
Kurierzüge . . . . .	K	—	—	1,40	43	1,25	48	1,10	55	0,97	62	0,87	69	0,77	78	0,70	86
Schnellzüge . . . . .	HJ	—	—	1,60	38	1,40	43	1,20	50	1,05	57	0,94	64	0,83	72	0,75	80
Eilzüge . . . . .	J	—	—	1,90	32	1,60	38	1,37	44	1,15	52	1,00	60	0,86	70	0,78	76
Schnell-Personenzüge .	HP	2,40	25	2,22	27	1,81	33	1,50	40	1,25	48	1,05	57	0,90	67	0,86	70
Personenzüge . . . . .	P	3,00	20	2,50	24	2,00	30	1,71	35	1,37	44	1,15	52	1,03	58	1,00	60
Langsame Personenzüge	LP	3,33	18	2,90	21	2,30	26	1,90	32	1,50	40	1,37	44	1,20	50	1,10	55
Gemischte Güterzüge .	B	3,75	16	3,16	19	2,60	23	2,00	30	1,71	35	1,50	40	1,40	43	1,33	45
Schnelle „	HG	4,00	15	3,53	17	3,00	20	2,40	25	1,90	32	1,71	35	1,46	41	1,37	44
Güterzüge . . . . .	G	4,60	13	3,75	16	3,33	18	2,72	22	2,22	27	1,81	33	1,50	40	1,50	40
Langsame Güterzüge .	LG	5,00	12	4,00	15	3,53	17	3,00	20	2,40	25	2,00	30	1,71	35	1,54	39

Die Geschwindigkeit, mit welcher rechnermäßig eine Zuggattung auf wagerechter Bahn befördert werden kann, wird Grundgeschwindigkeit genannt und nimmt mit Zunahme der Belastung ab; für Expreszüge ist somit 90 km/St., für Güterzüge 40 km/St. Grundgeschwindigkeit vorgesehen. Für jeden Zug

ist in dem Dienstfahrplane die »größte zulässige Geschwindigkeit« angegeben; diese hat mit der Grundgeschwindigkeit nichts zu tun, wird aber, um das Einholen etwaiger Verspätungen zu ermöglichen, so hoch wie möglich angesetzt unter Berücksichtigung des Zustandes der Bahn, der größten Geschwindigkeit

keit der Lokomotive und der Anzahl der Bremsen, welche bedient sind, auch bei durchgehenden Bremsen.

Für die Bestimmung der Fahrzeiten auf einer Strecke

müssen die Neigungsverhältnisse der Bahn genau bekannt sein. Als Beispiel sind in Zusammenstellung III die Neigungsverhältnisse der Strecke Kopenhagen-Roskilde angegeben.

Zusammenstellung III.

Abstand km		Bahnhof	F	E <sub>II</sub>	E	D	C	B	A	A <sub>0</sub>
I	II		1:∞	1:600	1:300	1:200	1:150	1:120	1:100	1:80
			III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
—	2,4	Kjöbenhavn . . . . .	1,2	—	—	1,2	—	—	—	—
—	9,1	Frederiksberg . . . . .	5,1	—	3,5	0,5	—	—	—	—
11,5	6,2	Glostrup . . . . .	2,7	1,5	2,0	—	—	—	—	—
17,7	6,9	Taastrup . . . . .	2,0	0,8	0,4	3,7	—	—	—	—
24,6	7,0	Hedehusene . . . . .	1,4	0,2	5,4	—	—	—	—	—
31,6		Roskilde . . . . .								
31,6 km			12,4	2,5	11,3	5,4	—	—	—	—
—	7,0	Roskilde . . . . .	5,9	1,1	—	—	—	—	—	—
—	6,9	Hedehusene . . . . .	5,0	—	1,9	—	—	—	—	—
13,9	6,2	Taastrup . . . . .	3,9	2,3	—	—	—	—	—	—
20,1	9,1	Glostrup . . . . .	5,8	—	3,3	—	—	—	—	—
29,2	2,4	Frederiksberg . . . . .	2,4	—	—	—	—	—	—	—
31,6		Kjöbenhavn . . . . .								
31,6 km			23,0	3,4	5,2	—	—	—	—	—

Die Spalten II geben den Abstand der Stationen an, die Spalten I die ganze Streckenlänge vom Ausgangspunkte bis zur Schlussstation. In den Spalten III bis X sind die Längen aller Steigungsgruppen zwischen den betreffenden Stationen auf-

geführt. Durch Multiplikation dieser Längen mit den in Zusammenstellung II, Spalte 1 enthaltenen Zeiten sind die Fahrzeiten der Strecke zu ermitteln, wie es in Zusammenstellung IV für die Strecke Kopenhagen-Roskilde ausgeführt ist.

Zusammenstellung IV.

Bahnhof	E	K	HJ	J	HP	P	LP	B	HG	G	LG
	Min.										
Kjöbenhavn . . . . . D	1,8	2,0	2,1	2,3	3	3	3	4	4	5	5
Frederiksberg . . . . . D	6,4	7,1	7,6	8,2	9	11	12	14	14	16	17
Glostrup . . . . . E	4,5	4,8	5,2	5,6	6	7	8	9	10	10	12
Taastrup . . . . . D	5,2	6,0	6,5	6,9	7	8	9	11	12	13	14
Hedehusene . . . . . E	5,2	5,9	6,3	6,7	7	8	9	10	11	12	13
Roskilde . . . . .											
Anzahl Minuten . . . . .	23,1	25,8	27,7	29,7	32	37	41	48	51	56	61
Mittelgeschwindigkeit km/St . . . . .	82	73,5	68,5	63,8	59,2	51,3	46,2	39,5	37,1	33,8	31
Grundgeschwindigkeit km/St . . . . .	90	86	80	76	70	60	55	45	44	40	39

Diese Fahrzeiten sind sogenannte »reine Fahrzeiten«, für das Anfahren und Anhalten, sowie auch für vorgeschriebene Geschwindigkeitsverminderungen beim Befahren der Stationsgebiete ist noch die hierfür erforderliche Zeit zuzugeben. Untersuchungen, welche mit Zügen aller Gattungen auf verschiedenen Strecken vorgenommen sind, haben ergeben, daß im allgemeinen 1,5 Min. für das Anfahren, und 0,5 Min. für das Anhalten nötig sind. Ausnahmen hiervon machen die Kopfstationen, wo die Züge mit besonderer Vorsicht einlaufen

sollen; hier werden für jedes Anhalten 2 Minuten berechnet.

Die Zeit, welche für eine Geschwindigkeitsverminderung in den Stationsgebieten erforderlich ist, hängt von der Durchfahrsgeschwindigkeit, der Grundgeschwindigkeit und der Stationslänge ab. Nach vorgenommenen Probefahrten und Berechnungen ist die Zeit unter Berücksichtigung der Verhältnisse, die in Erwägung kommen, durch Zusammenstellung V festgesetzt.

Zusammenstellung V.

Zuggattung	E	K	HJ	J	HP	P	LP	B—HG	G—LG
Grundgeschwindigkeit km/St	90	86	80	76	70	60	55	45—44	40—39
	Min.	Min.							
Verminderte Fahrgeschwindigkeit									
30 km/St . . . . .	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,3	1,2	1,0
45 „ . . . . .	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,7	0,6	—	—
60 „ . . . . .	1,0	0,8	0,6	0,5	0,3	—	—	—	—
75 „ . . . . .	0,5	0,3	0,2	—	—	—	—	—	—

Für jede Zuggattung sind die von einer Personenzug- und eine Güterzug-Lokomotive zu erreichenden Geschwindigkeiten also als maßgebend für die Fahrzeiten angenommen. Für andere Lokomotiven sind die Geschwindigkeiten somit gegeben, und die zugehörigen Belastungen müssen gefunden werden.

Zu diesem Zwecke zeichnet man für die betreffende Lokomotive nach der oben angegebenen Berechnung die Belastungslinien auf (Textabb. 5), und bestimmt für jede Zuggattung die Schnittpunkte der Geschwindigkeitscote mit den Belastungslinien; die gestrichelten Linien geben dann die zulässige Belastung der Zuggattung an; man legt nun eine Mittellinie durch diese, welche die im Betriebe zu verwendenden Belastungen für verschiedene Zuggattungen angeben, diese sind in Textabb. 5 aufgezogen.

In ähnlicher Weise werden Schaulinien für alle Lokomotivgattungen aufgestellt, man ist dann imstande, die übrigen, nicht gewöhnlichen Lokomotiven nach der Leistung in besondere Zugkraftklassen zu verteilen. Als Beispiel ist in Zu-

sammenstellung VI die Belastungstafel für unsere Zugkraftklassen 1 und 2 aufgeführt; sie sind, wie alle Belastungstafeln, im Dienstfahrplane angegeben.

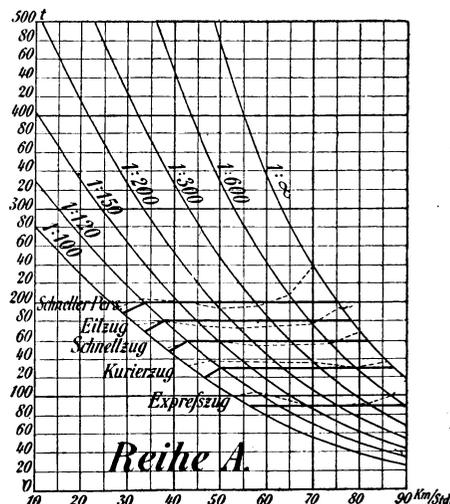


Abb. 5.

Zusammenstellung VI.  
Zugbelastungen der Lokomotiven.

Reihe und Nr. der Lokomotiven	Zuggattung	Zugbezeichnung	Anzahl der Wagenladungen					
			A	B	C	D	E	F
<b>Klasse 1:</b> K Nr. 501 bis 600 Ks „ 271 „ 279 C „ 701 „ 705	Expresszüge . . . . .	E	13	13	13	13	13	13
	Kurierzüge . . . . .	K	18	18	18	18	18	18
	Schnellzüge . . . . .	HJ	21	21	21	21	21	21
	Eilzüge . . . . .	J	24	24	24	24	24	24
	Schnell-Personenzüge . . . . .	HP	27	27	27	27	27	27
	Personenzüge . . . . .	P	30	30	30	30	30	30
	Langsame Personenzüge . . . . .	LP	33	33	33	33	33	33
	Gemischte Güterzüge . . . . .	B	35	36	37	38	38	38
	Schnelle „ . . . . .	HG	36	39	42	42	42	42
	Güterzüge . . . . .	G	36	41	45	45	45	45
Langsame Güterzüge . . . . .	LG	37	42	48	48	48	48	
<b>Klasse 2:</b> A Nr. 129 bis 159 Cs „ 239 „ 249 Ds „ 208 „ 213 Es „ 231 „ 237 Fs „ 250 „ 263	Expresszüge . . . . .	E	9	9	9	9	9	9
	Kurierzüge . . . . .	K	13	14	14	14	14	14
	Schnellzüge . . . . .	HJ	15	16	16	16	16	16
	Eilzüge . . . . .	J	17	18	18	18	18	18
	Schnell-Personenzüge . . . . .	HP	19	20	20	20	20	20
	Personenzüge . . . . .	P	21	22	23	23	23	23
	Langsame Personenzüge . . . . .	LP	23	24	25	25	25	25
	Gemischte Güterzüge . . . . .	B	24	25	26	28	31	31
	Schnelle „ . . . . .	HG	25	27	29	31	36	36
	Güterzüge . . . . .	G	25	28	31	35	39	40
Langsame Güterzüge . . . . .	LG	26	29	33	37	42	42	

Zum Gebrauch für die Betriebsbeamten bei Einlegen neuer Züge sind die in oben beschriebener Weise ermittelten Fahrzeiten in einem besondern Buche vereinigt, von dem Zusammenstellung IV ein Beispiel gibt. Das für die Zugbe-

lastungen der einzelnen Stationsabstände maßgebende Neigungsverhältnis ist durch die Buchstaben rechts neben den Stationennamen angegeben.

Um das Gewicht eines Zuges in Wagenladungen zu er-



sprechen, daß die Kosten durch Nachnahme erhoben werden sollen.

Der Gebührenbetrag kann aus der vom Amt unentgeltlich abzugebenden »Gebührenordnung« ersehen werden; er wird auch auf vorherige Anfrage gern mitgeteilt.

Wenn häufigere Inanspruchnahme des Amtes beabsichtigt wird, empfiehlt es sich, einen für mehrere Anträge ausreichenden

Vorschufs bei der Kasse des Amtes niederzuliegen und nach den Abrechnungen über die Einzelanträge diesen rechtzeitig zu ergänzen.

Groß-Lichterfelde West, im Februar 1905.

Königliches Materialprüfungsamt.

A. Martens.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

#### Bauausführung des Harlem-Tunnels bei New-York\*).

(Génie Civil, Februar 1904, S. 256. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel XXXV.

Bei dem Baue des östlichen Teiles des Tunnels unter dem Harlem-Flusse in New-York hat man ein neues Verfahren angewendet, das sich wesentlich von dem Gründungsverfahren des jetzt vollendeten Westteiles unterscheidet.

Der westliche Teil wurde in der Weise hergestellt, daß man durch Bagger in dem Flusse eine Rinne herstellte, in deren Sohle man zwei Spundwände in dem der zukünftigen Tunnelbreite entsprechenden Abstände schlug. Diese beiden Spundwände wurden durch eine dritte Wand überdeckt und die so entstandene Kammer gut abgedichtet. Hierauf wurde das Wasser aus der Kammer gepumpt, diese unter Prefsluft gesetzt, und der Tunnel gebaut.

Nach seiner Fertigstellung wurde die obere Holzdecke der Kammer entfernt.

Bei der Bauausführung der Osthälfte werden zunächst auch die beiden seitlichen Spundwände in die 14,60 m breite

\*) Hudson-Fluss-Tunnel, Organ 1905, S. 79.

Baggerrinne geschlagen. Die Wände brauchen aber nicht so hoch zu sein, wie bei der oben erwähnten Bauart, da statt der Holzdecke hier das Tunnelgewölbe die Decke der Arbeitskammer bildete. (Abb. 6, Taf. XXXV.) Die Tunnelwölbung wird in bestimmten Abschnitten von 28 bis 30 m Länge auf einem Floße auf dem Flusse hergestellt. Jeder Abschnitt wird an seinen beiden Enden durch hölzerne Querwände zunächst abgeschlossen und dann an der in Frage kommenden Stelle im Flusse durch Einlassen von Wasser langsam versenkt, bis die Grundflächen des Gewölbes auf den seitlichen Spundwänden genau aufliegen. Die Verbindung und Abdichtung der einzelnen aneinanderstossenden Abschnitte im Flusse wird durch Taucher bewirkt.

Nach Dichtung der Abschnitte werden die hölzernen Querwände an den Enden der Abschnitte entfernt. Die so entstandene Arbeitskammer wird dann leer gepumpt und die Tunnelsohle hergestellt (Abb. 7, Taf. XXXV).

Dieses neue Herstellungsverfahren ist wegen der geringern Höhe der Spundwände, also geringern Holzverbrauches sparsamer.

R-1.

### Bahn-Oberbau.

#### Schreiende Schienen.

(Engineer 1904, Dezember, S. 538; Railroad Gazette 1905, Januar, XXXVIII, S. 66. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel XXVI.

Auf vielen indischen Eisenbahnen werden Stahlschienen von einem auch in Europa beobachteten Schaden angegriffen, nämlich daß die Schienenoberfläche unter der Wirkung des Verkehrs derart abgenutzt wird, daß sie in eine Reihe von dem Auge und dem Gefühle wahrnehmbaren Erhöhungen und Vertiefungen verwandelt wird, welche ein betäubendes Geräusch hervorrufen, wenn der Zug über sie hinweggeht. Der Mangel ist nicht auf eine besondere Form oder einen bestimmten Jahrgang von Schienen beschränkt.

Abb. 5, Taf. XXVI zeigt eine Probe von Zeichen auf der Oberfläche der schreienden Schienen. Die weisen unregelmäßig geformten Flecke stellen die Erhöhungen auf der Oberfläche der Schiene dar. Sie erscheinen dem Auge glänzend poliert, während das übrige matt ist; die Räder laufen auf diesen Erhöhungen und berühren die übrige Oberfläche nicht. Eine Prüfung mit der Hand zeigt, daß die glänzenden Flecke wirklich erhöhte Teile der Oberfläche sind. In einigen Fällen reichen sie über die ganze Breite des Schienenkopfes, in der Mehrzahl

der Fälle sind sie auf Teile der Breite beschränkt. Die Höhe dieser Erhöhungen ist durchschnittlich etwa 0,1 mm.

Diese Schienen kommen in Indien nur auf Strecken vor, deren Bettung aus Ziegelsteinbrocken besteht. Auch sind die Vorsprünge auf Holzschwellen stärker, als auf stählernen oder eisernen. Es ist ferner festgestellt worden, daß schreiende Schienen sich ganz glatt abnutzen, wenn sie aus einer mit Bettung aus Ziegelsteinbrocken versehenen Strecke genommen und auf einer mit Erdbettung versehenen Strecke verlegt werden, oder sogar, wenn sie im Gleise gelassen werden und der ganze obere Teil der aus Ziegelsteinbrocken bestehenden Bettung fortgeschafft und durch bis Schienenoberkante eingefüllte Erde ersetzt wird, ohne die Ziegelsteinbrocken unter den Schwellen zu berühren.

Dennoch ist es aussichtslos, die Ursache des Mangels in der Beschaffenheit der Bettung zu suchen, denn auch Strecken mit Backsteinbettung sind frei davon; sie liegt wahrscheinlich in irgend einer Bedingung oder Eigenschaft im Stahle der Schienen.

Der Stahl der Erhöhungen der Schienenoberfläche kann nicht mit einem Federmesser oder einer Feile geritzt werden, wie das dazwischen liegende Metall. Hieraus ist geschlossen worden, daß die Schiene in der Querrichtung abwechselnd mit hartem und weichem Metalle überzogen sei.

Um dies zu bestimmen, sind einige schreiende Schienen dadurch auf Härte geprüft worden, daß sie der Einwirkung eines stählernen Locheisens von bestimmter Keilform unter einem aus bestimmter Höhe fallenden Bären ausgesetzt wurden und die Tiefe der hervorgebrachten Einkerbung gemessen wurde. Auf diese Weise wurde festgestellt, daß zwischen dem Stahle der Erhöhungen und demjenigen der Vertiefungen kein Härteunterschied bestand; die Prüfung mit Federmesser und Feile hat getäuscht und nur einen Härteunterschied in der äußersten Haut angezeigt, welcher durch die nur auf die Erhöhungen drückenden Räder der Fahrzeuge verursacht wurde.

Es wurde jedoch eine wichtige Entdeckung gemacht, als nicht schreiende Schienen geprüft und die Ergebnisse mit denen von schreienden verglichen wurden. Die schreienden Schienen waren in jedem Falle aufsergewöhnlich hart, einige vier- oder fünfmal so hart wie die Nichtschreier. Dies war besonders bemerkenswert beim Vergleiche einer schreienden und einer nicht schreienden Schiene aus demselben Teile des Gleises, von gleicher Form und aus demselben Jahrgange. Die Ergebnisse waren in Produkte aus Bärgegewicht und Eindringtiefe:

Schreiende Schiene.	kgmm
Durchschnitt von zwölf Proben am Kopfe . . .	1483
« « sechs « « Stege . . .	830
Glatte Schiene.	
Durchschnitt von zwölf Proben am Kopfe . . .	1142
« « sechs « « Stege . . .	460

Eine andere schreiende Schiene, welche der Länge nach in der Mitte rechtwinkelig durchschnitten und auf der Schnittfläche geprüft wurde, zeigte aufserordentlich hohe Durchschnittshärte wechselnd von 1142 kgmm unten am Stege bis 3854 kgmm am Kopfe.

Nie wurde ein Fall von Schreien bei Eisenschienen gefunden, also hängt die eigentümliche Reihe von erhabenen Flecken ab von übermäßiger Härte des Stahles, verbunden mit der Wirkung des Überganges der rollenden Körper. Wahrscheinlich wird die harte Schiene in stärkere und schnellere Schwingungen versetzt als die weiche, wobei die Wirkung durch ein nachklingendes Gleis erhöht wird, und die Reihe symmetrisch angeordneter und ähnlich geformter Erhöhungen auf der

Oberfläche ist irgendwie eine Wirkung dieser Schwingung. Rührt der Übelstand wirklich von der Härte her, so ist die Frage, wie Schienen von dieser aufsergewöhnlichen Härte hergestellt werden.

Die chemische Zusammensetzung der schreienden Schienen ist keine besondere. Zwei schreiende und eine gewöhnliche Schiene von der Eastern Bengal State-Bahn enthielten:

	Schreiende Schiene.	Schreiende Schiene.	Gewöhnliche Schiene.
Kohlenstoff . . . .	0,691	0,472	0,459
Kieselsäure . . . .	0,148	0,052	0,569
Schwefel . . . .	0,067	0,124	0,076
Phosphor . . . .	0,078	0,100	0,058
Mangan . . . .	2,090	1,050	0,950

Auffallend ist bei der einen schreienden Schiene höchstens der Mangangehalt.

In England werden schreiende Schienen gleich aus dem Gleise genommen. Man glaubt, daß sie aus einem besondern Erze, dem »East Coast-Roteisenerz« hergestellt werden, welches übermäßige Härte wegen eines geringen Überschusses an Schwefel und Phosphor liefert. Das bestätigt die obigen Schlüsse und wird unterstützt durch den nach den obigen Angaben gefundenen Überschuss an Phosphor in den schreienden Schienen.

Die Erzeugung von schreienden Schienen scheint also nur von übermäßiger Härte des Stahles herzurühren. Dies gibt unter der Wirkung des Verkehrs eine starke und ungewöhnliche Schwingung in der Schiene, welche erhöht wird, wenn das Gleis nachklingende Eigenschaften hat. Die Natur dieser Schwingung ist, daß eine Reihe »Knoten« oder »Knoten-Flächen« längs der Oberfläche der Schienen entstehen, die allein von den Rädern getroffen werden, das übrige rostet weg. Dadurch werden diese »Knoten« wirklich eine Reihe von harten Erhöhungen, die mindere Abnutzung erfahren.

Dies mag nicht die volle Erklärung sein, aber nach vielen Versuchen ist sicher, daß schreiende Schienen sehr viel härter sind, als gewöhnliche.

Diese Erkenntnis schränkt die Frage ein, da nur übrig bleibt festzustellen, was die Härte verursacht. Wahrscheinlich liegt der Grund in der chemischen Zusammensetzung. B—s.

## B a h n h o f s - E i n r i c h t u n g e n .

### Lokomotiv-Versuchstand der Pennsylvania-Bahn auf der Ausstellung in St. Louis. \*)

(Railroad Gazette 1904, S. 356. Mit Zeichnungen.)

Die Räder der zu prüfenden Lokomotiven ruhen auf Rollen, auf deren Achsen Reibungsbremsen angebracht sind. Die Drehung der Triebräder bewirkt also Mitdrehen der Tragrollen, was mittels der Bremsen beliebig erschwert werden kann. Arbeitet die Lokomotive, so hat sie also den Reibungswiderstand der Tragrollen und der Bremsen zu überwinden. Die dabei an der Tenderkuppelung ausgeübte Zugkraft wird durch einen Zugkraftmesser bestimmt.

Die Tragrollen liegen mit ihrer Oberkante in Höhe der

\*) Organ 1904, S. 94.

Schienen und des Gebäudeflures. In ihrer Grube sind auf Betonklötzen, welche die von den Lokomotivtriebrädern herührenden Stöße aufnehmen müssen, zwei längslaufende, gußeiserne Fußplatten befestigt. Diese haben T-förmige Längsnuten, so daß die Lagerböcke der Tragrollen mittels entsprechender Bolzen darauf befestigt und in der Längsrichtung entsprechend dem Abstände der Lokomotivtriebräder verschoben werden können.

Drei Paar Tragrollen von 1825 mm Durchmesser sind für Personenzuglokomotiven, fünf Paar von 1270 mm für Güterzuglokomotiven vorhanden. Sie sind wie gewöhnliche Lokomotivräder gebaut, jedoch ist der Radreifen ungefähr wie ein Schienenkopf gestaltet und zwar so, daß das beim Laufen der

Lokomotive herabtropfende Öl von den Laufflächen ferngehalten wird. Entsprechend dem verschiedenen Durchmesser der Tragrollen sind hohe und niedrige Lagerböcke vorhanden. Die von diesen getragenen Lagerschalen stellen sich selbsttätig so ein, daß die Schenkel auf ihrer ganzen Länge aufliegen. Die unteren Lagerschalen bestehen aus Bronze, die oberen, die keine Belastung aufzunehmen haben, aus Gußeisen. Die Lager sind mit Kettenschmierung und Wasserkühlung versehen.

Die Achsen der Tragrollen tragen an ihren Enden Reibungsbremsen von G. J. Alden, die zuerst am Worcester Polytechnic Institute benutzt sind. Diese Bremse hat in ihrer einfachsten Form folgende Teile:

1. eine glatte, kreisförmige, gußeiserne Scheibe mit nach dem Mittelpunkte laufenden Ölnuten, festgekeilt auf der Welle, welche die zu verrichtende Arbeit überträgt;
2. ein nicht drehbares Gehäuse, das auf den Naben der Drehscheibe gelagert ist;
3. zwei dünne Kupferscheiben, von denen sich jede mit einer Seite gegen die Drehscheibe, mit der andern in eine Kammer des Gehäuses legt;
4. Röhren und Rohrverbindungen, durch welche Prefswasser in die Kammern des Gehäuses hinter die Kupferplatten geleitet wird;
5. Röhren und Rohrverbindungen, durch welche Öl zwischen die Drehscheibe und die Kupferplatten geleitet wird.

Um die großen Leistungen der Lokomotiven in Reibungsarbeit verwandeln zu können, ist jede Bremse mit zwei Drehscheiben, Kupferplatten und Wasserkammern versehen. Die Gehäuse der Bremsen sind gegen Mitdrehen durch Stangen gesichert, die an Tragstützen befestigt sind, welche an den Seiten der Fußplatten durch Bolzen in T-förmigen Nuten gehalten werden.

Acht solcher Bremsen sind vorhanden, die nach Belieben auf die Achsen der großen oder der kleinen Tragrollen aufgesetzt werden. Die Bohrungen der Bremscheiben sind kegelförmig; mit Hilfe von Schraubenmuttern auf jeder Seite können die Bremscheiben leicht auf die Achsen aufgeschoben und entfernt werden, wobei Keile zwischen Achse und Nabe das Drehen verhindern.

Der Wasserdruck wird durch Ventile geregelt, die Einlaß und Auslaß unabhängig von einander verändern. Das Wasser erzeugt durch seinen Druck die erforderliche Reibung und dient gleichzeitig zur Abführung der erzeugten Wärme. Die Prefswasserleitungen aller Bremsen sind nach einem Punkte zusammengeführt, wo alle Ventile aufgestellt sind, so daß Druck und Geschwindigkeit des Wassers schnell nach Bedarf eingestellt werden können. Um eine möglichst gleichbleibende Geschwindigkeit der Lokomotive zu erhalten, ist um das Hauptventil, das die Wasserzufuhr für alle Bremsen regelt, eine Abzweigung herumgelegt und in diese ein Ventil eingebaut, das selbsttätig durch einen Regler verstellt wird. Dieser Regler wird von den Achsen der Tragrollen aus angetrieben. Wächst die Drehungszahl, so öffnet sich das Ventil, worauf der Bremsdruck steigt, und umgekehrt.

Die Grube, die alle Teile enthält, ist so groß, daß auch die nicht in Gebrauch befindlichen Räder, Achsen, Bremsen,

Lagerböcke nebst Zubehör darin bleiben können. Der mittlere Teil der Grube bleibt immer offen, ist aber hinreichend mit Fußstritten versehen, im übrigen besteht die Eindeckung aus einzelnen Teilen, die leicht entfernt werden können.

Ein elektrisch betriebener 9 t-Kran von 13,1 m Spannweite dient zur Handhabung der Rollen, Bremsen, Achsen, Lagerböcke, ferner zum Heranholen der Kohlen. Seine Laufbahn ist um soviel länger, als die längste Lokomotive, daß er noch von einem dahinterstehenden Eisenbahnwagen Gegenstände entnehmen kann.

Das bei den Versuchen verbrauchte Wasser wird in zwei Behältern gewogen, die abwechselnd gefüllt werden. Von diesen fließt es einem dritten Behälter zu, aus dem es die Dampfstrahlpumpen ansaugen. Die so erhaltenen Gewichte werden mit den Angaben einer Wasseruhr verglichen, durch die alles Wasser fließt.

Der Zugkraftmesser ist so gebaut, daß eine Lokomotive, welche die größte Zugkraft ausübt, sich nicht mehr als 1 mm auf den Rollen nach vorwärts bewegen kann, wobei die Formänderung mit berücksichtigt ist. Die Kuppelungstange zwischen ihm und der Lokomotive hat ein Kugelgelenk, das Bewegungen der Lokomotive nach der Seite, sowie in senkrechter Richtung auf ihren Federn erlaubt. Um heftige Schwingungen des Schreibstiftes zu verhindern, ist eine Ölbremse angeordnet. Die Hauptwiderstände des Zugkraftmessers sind flache Federn, die durch die Bewegung von Hebeln Durchbiegungen erleiden. Von diesen Federn sind drei Sätze vorhanden, so daß einem Ausschlage des Schreibstiftes von 203 mm ein Zug an der Kuppelungstange von 36 240 kg, 18 120 kg oder 7 248 kg entspricht. Die ausgeübte Zugkraft wird fortlaufend während der ganzen Dauer des Versuches durch einen Schreibstift aufgezeichnet.

Die Kuppelungstange des Zugkraftmessers kann mittels eines Handrades in der Höhe um 305 mm verstellt werden, entsprechend der verschiedenen Höhe der Lokomotivzugkasten.

Der Rauch der Lokomotive wird durch einen beweglichen Rauchfang abgeführt, dessen unteres Ende Auszüge besitzt, so daß es nach Bedarf niedrig oder hoch eingestellt wird. Der Schornstein ist mit einem Funkenfänger versehen, so daß Funken und Flugasche bei den Versuchen gewogen werden können.

Wichtig sind auch die Vorrichtungen, mit Hilfe deren die Lokomotive auf die Tragrollen gebracht wird. Nachdem diese den Triebachsen entsprechend eingestellt sind, werden I-Eisen, die auf den Achsen der Tragrollen liegen und so lang sind, wie die Grube, seitlich an den Tragrollen befestigt. Diese Träger müssen an den Enden der Grube und dazwischen nach Bedarf unterstützt werden. Mit dem obern Flansche jedes Trägers ist eine Rillenschiene vernietet. Die Lokomotive läuft mit den Flanschen ihrer Triebräder in den Rillen auf ihren Platz, wobei die Laufflächen der Triebräder frei über die Tragrollen zu stehen kommen. Steht die Lokomotive richtig, so werden die I-Träger von den Tragrollen losgemacht und soweit verschoben, daß sie nicht stören. Für Triebräder ohne Flanschen werden die Rillen durch passende Stücke aus gewalztem Stahle ausgefüllt.

P—g.

### Die neue Lokomotiv- und Wagenwerkstätte in Collinwood, Ohio der Lake Shore und Michigan Südbahn.

(American Engineer and Railroad Journal 1902, S. 299, 335, 366 und 1903 S. 22, 41, 102. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 auf Tafel XXXIV, Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXXV und Abb. 1 und 2 auf Tafel XXXVI.

Die Lake Shore and Michigan Südbahn hat in Collinwood eine neue Werkstätte errichtet, die zur Unterhaltung von Lokomotiven, Personen- und Güterwagen und zur Anfertigung aller hierbei in Menge gebrauchten Teile dienen soll. Lokomotiven werden jährlich 350, Personenwagen 500 ausgebessert. Die Lokomotivabteilung ist reichlich groß bemessen und kann bei gesteigertem Betriebe in einem Jahre bis 450 Lokomotiven wieder herstellen. Die Ausbesserungsarbeiten für Personenwagen sollen planmäßig in neun Monaten des Jahres bewältigt werden, damit in den verkehrsreichsten drei Sommermonaten alle Wagen in Dienst gestellt werden können. Erforderlichen Falles können diese Arbeiten in etwas kürzerer Zeit ausgeführt und im ganzen dann 550 Wagen in neun Monaten unterhalten werden. In den drei Sommermonaten und zu Zeiten mangelnder Beschäftigung sollen Gepäck- und Postwagen für den eigenen Bedarf gebaut und Vorratstücke angefertigt werden.

Die Anordnung der Werkstätte zeigt Abb. 1, Taf. XXXIV. Die Gebäude sind größtenteils dem Arbeitsgange entsprechend angelegt, so daß das Heranschaffen der Rohstoffe und Abbringen der bearbeiteten Teile möglichst leicht ist; sie stehen untereinander durch ein weitverzweigtes Netz von Rollbahngleisen in Verbindung. Auf die Möglichkeit leichter Erweiterung aller wichtigeren Werkstättenanlagen ist Bedacht genommen. In den Mittelpunkt der Werkstätten wurde zur Erzielung kurzer Leitungen für die Kraftverteilung das Kraftwerk gelegt. An dieses reiht sich in westlicher Richtung das von einer großen Ladebühne umgebene Hauptlager an. Von den formgebenden Werkstätten sind Gelbgießerei, Bolzenwerkstätte, Feder- und Hauptschmiede und die für Wagenausbesserungsarbeiten bestimmte Dreherei in einem Gebäude von L-förmigem Grundrisse vereinigt. Ihm schließen sich auf der Ostseite eine Reihe größerer und kleinerer Lagerplätze für Eisen, Kohlen, Koks, Altbestände, ferner Vorratsräume der Gelbgießerei und Aufstellgleise für Achssätze, auf der Westseite das stattliche Gebäude der Lokomotivwerkstätte an, in welchem Zusammenbau, Kesselschmiede, Tendersausbesserung und Lokomotivdreherei gemeinsam untergebracht sind. Der ganze Südteil des Werkhofes ist den zur Wagenabteilung gehörenden Werkstätten vorbehalten. Am östlichen Ende sind hier Holztrochanlage, Holzschuppen und Sägerei errichtet. In westlicher Richtung folgen die in einem Gebäude vereinigten Werkstätten der Stellmacherei und Güterwagen-Ausbesserung, und weiterhin die Werkstätten für Personenwagen-Ausbesserung, Lackier- und Malerarbeiten, zwischen denen zwei versenkte, elektrisch betriebene Schiebebühnen von 22,86 m Länge liegen. Im äußersten Westen des Baugeländes nahe den Hauptbahngleisen und dem Werkeingange liegt das Verwaltungsgebäude, das außer der kaufmännischen und technischen Verwaltung eine chemische Prüfanstalt enthält. Wegen besonderer örtlicher Verhältnisse hat die Werkstätte auch eine

Abwässerkläranlage erhalten, die am Nordrande des Werkhofes nahe der Lokomotivwerkstätte liegt. Die Reinigung der Abwässer findet nach dem biologischen Verfahren statt.

Vom Kraftwerke werden alle Teile der Anlage mit Kraft und Licht versorgt. Zur Kraftverteilung wird Elektrizität, Dampf und Prefsluft verwendet, von denen die letzteren zum Betriebe von Dampfhämmern, Heizungen und Prefsluftwerkzeugen dienen, während der übrige Bedarf an Betriebskraft von der elektrischen Anlage gedeckt wird. Die vom Kraftwerke eingenommene Grundfläche ist 25,9 m breit und 39,6 m lang. (Abb. 1, Taf. XXXIV.) Sie verteilt sich zu gleichen Teilen auf den Maschinenraum und die Kesselanlage. Für die Dampferzeugung sind sechs Wasserrohrkessel von je 561 qm Heizfläche und für 10 at Spannung in Gruppen zu zwei aufgestellt. Jede Gruppe hat einen besondern, im Kesselhause hochgeführten eisernen Schornstein von 1524 mm Durchmesser und 45,7 m Höhe. Die Kesselanlage ist mit selbsttätiger Aschen- und Kohlen-Fördereinrichtung und selbsttätiger Rostbeschickung versehen.

Die Kohlen werden ohne menschliche Arbeit von der an der Südostecke des Kesselhauses liegenden Entladestelle in die Beschickungs-Vorrichtungen der Kessel gebracht. Aus dem unter dem Zufuhrgleise liegenden Schüttrumpfe fallen sie zunächst auf eine kurze Förderbahn, welche sie dem im Kesselhauskeller aufgestellten Kohlenbrecher zuführt. Von hier aus gehen sie auf das Becherwerk der Hauptförderbahn über, um in den über dem Hauptbedienungswege des Kesselhauses liegenden Kohlenvorratsraum gehoben zu werden, aus welchem sie durch eine Anzahl Speiseröhre in die Beschickungstrichter der Feuerungen gelangen. Die Hauptförderanlage dient ebenfalls zum Fortschaffen der Verbrennungsrückstände. Die Asche wird von Hand aus den in Kellerhöhe liegenden Aschengruben in die hier entlang führende Becherkette geschüttet und nach dem im Südostteile des Kesselhauses neben dem Kohlenvorratsraume angelegten Aschenbehälter gebracht, aus welchem sie über eine Rutsche weiter verladen wird. Der Kohlenbrecher und die kurze Förderbahn werden gemeinsam von einer elektrischen Triebmaschine von 20 P.S., die Becherkette der Hauptförderanlage von einer solchen von 7,5 P.S. angetrieben.

Fünf Kessel haben eine selbsttätige Beschickungsvorrichtung, aus einer breiten, unten zurückkehrenden geschlossenen Rostkette bestehend, welche um zwei von einer Dampfmaschine angetriebene Trommeln läuft. Der obere Teil des Rostes wird von vorn nach hinten bewegt und am vordern Kesselende durch einen Schüttrichter aus dem darüber liegenden Kohlenvorratsraume beschickt. Der Vorschub wird so geregelt, daß die Kohlen auf dem Wege zur hintern Trommel vollständig verbrennen und nur unverbrennliche Rückstände in die Aschengrube fallen. Kette und Trommeln ruhen in einem auf Schienen fahrbaren Gestelle, wodurch sie für Besichtigungen und Ausbesserungen leicht zugänglich bleiben. Ein Kessel hat einen festen Rost, damit auch Holzabfälle aus der Sägerei und Stellmacherei verbrannt werden können, welche dem Kesselhause durch eine Späneabsaugung zugeführt werden.

Der Abdampf aus dem Maschinenhause und den Werk-

stätten wird, soweit er nicht zur Heizung dient, in einem Speisewasser-Vorwärmer niedergeschlagen und nach Abscheidung des Öles von neuem zur Kesselspeisung verwendet, für welche zwei doppelt wirkende Dampfpumpen mit selbsttätiger Anstellvorrichtung vorgesehen sind.

Zur Maschinenausrüstung des Kraftwerkes gehören ein Verbund-Dampf-Stromerzeuger von 650 P.S., ein einzylindriger Dampf-Stromerzeuger von 150 P.S. und ein Luftpresser. Ein weiterer Luftpresser und ein zweiter Dampf-Stromerzeuger von 650 P.S. sollen später hinzugefügt werden. Der Luftpresser wird von einer unmittelbar gekuppelten Verbunddampfmaschine getrieben und saugt bei 100 Umdrehungen in der Minute 42 cbm Luft an. Der Druck in der Verteilungsleitung beträgt 7 at. Der Dampf-Stromerzeuger von 150 P.S. liefert Strom zur Nachtbeleuchtung, zum Ausgleich zeitweiser Überlastungen der allgemeinen Beleuchtungsanlage und in allen Fällen, in welchen der Betrieb des größern Stromerzeugers unwirtschaftlich erscheint. Stromerzeuger und Antrieb sind unmittelbar miteinander gekuppelt. Der Dampf-Stromerzeuger von 650 P.S. hat den Hauptstrombedarf zu decken. Er macht 136 Umläufe in der Minute und ändert die Zahl seiner Umdrehungen um  $\pm 2$  v. H. Die Dampfmaschine ist für Leistungen zwischen 520 und 750 P.S. gebaut und kann im Höchsfalle 860 P.S. entwickeln. Die beiden Stromerzeuger sind Doppelschlufmaschinen mit verstärkter Hauptstromwicklung; der kleinere von ihnen leistet 75 K.W., der größere, mit 12 Polen, 400 K.W.

Die Klemmenspannung schwankt zwischen 240 V. bei gewöhnlicher Belastung und 250 V. bei Vollbelastung. Der Strom wird durch eine Zweileiteranlage verteilt. Daneben ist zum Betriebe der mit Einzelantrieben versehenen Werkzeugmaschinen eine Vierleiteranlage ausgeführt, welche Strom von sechsfach verschiedener Spannung liefert (Abb. 5, Taf. XXXV). Die verschiedenen Spannungstufen dienen zur Änderung der Umlaufzahl der Antriebe und ersetzen die hierfür gebräuchlicheren Regelwiderstände, welche im vorliegenden Falle zur Vermeidung von Stromverlusten keine Anwendung fanden. Das Vierleiternetz liegt an den Klemmen dreier in Reihe geschalteter Stromerzeuger mit gemeinschaftlicher Ankerwelle, welche bei je 30 K.W. Leistung an ihren Klemmen eine Spannung von 40, 120 oder 80 V. erzeugen. Zwischen je zweien der vier Leiter stehen also je nach der gewählten Verbindung Spannungsunterschiede von 40, 80, 120, 160, 200 und 240 V. zur Verfügung.

Die vom Kraftwerke nach den Werkstätten führenden Rohrstränge und elektrischen Leitungen wurden gemeinschaftlich in unterirdischen, begehbaren Kanälen verlegt, welche in Beton mit eisenverstärkter Decke ausgeführt sind und zum Fernhalten der Bodenfeuchtigkeit auf ihrer Außenfläche eine Asphaltumkleidung erhielten.

Die Hauptschmiede arbeitet bei ihrer günstigen Lage zur Lokomotiv- und Wagen-Werkstätte für beide Abteilungen. Das in der Mitte des Gebäudes verlegte Gleis steht durch Anschlußgleise mit den übrigen Werkstätten und den Lagerplätzen in bequemer Verbindung. Der nördliche Teil wird von der Federschmiede, der südliche von Schweißöfen, Scheren,

Loch- und Schmiedemaschinen eingenommen (Abb. 4, Taf. XXXV). Im Mittelteile sind eine Anzahl Dampfhämmer, Hämmer mit Riemenantrieb und 34 freistehende Feuer in Gruppen zu je vier aufgestellt. Die Rauchgase von den Feuern werden in einen unter dem Flure der Schmiede liegenden Sammelkanal geleitet, aus dem sie durch ein Gebläse abgesaugt werden. Mehrere Öfen in der Hauptschmiede, Bolzenwerkstätte und Federschmiede sind mit Ölfeuerung der Bauart Ferguson versehen.

Unter den Werkstätten verdient die Lokomotivabteilung besondere Beachtung. Das Gebäude bedeckt eine Grundfläche von  $160,2^m \times 74,67^m$  (Abb. 1, Taf. XXXVI) und besteht aus drei langgestreckten Hallen, welche für Kesselschmiede und Tendarausbesserung, Dreherei und Zusammenbau bestimmt sind. Abb. 2, Taf. XXXVI zeigt den Gebäudequerschnitt mit Dachanordnung. Die Seitenwände sind in schwerem Eisenfachwerke gebaut und mit ungewöhnlich großen Fensterflächen versehen, welche  $1,2^m$  über Flur beginnend mit einer kurzen Unterbrechung in Höhe der Deckenkräne bis unter das Dach hinaufreichen und die ganze Feldbreite zwischen den Bindern einnehmen. Auch in den die Mittelhalle begrenzenden Zwischenwänden sind durchlaufende Seitenlichter angeordnet. Die Säulen haben kastenförmige Gestalt, sind mit Beton verfüllt und stützen außer dem Dache die Träger für die Laufkränge. Die Dächer der beiden äußeren Hallen sind mit Holz und Dachpappe, das der Mittelhalle mit Glas gedeckt. Zum Schutze gegen Einfrieren wurden die Abfallrohre der Wasserrinnen im Innern des Gebäudes herabgeführt.

Der Fußboden besteht aus doppeltem auf Holzschwellen verlegtem Dielenbelage. Die Holzschwellen sind auf Kiesbettung verlegt und durch eine 10 cm starke Schicht aus feinem mit Asphalt vergossenem Steinschlage gegen Bodenfeuchtigkeit geschützt.

Der Lokomotiv-Aufstellungsraum enthält 24 Ausbesserungsstände in  $6,7^m$  Teilung. Die Arbeitsgruben sind  $11,58^m$  lang und bis auf  $3,66^m$  an die Außenwand des Gebäudes herangelegt. Zwischen den  $23^m$  langen Standgleisen stehen Werkbänke und Eisengestelle, auf denen die abgenommenen Teile der Lokomotiven, darunter auch die Führerhäuser Platz finden. Das Versetzen der Lokomotiven, welche über das mittlere Quergleis und die vor der Nordseite des Gebäudes liegende Drehscheibe von  $21,34^m$  Durchmesser ein- und ausgebracht werden, erfolgt durch einen Laufkran von 100 t Tragfähigkeit. Zum Abnehmen der Einzelteile, wie Dome und Führerhäuser, dient ein zweiter Laufkran von 10 t Tragfähigkeit, dessen Laufbahn  $8^m$  über S.O. und  $3,68^m$  unter dem Laufgleis des großen Kranes liegt. Um die Spannweite des großen Kranes unter Beibehaltung der langen Aufstellgleise tunlichst zu beschränken und um anderseits auch mit dem Laufkrane der Dreherei die Lokomotivachsen von den Arbeitsständen auf die Drehbänke und umgekehrt versetzen zu können, ist der nördliche Teil der Aufstellgleise in die Dreherei hineingelegt. Trotzdem hat sich für den großen Kran noch eine Spannweite von  $19,96^m$ , für den kleinen Kran eine solche von  $19,1^m$  ergeben.

Beide Kräne sind für Schnellbetrieb eingerichtet. Der

100 t-Kran hat zwei Laufkatzen und fünf Antriebe für 240 V. Spannung, von denen die Antriebe der Hebewerke und der Antrieb für den Längslauf des Krangerüsts je 45 P.S., die Antriebe für den Querlauf der Laufkatzen je 10 P.S. leisten. Bei Vollbelastung erzielt der Kran Geschwindigkeiten von 0,05 m/Sek. für Heben, 0,38 m/Sek. für Querlauf und 0,76 m/Sek. für Längslauf, die sich bei leerem Haken auf 0,13 m/Sek. für Heben, 0,5 m/Sek. für Querlauf und 1,0 m/Sek. für Längslauf steigern. Seine Hubhöhe von 10,7 m ist groß genug, um eine Lokomotive über die anderen hinweg heben zu können. Der 10 t-Kran hat drei Antriebe und eine Hubhöhe von 7,9 m. Bei Vollast erreicht das Hebewerk eine Geschwindigkeit von 0,1 m/Sek., der Querlauf eine Geschwindigkeit von 0,63 m/Sek. und der Längslauf eine solche von 1,52 m/Sek., die bei unbelastetem Krane auf 0,25 m/Sek., 0,81 m/Sek. und 1,9 m/Sek. wachsen.

Das Anheizen der Lokomotiven findet in der Werkstätte auf den Aufstellgleisen statt. Zur Rauchabsaugung ist in der Längsrichtung des Raumes eine unter dem Süden der Arbeitsgruben durchlaufende Rauchrohrleitung von 457 mm Durchmesser verlegt, von welcher zwischen jeder zweiten und dritten Arbeitsgrube Zweigrohre bis in Flurhöhe hochgeführt sind. Die anzuheizende Lokomotive wird durch ein an ihren Schornstein anschließendes bewegliches Zwischenrohr mit dem nächstgelegenen Rauchrohr-Anschlusse verbunden, und der Rauch durch den am Ende der Rohrleitung in der Südostecke der Werkstätte aufgestellten Sauger abgesaugt.

Die Lokomotivdreherei ist im Verhältnisse zur Zahl der Arbeitstände im Lokomotiv-Aufstellungsraume mit auffallend vielen Werkzeugmaschinen ausgerüstet. Hiermit wird der Zweck verfolgt, den Arbeitsgang der Abteilung zu beschleunigen und in weiterer Folge die Arbeitstände des Aufstellungsraumes möglichst rasch frei zu bekommen. Die Arbeiten des Zusammenbaues der Lokomotiven sollen keine Stockungen erleiden, auch wenn die Zahl der gewöhnlich hiermit beschäftigten Arbeitskräfte zur Beschleunigung der Arbeiten einmal verstärkt werden würde. Der stattlichen Maschinenausrüstung entspricht die ausgedehnte Grundfläche der Dreherei, welche 30,48 m breit und 160,2 m lang ist. Der weite Raum wird in der Mitte durch eine Säulenreihe geteilt, welche aufser dem Dache den großen Laufkran der Dreherei stützt.

Zweckmäfsig sind die schweren Werkzeugmaschinen in dem dem Lokomotiv-Aufstellungsraume benachbarten Teile, die leichten in dem entferntern Raume aufgestellt. Die Entfernung der Abteilung für schwere Werkzeugmaschinen vom Lokomotiv-Aufstellungsraume beträgt von Mitte bis Mitte gemessen nur 18 m, so dafs die schweren Arbeitstücke recht kurze Wege zurückzulegen haben. Überdies sind die großen Achsendrehbänke und schweren Stofs- und Hobelmaschinen für Lokomotivrahmen zunächst dem Aufstellungsraume an dem lang durchlaufenden Werkstättingleise aufgestellt. Der Raum wird von einem elektrisch betriebenen Laufkrane von 7,5 t Tragfähigkeit und 14,2 m Spannweite bestrichen, welcher mit denselben Geschwindigkeiten, wie der 10 t-Kran des Lokomotiv-Aufstellungsraumes arbeitet.

In der Abteilung für leichte Werkzeugmaschinen stehen

drei kleinere Laufkrane für Handbetrieb von je 1 t Tragfähigkeit und 5,43 m und 5,18 m Spannweite mit kurzem Längs-laufe zur Bedienung einzelner Maschinengruppen zur Verfügung.

Kesselschmiede und Tendersausbesserung sind in der nördlichen Seitenhalle der Lokomotivwerkstätte vereinigt. Am Westende der Halle werden Heizrohre ausgebessert; der anschließende Raum bis zum mittlern Quergleise dient zur Herstellung der Tender, der übrige Teil ist der Kesselschmiede vorbehalten. Längs der Südseite der Halle und an beiden Enden stehen die erforderlichen Hilfsmaschinen, darunter ein feststehender Wasserdrucknieter, welcher mit dem zugehörigen Wasserspeicher die Nordostecke der Werkstätte einnimmt. Die Abteilung bedient ein Deckenlaufkran mit drei Antrieben von 30 t Tragfähigkeit, 22,7 m Spannweite und 10,5 m Hubhöhe, der ebenfalls für Schnellbetrieb gebaut ist. Der Kran erreicht unter voller Belastung Geschwindigkeiten von 0,07 m/Sek. für Heben, 0,56 m/Sek. für den Querlauf seiner beiden Laufkatzen und 1,27 m/Sek. für den Längslauf der Kranbrücke, welche bei leerem Haken auf 0,15 m/Sek., 0,76 m/Sek. und 1,52 m/Sek. wachsen.

Die Werkzeugmaschinen werden einzeln und in Gruppen angetrieben. In den von Laufkränen bestrichenen Räumen, in welchen Deckenvorgelege die freie Bewegung der Krane hindern würden, sind durchgehend Einzelantriebe angewandt. Auch alle verteilt aufgestellten Maschinen und mit geringen Ausnahmen alle diejenigen Werkzeugmaschinen, welche einen Antrieb von 5 P.S. und darüber erfordern, haben eigenen Antrieb.

Von den Einzelantrieben stehen diejenigen, welche mit veränderlicher Geschwindigkeit getrieben werden, das heifst der bei weitem größte Teil, mit der Vierleiteranlage in Verbindung. Die mit gleichbleibender Umlaufzahl arbeitenden Antriebe werden dauernd aus dem Zweileiternetze versorgt. Zum Schutze gegen schädliche Stromstöfse sind in die Leitungen der Einzelantriebe Schmelzsicherungen und selbsttätige Stromunterbrecher eingeschaltet, während die Gruppenantriebe nur Schmelzsicherungen erhielten.

Die Beleuchtung der Räume erfolgt durch Bogenlampen und Glühlampen. Für die Allgemeinbeleuchtung sind Dauerbrandbogenlampen mit beschränktem Luftzutritte für 120 V. angewendet, welche zu je zweien hintereinander geschaltet sind. Zur Sonderbeleuchtung sind Glühlampen für 240 V. gewählt, welche einzeln in Nebeneinanderschaltung brennen. Jede Werkzeugmaschine ist mit einer Glühlampe ausgestattet. An den Werkbänken und in der Nähe der übrigen Arbeitsplätze sind Steckstromschlüsse für Lampen vorgesehen. Die Glühlampen zur Beleuchtung der mit Einzelantrieben versehenen Werkzeugmaschinen sind abweichend von der Schaltung der übrigen Lampen an die Speiseleitungen der Antriebe angeschlossen. Vom Lichtnetze werden auch fahrbare Antriebe für Bohrgeräte von 5 P.S. betrieben, für deren Anschluß an jeder Säule der Werkstätte Steckstromschlüsse vorhanden sind.

Die Aborte liegen abweichend von der bisher in Werkstätten gebräuchlichen Anordnung zur bessern Beaufsichtigung

der Arbeiter im Innern des Gebäudes. Sie sind gemeinschaftlich mit den Wascheinrichtungen und der Kleiderablage in zwei langgestreckten Sonderbauten von  $4,57 \times 17,07$  m Grundfläche untergebracht, welche in der Ost- und Westhälfte der Dreherei auf der der Kesselschmiede benachbarten Seite aufgeführt sind. Der untere Raum, dessen Fußboden  $1,07$  m über Werkstättenflur liegt, ist  $2,4$  m hoch und enthält im Mittelteile in vier Reihen 72 Waschgefäße und an den Enden je vier Aborte und einen Pifsstand. Die Aborte sind mit Wasserspülung und Lüftungsvorrichtungen, die Wascheinrichtungen mit Warmwasserversorgung ausgestattet. Auf dem darüber liegenden Boden, zu dem zwei aufsen liegende Treppen hinaufführen, sind in vier Reihen nebeneinander und zwei Reihen übereinander 224 verschließbare Kleiderbehälter von  $1,07$  m Höhe aufgestellt.

Die Werkstätte wird mit einer Heißluftheizung erwärmt. Im Mittelpunkte der Ost- und Westhälfte des Gebäudes befinden sich ein Luftheritzer mit Dampfheizung und ein Gebläse mit Dampftrieb. Die Heizschlangen des Luftheritzers werden

mit Abdampf gespeist, welchem an sehr kalten Tagen zur Verstärkung der Heizwirkung noch Frischdampf zugegeben wird. Die im Luftheritzer erwärmte Luft wird durch ein Gebläse von  $5330$  mm Durchmesser den unter dem Fußboden liegenden Heizkanälen zugeführt und durch eine große Zahl an den Außenwänden des Gebäudes und der mittelsten Säulenreihe verteilt liegenden Austrittsöffnungen in die Werkstätte geleitet. Die größeren Heizkanäle sind in Beton, die kleineren aus Steingutröhren hergestellt. Die Austrittsöffnungen enthaltenden Endrohre bestehen aus verzinktem Eisenbleche und sind zur Regelung der Heizwirkung mit Absperrklappen versehen.

Die ganze Anlage ist für alle Einzelheiten des Betriebes sorgfältig durchdacht angelegt und kann als ein Muster neuester amerikanischer Praxis angesehen werden. Der Ersatz der sonst üblichen Schiebebühne der Lokomotivwerkstätte durch den großen Laufkran verdient besonders hervorgehoben zu werden, findet sich aber in allen neueren amerikanischen Werkstätten und Lokomotiv-Bauanstalten. S - n.

## Maschinen- und Wagenwesen.

### Sechssachsige Mallet-Lokomotiven für die Baltimore und Ohio-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 401. Mit Zeichnung.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XXXI.

Die auf Taf. XXXI, Abb. 1 und 2 dargestellte Lokomotive ist von den Schenectady-Werken gebaut und hat bei ihren Probefahrten befriedigt. Sie ist die schwerste und stärkste bisher gebaute Lokomotive, für Dienst auf starken Steigungen bestimmt und soll Schiebelokomotiven, deren Verwendung jetzt dort nötig ist, entbehrlich machen.

Die Lokomotive hat sechs Achsen, die in Gruppen zu je dreien gekuppelt sind; die drei hinteren sind im Hauptrahmen, die drei vorderen in dem einstellbaren Gestelle gelagert. Die Kolben der Zylinder arbeiten auf die hinteren Achsen der beiden Gruppen.

Die Lokomotive ist für schweren Dienst auf Steigungen mit starken Krümmungen besonders geeignet. Durch den Bau solcher Lokomotiven will man die Anlage neuer Bahnlinien von gleicher Leistungsfähigkeit, wie die bestehenden ermöglichen, aber mit stärkeren Krümmungen und leichteren Schienen. Ferner will man damit für die bestehenden Bahnlinien kräftigere und sparsamer arbeitende Lokomotiven schaffen, ohne den Raddruck oder den Widerstand in Krümmungen zu erhöhen.

Die Hochdruckzylinder haben Kolbenschieber, die Niederdruckzylinder Flachschieber, beide sind mit Heusinger-Steuerung versehen.

Beide Steuerungen werden durch eine Stange vom Führerhaus aus gemeinsam durch Prefsluft verstellt. Einstellung auf verschiedene Füllungsgrade in beiden Zylinderpaaren scheint nicht vorgesehen zu sein.

Das vordere bewegliche Rahmengestell hängt mit dem Hauptrahmen durch ein kräftiges Gelenk vor den Hochdruckzylindern zusammen. Der vordere Teil des Kessels ruht

darauf mittels einer Kesselstütze, deren untere Gleitfläche gut geschmiert wird. Die Lokomotive hat zwei Sandkästen und zwei Luftpumpen.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Zylinderdurchmesser, Hochdruck	$d = 508$ mm
« Niederdruck	$d_1 = 813$ «
Kolbenhub $b$	813 «
Triebraddurchmesser $D$	1422 «
Heizfläche $H$	440 qm
Rostfläche $R$	6,7 «
Dampfüberdruck $p$	16,45 at
Länge der Heizrohre	6400 mm
Äußerer Durchmesser der Heizrohre	57 «
Anzahl der Heizrohre	436
Kleinster Durchmesser des Langkessels	2080 mm
Triebachslast im Dienste $G$	151,7 t
Dienstgewicht $G_1$	151,7 t
Inhalt des Tenders	
(Wasserbehälter)	31,8 cbm
(Kohlenraum)	11,8 t
Verhältnis $H : R$	66
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H : G_1$	2,9 qm/t
Zugkraft, $Z = 0,45 \frac{d_1^2 h}{D} p$	28.000 kg
« für 1 qm Heizfläche $Z : H$	64 kg/qm
« « 1 t Dienstgewicht $Z : G_1$	184 kg/t
« « 1 t Triebachslast $Z : G$	184 «

P-g.

### Selbsttätige Mittelbuffer-Klauenkuppelung, Bauart Scheib.)

Hierzu Zeichnung Abb. 6 auf Tafel XXVI.

Die Kuppelung soll die Fehler der amerikanischen Mittelkuppelungen, insbesondere die schwere Auslösbarkeit bei gespannten Zügen oder beim Hinauffahren auf Ablaufberge ver-

\*) D. R.-P. Nr. 149825.

meiden. Beim Auseinanderfahren der Fahrzeuge entriegelt sich auch der nichtentriegelte Kuppelkopf selbsttätig, auch öffnet sich die Klaue von selbst.

Wie Abb. 6, Taf. XXVI zeigt, ist in dem Kuppelkopfe eine Achse g drehbar gelagert, die mit einem Taster f und einem, eine senkrecht drehbare Sperrfalle darstellenden Hebel e versehen ist. Sperrfalle e und Taster f sind so zu einander versetzt, daß, wenn erstere sich in der wagerechten Sperrstellung befindet, der letztere schräg nach aufwärts steht. Zwischen Sperrfalle und Taster sitzt lose auf der Welle g ein auf- und abbewegliches, als Auswerfer für die Klaue e dienendes Fallstück h. Dieses liegt bei verriegelter Stellung auf dem nach der einen Seite abgeschrägten Ende der Klaue c, dem Klauenschwanz d, und drückt letztern, sobald die Klaue entriegelt ist, durch sein Gewicht auf die schräge Gleitfläche nach außen. Sind die Sperrfalle e und der Taster f sich selbst überlassen, befinden sie sich also in ihrer tiefsten Lage, so kann sich der Klauenschwanz d über die Sperrfalle e hinweg in die Offenstellung bewegen. Die Klaue c ist also in diesem Falle nicht gesperrt. Ebenso ist das Klauenende d freigegeben, wenn die Sperrfalle e in die andere Endstellung gehoben wird. Eine Sperrung der Klaue kann nur in der Mittelstellung der Sperrfalle erfolgen.

Bei Zusammenstoßen der Fahrzeuge wird der schräg nach oben stehende Taster f von dem Auge der Klaue des gegenüberliegenden Kuppelkopfes nach oben gedreht und in dieser Stellung gehalten, wobei sich gleichzeitig die Sperrfalle e in die Mittellage bewegt, und so vor den Klauenschwanz zu stehen kommt und letztern sperrt. Die Sperrfalle e ist an der Unterkante mit einer schrägen Gleitfläche versehen, so daß sie von dem Klauenende gehoben wird, um dann in die Mittellage zurückzufallen.

Beim Einschwingen der Klaue wird durch die schräge Gleitfläche des Schwanzes das Fallstück h ebenfalls gehoben, welches dann auf dem Klauenende d bis zur Auslösung der Kuppelung liegen bleibt. Zwecks sichern Zurückdrückens des Tasters f bei ungleicher Höhenlage beider Kuppelköpfe kann der Kopf des Bolzens b entsprechend hochgehalten sein, so daß er gewissermaßen eine Fortsetzung des Auges an dem Kuppelgehäuse bildet.

Wird die Sperrfalle eines Kuppelkopfes mittels der nachstehend beschriebenen Auslösevorrichtung angehoben, also die Kuppelung gelöst, so können die Wagen auseinander gefahren werden. Durch das Auseinanderfahren wird der Taster des nicht gelösten Kuppelkopfes frei und bewegt sich ebenfalls durch seine Schwere mit der Sperrfalle nach abwärts, nimmt also seine tiefste Stellung ein, die Klaue ist somit entriegelt, der Bewegung des Klauenendes steht kein Hindernis mehr entgegen. Nun kommt das Fallstück h zur Wirkung und drückt mit seinem Gewichte auf die Gleitfläche des Klauenschwanzes und dreht diesen und die Klaue in die Offenstellung. Beide Kuppelungen sind sonach entriegelt, haben geöffnete Klauen und sind wieder gebrauchsfertig.

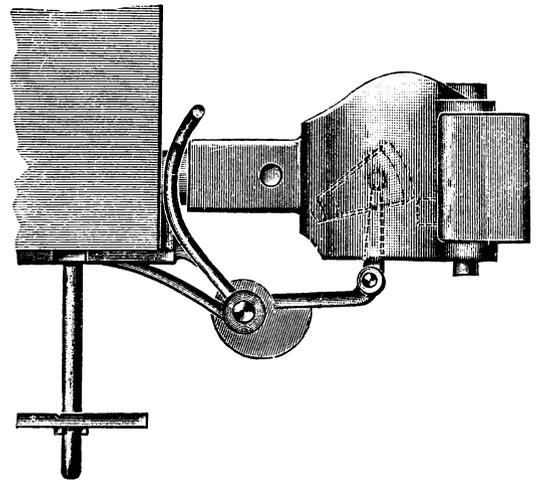
Die Auslösevorrichtung besteht aus der am Wagen drehbar gelagerten, an beiden Enden mit Kurbeln versehenen Querschwelle o, auf der in der Mitte der Mitnehmer n sitzt. In diesem

Mitnehmer n bewegt sich lose der Hebel m, welcher durch ein Gelenk l mit der Sperrfalle e verbunden ist. Der Mitnehmer n ist so geformt, daß sich der in ihm gelagerte Hebel m beim Auseinanderbewegen der Kuppelung ungehindert nach abwärts drehen kann, während er beim Hochschwingen an den vollen Teil des Mitnehmers anschlägt, wodurch eine Sicherung gegen etwaiges Hochschnellen der Sperrfalle geschaffen ist. Beim Auslösen der Sperrfalle wird die Welle o mittels einer der Kurbeln um  $180^\circ$  gedreht, wobei der Anschlag s des Mitnehmers n den Hebel m in die Höhe schlägt und dadurch die Sperrfalle in eine ihrer Endstellungen hebt, was zur Folge hat, daß der Klauenschwanz frei wird und die Kuppelungshälfte geöffnet ist.

Zwecks Feststellung des Verschlusses einer Kuppelung, die beim Verschieben oder Abstoßen der Wagen erforderlich ist, läßt man die Kurbel in der um  $180^\circ$  gedrehten Stellung.

Textabb. 1 zeigt die Auslösevorrichtung mit von Hand

Abb. 1.



entriegelter Klaue und zum Verschiebedienste festgelegtem Verschlusse.

Ausgeführt wird die Kuppelung von der »Deutschen Waggon-Kuppelungsgesellschaft in Kaiserslautern«. —k.

#### Der „Pedrail“, eine mit Füßen versehene Lokomotive.

(Monthly consular reports Vol. LXXIV, 1904, März, S. 614. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel XXVI.

Der Grundgedanke der Erfindung beruht auf dem Verfahren, schwere Balken auf die Weise von einer Stelle zur andern zu schieben, daß man Böcke benutzt, die oben Rollen tragen, auf denen die Balken hin- und hergeschoben werden können, und diese Stützböcke von Zeit zu Zeit versetzt. Nur sind beim »Pedrail« die Füße und die Räder, die sie tragen, am sich bewegenden Wagen selbst befestigt, sodafs jeder »Fuß« nach dem Übergange der Schiene selbsttätig um eine Achse herumgeführt wird und wieder an seinen Platz gelangt, um das Gewicht der gleitenden Schiene wieder zu tragen.

Wie Abb. 7, Taf. XXVI zeigt, sind die Räder eines gewöhnlichen Kraftwagens durch umlaufende Kreisrahmen ersetzt, die nach dem Mittelpunkte verschiebliche Speichen tragen. Jede Speiche trägt am äußern Ende einen runden Fuß, auf der

Speiche selbst befindet sich etwas über dem Fußse eine Rolle. In Verbindung mit jedem solcher Speichenrahmen trägt jede Seite des Kraftwagens ein sich auf die grade unten befindlichen Rollen stützendes Gestell. Wenn sich die Achsen umdrehen, werden die Speichen um die Achse herumgeführt, und die Füße gelangen der Reihe nach auf den Boden. Auf diese Weise wird die Maschine der Reihe nach von denjenigen Füßen gestützt, die sich am Boden befinden.

Der »Pedrail« kann auch als aus zwei Hauptteilen bestehend betrachtet werden, von denen der eine ein an der Achsbüchse befestigtes Gleis ist und sich nicht umdreht, der andere ein kreisförmiger Kasten, der derart gleitende Speichen, Rollen und Füße trägt, daß die Rollen und Füße der Reihe nach auf den Boden gelangen, während das Gleis über diesen hingleitet.

Die Lokomotive trägt einen Kran von 4 t Tragfähigkeit, sodafs sie schwere Waren, Erz oder landwirtschaftliche Erzeugnisse heben und befördern kann. Bei Versuchen, die bei Stokeon-Trent angestellt wurden, überwand die Lokomotive einen steilen Hügel, ging über große, ihr in den Weg gelegte Steine hinweg, ohne sie zu zerdrücken, ferner über 75 bis 150<sup>mm</sup> starke Bretter und endlich über einen 225<sup>mm</sup> starken Balken. Sie fuhr auch sicher über weichen Boden, der Radspuren von 20 bis 25 cm Tiefe zeigte.

Bei einem andern Versuche in Lincoln, wo der ungeschickte Führer die Lokomotive fast umwarf, hat sie sich ohne Hilfe herausgearbeitet.

Auf die Landstraßen wirkt die Lokomotive nicht nur nicht schädlich, sondern ihrer rammenden Wirkung wegen nützlich ein.

Der »Pedrail« kann nicht nur vorteilhaft für das Frachtschleppen auf gewöhnlichen Landstraßen verwendet werden, sondern auch für das Schleppen von schweren Lasten auf schlechten Wegen und selbst da, wo es gar keine Wege gibt, etwa beim Schleppen von Erz aus neuen Bergwerken und von schwerem Holze aus weglosen Wäldern; sie würde auch für militärische Zwecke mit Vorteil benutzt werden können.

#### Frahm's Ferngeschwindigkeitsmesser.\*)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 17 auf Tafel XXVII.

Der Frahm'sche Geschwindigkeitsmesser beruht auf der Eigenschaft elastischer Körper, in starke Schwingungen zu geraten, wenn sie von außen her regelmäßige Anstöße empfangen, deren Schwingungsdauer mit derjenigen ihrer Eigenschwingung zusammenfällt.

Abb. 9, Taf. XXVII zeigt den Teil in natürlicher Größe, auf dem der Geschwindigkeitsmesser beruht. Er besteht aus einer Feder von bestem Uhrfederstahl oder einem andern elastischen Stoffe, die für die gewöhnlichen Verwendungszwecke eine Dicke von 0,25<sup>mm</sup>, eine Breite von 3,0<sup>mm</sup> und eine Länge von etwa 40 bis 55<sup>mm</sup> hat; diese Abmessungen gestatten eine handliche Ausführung des Geschwindigkeitsmessers und genügen für die meisten Fälle, sie können aber für bestimmte Zwecke beliebig verkleinert oder vergrößert werden.

Die Feder sitzt im Schlitz eines kleinen vierkantigen

Schuhes, mit dem sie durch Nietung und Lötung dauerhaft verbunden ist. An ihrem obern Ende ist sie auf eine Länge von etwa 4<sup>mm</sup> rechtwinkelig umgebogen und das umgebogene Ende, der Kopf, ist mit weißer Emailfarbe überzogen, um weithin sichtbar zu sein. In dem Winkel, den der Kopf mit dem Schaft der Feder bildet, wird ein Tropfen Lötzinn befestigt.

Die Schwingungszahl einer solchen Feder hängt, da zu deren Herstellung ein Stoff von möglichst gleichmäßiger Beschaffenheit und Dicke genommen wird, hauptsächlich von der Länge ihres frei schwingenden Teiles und der Belastung am Kopfende ab. Indem man daher Federn, deren schwingender Teil zwischen 40 und 50<sup>mm</sup> lang ist, verwendet und diese am Kopfe mit mehr oder weniger Lötzinn versieht, kann man jede beliebige Schwingungszahl, etwa in den Grenzen von 35 bis 100 in der Sekunde oder 2000 bis 6000 in der Minute herstellen.

Eine Anzahl solcher, nach irgend einer beliebigen Stufenleiter abgestimmter Federn wird nach Abb. 10 und 11, Taf. XXVII mit 1<sup>mm</sup> Lichtabstand auf einen Steg aus vierkantigem Eisen oder Messing von 6,5 × 6,5<sup>mm</sup> Querschnitt der Reihe nach aufgeschraubt. So entsteht ein Kamm, dessen Zinkenanzahl in den meisten Fällen mit 25 bis 50, unter Umständen sogar mit 3 bis 5 genügt.

Dieser Kamm ist auf zwei dünnen Blattfedern, den Brücken, befestigt, die, auf Pfeiler geschraubt dem Stege eine kleine pendelnde Bewegung rechtwinkelig zu seiner Längsachse gestatten. Bei Verwendung einer sehr kleinen Anzahl von Federn genügt eine solche Brücke, die unter Umständen sogar nur an einer Seite eingespannt zu sein braucht, und für gewisse Fälle ist selbst diese elastische Unterlage nicht erforderlich, der Kamm sitzt unmittelbar auf der Stelle auf, wo man eine Schwingungszahl ermitteln will.

Dieser Kamm kann nun in verschiedener Weise in Schwingung versetzt werden.

Am einfachsten ist es, ihn je nach den Umständen mit oder ohne Brücke unmittelbar an dem Gestelle der Maschine anzubringen, deren Geschwindigkeit gemessen werden soll.

Die Erschütterungen, welche die Gestelle aller laufenden Maschinen erleiden, reichen in vielen Fällen aus, die entsprechenden Federn eines mit dem Maschinengestelle verbundenen Kammes in Schwingung zu versetzen; die Schwingungsweite kann je nach der Lage des Schwerpunktes 2 bis 30<sup>mm</sup> und darüber betragen.

Wenn man dagegen auf größere Entfernung hin ablesen will, genügt eine so kleine Schwingungsweite nicht; dann sind Ausschläge von 20 bis 30<sup>mm</sup> erforderlich, und für diese ist dann meistens, ausser bei schlecht gebauten oder bei ausgelaufenen Maschinen, eine besondere Erregung des die Federn tragenden Kammes erforderlich, die durch ein Daumenrad bewirkt wird.

Man setzt beispielsweise auf eine Welle, deren Umdrehungszahl gemessen werden soll, eine Scheibe mit einer Anzahl Erhöhungen und Vertiefungen und läßt gegen sie einen Hebel schleifen, der dadurch in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingungen kann man nun auf einen Kamm übertragen, indem man ihn entweder unmittelbar auf diesen Hebel aufsetzt, oder mit ihm durch einen Stab, einen Draht oder eine Schnur verbindet

\*) D. R. P. 134 712.

Die Abb. 12 bis 14, Taf. XXVII zeigen die drei verschiedenen Ausführungsformen dieser Erregungsweise, bei deren Anwendung man die Schwingungen bis auf etwa 10<sup>m</sup> Entfernung übertragen kann.

Um jedoch die Umlaufgeschwindigkeit einer Maschine in jeder beliebigen Entfernung von ihrem Standorte zu ermitteln, bedient man sich der elektrischen Übertragung in folgender Weise:

An dem Stege eines Kammes (Abb. 15 und 16, Taf. XXVII) wird gleichgerichtet mit den Federn ein Stück Weicheisen in Form eines Flachstabes befestigt, das den Anker eines Magneten bildet, dessen Polschuhe mit Drahtspulen versehen sind. Geht nun durch diese Spulen ein Wechselstrom, so wird das magnetische Moment abwechselnd vermehrt und vermindert, der Anker abwechselnd mehr oder weniger angezogen und der Kamm dadurch in regelmäßige Schwingungen versetzt; genau wie bei den bisher geschilderten Anordnungen werden alle Federn gleichzeitig an ihren Wurzeln erschüttert, und diejenige Feder, deren Eigenschwingungszahl mit der Erregungszahl annähernd übereinstimmt, gerät in starke Schwingung, deren Weite von dem höhern oder geringern Grade der Übereinstimmung der Schwingungszahlen abhängt.

Soll beispielsweise die Umlaufzahl eines Wechselstromerzeugers bestimmt werden, so schließt man diese Magnetspulen unter Einschaltung eines entsprechenden Widerstandes an einer ganz beliebigen Stelle an das Leitungsnetz an und liest nun, da die Polwechsel ein ganzes Vielfaches der Umlaufzahlen sind, an der Vorrichtung sowohl diese wie jene unmittelbar ab.

Soll aber die Umlaufgeschwindigkeit einer beliebigen andern Maschine, die nicht zugleich Wechselstrom erzeugt, gemessen werden, bedient man sich eines besondern Wechselstromerzeugers, der von dieser Maschine angetrieben wird, und einer besondern Leitung.

Ein solcher Wechselstromerzeuger einfachster Form (Abb. 17, Taf. XXVII) besteht aus einer gezahnten Weicheisenscheibe, die vor den Polschuhen eines mit einer Wicklung versehenen dauernd erregten Magneten umläuft. Entweder setzt man diese Erregerscheibe unmittelbar auf die Welle, deren Umlaufgeschwindigkeit gemessen werden soll, oder man baut sie mit dem Magneten zu einer besondern Vorrichtung zusammen, die dann von jener Welle aus durch einen Riemen angetrieben wird. —k.

#### Lokomotivkessel.

(Master Mechanic's Association, Juni 1903\*).

Hierzu Zeichnungen Abb. 16 bis 19 auf Tafel XXVIII.

Die neueren amerikanischen Lokomotivkessel übertreffen ebenso wie die Lokomotiven selbst durch ihre ständig zunehmenden Größenverhältnisse die europäischen Ausführungen. Das Kesselgewicht ist beispielsweise bei den 5/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven der Atchison-Topoka- und Santa Fé-Bahn\*\*) bereits auf 30 t gestiegen, während die schwersten Kessel der preussischen Staatsbahnen einschließlich Ausrüstung nur 15 t wiegen.

\*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87; 1904, S. 174 bis 176; 1905, S. 61 und 85.

\*\*) Organ 1902, S. 207.

Abb. 17, Taf. XXVIII zeigt einen Kessel für 3/6 gekuppelte Schnellzuglokomotiven der Nord-Pacificbahn von 290 qm äußerer Heizfläche und 4,4 qm Rostfläche, der als Muster der heutigen amerikanischen Bauart für Kohlenfeuerung gelten kann.

Für Kessel bis etwa 200 qm Heizfläche brachte man vielfach die erforderliche Rostfläche noch in der alten schmalen, zwischen den Rahmen liegenden, oder der etwas breiteren auf die Rahmen gestellten Feuerkiste unter; bei den größeren Heizflächen, wie bei Anthrazitfeuerung, ging man schon früher zu der breiten, über die Räder hinausreichenden Feuerkiste über. Diese findet zunehmende Verbreitung, da sich die befürchteten Nachteile nicht eingestellt haben. Wenn auch die breiten Feuerbüchsen bei Stillstand der Lokomotive angeblich mehr Kohle verbrauchen, als die schmalen, so ist doch die Bedienung wesentlich leichter. Bei gewöhnlicher Kohle kann ein Heizer Rostflächen bis etwa 4,5 qm, bei Anthrazit bis 8 qm, also bis etwa 300 qm Heizfläche bedienen. Vereinzelt werden für große Kessel selbsttätige Feuerungen, Bauart Kincaid oder Stevens versucht.

Die breite Feuerkiste bietet allerdings für die Lokomotive einige bauliche Schwierigkeiten, da sie wegen der für Kohlenfeuerung erforderlichen Tiefe bei Personen- und Schnellzuglokomotiven nur hinter den Triebädern und nur bei Güterzuglokomotiven darüber angeordnet werden kann. Der Schwerpunkt des Kessels fällt daher unter Umständen ziemlich weit nach hinten. Zur Erzielung der gewünschten Gewichtsverteilung wird daher vielfach die Stiefelknechtplatte, der untere Teil der Rohrwand und die Hinterwand des Feuerbüchsmantels schräg gelegt. Bei den bisherigen deutschen Ausführungen breiter Feuerbüchsen ist man meist mit ganz geringer Schräglage der Stiefelknechtplatte und senkrechter Hinterwand ausgekommen. Eine bemerkenswerte Verbindung von breiter und schmaler Feuerbüchse ist kürzlich an 4/6 gekuppelten Güterzuglokomotiven für 1067 mm Spur der Kapbahnen nach Vorschlag des Oberingenieurs Beatty ausgeführt worden. Die Feuerbüchse liegt, wie Abb. 18, Taf. XXVIII zeigt, vorn zwischen den Rädern auf dem Barrenrahmen und verbreitert sich nach hinten, sodafs sie über das vorletzte und letzte Räderpaar hinübergreift.

Die Feuerbüchsendecke der amerikanischen Kessel wird meist nach einem Korbbogen gewölbt und erhält außerdem Gefälle nach hinten. Diese Anordnung bezweckt Verhütung des gleichzeitigen Durchglühens der ganzen Decke bei zu niedrigem Wasserstande und der dadurch verursachten heftigen Explosionen. Bei sinkendem Wasserstande wird zunächst nur ein Teil der Decke erglühen und das Abstreifen einiger Deckenanker meist ungefährliche Brüche verursachen. Die Deckenanker werden meist rechtwinkelig zur Feuerbüchsendecke eingezogen und am untern Ende nur vernietet, während in Deutschland bei flachen Decken und senkrechten Ankern in der Feuerbüchse meist offene Muttern angebracht werden, die eine gute Sicherung gegen das Abstreifen der Decke bei Erglühen bilden.

Die Feuerkisten bestehen stets aus weichem Flusseisen; die Decke wird meist 9,5 bis 11 mm stark genommen, die Seitenwände bestehen oft nicht aus einem Stücke mit der Decke und weisen 8 bis 11 mm, die Rohrwände 12,7 bis 16 mm

Stärke auf. Es wird übrigens viel über die geringe Dauer dieser eisernen Feuerkisten geklagt, insbesondere über Risse in den Seitenwänden, die bisweilen schon nach dreimonatigem Gebrauche auftreten. Über sieben Jahre halten die eisernen Feuerkisten selten. Allerdings werden die Feuerkisten bei der viel lebhafteren Verbrennung\*) auch stärker beansprucht, als hier.

Die Stehbolzen bestehen durchweg aus Eisen. Mehrfach hat man bewegliche Stehbolzen versucht und zwar dann meist für die oberen und äußeren seitlichen Reihen, sowie in der Stiefelknechtplatte. Über ihre Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit sind die Ansichten noch geteilt. Einzelne Bahnen haben die beweglichen Stehbolzen wieder aufgegeben. In Europa machte man mehrfach die oberen Stehbolzenreihen aus Manganbronze, einigen Eingang haben in England und Frankreich die aufgeschlitzten Stoneschen Stehbolzen gefunden. Auf der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und auf den dänischen Staatsbahnen sind neuerdings bewegliche verkürzbare Stehbolzen\*\*) in Gebrauch, die recht zweckmäßig erscheinen.

Die Stehbolzen gehen oben in die Deckenanker über, da bei der Bauart der Feuerbüchsen eine einigermaßen rechtwinkelige Stellung aller Stehbolzen und Deckenanker möglich ist. Daher fehlen in den amerikanischen Kesseln auch die bei uns üblichen wagerechten Queranker, die bei nicht richtiger Anordnung erhebliche Nebenspannungen in den Mantelblechen hervorrufen und zu Brüchen führen können.\*\*\*)

Den Feuerbüchsmantel, dessen Stärke selten 14,3 mm übersteigt, macht man in Amerika vielfach aus einer einzigen Tafel, was sehr zweckmäßig erscheint, da die gewöhnlich überlappte Naht zwischen Decke und Seitenwänden zweifellos weitere Nebenspannungen in die Mäntel bringt. Bei Teilung des Mantels erfolgt die Verbindung bisweilen durch doppelte Laschen-Nietung. In Europa bestehen die Feuerbüchsmäntel selten aus einem Stücke †), da man die Stärke der Decke wegen der Dichtung der seitlichen senkrechten Deckenanker nicht gern unter 20 mm wählt. Eine recht zweckmäßige Ausführung mit ungeteiltem Mantel zeigen die 2/4 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der Dänischen Staatsbahnen ††).

\*) Man fährt in Amerika mit Verbrennungen bis zu 1000 kg Kohle für 1 qm Rostfläche und Stunde, während hier 500 kg selten erreicht werden. Eine Bahnverwaltung hat versuchsweise durch die Seitenwände des Feuerbüchsmantels mit Ventilen versehene Röhren durchgesenkt und der Feuerbüchswand bis auf 3 mm genähert. Beim Öffnen der Ventile während angestrengten Arbeitens der Lokomotive erschien nur überhitzter Dampf, ein Zeichen, daß die Feuerbüchswände hierbei überhaupt nur vom Dampfe gespült wurden. Unter solchen Umständen werden sie leicht so hohe Wärme annehmen können, daß die Zerstörung, insbesondere Verbrennen auf der Innenseite erfolgen kann.

\*\*) Organ 1903, S. 116.

\*\*\*) Glasers Annalen 1903, II, S. 120.

†) Die preussischen Staatsbahnen beabsichtigen übrigens wegen ungünstiger Erfahrungen mit den bisherigen Verankerungen der Güterzuglokomotivkessel 18 mm starke Mäntel aus einem Stücke mit gewölbter Feuerbüchdecke und rechtwinkelig gestellten Stehbolzen zu versuchen.

††) Organ 1903, S. 117, Abb. 3.

Um die seitlichen Deckenanker in dem nur 14 mm starken Mantel dichten zu können, ist dort eine Länglasche von  $140 \times 14$  mm aufgenietet.

Der Bodenring erhält in Amerika, wie hier, meist zweireihige Nietung. Vielfache Undichtigkeiten in den Ecken schiebt man darauf, daß die Platten beim Einfassen in den Ring nicht ausgeschärft wurden. In Deutschland hat die Erfahrung gezeigt, daß sich trotz der stets üblich gewesenen Ausschärfung auch bei sachgemäßer Ausführung Undichtigkeiten in den Ecken einstellen. Mit Erfolg wurden diese durch Anfügung eines Lappens von etwa 65 mm Höhe und 30 mm Stärke an den Ecken des Bodenringes und Vernietung desselben mit dem Feuerbüchsmantel in einer dritten Nietreihe nach Abb. 16, Taf. XXVIII bekämpft.

Der Lappen wird nicht angeschweißt, die betreffenden Ringstücke werden vielmehr aus dementsprechend großen Querschnitten ausgeschmiedet. Diese Ausführung ist, zumal auch die Bleche des Mantels größer genommen werden müssen und schwieriger zu bearbeiten sind, entsprechend kostspielig, macht sich jedoch durch den Fortfall der äußerst lästigen Bodenringausbesserungen gut bezahlt.

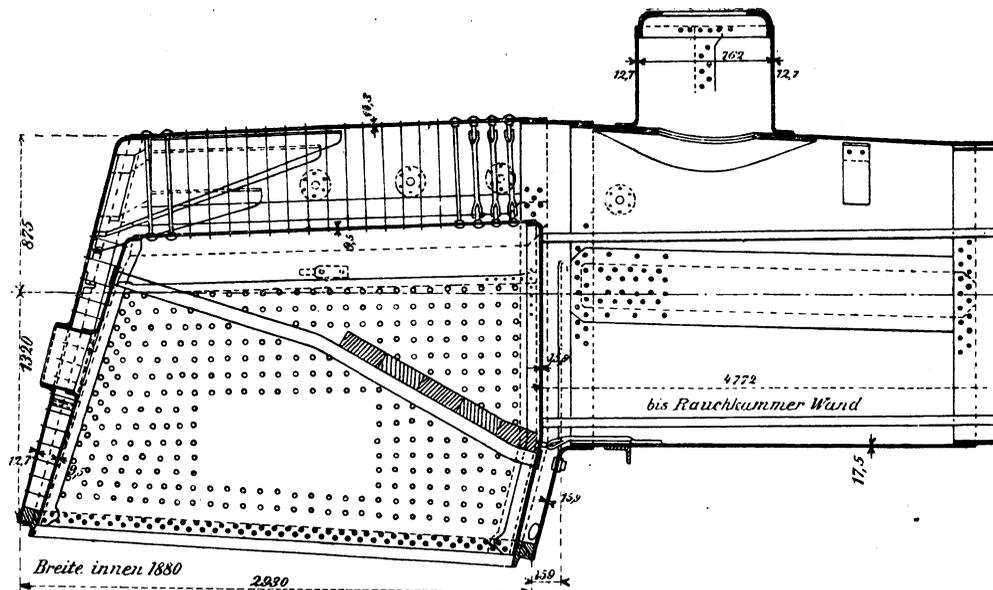
Die Flanschung für die Feuertürlöcher wird meist nach der auch hier fast allgemein üblichen Webbschen Art, oder so ausgeführt, daß die äußere Wand nach innen und die innere nach außen geflanscht wird. Volle Ringe werden in Amerika selten verwendet.

Bei breiten Feuerbüchsen wurden bisher meist zwei Feuertüren angewendet, doch ziehen viele amerikanische Bahnen jetzt eine Tür vor, da sie wegen ungenügender Wasserbewegung und daraus folgender starker Kesselsteinablagerung in dem Raume zwischen und unter den Türen vielfach Anbrüche in den Blechen gehabt haben. Hier sind bisher breite Büchsen meist mit zwei Türen versehen worden. Die 2/5 gekuppelten badi-schen Schnellzuglokomotiven haben nur eine allerdings 650 mm Feuertüröffnung, die jedoch mit drei Klappen versehen ist\*). So lange sich bei zwei Feuertüren nicht die oben erwähnten Übelstände ergeben, verdient jedenfalls die Anordnung getrennter Feueröffnungen wegen der regelmäßigen und leichtern Beschickung des Rostes, namentlich der Ecken, den Vorzug.

Feuerschirme werden auch in Amerika als zweckmäßig anerkannt und besonders bei tiefen Feuerbüchsen verwendet. Die Stützung erfolgt, wenn das Speisewasser gut ist, auf Wasserröhren nach Textabb. 1, sonst, wie hier allgemein üblich, auf Knaggen an der Seite der Feuerbüchse. Für breite Feuerbüchsen ist meist nur erstere Anordnung anwendbar, da die nötige Höhe für den Pfeil eines so breiten Gewölbes fehlt. Eine Stützung auf Rohrenden, die durch Luft gekühlt werden nach Abb. 19, Taf. XXVIII, ist bei den 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven der Preussischen Staatsbahnen versuchsweise in Gebrauch. Der mittlere Schlufsstein ist nötig, da die Seitensteine sonst nicht eingebracht werden können. Der Bolzen soll nur Abkippen des Feuerschirms verhüten.

\*) Organ 1903, S. 17 und 38.

Abb. 1.



Die Nietung der Kessellängsnähte wird in Amerika meist als sechsreihige doppelte Laschennietung mit schmalerer Aufsenlasche, die Verbindung des Langkessels mit der Stiefelknechtplatte meist als dreireihige Überlappungsnietung ausgeführt. Hier begnügt man sich meist mit vierreihiger Laschennietung und zweireihiger Überlappungsnietung. Eine Ausnahme machen die badischen 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotiven, die bei 1600 mm Kesseldurchmesser und 16 at Dampfspannung sechsreihige Laschennietung erhielten, um mit 17 mm Blechstärke auskommen zu können. Die äußere Lasche faßt dabei nur vier Nietreihen, die innere ist entsprechend der weiteren Nietei-

lung der äußeren Reihen gezackt, um ein sichereres Stemmen zu ermöglichen.

M—n.

## Signalwesen.

### Natalis' Signalanlagen und Weichensicherungen der Schwebebahn Barmen-Vohwinkel.\*)

(Dingler's politechnisches Journal 1902, S. 138, 155.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXV und Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXXIII.

#### 3. Zwischenbahnhof Zoologischer Garten.

Unter den aufsergewöhnlichen Signalanlagen der Schwebebahn ist die an der Rückkehrschleife im Zwischenbahnhof Zoologischer Garten die schwierigste und wichtigste. Hier müssen nicht allein Weichen von besetzten Zügen benutzt werden, sondern die Rückkehrschleife mit nur 8 m Halbmesser unterhalb der beiden durchlaufenden Gleise der Hauptstrecke, und die zur Vermeidung der Unterbrechung der letzteren als Kletterweichen ausgeführten Ausweichen I und II mit anschließendem Gefälle von 45,3 ‰ müssen besonders vorsichtig befahren werden. Das Stellen dieser Weichen geschieht elektrisch durch eine den Fahrshaltern der Strafsenbahnen ähnliche Schaltungsvorrichtung, einen Umkehranlasser, welcher mittels Zahnrad und Zahnstange durch Hebel  $W_1$  oder  $W_2$  im Stellwerke den Weichenantrieb in Bewegung setzt und für Rechts- oder Linkslauf schaltet. Die Weichenstellhebel  $W_1$  und  $W_2$  müssen nach jeder Benutzung in ihre Mittelstellung zurückgeführt werden; betriebsfähig werden die Weichen immer erst durch Umlegen eines zugehörigen Weichenriegelhebels  $R_1$  oder  $R_2$ , welcher zugleich die Stromübergänge zur Einschaltung des als zweifarbiges Lichtsignal mit grün oder rot ausgeführten Weichensignales steuert und die Weiche in ihrer richtigen Endstellung verriegelt.

Bei der geringen Entfernung sind für die Übertragung der Verriegelung vom Stellwerke nach den Weichen und zum Stellen zweier Flügelsignale D und E Rohrgestänge verwandt.

\*) Organ 1905, S. 86 und 109.

Die mechanischen Abhängigkeiten im Stellwerk werden durch fünf Verschlusswellen bewirkt, von denen zwei e und d von Hand durch Knebel bewegt, die übrigen drei cd,  $a_1 A_1$  und  $a_2 A_2$  durch Federn selbsttätig in ihre Ruhestellung zurückgeführt werden.

Um die Umstellung der Weiche  $W_1$  für die Ausweiche dem Weichenwärter zu entziehen und lediglich durch den Bahnhofleiter erst dann zu gestatten, wenn der für die Kehre bestimmte Zug am Bahnsteig I seine Fahrt unterbrochen hat, ist der zugehörige Verriegelungshebel  $R_1$  vom Bahnhofs aus noch durch eine zweite mechanische Verschlussvorrichtung in seiner richtigen Lage festgelegt. Dieselbe Verriegelung hat die Weiche II. Diese Verriegelungen sind mit einem gewöhnlichen, langsam schlagenden, durch Batteriestrom angetriebenen Lütewerke verbunden, welches jedesmal so lange läutet, als die Weiche I nicht in vorgeschriebener Weise für die durchgehende Gerade verriegelt ist, und damit die betreffenden Beamten zur Rückstellung ermahnt, sobald diese statthaft ist.

Zur Deckung der Weiche I dienen die Lichtsignale  $A_1$  und  $A_2$ , welche für Bahnsteig I des Bahnhofes Zoologischer Garten Ausfahr- und Wegesignale sind, und durch ihre Aufstellung rechts und links vom Gleise die Richtung zeigen, für welche sie gelten. In der Regel zeigen diese beiden Signale rotes Licht, verbieten also die Fahrt in der Geraden und Ausweiche; je nach der Lage der Weiche zeigt aber das eine oder das andere durch grünes Licht die erlaubte Fahrt an, wobei aber das zweite gleichzeitig stets rot zeigen muß; nie können beide Signale gleichzeitig grünes Licht zeigen. Hinsichtlich der Fahrerlaubnis ergänzen sich also die beiden Signale, weil zunächst der Zugführer in Anbetracht der so sehr ungleichen Gefällverhältnisse beider Wege, unbedingt wissen muß, wohin er fährt, und weil er bei Verwendung nur

eines Signales für beide Wege leicht mit zu großer Geschwindigkeit fahren könnte.

Die Wegesignale  $A_1$  und  $A_2$ , sowie das Ausfahrtsignal C der Nachbarhaltestelle Ruthenbeck zeigen dauernd rotes Licht und müssen stets erst von Fall zu Fall durch den Bahnhofsleiter in Zoologischer Garten auf grün umgestellt werden. Dazu dient im Bahnhofs Zoologischer Garten eine aus Abb. 3, Taf. XXXIII ersichtliche eigene dreiteilige Freigabeblockvorrichtung. Drei durch Federn hochgehobene Tasterstangen lassen sich mittels je eines auf dem Dache des betreffenden Schutzkastens angebrachten Hebels nach unten drücken, wobei Unterbrechungen oder Schließungen verschiedener Stromwege veranlaßt und zugleich festlegende oder freimachende Verschiebungen von Verschlussriegeln bewirkt werden. Beim Niederdrücken der Stange wird diese in gewisser Tiefe von einer Schnepperanordnung festgehalten; sie kann von den Federn alsdann nicht früher nach aufwärts in ihre Ruhelage zurückgestellt werden, als durch den zugehörigen Elektromagneten 7, 45 oder 31 ein Strom läuft, welcher die bezügliche Ankerbewegung der Hemmung auslöst. Diese Auslöseströme können durch die Züge selbst von den betreffenden Sonderstrecken aus entsendet werden. Daher ist die Auslösung der hemmenden Ankeranordnung, welche die Freigabestange festhält, in ähnlicher Weise, wie die Aufhebung des Fahrverbotes bei den Streckenblocks nicht nur an die Stromgebung, sondern auch an die nachfolgende Unterbrechung gebunden. Die hemmende Ankeranordnung der Elektromagnete 7, 45 und 31 ist also ebenso mit Doppelschnepper ausgestattet, wie die Verzögerungsvorrichtung der Streckenblocks, damit vorzeitige Entriegelung der Weichen durch Stromableitungen an den maßgebenden Sonderstrecken ausgeschlossen werden. Das Signal  $A_1$  (Abb. 2, Taf. XXXIII) wird mit dem Drücker  $a_1$ ,  $A_2$  mit  $a_2$  und das Ruthenbecker Signal C mit c/d freigegeben.

Durch die Abhängigkeit zwischen der Freigabeblockvorrichtung und dem Weichenstellwerke läßt sich das Signal C nur dann auf »Fahrt« stellen, wenn die Weiche II in ihrer für die gerade Durchfahrt vorgeschriebenen Lage verriegelt und Signal D vorher auf »Fahrt« gezogen wurde.

Durch die Freigabe eines der Wegesignale  $A_1$  oder  $A_2$  wird die Verriegelung  $R_1$  der Weiche I in der + oder - Stellung, und durch die Freigabe von C die Verriegelung  $R_2$  der Weiche II in der + Stellung festgelegt und auch so lange verschlossen gehalten, bis der Zug die Sonderstrecken  $J_1$  oder  $J_2$  beziehungsweise  $J_5$  überfahren hat.

Für die Ausfahrt aus der Kehre muß die Weiche II erst in die richtige Lage gestellt sein, bevor der Flügel des Signales E auf »Fahrt« gezogen werden kann, womit die Verriegelung der Weiche II in der - Stellung verbunden ist.

Zur Verbindung der elektrischen Signal-Einrichtungen der Haltestelle Ruthenbeck und des Bahnhofes Zoologischer Garten sind außer den gewöhnlichen beiden Blockleitungen  $L_1$ ,  $L_2$  noch drei Leitungen  $l_1$ ,  $l_2$  und  $l_3$  vorhanden. Von letzteren dient  $l_1$  dazu, die Lampen des Signales C nur über die Freigabeblockvorrichtung des Bahnhofes Zoologischer Garten unter Strom zu setzen; durch  $l_2$  kann von diesem Bahnhofs aus auf der Zeichenscheibe eines Vormelders jederzeit angegeben werden,

ob das Signal C »Halt« zeigt, um zu beobachten, ob und wann ein vorgemeldeter Zug in den Blockabschnitt CF oder CD eingefahren ist. Die Leitung  $l_3$  verbindet eine vor der Haltestelle Ruthenbeck in die Arbeitsleitung eingelegte Sonderstrecke R mit einem Läutewerke, durch welches sich jeder in der Richtung nach Rittershausen verkehrende Zug dem Bahnhofsleiter in Zoologischer Garten vormeldet, welcher nach jedem solchen Läutezeichen durch Niederdrücken der Taste c/d das Signal C freigibt, sobald die derzeitige Weichen- und Signalstellung es gestattet. Durch diese Art der Vormeldung wird die Abwicklung des Zugverkehrs gefördert, auch werden die Betriebsstörungen vermieden, welche etwa durch vorzeitige Aufhebung des Fahrverbotes bei C entstehen können, weil die einmal erfolgte Freigabe nebst der damit verbundenen Weichenverriegelung nicht mehr zurückgenommen werden kann.

Die Vorgänge bei Durchfahrt eines nach Ruthenbeck, Vohwinkel verkehrenden Zuges sind folgende.

Ein solcher Zug findet im Bahnhofs Zoologischer Garten die Weiche I durch die vom Hebel  $R_1$  gesteuerte Verschlussrolle, sowie durch die mechanische Bahnhofsblockvorrichtung in der + Lage festgestellt. Kann der Zug vom Bahnsteige I abgehen, so stellt der Bahnhofsleiter durch Drücken der Taste  $a_1$  das Signal  $A_1$  auf »Fahrt«, indem die grünen Lampen dieses Signales von 1 aus über 2 in der Freigabeblockvorrichtung, dann über 3 und 4 im Blockfelde  $A_1$  zur Erde unter Strom gesetzt werden, während der vorher bestehende Stromweg nach den roten Lampen bei 2 unterbrochen ist; zugleich wird durch die Taste  $a_1$  die Weiche I in ihrer regelrechten Stellung nochmals verschlossen, und diese Sperrung kann nur durch den betreffenden Zug selbst wieder gelöst werden. Das Signal  $A_2$  bleibt rot und bestätigt dadurch, daß die Einfahrt in die Ausweiche der Rückkehrschleife tatsächlich ausgeschlossen ist.

Der nach Ruthenbeck weiterfahrende Zug stellt beim Überfahren der Sonderstrecke  $J_1$  das Signal  $A_1$  hinter sich wieder auf »Halt«, indem die erste Stromgebung von dort über 5, 6 im Blockfelde  $A_1$ , dann über 7 in der Freigabeblockvorrichtung nach Erde geht. Nach Aufhören dieses Stromes in der Spule 7 erfolgt die Auslösung der Schnepperhemmung der Taste  $a_1$ , sodafs diese nach aufwärts in ihre Ruhelage zurückkehrt und den elektrischen Verschluss der Weiche aufhebt. Die zweite Stromgebung von  $J_1$  nimmt ihren Weg über 8, 9 im Blockfelde  $A_1$  und weiter über 10, 11 in der Freigabeblockvorrichtung in die Leitung  $L_1$ , um das Fahrverbot in der rückliegenden Nachbarhaltestelle in gewöhnlicher Weise aufzuheben, sodafs ein folgender Zug nach Zoologischer Garten vorfahren kann. Hierbei ist hinsichtlich des Stromweges 10, 11 hervorzuheben, daß der betreffende Stromschluß-Hebel wohl beim Niedergehen der Tastenstange  $a_1$  mitgenommen wird, beim Aufwärtsschnellen dieser Stange aber nicht wieder emporgehoben wird. Die Vorrichtung 10, 11, 48 ist nämlich eine Stromübergangswippe für zwei Stromwege, welche, je nachdem sie von der Tastenstange  $a_1$  oder  $a_2$  niedergedrückt wurde, den Stromweg 10, 11 oder 48, 11 herstellt und stets in der zuletzt erhaltenen Lage so lange verharret, bis ihr die andere Lage erteilt wird.

Ist der Zug in Ruthenbeck eingetroffen und setzt er seine Fahrt fort, so bringt er zunächst beim Überfahren der Sonderstrecke  $J_3$  in gewöhnlicher Weise das Signal B auf »Halt« und stellt sonach das Signal  $A_1$  auf Bahnhof Zoologischer Garten auf »Fahrt«, ohne jedoch die grünen Lampen unter Strom zu setzen. Der betreffende Rückmeldestrom verläuft von  $J_3$  über 14, 15 des Blockfeldes B in die Leitung  $L_1$  nach dem Blockfelde  $A_1$  und geht hier über 16, 17 nach Erde; Signal  $A_1$  verbleibt trotzdem auf »Halt«, weil in der Freigabeblockvorrichtung die Drückerstange  $a_1$  beim Stromübergangswchsel 2 nur die Speiseleitung der roten Lampen geschlossen, die der grünen Lampen aber unterbrochen hat.

Fährt ein aus der Richtung von Vohwinkel kommender Zug nach Rittershausen, so gibt er vor Einfahrt in Ruthenbeck beim Überfahren der Sonderstrecke R ein Läutezeichen nach Zoologischer Garten, worauf der dortige Bahnofsleiter, wenn er den Zug annimmt, zunächst durch Umlegen des Fahrstrafsenknebels d die Weiche II in der + Stellung verriegelt und dann das Flügelsignal D auf »Fahrt« stellt. Erst der Vollzug dieser Vorbedingungen ermöglicht die Freigabe des Ausfahrsignals C in Ruthenbeck durch Niederdrücken der Taste c/d, wobei der Fahrstrafsenknebel d für die gezogene Stellung des Signales D festgelegt wird. Die durch das Niederdrücken von c/d bewirkte Stromgebung verläuft, wenn Gleis II zwischen C und F unbesetzt ist und sich also das Blockfeld C in Ruthenbeck in der Lage »Fahrt« befindet, von 1 über 21 in der Freigabeblockvorrichtung, dann über  $l_1$  nach Ruthenbeck, um hier über 22, 23 und C nach Erde zu gehen. Verläßt der Zug Ruthenbeck, so stellt er beim Überfahren der Sonderstrecke  $J_4$  in gewöhnlicher Weise zunächst das Signal C hinter sich auf »Halt« und mit der zweiten Stromgebung das deckende Fahrverbot in der rückliegenden Nachbarhaltestelle auf »Fahrt« zurück. Nähert sich der Zug dem Bahnhofs Zoologischer Garten, so kann, sobald er beim Signale D vorbeigekommen ist, erforderlichen Falles bei Gefahr schon früher, D auf »Halt« gestellt werden; es bleibt jedoch unmöglich, den Knebel der Fahrstrafse d aus der gezogenen Stellung zurückzulegen, also die Verriegelung der Weiche II zu lösen, bevor der Zug den Bahnhof selbst verlassen und die Sonderstrecke  $J_5$  überfahren hat. Mit der ersten hier erfolgenden Stromgebung, welche von  $J_5$  über 29, 30 im Blockfelde F und über den Elektromagneten 31 der Taste c/d nach Erde verläuft, wird Signal F auf »Halt« gestellt und nachdem der Strom aufhört, auch die Stangen Sperre ausgelöst, sodafs c/d aufwärts in seine Ruhelage zurückgeht, und der Weichenriegelhebel  $R_2$  entriegelt wird. Die zweite Stromgebung, welche von  $J_5$  über 32 und 33 im Blockfelde F, ferner über den Stromschliefsler 34 in der Freigabeblockvorrichtung, sodann über  $L_2$  nach Ruthenbeck verläuft und hier im Blockfelde C über 35 und 36 nach Erde geht, wandelt die »Halt«-Stellung des Blockfeldes C in die für »Fahrt« um. Der Stromschliefsler 34 wird stets erst durch das Niederdrücken der Tastenstange c/d geschlossen, verharrt jedoch in dieser den Stromweg schließenden Lage auch nach dem Emporschnellen der Tastenstange c/d, wird jedoch beim Rechtsdrehen des Fahrstrafsenknebels e selbsttätig in die gewöhnliche Unterbrechungslage zurückgestellt.

Der Stromwechselschlufs 34, 49 hat den Zweck, die Rückmeldung nach Ruthenbeck nur für die durchgehenden Züge zu geben, für Züge aus der Rückkehrschleife dagegen die Abgabe einer derartigen Rückmeldung zu verhindern.

Soll ein aus der Richtung von Rittershausen eintreffender Zug über die Rückkehrschleife auf das Gleis II geleitet werden, so wird er im Bahnhofs Zoologischer Garten zum Halten gebracht, und die vom Bahnofsleiter zu bedienende mechanische Riegelrolle für Weiche I gelöst, dann im Stellwerke die Weiche I durch  $R_1$  entriegelt und mit dem Stellhebel  $W_1$  auf die Ausweiche umgelegt, wobei die schon erwähnten langsam schlagenden Überwachungs-Läutewerke ertönen. Nach richtiger Verriegelung der Weiche I in der — Stellung erfolgt durch Niederdrücken der Tastenstange  $a_2$  die Freigabe des sonst immer »Halt« zeigenden Wegesignales  $A_2$  mittels des hierbei auftretenden Stromes, welcher von 1 über Stromschliefsler 37 in der Freigabeblockvorrichtung und über 38 und 39 im Blockfelde  $A_2$  zur Erde geht. Dieser Strom wirkt wie jeder Entblockungstrom nur vorübergehend, weil die Hebelvorrichtung des Stromschliefsers 37 so angeordnet ist, dafs sie sofort unter Aufhebung des Stromweges in ihre Ruhelage zurückkehrt, sobald die Tastenstange  $a_2$  wieder losgelassen wird, obwohl die Stange selbst von der Ankerhemmung des Elektromagneten 45 in ihrer tiefsten Lage festgehalten bleibt. Bei dieser Stangenlage ist sowohl die Verriegelung der Weiche I in der — Stellung elektrisch festgelegt, als auch der Strom für die grünen Lampen des Wegesignales  $A_2$  von 1 über 40 in der Freigabeblockvorrichtung, dann über 41, 42 im Blockfelde  $A_2$  und über die grünen Lampen von  $A_2$  zur Erde geschlossen. Der nun in die Rückkehrschleife einfahrende Zug stellt hinter sich das Wegesignal  $A_2$  wieder auf »Halt«, sobald er die Sonderstrecke  $J_2$  überfährt. Die erste hier erfolgende Stromgebung verläuft nämlich von  $J_2$  über 43, 44 im Blockfelde  $A_2$ , dann über die Elektromagnetspule 45 in die Freigabeblockvorrichtung und zur Erde; sie stellt also nicht nur das Blockfeld  $A_2$  auf rot, sondern löst auch die Hemmung der Tastenstange  $a_2$  aus, sodafs diese hochschnellt. Die zweite von  $J_2$  ausgehende Stromgebung verläuft über 46, 47 im Blockfelde  $A_2$ , ferner über 48 und 11 in der Freigabeblockvorrichtung und dann über die Fernleitung  $L_1$ , um in gewöhnlicher Weise in der Nachbarhaltestelle das Ausfahrsignal für Gleis I zu entblocken und auf »Fahrt« zu stellen. Für diese Stromgebung ist der Stromweg 11, 48 durch das Niederdrücken der Tastenstange  $a_2$  in der Stromübergangswippe 10, 11, 48 hergestellt, beim Rückschnellen der Stange aber nicht wieder unterbrochen. Der in der Schleife befindliche Zug darf nicht unter  $J_2$  halten, damit nicht Dauerströme entstehen und ebensowenig darf er über  $J_2$  zurückschieben und nochmals vorfahren, weil hierdurch wieder ein Entblockungstrom in die rückliegende Nachbarhaltestelle entsendet würde, und eine falsche, unter Umständen gefährliche Freistellung des betreffenden Ausfahrsignals entstehen könnte.

Soll endlich der in der Rückkehrschleife befindliche Zug in das Hauptgleis II ausfahren, um zum Bahnsteige II zu gelangen, so wird die Weiche II nach vorausgegangener Entriegelung aus der + Lage in die — Lage gestellt, hierin wieder verriegelt und diese Verriegelung außerdem durch Rechtsdrehen des

Fahrstraßenknebel e festgelegt, hierbei wird auch die Tastenstange c/d in ihrer Ruhelage gesperrt, indem durch Drehung von e eine angelenkte Stange s emporgehoben wird, welche auf einen winkelhebelartigen Sperrkegel t derart einwirkt, daß sich dessen größerer Arm unter einen Absatz der Stange c/d stellt. Diese wird wieder gebrauchsfähig, indem der Sperrkegel t durch Einwirkung des Elektromagneten 50 in seine Ruhelage zurückgeführt wird, was beim Verlassen des Bahnhofes Zoologischer Garten geschieht, sobald der Zug durch Überfahren der Sonderstrecke  $J_5$  das Ausfahrtsignal F hinter sich auf »Halt« stellt; hierbei nimmt der Strom von  $J_5$  aus seinen Weg über 32 und 33 im Blockfelde F und über 49 und 50 in der Freigabeblockvorrichtung zur Erde. Während also das Blockfeld und Signal F auf rot gebracht wird, erfolgt gleichzeitig durch den Elektromagneten 50 die Rückstellung des Sperrkegels t, also die Aufhebung der Klinkensperre von c/d. Eine zweite Stromgebung oder die Entsendung eines Entblockungstromes von  $J_5$  nach Ruthenbeck erfolgt vorliegenden Falles nicht, weil der betreffende Stromweg in der Freigabeblockvorrichtung bei 34 unterbrochen ist. Die Sperrklinke t sichert diese Unterbrechung und macht die vorzeitige Entsendung eines Entblockungstromes mittels der Tastenstange c/d unmöglich, bevor nicht der aus der Schleife ins Hauptgleis II übergegangene Zug den Bahnhof Zoologischer Garten tatsächlich verlassen hat.

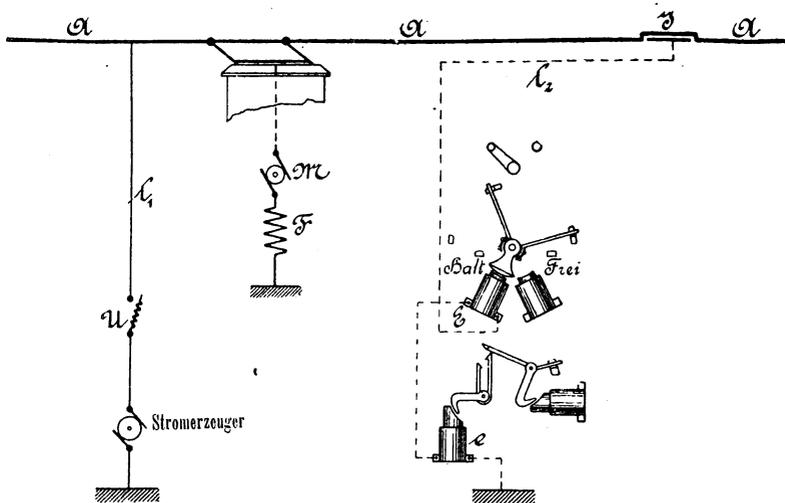
#### 4. Allgemeine Angaben.

Die Durchbildung der Blocksignalanordnung und der Signal- und Weichensicherung entspricht mit ihrem unmittelbaren Starkstrombetriebe den strengen Sicherheitsanforderungen für verkehrsdichte Vollbahnen und darf, abgesehen von ihrem grundsätzlichen Werte für die Schwebbahn, als Studiengegenstand für künftige »Schnellbahnen« angesehen werden. Auch die am Endbahnhofe Vohwinkel gebauten Kletterweichen und Schlepweichen und die im Bahnhofe Zoologischer Garten verwendeten Kletterweichen sind zum Vergleiche ihrer Verwendbarkeit ausgeführt worden. Bisher sollen die Schlepweichen den Vorzug verdienen. Alle selbsttätigen Schaltvorrichtungen werden mit Gleichstrom von 570 Volt Spannung gespeist und sind entsprechend gebaut, namentlich vorzüglich stromdicht hergestellt, daher sind die selbsttätigen Stromschließer alle als Augenblicks-Schalter ausgeführt. Eine der beiden Spulen an den Zusatzvorrichtungen (Abb. 3, Taf. XXV) erhielt, da sie nicht für 570 Volt gewickelt werden konnte, als Vorschaltwiderstand einen Emaille-Widerstand von 4000 Ohm. Da die Ausdünstungen der Wupper alle aus Eisen oder Stahl bestehenden Teile der Signalvorrichtungen in kurzer Zeit stark angriffen, sind für alle Blockwerke über der Wupper Achsen und Schrauben aus Messing hergestellt.

Zu Anfang des Betriebes stellte sich heraus, daß die Leitung  $l_2$ , welche bei jeder Blockstelle (Abb. 3, Taf. XXV) über die Elektromagnete E und e an die Rückleitung anschließt, und zum Teil entlang der Arbeitsleitung läuft, mit dieser und der dazwischen befindlichen Luftschicht zusammen wie eine Leydener Flasche wirkte. Wird nun der selbsttätige Starkstrom-Schalter U plötzlich unterbrochen, während sich die Wagentrieb-

werke M unter Strom befinden, so entwickeln die Reihenfeldwickelungen F eine sehr hohe Induktionsspannung. Der von der Arbeitsleitung A und der Blockfeldzuleitung  $l_2$  gebildete Condensator läßt die vorher in  $l_2$  mit — 570 Volt gebundene Elektrizitätsmenge nach erfolgter Unterbrechung der Speiseleitung über E e und die Rückleitung in die Arbeitsleitung A fließen, während umgekehrt die positive Elektrizitätsmenge aus A durch M F, Rückleitung, e und E (Textabb. 1) nach  $l_2$  gelangt. Wird

Abb. 1.



Stromlauf der Arbeitsleitung.

beispielsweise bei der Abschaltung eine Induktionsspannung von 1000 Volt an den Klemmen erzeugt, so wirkt der Aufspanner also mit dem Spannungsunterschiede von 1570 Volt und ist im Stande, die Ankerumstellung in den Blockfeldern zu veranlassen. Um eine derartige Betriebsstörung zu verhindern, sind neben die Feldwickelungen der Triebwerke, welche die hohe Induktionsspannung veranlassen, induktionsfreie Widerstände geschaltet, durch welche sich die Induktionsströme entladen können.

Muß ein Gleis wegen einer Störung des andern in beiden Richtungen befahren werden, so tritt die Zugdeckung durch die Blocksignale außer Kraft, weil diese nur für den regelmäßigen Verkehr der zweigleisigen Bahn eingerichtet ist. Dann wird der Zugmeldedienst lediglich mittels der Fernsprecheinrichtung abgewickelt, durch welche alle Bahnhöfe und Haltestellen untereinander in doppelter Verbindung stehen. Für jeden Bahnhof und jede Haltestelle sind zwei längs dem eisernen Trägerwerke verlegte blanke Fernsprechleitungen vorhanden, welche für das unmittelbare Sprechen eingerichtet sind und auch von den Zügen statt einer Hilfssignaleinrichtung benutzt werden können. Diese besteht aus einem für beide Richtungen gemeinsamen Mikrophonsprecher, je einem elektromagnetischen Anrufwecker und je einer Hörmuschel für jede Richtung. Auf der zweiten in Kabeln verlegten Fernsprechlinie kann sowohl jeder Bahnhof und jede Haltestelle als auch die Werkstätte und das Dienstgebäude der Schwebbahn durch Vermittelung eines auf der Haltestelle Alexanderbrücke errichteten Vermittlungsamtes sprechen.

Um von den Zügen aus mit den Bahnhöfen und Haltestellen sprechen zu können, führt jeder Zug im Führerwagen einen vollständigen Fernsprechsatz aus Mikrophon, Hörmuschel

und Wecker mit Magnetinduktor in einem Kasten mit. Mittels einer mit zwei Haken versehenen Bambusstange, welche zwei Drahtleitungen einschließt, kann der Anschluß an die blanken Freileitungen hergestellt werden, indem der Wagenführer das mit zwei Haken versehene Ende der Stange auf den betreffenden Leitungsdraht und die Rückleitung aufhängt, und im Wagen die Verbindung zwischen den beiden Stangenleitungen und dem Fernsprechsatz durch einfaches Einstöpseln zweier Schaltstifte vornimmt. Anruf und Abwicklung des Gespräches erfolgt dann in der gewöhnlichen Weise mit einer der Haltestellen, zwischen denen der Zug hülfsbedürftig geworden ist. P—n.

### Die gebräuchlichsten Bauarten der Funkentelegraphen und ihre gegenwärtige Anordnung.\*)

(Archiv für Post und Telegraphie Nr. 4, Februar 1904.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXI.

#### 3. Bauart Braun-Siemens.

**Schaltung.** — Ein aus einem Ladekörper, einer Selbstinduktion und einer Funkenstrecke bestehender geschlossener Schwingungskreis (Abb. 10, Taf. XXI) wird durch einen Funkeninduktor zu elektrischen Schwingungen erregt. Der elektrische Widerstand des Schwingungskreises und dessen Selbstinduktion müssen möglichst klein sein, während seine Aufnahmefähigkeit möglichst groß sein muß, um lange andauernde Schwingungen zu erhalten. Der Ladekörper wird gebildet durch Hochspanner C in Form von Leydener Flaschen, die symmetrisch zu beiden Polen der Funkenstrecke F angeordnet sind. Die Selbstinduktion bildet gleichzeitig die erregende Spule p des Übertragers Ue für die elektromagnetische Kuppelung. Durch Induktions-Übertragung werden die Schwingungen des Leydener Flaschenstromkreises der in die offene Strombahn, den Senderdraht, eingeschalteten erregten Spule s aufgezwungen. Um hierbei in dieser einen Höchstwert an Stromstärke zu erhalten, wird sie mit Ansätzen versehen, die ein regelmäßiges Zurückwerfen der in ihnen erzeugten Wellen bewirken. Die Ansätze müssen nahezu einer Viertelwellenlänge oder einem ungeraden Vielfachen davon elektrisch gleichwertig sein; ebenso müssen die Produkte aus Aufnahmefähigkeit und Selbstinduktion zu beiden Seiten der erregten Spule einander gleich sein. An ihrem Verbindungspunkte mit dem Ganzen befindet sich dann ein Spannungsknoten und ein Strombauch, während an den freien Enden ein Stromknoten und ein Spannungsbauch liegen, die günstigste Bedingung für die Ausstrahlung der Wellen also damit erfüllt ist. Der eine Ansatz wird als senkrechter Draht in die Höhe geführt, um die Wellen in den Luftraum auszustrahlen; der andere Ansatz aber wird aufgewickelt und stromdicht aufgehängt oder auch durch eine stromdicht aufgehängte Metallplatte von Walzenform und entsprechender Größe ersetzt.

Bei dem Empfänger werden die ankommenden Wellen von dem Luftdrahte zunächst einem Wiedergabe-Kreise, dem Hochspanner-Kreise, zugeführt, der genau auf die Wellenlänge des Gebers abgestimmt ist und die eintreffende Arbeit ansammelt. Der Hochspanner-Kreis enthält wie derjenige der Sendereinrichtung zwei Hochspanner C hinter einander, die durch die

\*) S. Organ 1905, S. 85 und 112.

erregende Spule p eines Übertragers Ue verbunden sind. Das zur Erzielung richtiger Wiedergabe und kräftiger Schwingung der Übertragerspule erforderliche elektrische Gleichgewicht wird wiederum durch Anhängung eines einer Viertelwellenlänge elektrisch gleichwertigen Metalleiters an den Hochspanner-Kreis hergestellt. Die erregte Übertragerspule s ist in gewöhnlicher Weise mit dem Fritter und einem Hochspanner zu einem geschlossenen Stromkreise zusammengeschaltet. Neben dem Fritter liegt die Fritterzelle und der Magnetschalter.

Ebenso wie bei der bisher am meisten verwendeten induktiven Sendererregung ist auch bei der von Braun angegebenen unmittelbaren Erregung, das heißt der elektrischen oder galvanischen Kuppelung des Senderdrahtes, dessen genaues Abgleichen auf die Schwingungen des geschlossenen Erregerkreises unbedingtes Erfordernis zur Erzielung der Höchstwirkung.

Die bei der Braun-Siemens-Bauart zur Verwendung kommenden Vorrichtungen sollen schwach gedämpfte Wellen und größte Wiedergabe erzielen.

**Funkeninduktor.** — Der Funkeninduktor ist abweichend von der Bauart der Ruhmkorff-Induktoren weniger zur Erzielung hoher Spannungen gewickelt, sondern vielmehr so gebaut, daß er Hochspannern möglichst große Elektrizitätsmengen zuführen kann. Zu diesem Zwecke erhält der Funkeninduktor einen sehr langen Erreger und eine verhältnismäßig kurze erregte Wickelung mit geringem Widerstande. Der erregende Kreis kann ausgewechselt werden, der Induktor läßt sich daher innerhalb weiter Grenzen auf eine bestimmte Leistung und auf einen beliebigen Unterbrecher einstellen.

**Elektrolytischer Unterbrecher.** — Zur selbsttätigen Unterbrechung des induzierenden Stromkreises der Induktor-Einrichtung benutzt Braun-Siemens für große Anlagen den elektrolytischen Unterbrecher von Wehnelt oder von Simon, welcher auf folgendem beruht: Ordnet man zwei Platinelektroden in einem Gefäße mit verdünnter Schwefelsäure derart an, daß sie der Flüssigkeit nur eine kleine Berührungsfäche darbieten, und schaltet diese in den Stromkreis einer hinreichend starken galvanischen Batterie ein, so treten bald fortwährende Stromunterbrechungen auf. Man beobachtet hierbei an den Elektroden und insbesondere an der Anode eine Lichterscheinung, die von einem Tone begleitet ist, dessen Schwingungszahl die Anzahl der Stromunterbrechungen in bestimmter Zeit angibt. Diese Wirkung ist eine Folge der die Elektrolyse begleitenden Wärmeerscheinung. Durch die starken Ströme erhitzt sich der Platindraht der Elektroden und verdampft die Flüssigkeit. Die Elektroden werden nun von einer Dampfhülle umgeben, welche den Strom unterbricht. Der die Stromunterbrechung begleitende Funke wird durch den Öffnungstrom verstärkt und leuchtender; er ist die Ursache der angeführten Lichterscheinung. Sobald der Strom unterbrochen ist, verdichtet sich der Wasserdampf wieder, oder er steigt ebenso wie der durch die Elektrolyse an der Anode entwickelte Sauerstoff aus der Flüssigkeit empor. Die Flüssigkeit tritt aufs neue mit den Elektroden in Berührung und der geschilderte Vorgang wiederholt sich.

**Morsetaste.** — Die zur Abgabe der telegraphischen

Zeichen benutzte Morsetaste ist so eingerichtet, daß sie selbst Stromstärken bis zu 50 Ampère ohne schädliche Wirkung für den elektrolytischen Unterbrecher unterbrechen kann. Zu diesem Zwecke ist die eigentliche Stromschlußstelle der Taste von der Unterbrechungstelle getrennt; nur an letzterer findet eine Funkenbildung statt, da sie sich bei Stromschluß zuerst schließt und danach die eigentliche Stromschlußstelle, der Hauptstromschließer, Schluß erhält. Bei der Stromöffnung dagegen öffnet sich zuerst der Hauptstromschließer und erst dann der Unterbrechungstromschließer, der mit Kohlenschluß und magnetischer Funkenlöschung versehen ist. Die Kohlenschlüsse sind verstellbar und lassen sich leicht auswechseln.

Wellenerzeuger und Leydener Flaschen. — Die Leydener Flaschen-Hochspanner des geschlossenen Erregerkreises bestehen aus einem Bündel widerstandsfähiger Glasröhren von 25 mm Durchmesser und 2,5 bis 3 mm Wandstärke. Jede Flasche hat eine genau bestimmte Ladefähigkeit von 0,0002 bis 0,0005 Mikrofarad und kann leicht ausgewechselt werden, wenn sie mechanisch oder elektrisch durchschlagen wird. Man kann bei dieser Anordnung ohne Schwierigkeit innerhalb der Grenzen von 0,0002 bis 0,0048 Mikrofarad von einer Aufnahmefähigkeit auf die andere übergehen. Die zu verwendende Wellenlänge ist also in den weitesten Grenzen veränderlich. Unten am Hochspanner ist die Funkenstrecke angebracht, die zur Schalldämpfung mit einem Glaszylinder umgeben ist.

Aufspanner. — Die Abmessungen des für die elektromagnetische Kuppelung verwendeten Übertragers sind so gewählt, daß seine erregende Wicklung mit der Ladung der Leydener Flaschen eine Wellenlänge liefert, die ungefähr das Vierfache der Länge des Luftleiters beträgt. Die erregte Wicklung des Übertragers muß in Verbindung mit dem zu verwendenden Luftdrahte oder einem andern gleicher Länge auf den Höchstwert der Wiedergabe eingestellt werden.

Da bei diesem Übertrager gewaltige, indes völlig ungefährliche Spannungen auftreten, so sind seine Wicklungen in ein mit Öl gefülltes Gefäß gehängt, das einen Durchmesser von höchstens 20 cm besitzt und gut abgedichtet ist, sodafs Herauslaufen des Öles ausgeschlossen wird.

Im Empfänger treten wesentlich niedrigere Spannungen auf, als in den Senderstromkreisen, daher bedarf der Umspanner des Empfängers keiner Ölsonderung, und der Hochspanner des Empfang-Schwingungskreises kann erheblich kleinere Abmessungen erhalten, als der des Gebers. Diese Hochspanner, deren Aufnahmefähigkeit indes nicht sehr von derjenigen der

Sender-Hochspanner abweicht, bestehen aus einer Anzahl durch dünne stromdichte Scheiben von einander getrennter Stanniolplatten.

Als Wellenanzeiger benutzt Braun-Siemens in der Hauptsache einen Stahlpulverfritter, daneben auch einen sehr empfindlichen Mikrophonfritter.

Stahlpulverfritter. — Die Elektroden des Stahlpulverfritters bestehen ebenfalls aus Stahl; ihre Endflächen müssen stets Hochglanz besitzen, der sich nach Beschädigungen mit einer einfachen Poliermaschine in einigen Minuten wieder herstellen läßt. Die Fritterfüllung besteht aus gehärtetem und gesiebttem Stahlpulver; je nach Verwendung feinem oder gröbern Kornes läßt sich die Empfindlichkeit des Fritters vermindern oder steigern. Der Fritter ist fast unbegrenzt haltbar; er ist nicht luftleer, seine Empfindlichkeit kommt aber derjenigen der besten luftleeren Nickelfilter gleich und übertrifft diese noch an Sicherheit der Wirkung. Die Regelung der Empfindlichkeit des Fritters während des Betriebes erfolgt durch einen kleinen Ring-Dauermagneten, zwischen dessen nahe einander gegenüber liegenden Polen die eine verlängerte Elektrode des Fritters angeordnet ist. Durch Drehung des Magnetrings kann man beliebig den Nord- oder Südpol dem Elektrodenende nähern und hierdurch deren wirksame Endfläche süd- oder nordpolar in jeder gewünschten Stärke magnetisieren oder auch vollständig entmagnetisieren.

Mikrophonfritter. — Der Mikrophonfritter ist dreimal so empfindlich, als der Stahlpulverfritter; er gestattet aber die Aufnahme der Telegramme nur mit dem Fernsprecher. Er enthält zunächst ein Mikrophon einfachster Bauart, das lediglich aus einem an einer Blattfeder befestigten harten Stahlplättchen besteht, gegen das eine meist zu einer Spitze ausgebildete Kohlen- oder Stahlelektrode durch eine Mikrometerschraube gepreßt werden kann. Das Mikrophon wird mit einer Trockenzelle und einem Fernsprecher hinter einander geschaltet. Wenn der Strom der Trockenzelle nicht zu stark ist, so kann der Druck der Stahlfeder auf die Stromschlußstelle des Mikrophonfritters ziemlich groß sein, ohne daß der Fritter an Empfindlichkeit gegen die elektrische Bestrahlung einbüßt. Andererseits wird der Fritter hierdurch gegen mechanische Erschütterungen weniger empfindlich.

Der Mikrophonfritter kann in jede beliebige abgestimmte oder nicht abgestimmte Empfangsanordnung eingeschaltet werden; er spricht auf jede elektrische Welle an, ist also zur Wahrung des Telegraphengeheimnisses nicht geeignet. —k.

## B e t r i e b .

### Die Einführung der dritten Wagenklasse in England.

Im November 1904 waren 60 Jahre seit dem Tage verflossen, an welchem gemäß Parlamentsbeschlusses der erste Wagen dritter Klasse auf den englischen Bahnen in Betrieb genommen wurde. Die Bahnen waren gehalten, täglich in wenigstens einen Zug einen Wagen dritter Klasse einzustellen, in dem Sitze angebracht und die Reisenden in ausreichender Weise gegen die Unbilden der Witterung geschützt sein mußten. Die Bahnen erschwerten den Reisenden dritter Klasse das Reisen in jeder Weise. Erst als die Midland-Bahn den Nutzen der

Einführung der dritten Wagenklasse einsah und alle ihre Züge damit ausrüstete, mußten auch die andern Bahn-Verwaltungen dem Beispiele folgen. Doch vollzog sich diese bedeutsame Wendung in der Geschichte der dritten Klasse erst vor 30 Jahren. Inzwischen ist auch in England die dritte Wagenklasse die herrschende geworden: von den im Jahre 1903 auf den englischen Bahnen beförderten 1039 Millionen Reisenden entfallen 28 Millionen auf die erste, 67 Millionen auf die zweite, dagegen 944 Millionen auf die dritte Wagenklasse. —k.

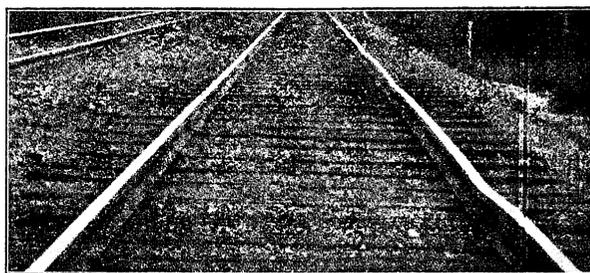
### Einwirkung schlecht ausgeglichener Lokomotiven auf das Eisenbahngleis.\*)

(Railroad Gazette 1905, Februar, S. 114 und 120. Mit Abb.)

Textabb. 1 gibt das Aussehen eines Gleises wieder, welches auf sumpfigem Untergrunde von einer schlecht ausgeglichenen amerikanischen  $2/5$  gekuppelten Lokomotive gewöhnlicher Bauart mit einer Geschwindigkeit von 129 km/St. befahren wurde. Der Umstand, daß nur der rechte, äußere Schienenstrang verbogen und verdreht wurde, wird darauf zurückgeführt, daß der Untergrund auf der dem später gelegten zweiten Gleise zugekehrten Seite gröfsern

\*) Organ 1895, S. 67; 1899, S. 66.

Abb. 1.



Widerstand geboten hat. Andernfalls würde auch der innere Schienenstrang ähnliche Veränderungen erlitten haben. —k.

## Elektrische Eisenbahnen.

### Allis-Chalmers-Bullock.

(Street Railway Review, 15. Juli 1904, S. 424.)

In die Reihe der führenden elektrotechnischen Bauanstalten Nordamerikas ist im vergangenen Jahre die Vereinigung zweier großer Bauanstalten eingetreten, von denen die eine, The Allis Chalmers Co. in Milwaukee, einen großen Ruf als Erbauerin von Dampfmaschinen besitzt und die andere, The Bullock Electric Manufacturing Co. in Cincinnati, in den letzten Jahren außerordentliche Anstrengungen im Baue elektrischer Maschinen und Schaltvorrichtungen gemacht hat. Der Anlaß dieser Vereinigung bestand in der Aufnahme des Dampfturbinenbaues seitens der zwei bisherigen führenden Anstalten, der General Electric Co. und der Westinghouse Electric and Manufacturing Co., durch die die Allis Chalmers Co. empfindlich in ihren Lieferungen geschädigt wurde. Um diese nun nicht zu verlieren, schloß sie mit der Bullock Co. das erwähnte Bündnis, das auch in deutschen Fachkreisen mit Rücksicht auf die dadurch geschaffene Vergrößerung des Wettbewerbes viel Aufmerksamkeit erregte.

Wenn schon im verflossenen Jahre große Lieferungen der neuen Doppelanstalt bekannt wurden, so gewährte doch erst die Ausstellung in St. Louis einen vollen Überblick über deren Leistungsfähigkeit. Die Quelle gibt hierüber an, daß diese Sonderausstellung in drei Teile, eine bergmännische, eine rein elektrotechnische und eine Abteilung für große Stromerzeuger zerfiel. An dieser Stelle kommen nur die beiden letztgenannten in Betracht. Außer einer Reihe von Wechselstromerzeugern und von Triebmaschinen für Werkzeugmaschinen mit Schaltvorrichtungen für verschiedene Werkzeuggeschwindigkeiten wurde eine vollständige Umformeranlage für Bahnzwecke im Betriebe vorgeführt. Der zugeführte Dreiphasenstrom hatte 25 Wellen und 6600 Volt, der gelieferte Gleichstrom 500 bis 600 Volt Spannung. Der zugehörige Abspanner sowie alle Schaltvorrichtungen vervollständigten die Anlage. Sodann wurden Bahn-Triebmaschinen, Schaltvorrichtungen für elektrisch angetriebene Fahrzeuge und vollständige Wagenausrüstungen vorgeführt. Zu den Versuchen stellte die Bullock Co. einen fertigen Triebwagen zur Verfügung.

Die Abteilung für Stromerzeugung enthielt einen großen Dampf-Stromerzeuger von 5000 bis 8000 P.S. mit wagrecht und senkrecht angeordneten Zylindern und Dampfregelung auch

auf der Niederdruckseite, dann einen mit einer Rateau-Dampfturbine verbundenen Drehstromerzeuger von 1000 KW, 6600 Volt und 25 Wellen, und einen Gleichstromerzeuger von 200 KW und 575 Volt, der unmittelbar von einer Laval-Dampfturbine getrieben wurde.

C. Z.

### Die Pariser Stadtbahn.

(Le Génie Civil, April 1903, mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 7 auf Tafel XXXIV und Abb. 3 bis 7 auf Tafel XXXVI.

Die 7 km lange Strecke Nr. 3\*) der Pariser Stadtbahn, die den Boulevard de Courcelles mit Ménilmontant verbindet, (Abb. 7, Taf. XXXVI), und durch die verkehrsreichsten Geschäftsviertel der Stadt führt, bildet mit den Strecken Nr. 1 und Nr. 2\*) den Teil des Stadtbahnnetzes, den die Stadt Paris nach Übereinkunft mit der Unternehmerin zu bauen übernommen hat, während sie zum Baue der übrigen Linien nicht gezwungen werden kann. Da jedoch die Betriebsergebnisse der Strecke Nr. 1 überaus günstig ausgefallen sind, will die Stadt nicht nur den übrigen Teil des Bahnnetzes ausbauen, sondern plant jetzt außerdem noch weitere Linien.

Die jetzt in Frage kommende Strecke nimmt ihren Anfang an der Avenue de Villiers (Abb. 7, Taf. XXXVI), wo eine gemeinsame Haltestelle mit getrennten Bahnsteigen für die Züge des hier heran kommenden Nordringes und die der Strecke Nr. 3 errichtet ist. Von hier aus ist nach dem Park-Monceau eine Umkehrschleife abgezweigt. Der Endpunkt der Strecke liegt am Gambettaplatze, wo sie sich in zwei kurze, tote Gleise gabelt, zwischen denen eine Wendeschleife liegt (Abb. 7, Taf. XXXIV).

Die Strecke ist ganz als Untergrundbahn durchgeführt und enthält siebzehn Haltestellen mit einem mittlern Abstände von 466 m. Ihre Bauart bietet nichts Neues. Vier von ihnen, die nur wenig unter der Straßensfläche liegen, haben eine Decke aus Eisenbau, während die übrigen Ziegelwölbungen besitzen. Die Bahnsteige sind 4,10 m breit bei 75 m Länge, die allerdings bei den aus acht Wagen bestehenden 72 m langen Zügen nicht ganz ausreicht.

Eigenartig ist der Kreuzungspunkt dreier Strecken in ver-

\*) Organ 1899, S. 153; 1901, S. 256 mit Plänen.

schiedener Höhenlage am Place de l'Opéra. Es sind dies die Strecken

1. Courcelles nach Ménilmontant,
2. vom Palais Royal nach dem Place du Danube und
3. die von Auteuil nach dem Place de l'Opéra (Abb. 3, bis 5, Taf. XXXIV).

Vorgenommene umfangreiche Bohrungen ergaben, daß der Untergrund aus Trieb sand bestand. Daher wurden mit Prefs luftgründung drei große Pfeiler von  $8,25 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ ,  $19,50 \text{ m} \times 8 \text{ m}$  und  $24,50 \text{ m} \times 8 \text{ m}$  Abmessung aus Ziegelmauerwerk,  $20 \text{ m}$  unter Straßenoberfläche errichtet, auf denen die Giebelwände des obern Teiles mit den Tunnelleinfahrten ruhen. Der Mittelraum dieses Mauerklotzes ist durch eine Eisendecke getrennt, auf der die Gleise der Stadtbahn liegen. Die Zugänge zu den Haltestellen der einzelnen Strecken werden durch Aufzüge erleichtert.

Weiter sind bemerkenswert die Kreuzungen dieser Stadtbahnstrecke mit den Abzugskanälen der Stadt, wie die des Kanales Clichy, Abb. 3 und 4, Taf. XXXIV, dessen Deckenwölbung von der Sohle des Stadtbahntunnels durchbrochen und an dieser Stelle durch I-Träger mit zwischen liegenden Kappen ersetzt wird. In ähnlicher Weise wird die Stadtbahnstrecke Nr. 4 unterkreuzt (Abb. 5 und 6, Taf. XXXVI). Um mit der Tunnelsohle nicht zu tief gehen zu müssen, ist hier auf kurzer Strecke die Tunnelwölbung wieder durch eine flache Decke ersetzt. An der Kreuzungstrecke mit dem Nordringe, am Boulevard Ménilmontant ist dieser mit der Strecke Nr. 3 für Dienstzwecke durch ein Anschlußgleis verbunden, wie auch die Haltestellen beider Strecken durch einen Tunnel für die Fahrgäste in Verbindung stehen, um das Umsteigen zu erleichtern (Abb. 6, Taf. XXXIV).

Die Strecke sollte bis Ende 1903 fertiggestellt sein. Bei ihrer Bauausführung wurden für die Zu- und Abfuhr kleine Schmalspurlokomotiven mit Prefs luftantrieb verwendet. Um mit Leichtigkeit alle Baustellen mit diesen erreichen zu können, wurden ihre Querschnittabmessungen sehr klein gehalten, so daß sie nirgends das Maß von  $1,50 \times 1,5 \text{ m}$  überschreiten. Dabei vermögen sie  $40 \text{ t}$  Last auf  $4\%$  Steigung bei einer Zugkraft von  $1950 \text{ kg}$  zu befördern.

Die Baulänge der Strecke beträgt  $7485 \text{ m}$ . Ihre Baukosten belaufen sich einschließ lich aller Vorarbeiten auf  $15.600.000 \text{ M.}$ , also auf  $2084 \text{ M./m}$ .

Diese Summe gleicht annähernd den Baukosten der Strecke Nr. 1, die  $2116 \text{ M./m}$  betragen, während die Baukosten des Nordringes die Höhe von  $2248 \text{ M./m}$ , und die des Südringes die Höhe von  $2476 \text{ M./m}$  erreichen. R—l.

#### Elektrische Lokomotiven für die New-York Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 418. Mit Zeichnungen.)

Die Lokomotiven sind dazu bestimmt, den Dampf betrieb von der Grand-Zentral-Station in New-York durch den bekannten Tunnel in der IV. Avenue bis an das Ende der Strecke durch elektrischen zu ersetzen. Sie unterscheiden sich wesentlich von allen seither gebauten. Sie haben je vier zweipolige Gleichstrommaschinen für  $600 \text{ Volt}$  von

$550 \text{ P. S.}$  Die Leistung der Lokomotive beträgt also  $2200 \text{ P. S.}$  und kann bis auf  $2800 \text{ P. S.}$  gesteigert werden. Die Anker der Triebmaschinen sitzen unmittelbar auf den vier Triebachsen und werden durch die Achslagerführungen in der Mitte der Pole gehalten. Ankerkern und Stromwender sitzen auf einer Hülse, die auf die Achse gepreßt wird. Die Bürstenhalter sind stromdicht mit über die Rahmen greifenden Bügeln an den Federstützen befestigt, so daß sie in stets gleicher Lage zum Stromwender bleiben.

Während der magnetische Kraftlinienfluß bei den vierpoligen Maschinen gewöhnlich durch ein besonderes Gulsgehäuse geschlossen wird, bilden hier die Pole mit dem Lokomotivrahmen ein Ganzes, so daß sich die Kraftlinien durch die Seitenrahmen, Endrahmen und Querverbindungen schließen. Die Polschuhe sind eben und senkrecht gestellt, so daß der Luftspalt zwischen Anker und Polschuhen bei den senkrechten Bewegungen der Lokomotive auf ihren Federn nicht verändert wird.

Die Lokomotiven sollen eine Strecke von  $54,4 \text{ km}$  mit einem Zuggewichte von  $495 \text{ t}$  und einmaligem Aufenthalte in 1 Stunde zurücklegen; nach 20 Minuten Pause muß die Rückfahrt ebenso erfolgen. Mit einem Zuggewichte von  $392 \text{ t}$  muß die Strecke ohne Aufenthalt in 44 Minuten zurückgelegt werden; mit einstündigen Pausen nach jeder Fahrt muß dieser Dienst dauernd geleistet werden.

Die Wahl fiel auf Gleichstromlokomotiven, weil deren Zuverlässigkeit nach den Erfahrungen, die man mit Gleichstrommaschinen gemacht hat, außer Frage stand.

Die neue Lokomotive ist im ganzen  $11285 \text{ mm}$  lang; an jedem Ende hat sie eine bewegliche Laufachse; der ganze Achsstand beträgt  $8235 \text{ mm}$ , der feste  $3965 \text{ mm}$ . Die Triebräder haben  $1118 \text{ mm}$ , die Laufräder  $914 \text{ mm}$ , die Triebachsen  $216 \text{ mm}$  Durchmesser. Das Gewicht der Lokomotive beträgt  $86 \text{ t}$ , der Raddruck der Triebräder  $7,7 \text{ t}$ . Die Achsbüchsen und Achsen haben soviel seitliches Spiel, daß die Lokomotive Krümmungen von  $70 \text{ m}$  Halbmesser leicht durchfahren kann. Der Oberteil der Lokomotive ist aus Stahlblech und Winkel eisenrahmen so gebaut, daß der Luftwiderstand möglichst gering ausfällt.

Zwei Fahrshalter für 300 bis 750 Volt Spannung sind im Führerhause so aufgestellt, daß der Führer für jede Fahr richtung einen zur Hand hat. Mehrere zusammengekuppelte Lokomotiven können von einem Punkte gesteuert werden. Die Steuerung erfolgt teilweise selbsttätig, derart, daß der Führer die Geschwindigkeit nicht über ein gewisses Maß steigern kann. Löst sich die Kuppelung zwischen zwei Lokomotiven, so wird der Schaltstrom sofort unterbrochen, ohne daß die Möglichkeit aufhört, die vordere Lokomotive zu steuern.

Die Lokomotive hat eine elektrisch angetriebene Luftpumpe, Pfeifen, eine Glocke, einen elektrisch betriebenen Prefs luft-Sandstreuer und eine elektrische Lampe an jedem Ende. Das Führerhaus wird elektrisch geheizt. Mit einem leichten Zuge dürfte die Lokomotive  $120 \text{ km}$  in der Stunde zurücklegen, für schwerere Züge wird man durch Zusammenkuppeln von zwei Lokomotiven ähnliche Geschwindigkeiten erreichen können. P—g.

## Technische Litteratur.

**Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe.** Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Eisenbahn-Betriebs-Beamte und Studierende des Eisenbahnwesens, enthaltend elektrische Telegraphen, Fernsprechanlagen, Läutewerke, Kontakt-Apparate, Block-Einrichtungen, Signal- und Weichenstellwerke und sonstige Sicherungseinrichtungen von E. Schubert, Kgl. Preussischem Eisenbahndirektor, Berlin. 4. umgearbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1903. Preis 6,0 M.

Das Werk verfolgt bekanntlich die Aufgabe, den höheren und mittleren Eisenbahnbeamten diejenigen physikalischen Grundlagen zu vermitteln, welche für das Sicherungswesen der Eisenbahnen namentlich aus dem Gebiete der Elektrizität maßgebend sind und dann die zur Durchführung der Sicherung des Betriebes selbst getroffenen Anordnungen ihrem Wesen nach und in Ausführungsbeispielen vorzuführen.

Dieses Gebiet hat bei uns eine ganz außerordentlich vielgestaltige Entwicklung angenommen, so daß die Vorführung aller vorhandenen Ausführungsformen zu ganz ungewöhnlich umfangreichen und nur schwer übersichtlich zu haltenden Darlegungen zwingt.\*) Die Kenntnis aller Einzelformen ist aber für den Dienst des Eisenbahnbeamten kein unbedingtes Erfordernis, und da es hier darauf ankam, das für den regelmäßigen Dienst Erforderliche zu bieten, so beschränkt sich der Verfasser richtig auf die Erläuterung der für das Sicherungswesen maßgebenden Gesichtspunkte, gibt aber bestimmte Ausführungsformen als Beispiele hinzu, so daß das Buch auch die nötige Anleitung für Behandlung der vorhandenen Sicherungswerke bietet. Auf diese Weise hat es einen handlichen Umfang behalten, und daß damit den Bedürfnissen des Betriebes in der Tat genügt wird und der richtige Weg eingeschlagen ist, folgt aus dem guten Rufe des Werkes, der es nun schon zur 4. Auflage führt. Wir machen auf deren Erscheinen besonders aufmerksam.

**Das Recht im gewerblichen Arbeitsverhältnis.** Von R. Lipinski. Bearbeitet auf Grund des Bürgerlichen Gesetzbuches, der Reichsgewerbeordnung, Verordnungen des Bundesrates und der Entscheidungen der Gewerbegerichte sowie der des Reichsgerichtes. Leipzig, R. Lipinski. Vollständig in 15 Heften zu 0,15 M, ganz 2,25 M.

Auf die Wichtigkeit einer solchen Zusammenstellung für alle Betriebe, in denen Arbeiter beschäftigt werden, braucht kaum besonders hingewiesen zu werden.

**Tafeln zum Abstecken von Kreis- und Übergangsbögen** durch Polarkoordinaten. Von Ingen. Max Perut, Bau-Adjunkt der K. K. österr. Staatsbahnen. Mit einem Vorworte und Gebrauchsanleitungen von Dipl.-Ing. Alfred Birk, Professor für Straßen-, Eisenbahn- und Tunnelbau an der K. K.

\*) Solche finden sich in „Eisenbahntechnik der Gegenwart“, Band II, D, Signal- und Sicherungs-Anlagen von Scholkmann, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1904.

deutschen technischen Hochschule in Prag. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartleben, 1903. Preis 3,60 M.

Es ist bekannt, daß das Abstecken der Gleisbogen von einem Strahlpunkte im Bogen aus namentlich in schwierigem Gelände bequem ist, weil man sich dabei von der Linie selbst nie sehr weit zu entfernen braucht. Wir empfehlen daher das für den Feldgebrauch handlich gestaltete und zweckmäßig ausgestattete Buch der Beachtung unserer Leser.

**Artarias Eisenbahnkarte von Österreich-Ungarn** mit Stationsverzeichnis. 1903. Vierte Neubearbeitung, dritte Auflage. Wien, Artaria und Co., Preis 2,20 Kr.

Das altbekannte, vortreffliche Kartenwerk und Hilfsmittel für den Verkehrsbeamten ist auf den neuesten Stand des Eisenbahnnetzes vervollständigt wieder erschienen.

**Vom Werden und Wesen der Maschine.** Genesis der mechanischen Technik in allgemein verständlicher Darstellung. Motoren von A. W. H. Roth. Berlin, A. Schall, Preis 3,50 M.

Das kleine Buch stellt sich die Aufgabe, die Entstehung und den heutigen Stand der Entwicklung der Kraftmaschine allgemein verständlich so darzustellen, daß auch der Laie dadurch in die hauptsächlichsten physikalischen Grundlagen und die tatsächliche Wirkungsweise der verschiedenen Arten von Kraftmaschinen eingeführt wird.

**Die Praxis des Bau- und Erhaltungsdienstes der Eisenbahnen,** bearbeitet von Dipl.-Ing. Alfred Birk, o. ö. Professor für Straßen-, Eisenbahn- und Tunnelbau und für Betriebstechnik an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag, Eisenbahn-Oberingenieur a. D. 1. Heft. Allgemeine Vorkenntnisse. Halle a. S., W. Knapp, 1904. Preis 4 M.

Die in diesem Hefte begonnene Arbeit bildet einen Abschnitt des Werkes »Der Bahnmeister«. Handbuch für den Bau- und Erhaltungsdienst der Eisenbahnen, herausgegeben von Emil Burck, Bahnmeister der k. k. priv. österr. N.W.- und S.N.D.V.-Bahn. Zweiter Band.

Der Zweck des Werkes ist die Unterweisung der im äußern Bahndienste angestellten mittleren Beamten, und diesem Zwecke entspricht die allgemein verständliche Behandlung des Stoffes. Dieses Heft bildet die Einleitung des im Titel bezeichneten Abschnittes, indem es die die allgemeinen Verhältnisse der Bahnen betreffenden Verhältnisse erörtert, wie die Geschichte, die Bauanlage, die Bahnarten, die Betriebsmittel, die verschiedenen Dienstzweige und ihre Einteilung, den Verkehr und dessen Widerstände. Die Darlegungen sind durch einfache formelmäßige Festlegung der wichtigen Größen und durch Mitteilung der wesentlichen Erfahrungswerte unterstützt.

Die Haltung des Heftes entspricht seinem Zwecke gut, so daß ein befriedigendes Gelingen des Werkes in Aussicht steht.