

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band.

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

7. und 8. Heft. 1907.

### Die elektrischen Stellwerke auf dem Bahnhof Schwerte.

Von **Shepp**, Regierungs- und Baurat in Elberfeld.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXIX bis XXXVI.

(Fortsetzung von Seite 109.)

#### C. Der elektrische Signaltrieb.

(Abb. 10 a bis 12, Taf. XXX.)

Der Signaltrieb wird durch ein elektrisches Triebwerk in Tätigkeit gesetzt, das dem des Weichenantriebes gleich ist und bei einer Umstellung 62 Umdrehungen macht.

Das Triebwerk 1 trägt auf seiner Ankerwelle das Trieb 2, das das Zahnrad 3 und mittels der Reibungskuppelung 4 die Schnecke 5 antreibt, die in das Schneckenrad 6 eingreift. Die Reibungskuppelung 4 ermöglicht, daß sich der Anker des Triebwerkes durch seine lebendige Kraft wie beim Weichenantriebe weiterdrehen kann, auch wenn das Schneckenrad schon in einer seiner beiden Endlagen den festen Anschlag am Bolzen 7 gefunden hat. Mit dem Schneckenrade 6 fest verbunden ist der doppelarmige Hebel 8, der nach Drehung des Schneckenrades um etwa  $320^\circ$  den Doppelhebel 10 mittels der Lasche 9 um  $90^\circ$  bewegt hat. Der Hebel 10 überträgt seine Bewegung durch die Schubstange 11 auf die um den Bolzen 12 drehbare Schwinge 13, die für jeden zu bewegenden Signalarm mit einem Hebel 14 durch ein Kniehebelgelenk 15 und 16 verbunden ist. Jeder Hebel 14 bewegt mittels des Gestänges 18 einen Signalarm. Die Antriebstange 18 hat die Gegenkrümmung erhalten, damit ihr unterer Drehzapfen, der Hebel 14 und die daran angeschlossenen Teile mit dem Gehäuse des Antriebes umgeben werden können, das sie gegen unbefugte Eingriffe schützt. Das Kurbelviereck 8, 9, 10 ist so angeordnet, daß die Stellgeschwindigkeit anfangs beschleunigt, zu Ende verzögert wird.

Die Verbindung zwischen der gemeinsamen Schwinge 13 und den Hebeln 14 ist derart, daß die Schwinge 13 bei Bewegung des Schneckenrades in die »Fahrt«-Lage, wenn Kuppelstrom vorhanden ist, wenn also der Elektromagnet 19 Strom erhält und daher seinen Anker 20, den Hebel 21 und die Lasche 22 festhält, den Hebel 14 durch die Laschen 15 und 16 in die »Fahrt«-Stellung mitnimmt.

Ist dagegen der Elektromagnet 19 stromlos, hält er also den Anker 20, den Hebel 21 und die Lasche 22 nicht fest, so

weichen die Laschen 15 und 16 bei Hebung der Schwinge 13 durch die Schubstange 11 in der Mitte aus. Der Hebel 14 und mit ihm der Signalarm bleiben in der »Halt«-Lage.

Wird der Kuppelstrom unterbrochen, während Antrieb und Signalarm in »Fahrt«-Stellung sind, so verliert das Kniehebelgelenk 15 und 16 seine Stütze durch Anker 20, Hebel 21 und Lasche 22, die Laschen 15 und 16 knicken unter der von dem Signalarme auf den Hebel 14 übertragenen Kraft aus, während Hebel 14 in die »Halt«-Stellung gelangt und der Signalarm auf »Halt« fällt. Gleichzeitig verliert der ungleicharmige Hebel 23 (Abb. 12, Tafel XXX) seine Stütze am oberen Ende des Hebels 21 (Abb. 10 a, Taf. XXX) und dreht sich unter dem Übergewichte seines längeren Armes und der von ihm geführten Stütze 23 a um seine Achse. Die Stütze 23 a fällt in die wagerechte Lage, indem sie sich um ihre im Hebel 14 gelagerte Achse dreht, wobei ihr Führungstift in dem länglichen Ausschnitte des Hebels 23 gleitet. Sollte nun versucht werden, den Signalarm an der Stange 18 von Hand erneut auf »Fahrt« zu ziehen, so wird das dadurch verhindert, daß sich der Hebel 23 a gegen die Lagerplatte 17 stemmt.

Läßt man das Triebwerk durch Zurücklegen des Signalhebels im Stellwerke rückwärts laufen, so dreht sich die Schwinge 13 in ihre »Halt«-Lage und nimmt dabei zwangsläufig das ganze Kniehebelgelenk nebst Lasche 22, Hebel 21 und Anker 20 mit in die »Halt«-Lage, wobei der Anker 20 an die Pole des Kuppelmagneten 19 gelegt wird. Zugleich stützt der Hebel 21 den Hebel 23 wieder ab und hebt dabei die Stütze 23 a so hoch, daß sie sich beim Ziehen des Signales am oberen Ende der Lagerplatte 17 vorbeibewegen kann.

Handelt es sich nach Abb. 10 a, 11 und 12, Taf. XXX um ein dreiarmliges Signal, so liegen die drei Kniehebelgelenke 22, 15, 16, 14, die drei Stangen 18 und die drei Elektromagneten 19 neben einander. Wird der Antrieb auf »Fahrt« gestellt, so werden die Signalarme in die »Fahrt«-Stellung gebracht, deren Elektromagnete 19 Kuppelstrom erhalten und daher ihre Knie-

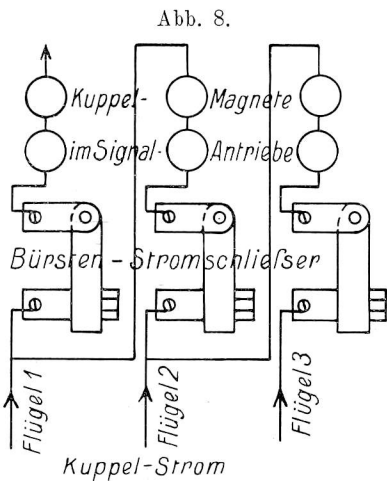
hebelgelenke festhalten. Die übrigen Kniehebelgelenke knicken aus und die zugehörigen Signalarme bleiben in der »Halt«-Stellung.

Der Hebel 14 bewegt sich in einem Schlitz der Lagerplatte 17 und findet darin festen Anschlag, wenn er in die »Halt«-Stellung gelangt. Zugleich hat sich die Hebelverbindung 10, 8 mit dem über dem Gelenke vorstehenden Teile des Hebels 10 (Abb. 12, Taf. XXX) gegen den kürzeren Arm des Hebels 8 gestützt. Dadurch wird die Ankerplatte 20 gegen die Pole des Magneten 19 gedrückt.

In der »Fahrt«-Stellung legt sich der auf einer Hartgummiplatte gelagerte Metallansatz 30a des Hebels 14<sub>1</sub>, der den obersten Signalarm bewegt, gegen die beiden Schleiffedern 30, von denen eine nach Textabbildung 7 mit Erde, die andere mit der Rückmeldeleitung verbunden ist. Dadurch wird der Stromlauf für die Signalarückmeldung geschlossen, der im Stellwerke anzeigt, daß der oberste Arm des Signales auf »Fahrt« steht.

Für den zweiten und dritten Signalarm besondere Rückmeldungen einzurichten, ist nicht nötig.

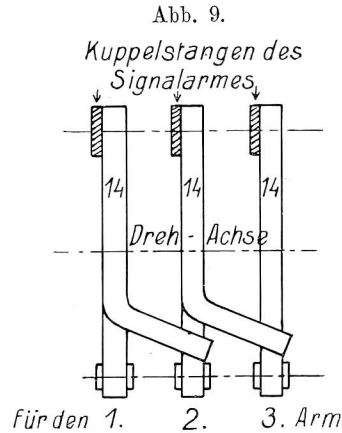
Bei mehrarmigen Signalen ist jeder der die Ankerplatten der Kuppelmagnete tragenden Hebel 21 unter seine Achse 12 hinaus verlängert. Diese Verlängerungen steuern mittels Holzlaschen die Bürstenstromschließer 31, 31a, die geschlossen sind, solange die Ankerplatten an den Polen der Elektromagnete liegen. Über diese Stromschließer fließt nach Textabbildung 8 der Strom, der die Signale kuppelt. Dadurch wird



verbindet, daß der Kuppelstrom auch dann fließt, wenn die Ankerplatten nicht vor den Polen der Kuppelmagnete liegen sollten, wobei zwar der Antrieb in die »Fahrt«-Stellung gehen, aber ein falsches Signal erscheinen würde. Durch die Einschaltung der vorbezeichneten Bürstenstromschließer wird somit erreicht, daß das Signal nur dann gezogen werden kann, wenn die Anker der Kuppelmagnete nicht abgefallen sind und die Gewähr geboten ist, daß die Signalarme der Stellbewegung folgen.

Bei einarmigen Signalen konnte auf die Anbringung eines

solchen Stromschließers, der vom Hebel 21 betätigt wird, verzichtet werden, weil der Signalgeber am Ausbleiben des Rückmeldestromes erkennt, daß der Signalarm der Stellbewegung nicht gefolgt ist, falls die Ankerplatte 20 von den Polen des Magneten 19 abgefallen sein sollte.



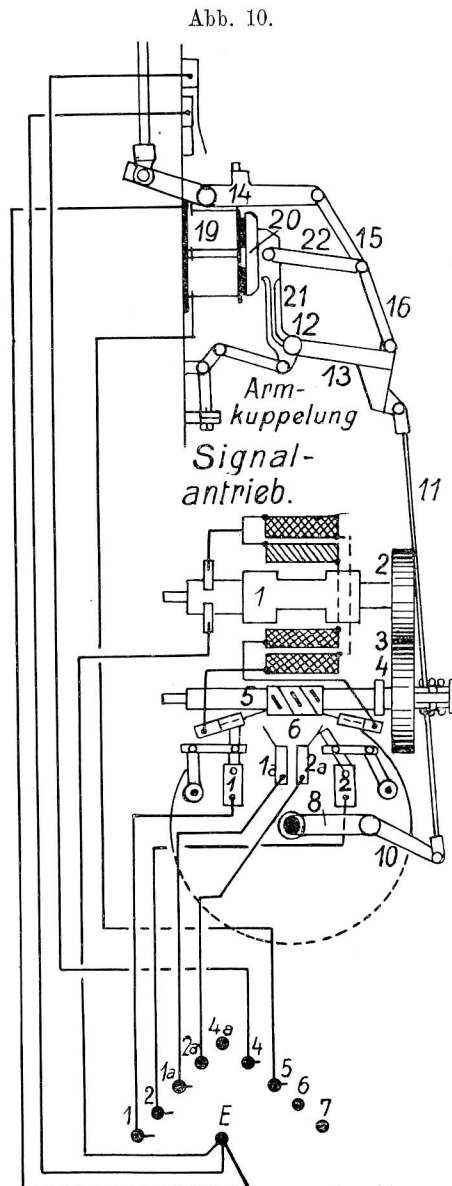
Textabb. 9 zeigt die Hebel 14 eines dreiarmigen Signales in der Aufsicht. Die Hebel 14 für den ersten und zweiten Arm haben seitlich abgebogene Lappen, die sich über den Nachbarhebel legen. Sind drei Arme auf »Fahrt« gestellt und wird der Kuppelstrom unterbrochen, so nimmt der Hebel 14 des ersten Armes beim »Halt«-Fallen der Arme den Hebel 14 des zweiten Armes und dieser wieder den des dritten durch die Überlappung zwangläufig

mit. Dadurch wird verhütet, daß ein falsches Signalbild entsteht, falls der Anker eines Kuppelmagneten an seinen Polen kleben sollte.

An der Schneckenachse 5 (Abb. 10 a, Taf. XXX und Textabb. 10) ist außerhalb der Reibungskuppelung ein Vierkant angebracht. Es ist daher bei Prüfung der Vorrichtungen möglich, mittels einer aufgesteckten Kurbel den Antrieb von Hand umzustellen.

Die Steuerung der Messerstromschließer erfolgt wie beim Weichenantriebe durch zwei Führungsrollchen, die in einem an das Schneckenrad 6 angegossenen Führungsbügel laufen. Das Schneckenrad hat indes den festen Anschlag nicht in seinem tiefsten Punkte, sondern seitlich in halber Höhe am Zapfen 7.

Der Antrieb ist



von einem Gehäuse aus Eisenblech umschlossen, das sich beim Öffnen um eine tief liegende Achse gleichlaufend mit den Gleisen drehen und niederlegen läßt.

Das siebenadrige, vom Stellwerke kommende Kabel ist mittels eines Endverschlusses in die Grundplatte des Antriebes eingeführt. Die Kabelbewehrung ist in metallischer Berührung mit dem Endverschlusse und dadurch auch mit den Eisenteilen des Antriebes und des Signales.

Beim Umstellen des Antriebes Textabb. 10 läuft der Stellstrom von 120 Volt von der Klemme 1 des Anschlußklemmenbrettes nach dem linken Bürstenstromschließer 1 und von da durch die Wicklungen des Triebwerkes, die Kohlenbürsten nach der Erdklemme E. Das Triebwerk läuft und schaltet gleich nach Beginn der Bewegung den rechten Messerstromschließer von der Schleiffeder nach der Bürste 2 um, wodurch die rückläufige Bewegung des Antriebes ermöglicht ist. Am Ende der Stellbewegung wird der Messerstromschließer 1 aus seiner Bürste gezogen und gegen die Schleiffeder gelegt. Dann ist das Triebwerk abgeschaltet und läuft aus, indem die Arbeit in der Reibungskuppelung vernichtet wird. Der Strom von 120 Volt läuft nun von 1 über die Schleiffeder nach der Klemme 1a und von da zum Stellwerke, wo er wie beim Weichenantriebe den Speicherwechsler umschaltet, dabei sich selbst abschaltet und den Überwachungstrom von 30 Volt anschaltet, der jetzt dauernd fließt. Der Überwachungstrom läßt daher im Stellwerke erkennen, ob sich der Signalantrieb in der Ruhestellung befindet und dabei der Messerstromschließer 1 an der Schleiffeder anliegt.

Der Signalmeldestrom fließt, wenn das Signal auf »Fahrt« steht, vom Stellwerke über Klemme 4 nach der Schleiffeder 30 und über die Feder 30a zur Erde.

An die Klemme 5 ist die Leitung des Kuppelstromes für den ersten Signalarm, an Klemme 6 die für den zweiten und an Klemme 7 die für den dritten Arm angeschlossen. Als Rückleitung dient die Kabelbewehrung. Die Kabel nach den Signalen und zwischen Haupt- und Vorsignal enthalten sieben Adern. Bei ein- und zweiarmigen Signalen werden die freien Adern am Signalantriebe und im Stellwerke an Erde gelegt.

Der Antrieb des Vorsignales ist dem am Mastsignale gleich und die Schaltung zwischen Mast und Vorsignal ist der zwischen zwei gekuppelten Weichen ähnlich. Wird ein Signalhebel in die »Fahrt«-Stellung gebracht, so läuft zuerst der Antrieb am Signalmaste, dann der am Vorsignale. Umgekehrt wird beim »Halt«-Stellen zuerst der Vorsignalantrieb in Gang gesetzt.

Beim Stellen des Signalhebels auf »Fahrt« wird der Speicherwechsler in die in Textabb. 11 gestrichelte Lage gebracht, also fließt Strom von 120 Volt vom Stellwerke nach Klemme 1,

Bürstenstromschließer 1 durch das Triebwerk zur Erde. Ist die »Fahrt«-Stellung erreicht, so fließt der Stellstrom weiter über Klemme 1, Schleiffeder 1a nach Klemme 1 im Vorsignalantriebe, wenn das Vorsignal auf »Fahrt« gestellt ist, zurück nach Klemme 2a im Mastsignalantriebe und weiter nach dem Signalschalter. Der Speicherwechsler wird durch den Überwachungsmagnet umgeschaltet, und nun fließt der Überwachungsstrom auf dem vorbezeichneten Wege.

Beim »Halt«-Stellen gelangt der Speicherwechsler gleichfalls in die gestrichelte Lage, also fließt der Stellstrom zur Klemme 2 am Vorsignale, Bürstenstromschließer 2 und, nachdem die »Halt«-Stellung des Antriebes erfolgt ist, über Schleiffeder 2a, Klemme 2a, nach Klemme 2 am Mastsignale, Bürstenstromschließer 2, Triebwerk zur Erde. Das Hauptsignal wird auf »Halt« gestellt und der Stellstrom fließt weiter über 2, 2a, Überwachungsmagnet am Signalschalter zur Erde.

An die Stelle des Stromes von 120 Volt tritt nun der dauernd fließende Überwachungstrom.

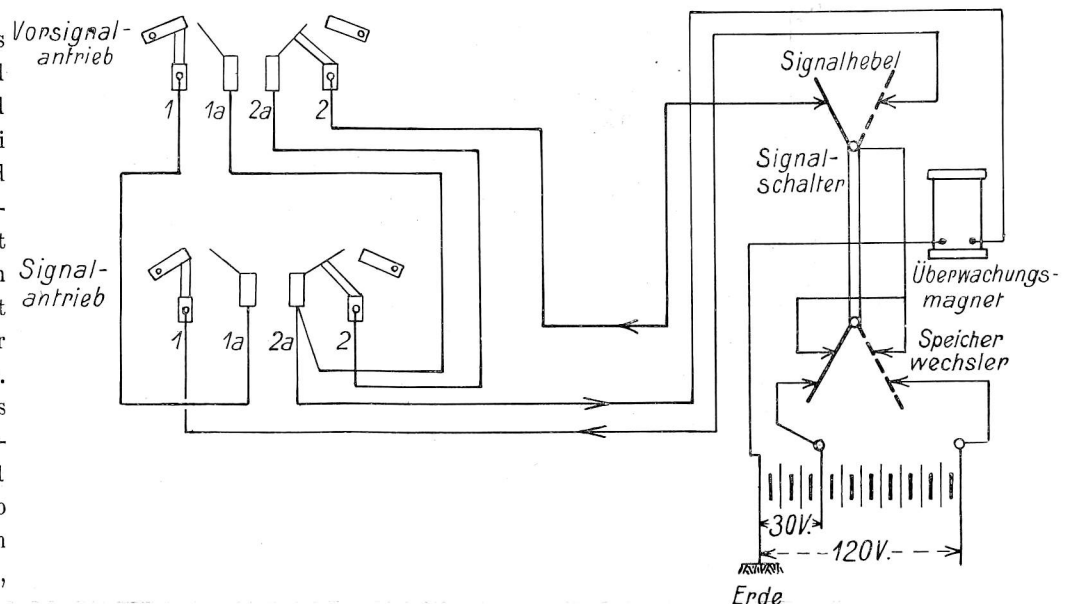
Das siebenadrige, vom Vorsignale kommende Kabel ist am Mastsignalantriebe für sich von unten eingeführt und mit einem Endverschlusse versehen. Aus dem Endverschlusse laufen die Leitungen an ein Klemmenbrett.

Der Kuppelstrom läuft, wenn der Signalhebel auf »Fahrt« gestellt wird, vom Signalschalter über Klemme 5 am Mastsignalantriebe, durch die Wicklungen des Kuppelmagneten, Klemme 4, über den Rückmeldestromschließer 30, 30a, Klemme 4a nach Klemme 5 am Vorsignalantriebe und dort durch die Wicklungen des Kuppelmagneten zur Erde.

Der Signalmeldestrom fließt, wenn das Vorsignal in die »Fahrt«-Stellung gelangt, vom 30-Voltspeicher durch die Wicklungen des Rückmeldemagneten im Signalschalter nach dem Vorsignalantriebe, Klemme 4, Rückmeldestromschließer 30, 30a zur Erde.

Wird der Signalhebel auf »Halt« gestellt, so fallen zunächst die Signalarms und die Vorsignalscheibe gleichzeitig auf »Halt«, weil die Kuppelstromleitung im Signalschalter unterbrochen wird. Dann laufen die Antriebe, wie vorstehend beschrieben, in die »Halt«-Stellung.

Abb. 11.

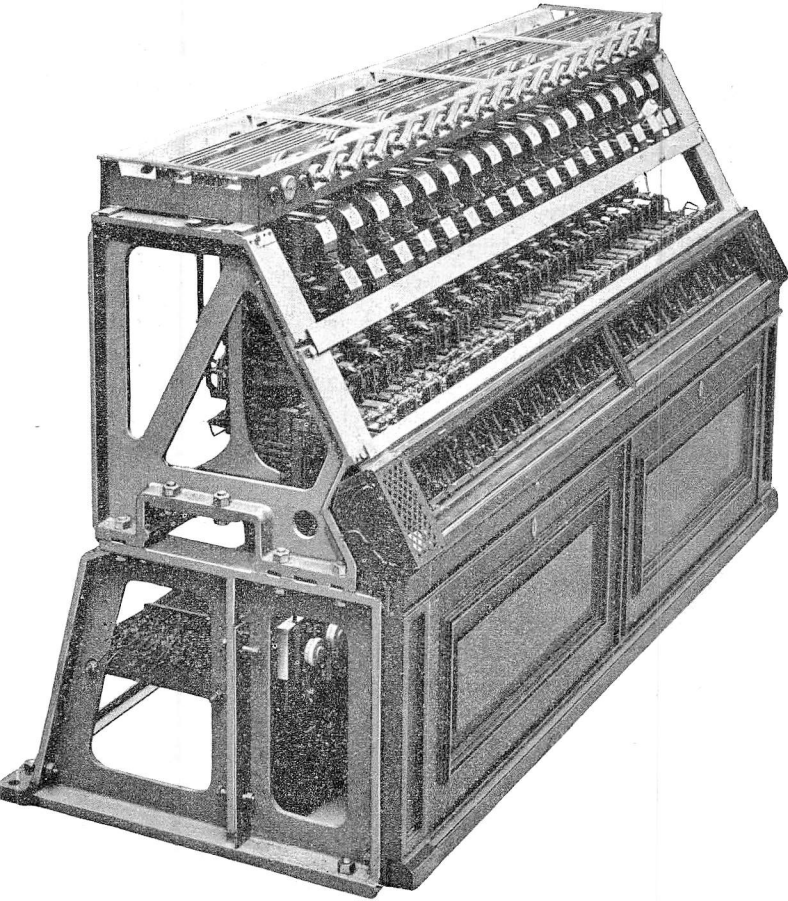


#### D. Das Stellwerk.

(Abb. 13, Taf. XXX und Abb. 15, Taf. XXXI.)

Die Signal-, Fahrstraßen- und Weichen-Hebel sind in einem Stellwerksgehäuse vereinigt. Der Abstand von Hebel zu Hebel beträgt 100 mm.

Abb. 12.



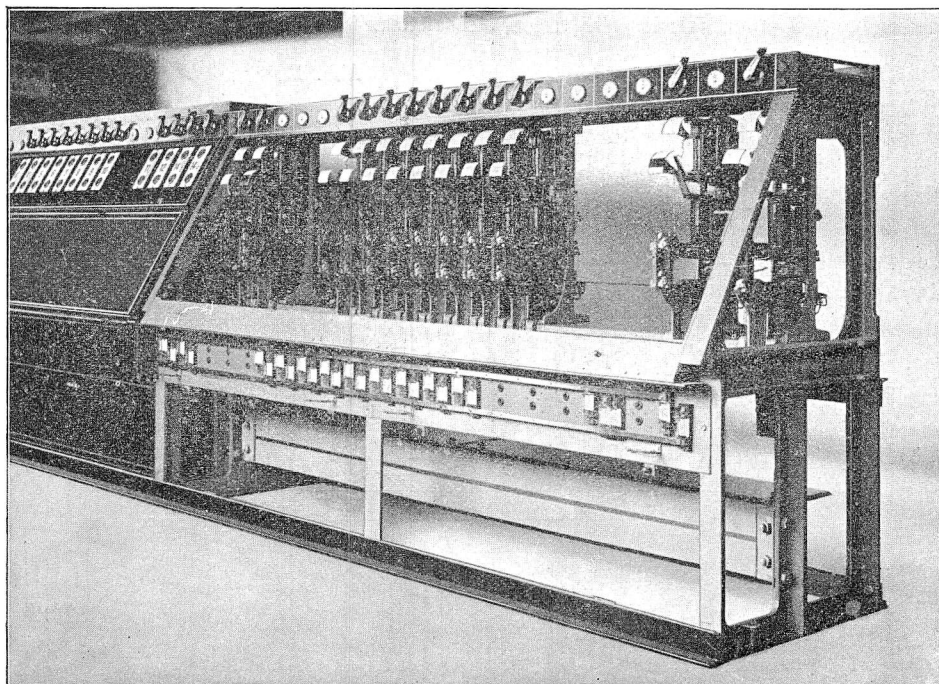
Das 1,25 m hohe Gehäuse (Textabb. 12 und 13, Abb. 13, Taf. XXX und Abb. 15, Taf. XXXI) trägt oben den Schieberkasten, in dem für jeden Hebel eine Achse mit den erforderlichen Verschlußteilen vorgesehen ist. Die Achse tritt an der Vorderseite aus dem Kasten heraus und trägt dort den zum Stellen dienenden Hebel. Die Abhängigkeiten der Hebel von einander werden durch Schubstangen hergestellt.

Die Übertragung der Bewegung der Hebel auf die darunter liegenden Schalter erfolgt durch Kuppelstangen. Alle Schalter werden auf einer U-förmigen Schiene im Innern des Gehäuses neben einander aufgestellt.

Die Weichen- und die Signal-Schalter tragen auf der Rückseite am oberen Ende den Arbeitsschalter und unten den Speicherwechsler. Auf der Vorderseite des Schalters sind die Überwachungsmagnete, Sperrmagnete, Rückmeldemagnete und Magnetschalter angebracht. Die Stromschließer zur Überwachung der Weichen sind vor den Überwachungsmagneten fest am Gehäuse angebracht. Die Schalter können, nachdem die beiden Befestigungsschrauben gelöst sind, aus dem Gehäuse herausgenommen werden. Beim Einsetzen kuppeln sich die Leitungen am Gehäuse mit den Leitungen des Schalters ohne weiteres durch Steckstromschließer.

Für jede Abzweigung von den Speichern sind im Stellwerke auswechselbare Bleisicherungen angebracht, die sich in einem Kasten an der Vorderseite des Gehäuses befinden (Textabb. 13), der durch Losnehmen seiner Vorderwand freigelegt werden kann. Die Sicherungen liegen senkrecht unter dem zugehörigen Hebel. In diesem Kasten befinden sich außerdem die wagerechten Eisenschienen für den Strom von 120 Volt und den von 30 Volt. Die Kabel sind von unten in das Gehäuse eingeführt. Ihre Endverschlüsse werden an der Holzwand in der Mitte des untern Gehäuseteiles befestigt. Diese Holzwand trägt außerdem eine wagerechte Erdschiene, die mit allen Erdleitungen und mit den Bewehrungen aller Kabel in leitende Verbindung gebracht ist.

Abb. 13.



**E. Der Weichenschalter.**

(Abb. 15, Taf. XXXI und Abb. 18 und 20, Taf. XXXII.)

Der Weichenschalter besteht nach Textabbildung 14 aus einem gußeisernen Gestelle, woran befestigt sind (Textabb. 15 und 16):

1. Der Arbeitsschalter B, der die beiden nach dem Weichenantriebe führenden Stelleitungen 1 und 2 abwechselnd an die Stromquelle anschliesst;
2. Der Überwachungsmagnet C mit dem Anker qz;
3. Der Speicherwechsler A;
4. 6 Steckstromschließer (Textabbildung 18), bestehend aus Kupferbürsten, die sich beim Einsetzen des Schalters über die stromdicht am Stellwerksgehäuse angebrachten Stromschlußstifte schieben.

Abb. 14.

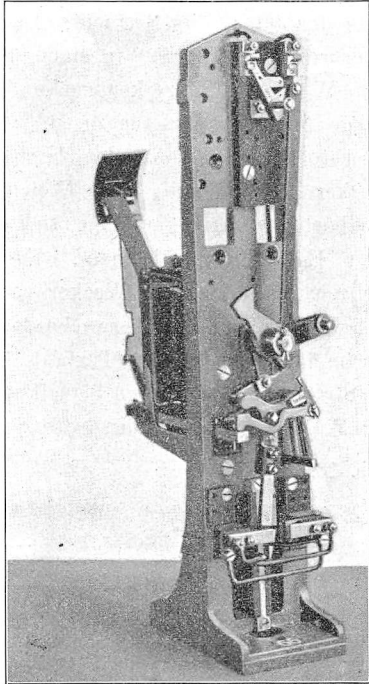


Abb. 15.

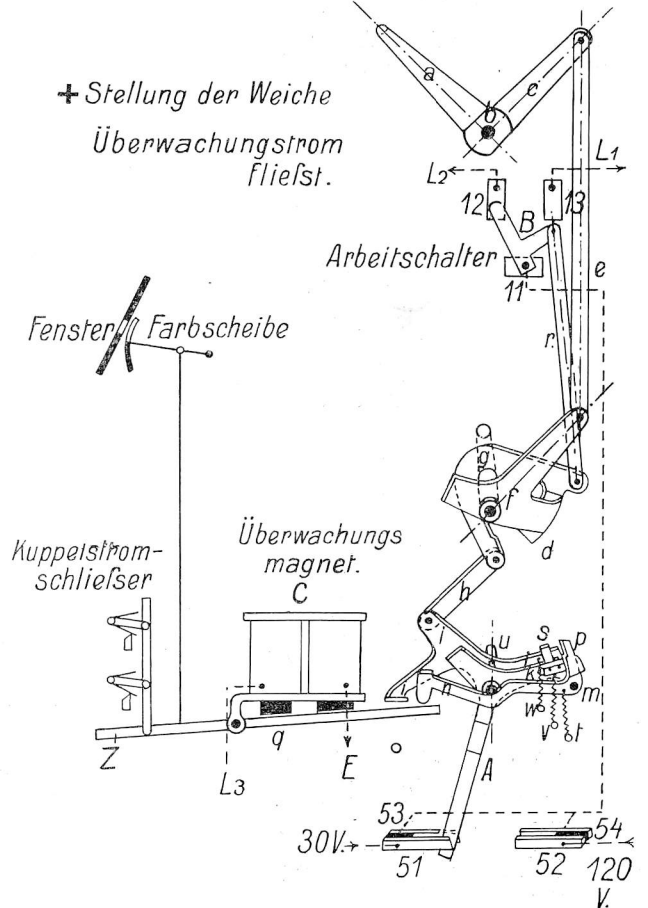
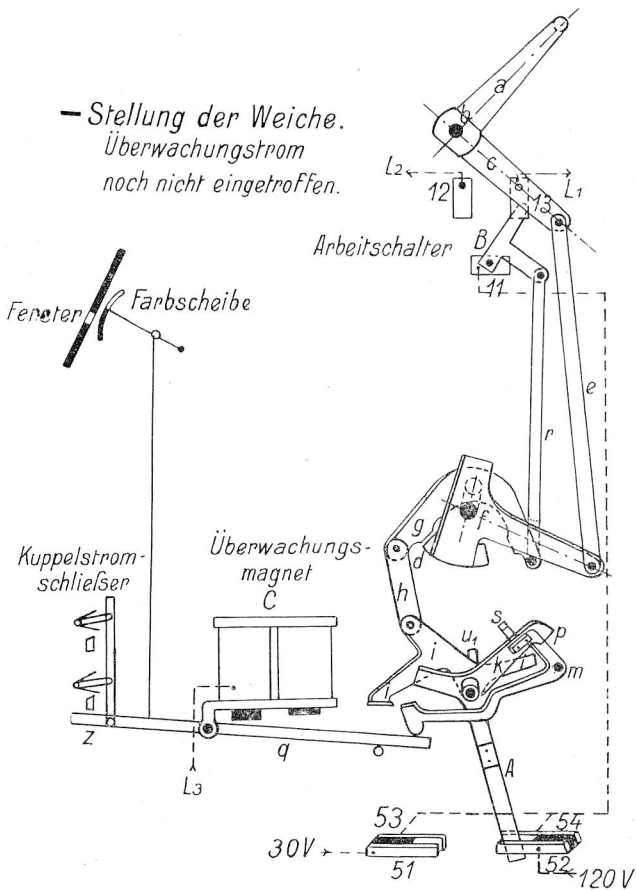
Der in Abb. 15, Taf. XXXI dargestellte obere Magnet, der, wenn er stromlos ist, den Weichenhebel sperrt, nebst den Sperrhebeln sind in den Schwerter Stellwerken nicht vorhanden.

Der Weichenhebel a (Textabbildung 15 und 16) sitzt mit dem Hebel c fest auf einer Achse b, die im Schieberkasten liegt. Der Hebel c ist durch das Gestänge e mit dem Kniehebel f verbunden, der auf einem im Gestelle befestigten Zapfen sitzt. Hinter den Kniehebel f ist auf denselben Zapfen ein zweiter Kniehebel g lose aufgeschoben. Dieser ist durch die Verbindungsstange h mit dem Hebel i, der den Anker q abzudrücken hat, und durch das Gestänge r mit dem Arbeitsschalter B verbunden. Vor dem Hebel i sitzt fest auf einer gleichfalls im Gestelle befestigten Achse u der Speicherwechsler A, der mit seinem untern stromdicht abgeschlossenen Teile atwechselnd in die Bürsten 51, 53 und 52, 54 eingreift. Der obere Schenkel von A trägt eine Nase k, die bei der Umstellung des Weichenhebels in die Hemmung p eingreift. Die Hemmung p ist an dem Hebel n angebracht, der bei m seinen Drehpunkt hat und mit seinem längeren Schenkel auf dem Anker q ruht.

Der Speicherwechsler A wird in der Ruhelage durch die Feder v in Bürste 51, 53 festgehalten.

Beim Umstellen des Weichenhebels a in die — Stellung wird der Kniehebel f gedreht und schlägt mit seinem Ansatz d gegen den Kniehebel g. Das Gelenk g h wird hierdurch gestreckt und der linke Schenkel des Hebels i nach unten gedrückt. Der rechte Schenkel von i drückt gegen die Nase s am Speicherwechsler und dreht diesen so, daß sein unterer Teil in die Bürste 52, 54 hineingeschoben wird.

Abb. 16.



Bei der Drehung des Kniehebels g wird der Arbeitsschalter B durch das Gestänge r von der Klemme 12 abgenommen und auf die Klemme 13 gezogen. Dadurch wird der Überwachungsmagnet C stromlos, und sein Anker q kann bei der Drehung des linken Schenkels von i nach unten mitgenommen werden.

Ferner zieht die Feder t den auf dem Anker q ruhenden Hebel n nach unten; dabei legt sich die Hemmung p unter den Ansatz k des Speicherwechslers A und hält ihn in der Bürste 52, 54 fest.

Trifft nach beendeter Umstellung der Weiche der Stromstoß von 120 Volt ein, so wird der Anker q von seinem Magneten C angezogen. Der Anker q nimmt den Hebel n mit nach oben, wobei die Hemmung k p ausgelöst wird. Der Speicherwechsler A verliert seine Stützung und wird durch die Feder v aus der Bürste 52, 54 gezogen und in die Bürste 51, 53 geschleift, wobei der Stellstrom abgeschaltet, der Überwachungstrom angeschaltet wird.

Beim Zurückstellen des Weichenhebels aus der — Stellung in die + Stellung (Textabbildung 16) wird gleichfalls das Hebelgelenk g h gestreckt und dadurch der linke Schenkel des Hebels i nach unten bewegt. Dabei wiederholt sich das vorbeschriebene Spiel des Hebels n, des Speicherwechslers A und des Ankers q. Der Speicherwechsler gelangt schliesslich wieder in seine Ruhelage in der Bürste 51, 53.

Der Anker des Überwachungsmagneten bewegt ferner eine schwarz-weiße Farbscheibe (Textabbildung 14 und Abbildung 15, Taf. XXXI), die hinter dem im Stellwerksgehäuse angebrachten runden Fenster sichtbar ist. Hat der Überwachungsmagnet seinen Anker angezogen, liegt somit der Speicherwechsler in der Bürste 51, 53 und befindet sich die Weiche in ihrer End-

stellung in der + oder — Lage, so zeigt das Fenster »weiss«. Ist dagegen der Überwachungsmagnet stromlos, was während der Umstellung der Weiche zutrifft, so ist der Anker abgefallen und das Fenster zeigt »schwarz«. Auch wird ein Stromschließer durch den abgefallenen Anker geöffnet und dadurch der Stromlauf eines Weckers beeinflusst; von den in Textabbildung 17 dargestellten Ankerstromschließern kommt dabei an der rechten Seite der unterste in Betracht. Der Wecker arbeitet mit Selbstunterbrechung. Er liegt in einem besonderen Stromkreise. Der vom Weichenschalter kommende Überwachungstrom hält den Anker des Weckers angezogen. Wird der Überwachungstrom unterbrochen, so setzt der besondere Weckerstromkreis den Wecker in Tätigkeit. Der Weichensteller erhält daher auch ein hörbares Signal, solange sich die Weiche nicht in einer ihrer Endstellungen befindet. Für die Weichenschalter eines Stellwerkes ist nur ein Wecker vorgesehen.

Der Anker des Überwachungsmagneten steuert ferner mit seinem äussersten Ende z (Textabb. 17 und Abb. 15, Taf. XXXI) die Stromschließer für den Signalkuppelstrom, sofern die Stellung der Weiche für die Fahrstrasse eines Zuges in Frage kommt.

Abb. 18.

Abb. 19.

Weiche ohne Zungenüberwachung  
Weichenhebel.

Weiche mit Zungenüberwachung

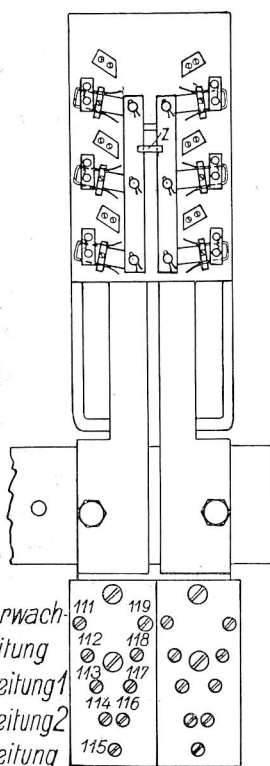
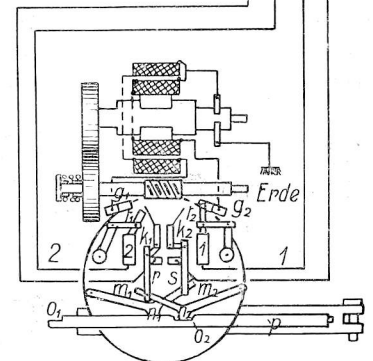
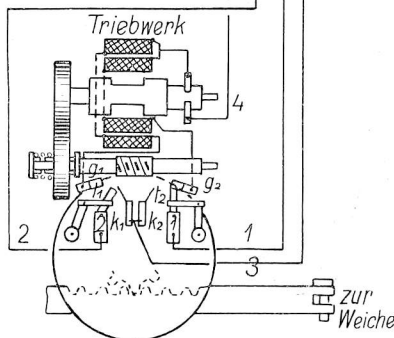
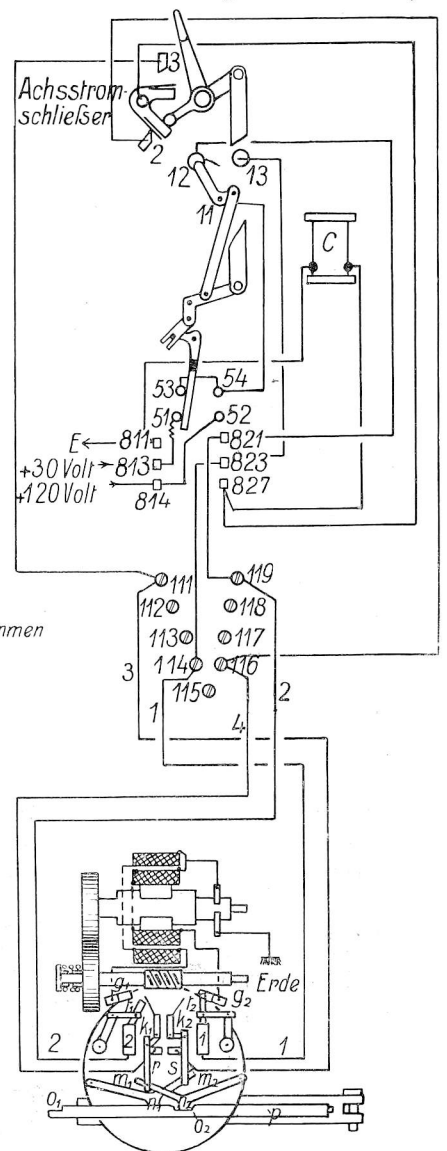
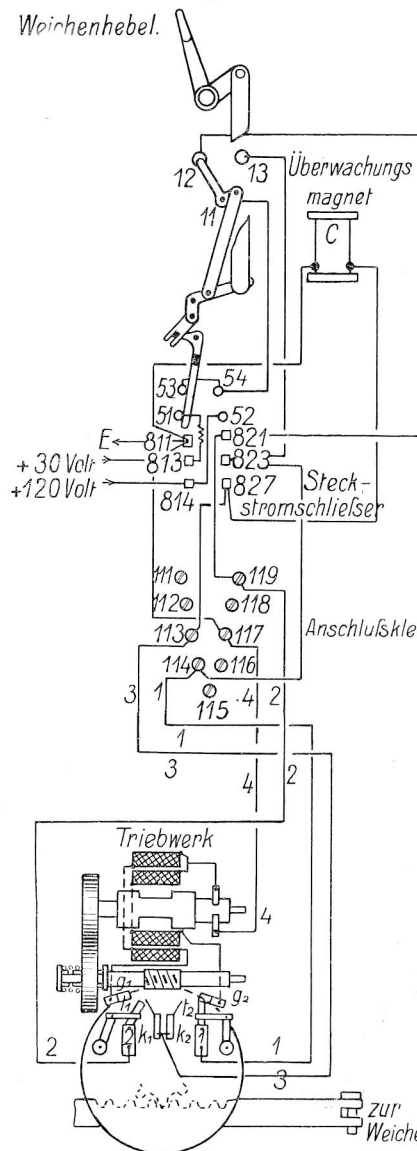


Abb. 17.



Diese Stromschließer sind nach Textabbildung 17 und Abb. 15, Taf. XXXI vor dem Weichenschalter auf einem Brette angebracht, das im Stellwerksgehäuse befestigt ist. Die mit einem Gelenke versehene Verlängerung des Ankers z greift in die Führungslaschen der Stromschließer und bringt ihre Schleiffedern zum Anliegen an die darüber befindlichen Spitzklemmen, wenn er von seinem Magneten aufwärts gezogen wird. Dadurch werden Unterbrechungen des Weges der Kuppelströme aller Signale aufgehoben, die von der Stellung der Weiche abhängig sind. Daher werden nach Bedarf auch mehr als die sechs in Textabbildung 17 dargestellten Stromschließer angeordnet.

Unter dem Kuppelstromschließer sind im spitzen Winkel (Textabbildung 17 und Abb. 15, Taf. XXXI) die 9 Anschlussklemmen für die von außen kommenden Leitungen angebracht. Sie erhalten die Bezeichnungen 111 bis 119 (Textabbildung 17).

Bei Weichen mit Zungenüberwachung wird die eine Überwachungsleitung an Klemme 111, die zweite an Klemme 116 angeschlossen.

Der Weichenschalter ist mittels 6 Steckstromschließern mit der am Stellwerksgehäuse angelegten Schaltung in Verbindung gebracht, deren Klemmen in zwei Reihen nebeneinander angeordnet sind. Sie erhalten von der Rückseite des Stellwerkes aus gesehen die Bezeichnungen 811 bis 814 und 821 bis 827 (Textabbildung 18 und 19).

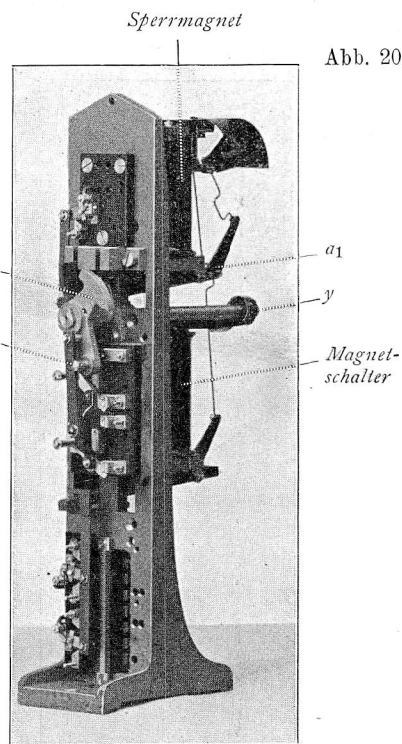
In Textabbildung 18 und 19 sind die Stromläufe innerhalb des Bereiches der Stellvorrichtung einer Weiche ohne Zungenüberwachung und einer Weiche mit Zungenüberwachung zusammengestellt.

Besonderer Erläuterung bedarf die Schaltung nicht mehr, nur ist zu bemerken, daß zwischen den Steckstromschließer 813 und die Klemme 51 an der linken Bürste des Speicherwechslers ein Widerstand von 300 Ohm eingeschaltet ist, damit der Stromverbrauch für den dauernd fließenden Überwachungsstrom 0,1 Amp. nicht überschreitet.

### F. Der Fahrstraßenschalter.

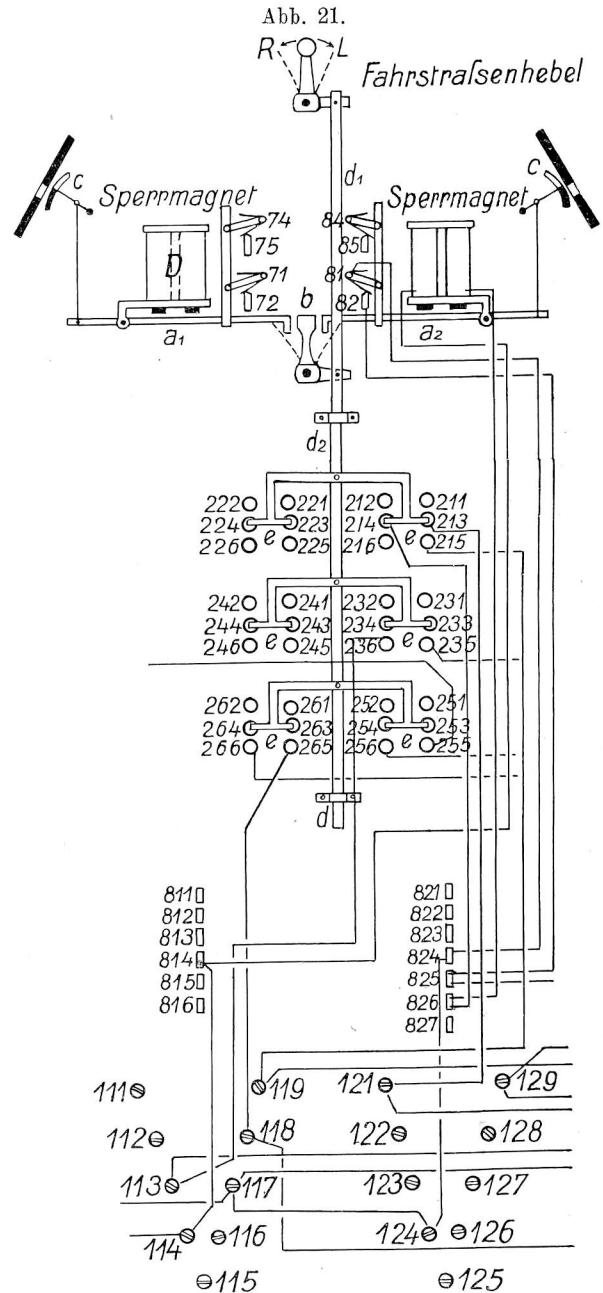
(Abb. 17 und 19, Taf. XXXII und Textabb. 20 und 21.)

Der Hebel des Fahrstraßenschalters steht in der Ruhe senkrecht und wird in dieser Lage, wenn er überhaupt unter Verschluss liegt, durch die abgefallenen Anker  $a_1$  und  $a_2$  der Sperrmagnete an dem Haken C gesperrt. Ist die Sperrung aufgehoben, so läßt sich der Fahrstraßenhebel nach rechts oder nach links bewegen. Diese Stellrichtungen entsprechen zwei Fahrstraßen, die sich gegenseitig ausschließen.



Der Fahrstraßenhebel bewegt einen Schieber, der über die Achsen der Weichen- und Signalhebel geführt ist. Auf diese Achsen sind Verschlussstücke gesetzt, die bei der Bewegung der Schieber zusammen mit ihnen die erforderlichen Verschlüsse der Hebel herstellen. Beim Umlegen des Fahrstraßenhebels wird die mechanische Sperrung des Signalhebels aufgehoben.

Der Fahrstraßenhebel überträgt seine Bewegung durch die Stange  $d_1$  (Textabbildung 21), die an den Zapfen x (Textab-



bildung 20) angeschlossen ist, auf das Sperrstück b und dessen Welle. Die Welle trägt an einem am Zapfen y (Abb. 19, Taf. XXXII) sitzenden Hebel die Stange  $d_2$  (Textabb. 21), die die vor dem Schalter am Stellwerksgehäuse angebrachten Fahrstraßen-Stromschließer betätigt. Diese Stromschließer tragen die Leitungen für die Freigabe und Auflösung der Fahrstraße, für die Kuppelstromkreise und die Signalmeldung. Sie erhalten die in Textabbildung 21 eingetragenen

Nummern von 211 an und sind in Gruppen von  $3 \times 2 \times 2$  angeordnet; die einander gegenüberliegenden werden durch die Gleitstücke e paarweise verbunden. In der Ruhestellung des Fahrstrafsenhebels sind die Klemmen 224 und 223, 214 und 213 und so fort mit einander verbunden. Durch Umlegen des Hebels nach rechts oder links wird die Verbindung der mittleren Klemmenpaare aufgehoben, die Verbindung der oberen oder unteren hergestellt.

Die Anker  $a_1$  und  $a_2$  der Sperrmagnete betätigen Stromschließeinrichtungen, die an der Rückseite des Fahrstrafsenhalters liegen, in Textabbildung 21 sind sie mit 71, 72, 74, 75 und so fort bezeichnet. Der Stromschluß tritt hier ein, wenn der Anker des Sperrmagneten abgefallen ist und den Fahrstrafsenhebel in der Ruhestellung oder in gezogener Stellung sperrt. Daher kann die Sperrung des Fahrstrafsenhebels an diesen Stromschließern nachgeprüft werden.

Außerdem bewegen die Anker an der vordern Seite des Schalters angebrachte, grünweisse Farbscheiben. Sie sind neben einander angebracht und blenden, wenn der Hebel in Ruhe- oder »Fahrt«-Stellung gesperrt ist, das im Stellwerksgehäuse befindliche Fenster »grün«. ●

Bei Freigabe einer der beiden Fahrstrafsen zeigt die rechte oder linke Fensterhälfte »weiß«. Das halbe weiße Feld zeigt somit an, daß der Sperrmagnet die Umstellung des Fahrstrafsenhebels aus der Ruhe in die »Fahrt«-Stellung oder umgekehrt zuläßt.

Unter dem Sperrmagnet befindet sich der Magnetschalter (Textabbildung 20 und Abb. 17, Taf. XXXII), dessen Anker an der Rückseite des Fahrstrafsenhalters angebrachte Stromschließer betätigt. Der Magnetschalter dient zur Einschaltung der Sonderschiene.

Der Fahrstrafsenhalter wird mit den im Stellwerksgehäuse liegenden Leitungen durch 13 Steckstromschließer verbunden, die in Textabbildung 21 mit 811 bis 816 und 821 bis 827 bezeichnet sind.

Vorn im Gehäuse liegen unter dem Fahrstrafsenhalter die in spitzen Winkeln angeordneten Anschlussklemmen 111 bis 119 und 121 bis 129.

Beim Umlegen des Fahrstrafsenhebels werden an den Fahrstrafsenstromschließern die Verbindungen der mittleren Klemmenpaare unterbrochen. Dadurch wird

1. der Freigabestrom, der den Anker des Sperrmagneten angezogen und dadurch den Fahrstrafsenhebel frei gemacht hat, unterbrochen, und
2. der Stromlauf, der die Sperrung des Streckenblockfeldes aufhebt, abgeschaltet.

In der gezogenen Stellung des Fahrstrafsenhebels ist durch die Verbindung der oberen oder der unteren Klemmenpaare angeschaltet:

1. der Kuppelstrom zur Betätigung des Kuppelmagneten im Signalschalter und
2. der Auflösestrom, der nach beendeter Fahrt den Anker des Sperrmagneten anzieht und dadurch den Fahrstrafsenhebel wieder freigibt.

Mit der Unterbrechung des Freigabestromkreises fällt der

Anker des Sperrmagneten ab, verschließt durch das Sperrstück C den Fahrstrafsenhebel in gezogener Stellung und schließt die Ankerstromschließer.

Der Kuppelstrom kann nun fließen und den Signalhebel zur Bedienung freigeben. Der Kuppelstrom ist dabei über die Ankerstromschließer geführt, wodurch nachgeprüft wird, ob der abgefallene Anker den gezogenen Fahrstrafsenhebel festgelegt hat.

Liegt das Signal nicht unter Verschluss, wird es vielmehr von dem Fahrdienstleiter selbst gezogen, so ist der Fahrstrafsenhalter in der Ruhestellung nicht gesperrt. Das Sperrstück C erhält dabei eine Form nach Textabbildung 37, so daß in der Mittelstellung die Anker der Sperrmagnete auf ihm aufliegen. Wird der Fahrstrafsenhebel umgelegt, so gleitet ein Anker über das Sperrstück und fällt in die Sperrlage, sobald die Endstellung erreicht ist. Daher werden auch die in der Ruhestellung nicht verschlossenen Fahrstrafsenhebel in der gezogenen Stellung selbsttätig gesperrt. Diese Sperrung wird erst durch die Auflösung der Fahrstrafe aufgehoben, was bei den Ausfahrten durch den Zug geschieht, bei den Einfahrten dagegen durch einen Beamten an anderer Stelle durch Bedienung eines Auflöseschalters.

Soweit die Mitwirkung des Zuges eingerichtet ist, wird, um die Fahrstrafe in besonderen Fällen auch unmittelbar an der Bedienstelle wieder auflösen zu können, eine Hülfsaste angeordnet, die nur in die Auflösestellung gebracht werden kann, nachdem ein mit Bleisiegel verschlossener Bolzen gelöst ist. Aus der Auflösestellung geht die Hülfsaste durch Federwirkung in die Ruhestellung zurück.

## G. Der Signalschalter.

(Abb. 18, Taf. XXXII und Textabbildung 22 bis 27.)

Der Signalschalter gleicht in seiner Anordnung dem Weichenschalter. Der Signalhebel kann zwei Stellungen einnehmen, die nach rechts der »Halt«- und nach links der »Fahrt«-Stellung des Signales entsprechen.

In den Textabb. 23 und 24 ist der Signalhebel von der Rückseite des Stellwerkes aus gesehen dargestellt.

Mittels der am Zapfen z (Textabb. 25) angreifenden Lasche e, der Hebel f und g und der daran angebrachten Stangen bewegt der Signalhebel den Arbeitsschalter B und gleichzeitig damit den darunter liegenden Kuppelstromschalter 31, 32, 33.

Der Arbeitsschalter verbindet auch hier abwechselnd die eine der

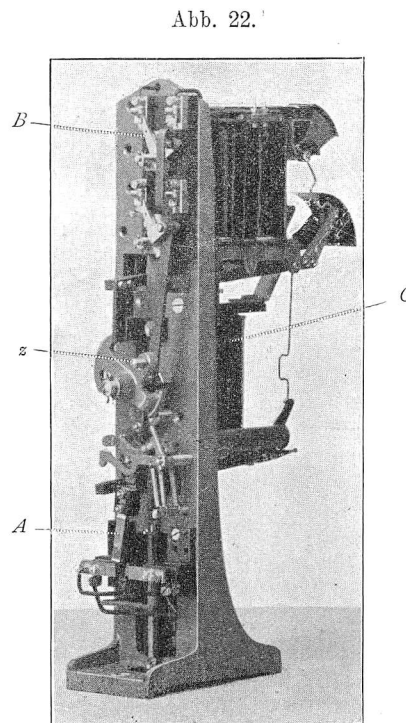




Abb. 23.

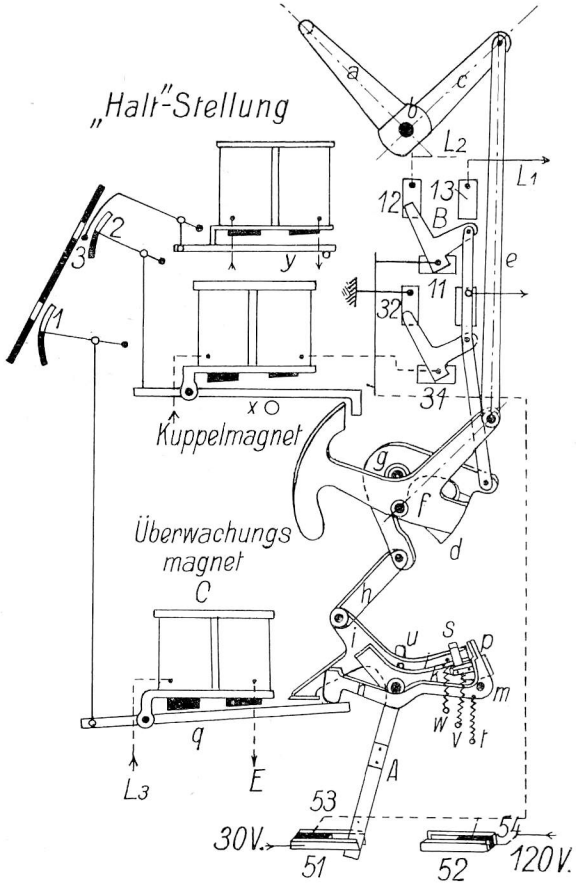


Abb. 24.

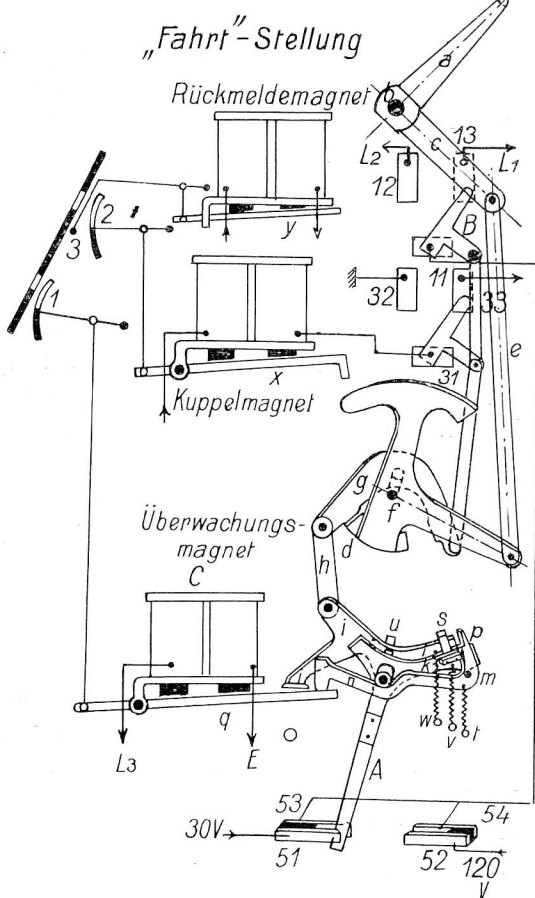


Abb. 25.

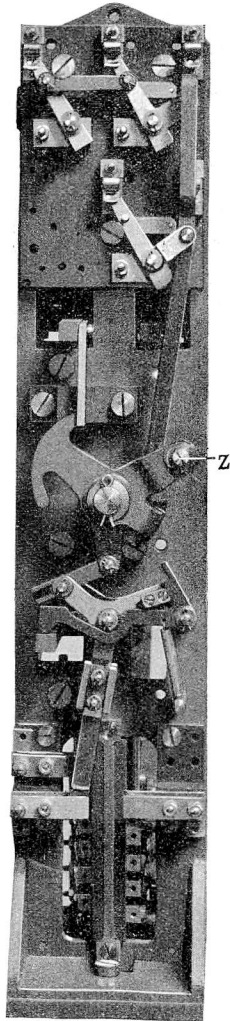


Abb. 26. Signalfeld. Hintere Ansicht, Hebel umgelegt.

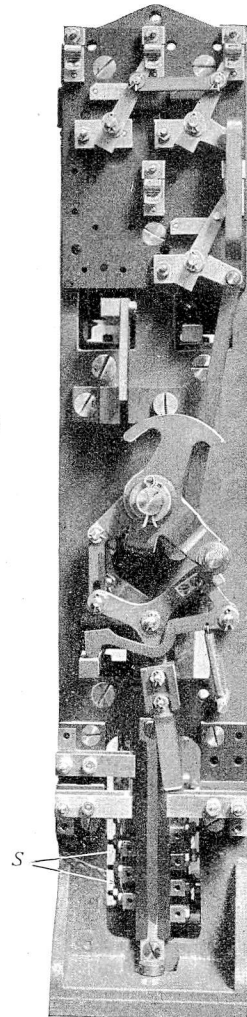
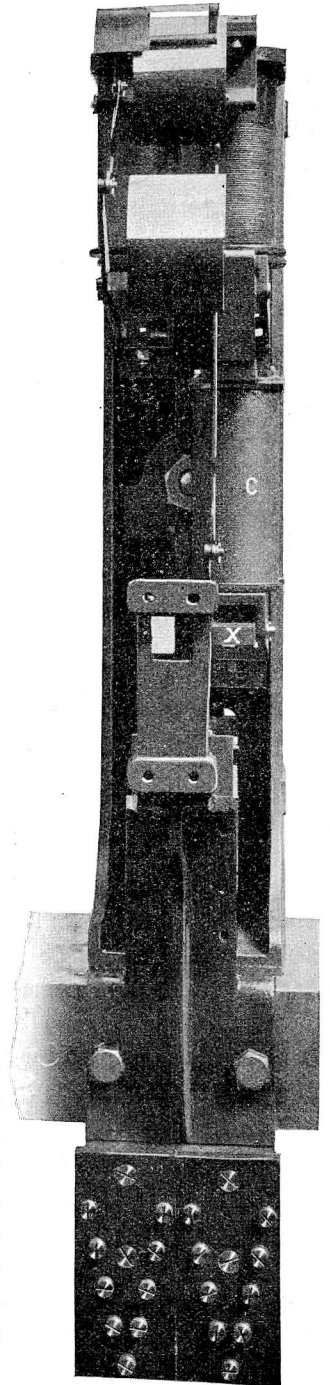


Abb. 27.

Signalfeld, Vorderansicht.






beiden zum Signalantriebe führenden Stelleitungen 1 und 2 mit dem + Pole des 120-Volt-speichers. Je nachdem eine dieser Leitungen Strom erhält, läuft das daran angeschlossene Triebwerk in der einen oder andern Richtung um. Dadurch wird der Antrieb zwangsweise in die der jeweiligen Stellung des Signalhebels entsprechende Endlage gebracht. Sobald das geschehen ist, schaltet der Antrieb selbst die Stelleitung ab und die Überwachungsleitung an, indem er den Überwachungsmagneten C erregt, der den Speicherwechsler A wie beim Weichenantriebe betätigt. Der Überwachungsmagnet bewegt eine schwarz-weiße Farbscheibe vor einem kreisförmigen Fenster im Stellwerksgehäuse. Das weiße Feld zeigt den vollendeten Lauf des Antriebes an. Das schwarze Feld erscheint, wenn der Antrieb in der Umstellung begriffen ist.




Der Kuppelstromschalter leitet den Kuppelstrom zunächst über 31, 32 zur Erde ab und sendet ihn erst dann über 31, 33 in die Kuppelmagnete des Signalantriebes, wenn der Signalhebel umgestellt wird. Bei der Rücklegung des Signalhebels wird der Kuppelstrom bei 31, 33 unterbrochen, dadurch werden die Kuppelungen der Arme bei jeder Signalstellung bewegt, sodafs sie sich nicht unbemerkt festklemmen können.

Der Kuppelmagnet (Textabb. 23 bis 26 und Abb. 18, Taf. XXXII)

sperrt durch seinen abgefallenen Anker den Signalhebel mittels des Sperrstückes *f* in der »Halt«-Lage. Ist Kuppelstrom vorhanden, so zieht der Magnet den Anker an und giebt den Signalhebel frei.

Der Anker *x* des Kuppelmagneten bewegt mit seinem vordern Schenkel eine rotweisse Scheibe 2, die hinter einem über dem Überwachungsfenster sitzenden zweiten Fenster spielt. Die Scheibe 2 zeigt »rot« , wenn der Anker *x* abgefallen und der Signalhebel gesperrt ist, und »weiss mit rotem Striche« , wenn der Kuppelmagnet seinen Anker angezogen hat.

Der neben dem Kuppelmagneten sitzende Signalkückmeldemagnet ist in einen besondern Stromkreis eingeschaltet, der, wenn das Signal auf »Halt« steht, am Stromschliesser im Signalantriebe (30, 30a, Abb. 9 bis 12, Taf. XXX) unterbrochen ist. Sobald das Signal die »Fahrt«-Stellung erreicht hat, wird der Stromschliesser geschlossen und der Rückmeldemagnet erhält Strom. Er zieht seinen Anker an und bewegt hierdurch den schmalen roten Rundstab (Textabbildung 23, 24 und 27) derart, daß vor der durch den Kuppelmagneten bewegten Farbscheibe der rote Strich verschwindet, an seine Stelle ein weißer Strich tritt und das Fenster daher voll »weiss«  zeigt. Demnach bedeutet am obern Fenster des Signalschalters:

-  Signal auf »Halt«, Signalhebel gesperrt,
-  Kuppelstrom fließt, Signal kann gestellt werden,
-  Signal steht auf »Fahrt«.

Wie der Fahrstraßenschalter hat auch der Signalschalter 13 Steckstromschliesser  $S_1$  (Textabb. 26), die die Verbindung mit den am Stellwerksgehäuse angebrachten Leitungen herstellen.

Vorn unter dem Signalschalter sind im Stellwerksgehäuse die 18 Anschlußklemmen zum Anschließen der Außenleitungen in zwei spitzen Winkeln angebracht (Textabbildung 27 und Abbildung 18, Taf. XXXII).

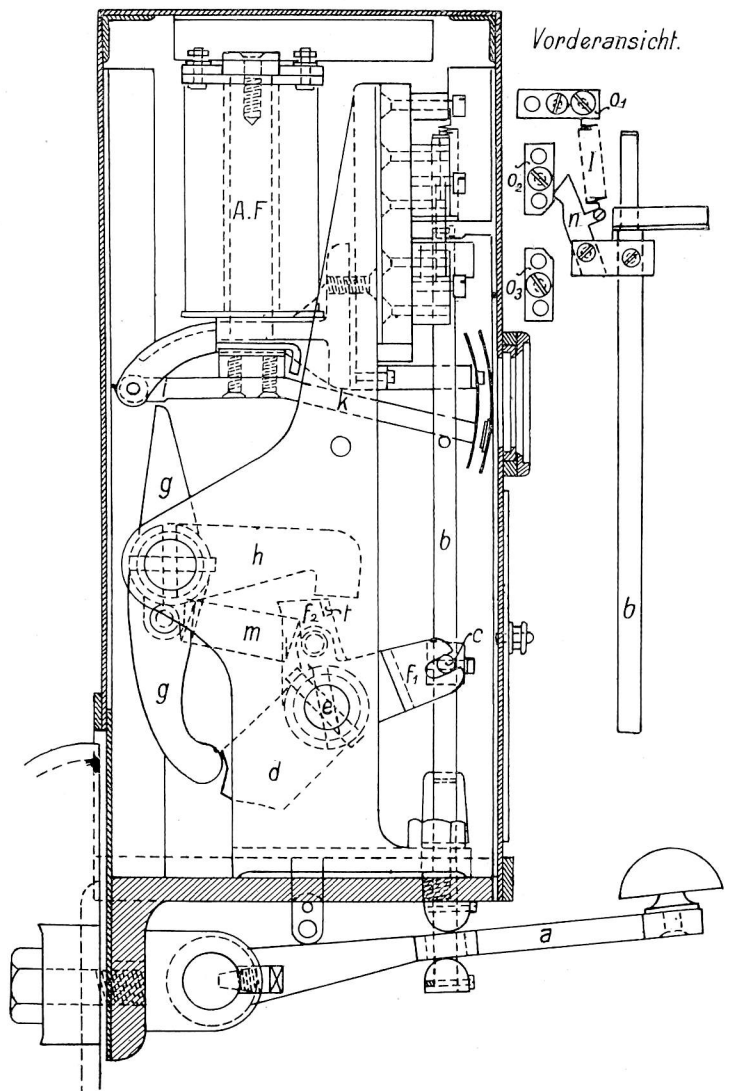
## H. Die Gleichstromblockwerke.

Zur Freigabe von Einfahrten und zur Auflösung von Einfahrstraßen sind in den Stellwerken II, IV und V und in der Befehlsstelle auf dem Bahnsteige Gleichstromblockwerke Jüdel-scher Bauart verwendet, die ähnlich wirken, wie die Gleichstromblockfelder von Siemens & Halske. Für jede freizugebende Fahrt und für jede Fahrstraßenauflösung ist eine Taste *a* (Textabbildung 28) vorgesehen, die bei den Freigaben einen weißen Knopf, bei den Auflösungen einen Metallknopf trägt. Ist ein Freigabefeld geblockt, so kann die Taste für keine feindliche Fahrt bedient werden.

Wird die Taste *a* nach unten gedrückt, so nimmt sie die Stange *b* mit. Dabei werden mittels des Stiftes *c* der zweiarmige Hebel  $f_1, f_2$  und das Sperrstück *d* um ihre gemeinsame Achse *e* gedreht. In der Endstellung legt sich die Klinke *h*, weil der mit ihr auf derselben Achse sitzende Hebel *g* durch den untern Ansatz des Sperrstückes *d* nach links gedreht wird, gegen den Hebel  $f_2$ , und hält dadurch die Drucktaste in ihrer tiefen Stellung fest, wobei sich das obere Ende des Hebels *g* gegen den Anschlag *i* des Ankers *k* des Magneten *A F* stützt.

Abb. 28.

### Fahrstraßen-Freigabe und Auflösevorrichtung. Querschnitt.

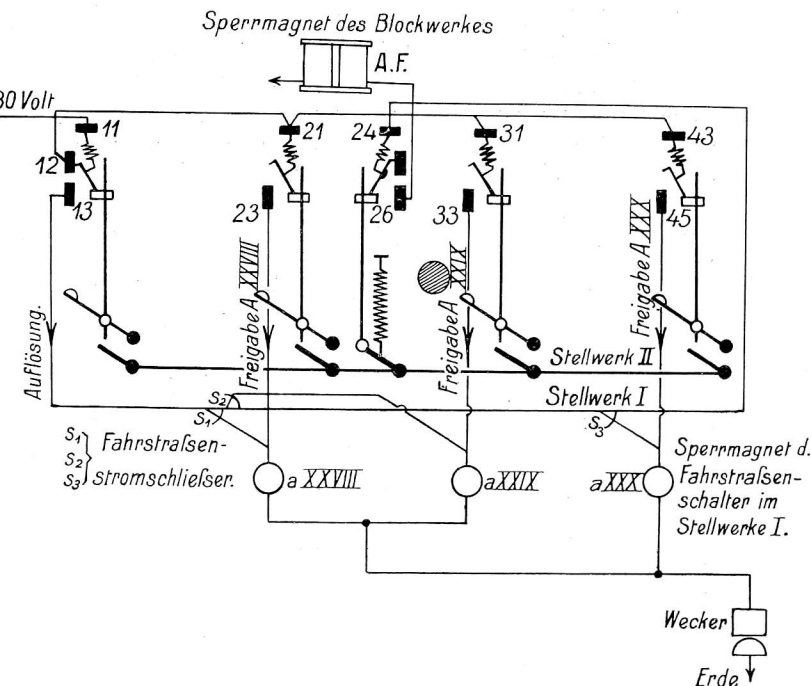


Erhält der Magnet *A F* Strom, so zieht er seinen Anker *k* an; der Hebel *g* verliert seine Stütze bei *i* und dreht sich durch die Wirkung der Feder *m* mit dem Hebel *h* soweit, daß  $f_2$  seinen Halt verliert. Nun ziehen die Federn *m* und *l* die Drucktaste *a* in ihre obere Lage zurück.

Die Stange *b* bewegt nach Textabbildung 28, Vorderansicht, an ihrem obern Ende den Stromschlußhebel *n*, der unter der Wirkung der Feder *l* bei entblocktem Felde an der Klemme  $o_2$  und bei geblocktem Felde an der Klemme  $o_3$  Stromschluß herbeiführt, wobei der Strom von Klemme  $o_1$  aus durch die Feder *l* nach  $o_2$  oder  $o_3$  fließt.

Wenn ein Feld geblockt ist, wird der Fahrstraßenschalter frei. Beim Umlegen des Fahrstraßenhebels wird der Freigabestrom als Signalkuppelstrom zum Signalschalter weiter geführt. Beim Auflösen der Fahrstraße fließt der Auflösestrom, sobald der Fahrstraßenhebel wieder in seine Mittelstellung gebracht ist, durch den Magneten *A F* (Textabbildung 29) des Gleichstromblockwerkes und bringt dabei die Freigabetaste wieder in ihre Ruhestellung.

Abb. 29.



Für die sich gegenseitig ausschließenden Freigabetasten ist nur ein Auslösemagnet A F erforderlich und daher auch nur ein Hebel g und ein Sperrstück d. Dagegen sind die Stangen b, die Hebel f und die Klinken h für jede Blocktaste vorgesehen.

Wo das Blockfeld für die Fahrstrassenauflösung mit den Freigabefeldern vereinigt ist, wie in den Stellwerken II und IV, hat auch das Auflösefeld keinen besondern Elektromagneten, das Auflösefeld wird vielmehr durch den gemeinsamen Elektromagneten zugleich mit dem Freigabefelde entblockt.

Die Schaltung des Blockwerkes im Stellwerke II ergibt sich aus Textabbildung 29 und Abb. 7, Taf. XXX.

Feld 1 ist das Auflösefeld, Feld 2, 3, 4 sind die Freigabefelder. Wird Taste 2 gedrückt, so wird der Strom von 30 Volt über Klemme 21, 23 nach dem Sperrmagneten des Fahrstrassenschalters a XXVIII geführt. Der Sperrmagnet zieht seinen Anker an und gibt dadurch den Fahrstrassenhebel frei. Beim Umstellen des Fahrstrassenhebels wird die Leitung des Auslösestromes am Stromschliesser s geschlossen. Um die Fahrstrasse aufzulösen, wird die Taste des Auflösefeldes niedergedrückt, wobei der Stromschliesser 11, 13 geschlossen wird. Dabei gibt der Sperrmagnet a XXVIII den in gezogener Stellung gesperrten Fahrstrassenhebel frei. Der in die Mittelstellung zurückgelegte Fahrstrassenhebel hat den Stromschliesser  $s_1$  umgelegt. Daher fließt der Auflösestrom über die Klemmen 24, 26, an denen der Stromlauf schon beim Bedienen einer der Freigabetasten geschlossen wird, und durch die Wicklungen des Sperrmagneten im Blockwerke zur Erde. Der Anker wird angezogen und gibt den Hebel g frei. Die Tasten 1 und 2 kehren unter der Federwirkung in ihre Ruhelage zurück.

Um zu verhindern, daß die Tasten a XXIX und a XXX gedrückt werden, wenn a XXVIII geblockt ist, haben die zugehörigen Hebel  $f_2$ , Ausklinkungen t nach Textabbildung 28 erhalten, in die sich beim Blocken des Feldes a XXVIII die Haken h legen. Dadurch wird die Drehung der Hebel  $f_2$  und damit das Drücken der Tasten a XXIX und a XXX solange

verhindert, bis sich die Hebel h beim Entblocken wieder gehoben haben.

Der Anker des gemeinsamen Elektromagneten A F trägt an seinem vordern Ende eine Farbscheibe, die an dem in der Vorderwand des Blockwerkes angebrachten Fenster »weiß« zeigt, wenn sich die Freigabetasten in der Ruhelage befinden und »rot«, wenn ein Freigabefeld geblockt ist.

### I. Die Stromlieferungsanlage.

(Abb. 16, Taf. XXXI.)

Für den Betrieb der Stellwerke wird Gleichstrom verwendet, der sich am besten für die Betätigung der Elektromagnete eignet und allein die Möglichkeit bietet, durch Aufspeicherung eine zuverlässige Kraftquelle zu schaffen. Bei der Aufstellung des Speichers ist auf genügenden Überschuß und bei der Schaltung auf die Möglichkeit Bedacht zu nehmen, die Speichergruppen weitgehend gegen einander zu vertauschen.

Zwar könnten die kleinen Triebmaschinen, wie sie für Weichen- und Signal-Antriebe gebraucht werden, noch für Spannungen bis 500 Volt hergestellt werden; bei höheren Spannungen wächst jedoch die Schwierigkeit der Stromabdichtung und die Gefahr bei der Bedienung. Auch kann die Rücksicht auf Ersparnis an den Kupferleitungen nicht zur Wahl einer höhern Spannung führen, weil die in Frage kommenden Entfernungen verhältnismäßig klein sind, und aus Festigkeitsgründen eine bestimmte Drahtstärke erforderlich ist. Daher hat sich eine Betriebsspannung von rund 120 Volt für den Stellstrom als geeignet erwiesen.

Für die Magnete ist diese Spannung jedoch noch zu hoch; Vorschaltwiderstände würden nutzlos Arbeit verbrauchen. Die Funkenbildung an den Stromschliessern würde größer werden, und dort würde die Abnutzung zunehmen. Auch könnten die Triebwerke bei Kurzschlüssen zwischen Stell- und Überwachungsleitungen Strom aus der Überwachungsleitung erhalten, wodurch unbeabsichtigte Umstellungen herbeigeführt werden würden. Daher wird zur Überwachung, zur Freigabe, zum Auflösen, zum Kuppeln und für die Rückmeldung eine Spannung von 30 Volt benutzt.

Bei 120 Volt sind zum Umstellen einer Weiche durchschnittlich 3 Amp. während 2 Sekunden, für ein Signal 1,5 Amp. während 4 Sekunden erforderlich. Die Elektrizitätsmenge für eine Umstellung beträgt daher 6 Amperesekunden. Wird das Signal oder die Weiche während 24 Stunden 100 mal umgestellt, so beträgt der für den Antrieb und den Tag erforderliche Stromaufwand  $\frac{6 \cdot 100}{3600} = 0,17$  Amp.-St. \*)

Der Überwachungstromkreis einer Weiche oder eines Signales verbraucht durchschnittlich 0,08 Amp. bei 30 Volt, daher in 24 Stunden  $0,08 \cdot 24 = 1,92$  Amp.-St. Dazu kommen noch etwa 0,5 Amp.-St. für Freigabe, Auflösen, Armkuppelung und Rück-

\*) Während des Druckes dieser Abhandlung sind die Stellwerke sämtlich in Betrieb genommen worden. Der Stromverbrauch vor dem Speicher und noch vor der Zusatzmaschine gemessen, beträgt für die 127 Weichen- und Signalschalter 15 Kilowattstunden täglich. Das steht im Einklange mit dem Kraftbedarf der elektrischen Stellwerke in Düsseldorf, wo für 107 Schalter 13 Kilowattstunden und für Finnen-trop, wo für 35 Schalter 5 Kilowattstunden täglich gebraucht werden.

meldung, sodafs für jeden Antrieb im ganzen täglich 2,5 Amp.-St. des Stromes von 30 Volt gebraucht werden. Der Überwachungspeicher wird demnach etwa fünfzehnmal so hoch beansprucht als der Stellspeicher.

Aus diesem Grunde ist der Überwachungspeicher in mehreren neben einander arbeitende Gruppen unterteilt. Sollen diese Gruppen zum Stellen verwendet werden, so sind sie hintereinander zu schalten.

Zur Speisung des Speichers steht Dreileitersgleichstrom von 2. 220 Volt an der Schalttafel der Lichtanlage zur Verfügung.

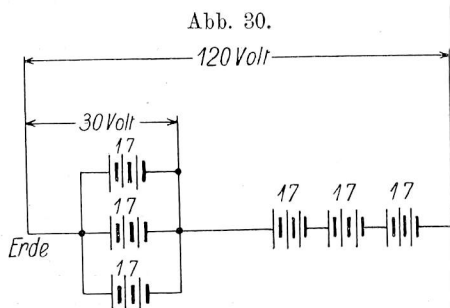
Die ganze Spannung von 440 Volt eignet sich nicht zum Aufladen, weil dazu ein zu großer Speicher erforderlich würde. Daher wird der Spannungsunterschied von 220 Volt unter Verwendung eines Zusatzstromerzeugers benutzt. Diese Ausführung hat allerdings eine einseitige Belastung des Dreileiternetzes zur Folge. Das ist indes unbedenklich, weil die größte Leitungsstärke nur 38 Amp. beträgt, und zudem die Einrichtung getroffen ist, daß der Ladestrom durch Umschaltung wahlweise der einen oder andern Netzhälfte entnommen werden kann. Sollte es ausnahmsweise nötig werden, während der Beleuchtungszeit aufzuladen, so kann durch Umschalten der Bogenlampen ein Belastungsausgleich hergestellt werden. Bei der gewöhnlichen Ladung während der Tagesstunden ist die geringe Ungleichheit der Spannungen aber ohne Belang.

### K. Der Speicher.

(Abb. 16, Taf. XXXI.)

Der Speicher, dessen Wirkungsweise und Behandlung unter R kurz beschrieben werden wird, besteht aus 204 Zellen der Form J6 des Werkes »Akkumulatorenfabrik A. G. Hagen«, die in 4 Gruppen zu je 51 Zellen aufgestellt sind. Die Zellen einer Gruppe stehen in zwei Reihen übereinander. Jede Gruppe zerfällt in 3 Teile zu je 17 hintereinander geschalteten Zellen. Diese 17 Zellen ergeben, da jede Zelle einen Strom von durchschnittlich 2 Volt Spannung liefert, Strom von  $17 \cdot 2 = 34$  Volt, der hier als Strom von 30 Volt bezeichnet wird. Er wird verwendet als Überwachungs-, Kuppelungs-, Freigabe-, Auflöse- und Rückmelde-Strom.

Bei der Entladung sind beispielsweise nach Abbildung 16, Taf. XXXI die drei Teile des Speichers Gruppe I, Zelle 1 bis 51 zwecks Lieferung des Stromes von 30 Volt durch den Ladeschalter UI neben einander geschaltet. Dagegen liefert in diesem Falle die Gruppe II, Zelle 52 bis 102 mit der Gruppe I den Stellstrom. Zu diesem Zwecke sind die drei Teile der Gruppe II mittels des Ladeschalters UIII hintereinander und hinter die drei Teile der Gruppe I (Textabb. 30) geschaltet. Der Lade-



umschalter LUI ist auf Entladung nach oben umgelegt (Abbildung 16, Taf. XXXI). Die Speichergruppen I und II liefern daher hierbei einen Strom von  $(3 + 1) \cdot 34 = 136$  Volt, der als Strom von 120 Volt bezeichnet und zum Umstellen der Weichen- und Signal-Antriebe benutzt wird.

Die — Pole der drei Teile der Gruppe I sind mit der Erdschiene am Schaltbrette verbunden, die + Pole mit der 30-Voltschiene. Der — Pol der Gruppe II ist mit der 30-Voltschiene, ihr + Pol mit der 120-Voltschiene verbunden. Von den Schienen kann daher der Strom für den Betrieb der Stellwerke entnommen werden. In diesem Falle liefert also die linke Hälfte des Speichers, Gruppen I und II, den Betriebsstrom und zwar 24 Stunden lang, während die rechte Hälfte, Gruppen III und IV, geladen wird, oder nach beendeter Ladung zur Verfügung steht. Umgekehrt wird, während die rechte Hälfte den Betriebsstrom liefert, die linke Hälfte geladen oder verfügbar.

Damit die Inanspruchnahme der Gruppen I und II in dem in Abb. 16, Taf. XXXI dargestellten Falle nicht ungleichmäßig wird, ist die Einrichtung getroffen, daß die Gruppen I und II mittels der Entladeschalter UI und UII so umgeschaltet werden können, daß die drei Teile der Gruppe II neben einander geschaltet sind und den Strom von 30 Volt liefern, während die drei Teile der Gruppe I hintereinander und hinter die Teile der Gruppe II geschaltet den Stellstrom zu liefern haben.

Zu diesem Zwecke wird der Entladeschalter U II aus der untern Stellung in die obere, und der Entladeschalter UI aus der oberen in die untere gebracht. Diese Reihenfolge muß eingehalten werden, damit Gruppe II schon Strom von 30 Volt liefert, während der Strom der Gruppe I beim Umlegen des Entladeschalters UI unterbrochen wird. Dadurch wird verhütet, daß die Überwachungs- und Kuppel-Ströme unterbrochen werden und etwa gezogene Signalarms auf »Halt« fallen. Die kurze Unterbrechung des Stellstromes vom Umlegen des Entladeschalters U II bis zum Eindrücken von UI in die unteren Bürsten genügt nicht, Störungen herbeizuführen.

Die Inbetriebnahme einer Speicherhälfte, die während der Nacht geladen gestanden hat, findet morgens um 7 Uhr statt. Daher ist vorgeschrieben, daß die vorher bezeichnete Umschaltung abends um 7 Uhr stattfindet, so daß die Gruppe, die am Tage den Stellstrom abgegeben hat, während der Nacht den Überwachungsstrom liefert und umgekehrt.

Die an der Rückseite der Schalttafel angebrachten Schienen für den Strom von 30 Volt, 120 Volt und für die Erdleitung sind mit drei gleichlaufend mit ihnen an der Gebäudewand angebrachten Schienen verbunden, von denen je drei in fünf Kabeln liegende Leitungen nach den fünf Stellwerken I bis V führen (Abb. 16, Taf. XXXI). In die Verbindungsleitung ist der Stellwerkeinschalter eingelegt, an dem die Leitungen nur bei einem außergewöhnlichen Anlasse unterbrochen werden dürfen, da die Stellwerke ohne Unterbrechung im Betriebe sein sollen.

Die rechte Hälfte des Speichers ist nach Abbildung 16, Taf. XXXI für die Ladung geschaltet. Dabei sind die 102 Zellen der Gruppen III und IV dadurch hintereinander gebracht, daß die Ladeschalter U III und U IV und der Ladeumschalter L, U II nach unten umgelegt worden sind.

Der der Speiseleitung entnommene Gleichstrom durchläuft

die Zusatzmaschine, wobei seine Spannung unter der Wirkung der vom Stromerzeuger mittels einer Lederkuppelung angetriebenen Triebmaschine entsprechend der jeweiligen Speicherspannung geregelt wird.

Dabei wird die Zusatzmaschine D (Abb. 16, Taf. XXXI) derart erregt, daß die an der + Ladeleitung liegende Bürste I zum — Pole und die Bürste II zum + Pole wird. Hierdurch wird erreicht, daß sich die Spannung der Zusatzmaschine zu der der Ladeleitung hinzusetzt. Für die tägliche Aufladung auf 2,45 Volt für die Zelle ist demnach für 102 hintereinander zu ladende Zellen eine Spannung von rund 250 Volt nötig und daher eine Zusatzspannung von 30 Volt, da die Spannung in der Speiseleitung nur 220 Volt beträgt. Nur bei den in größeren Zeitabständen erforderlichen Überladungen muß die Spannung bis 2,7 Volt für die Zelle erhöht werden, wozu eine Zusatzspannung von 50 Volt erforderlich ist.

Nach vollständiger Entladung, also bei 1,83 Volt Zellen-spannung beträgt die Speicherspannung beim Beginne der Ladung etwa 187 Volt, steigt jedoch rasch bis auf etwa 210 Volt. Es ist somit nötig, durch Vorschaltwiderstände eine Überschreitung der zulässigen Ladestromstärke bei Beginn der Ladung zu verhüten. Zu diesem Zwecke wird die Zusatzmaschine und die mit ihr gekuppelte Triebmaschine M verwendet. Durch den Nebenschlufsregler 6 wird zunächst die Zusatzmaschine so erregt, daß die Bürste I + Pol und die Bürste II — Pol ist. Durchläuft nun der Ladestrom die Zusatzmaschine, so wird sie zu einer Triebmaschine, deren Magnete fremd erregt sind und an deren Bürsten eine veränderliche Spannung herrscht. Gleichzeitig wird der Anker vom Ladestrome durchflossen. Die angekuppelte Triebmaschine wird zum Stromerzeuger und gibt Strom an das Netz zurück. Das dauert so lange, bis die steigende Speicherspannung gleich der Netzspannung geworden ist. Jetzt herrscht an den Bürsten der Zusatzmaschine D die Spannung Null, demnach ist auch die Leistung gleich Null. Werden nun durch den Nebenschlufsregler 6 die Pole der Maschine D gewechselt, so tritt ihre Spannung zur Netzspannung hinzu, und nun kann der Speicher voll aufgeladen werden.

Ist der Speicher nicht vollständig entladen, was meist zutrifft, so fällt der erste Teil der Wirkung weg, da die Speicherspannung in ganz kurzer Zeit der Netzspannung gleich wird.

Wenn im ersten Falle der völlig entladene Speicher wieder geladen werden soll, so ist der Stromlauf bei einer Ladung nach Schluß des Schalters 1 folgender:

+ Ladeleitung, P am Ölanlasser 2, P am Nebenschlufsregler 6, die Kurbel liegt nach links, III am Regler 6, III Ankerwickelungen von D IV, IV am Regler 6, Q am Regler, — Ladeleitung.

Die erregte Triebmaschine M läuft an und nimmt den ebenfalls erregten Stromerzeuger D mit. Dessen Ankerstromkreis ist indes noch nicht geschlossen. Wird die Kurbel des Ölanlassers 2 in die Endstellung gebracht und dort durch den Elektromagneten 3 festgehalten, so ist dadurch Bürste I von D über P mit der + Ladeleitung verbunden. Die Ladung beginnt, wenn 8 nach links gelegt und 9 geschlossen wird. Der Stromlauf ist nunmehr:

+ Ladeleitung, P, Anlasserkurbel, P<sub>1</sub>, I Anker von D II, 8, 9, + L, Speicher, — L, 8, 1 Ladeleitung.

D läuft als Triebmaschine.

Außerdem entsteht der Stromlauf:

M, + Bürste I, (II) I, P<sub>1</sub>, I Anker D, II, 8, 9, Speicher, — L, 8, Bürste II von M.

Die Stromrichtung ist jetzt umgekehrt, da nun M getrieben wird.

Da die Speicherspannung rasch steigt, wird ihr Unterschied gegen die Netzspannung, die an den Bürsten I und II von D zur Wirkung kommt, immer kleiner. Daher muß die Kurbel 6 derart nach rechts gedreht werden, daß die Ladestromstärke, die am Amperemesser 10 abgelesen wird, unverändert bleibt. Die Stromabgabe von M nimmt ab. Steht die Kurbel von 6 in Mittelstellung, so wird D spannungslos; die Stromrichtung in M wechselt, M wird wieder Triebmaschine und treibt D an. Ist die Ladestromstärke auf etwa 25 Amp. gesunken, so wird die Kurbel von 6 nach rechts weitergedreht, D wechselt die Pole und gibt Zusatzspannung, wodurch die Ladestromstärke wieder steigt. Liegt die Kurbel von 6 in der Endlage rechts, so gibt D die höchste Zusatzspannung von 50 Volt, so daß die Ladespannung auf 270 Volt steigt.

Am Ende der Ladung sinkt die Stromstärke soweit, daß der selbsttätige Ausschalter 9 abfällt und dadurch den Ladestromkreis unterbricht. Wird dann der Ladeschalter 1 geöffnet, so läßt 3 die Kurbel von 2 los und die Kurbel kehrt selbst tätig in ihre Ruhelage zurück.

War der Speicher nicht ganz entladen, so ist die Kurbel von 6 gleich bei Beginn der Ladung soweit nach rechts zu drehen, daß die vorgeschriebene Ladestromstärke vorhanden ist, wobei D als Stromerzeuger arbeitet.

Aus dem Vorstehenden folgt, daß während der Ladung nur nötig ist, den Nebenschlufsregler 6 zu bedienen und am Amperemesser 10 abzulesen.

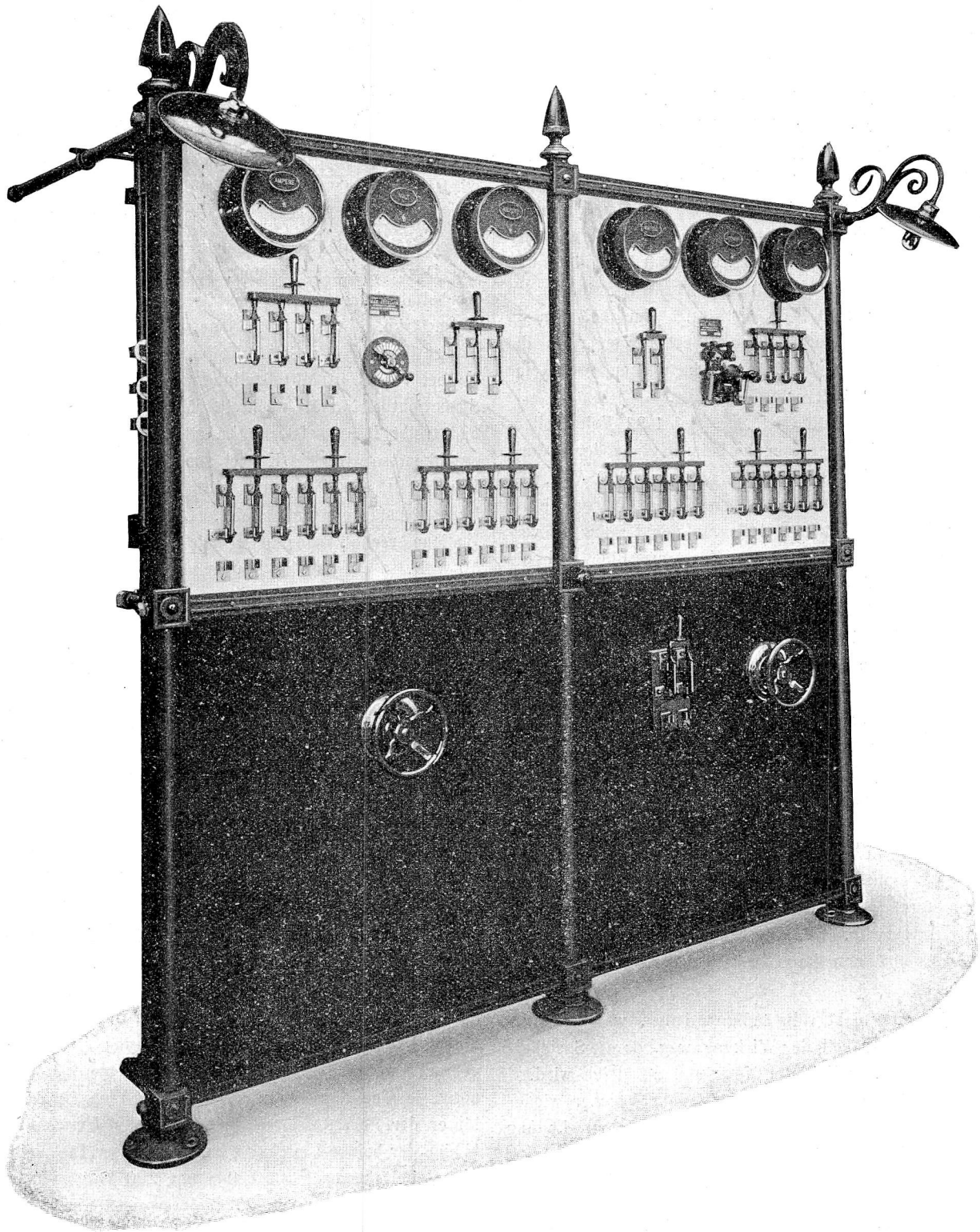
Sollte der Maschinensatz zeitweilig außer Betrieb gesetzt werden müssen, so kann der Speicher auch unmittelbar geladen werden. Hierzu wird der Umschalter 8 nach rechts eingestellt, und die Stromstärke mittels des Widerstandes W geregelt. In diesem Falle kann freilich die Zellenspannung nur auf 2,16 Volt gebracht werden. Dauert die Störung längere Zeit, so wird es nötig, je eine Speichergruppe von 17 Zellen durch Abklemmen hinter der Schalttafel am Drehpunkte der Umschalter und Verbinden der beiden Umschalterklemmen außer Tätigkeit zu setzen. Dann sind nur noch 85 Zellen mit 220 Volt zu laden, so daß eine Zellenspannung von 2,6 Volt erreicht wird.

#### L. Die Schalttafel.

Auf der Schalttafel, von der Textabbildung 31 die Vorder-, Textabbildung 32 die Rückseite darstellt, sind auf der Vorderseite folgende Vorrichtungen angebracht:

1. auf dem untern Teile der Marmorplatte die vier Ladeschalter UI bis UIV mit je 6 gekuppelten Hebeln für die Speichergruppen I bis IV. In der Stellung nach oben befinden sich diese Schalter bei der Entladung, in der Stellung nach

Abb. 31.



unten bei der Ladung und in wagerechter Stellung bei der Ausschaltung;

2. darüber rechts und links die beiden Ladeumschalter L. UI und L. UII mit je vier gekoppelten Hebeln, deren Stellung sich regelt, wie bei 1. angegeben ist;

3. dazwischen der Stellwerkeinschalter mit drei gekoppelten Hebeln;

4. der Einschalter für die Speiseleitung mit zwei gekoppelten Hebeln;

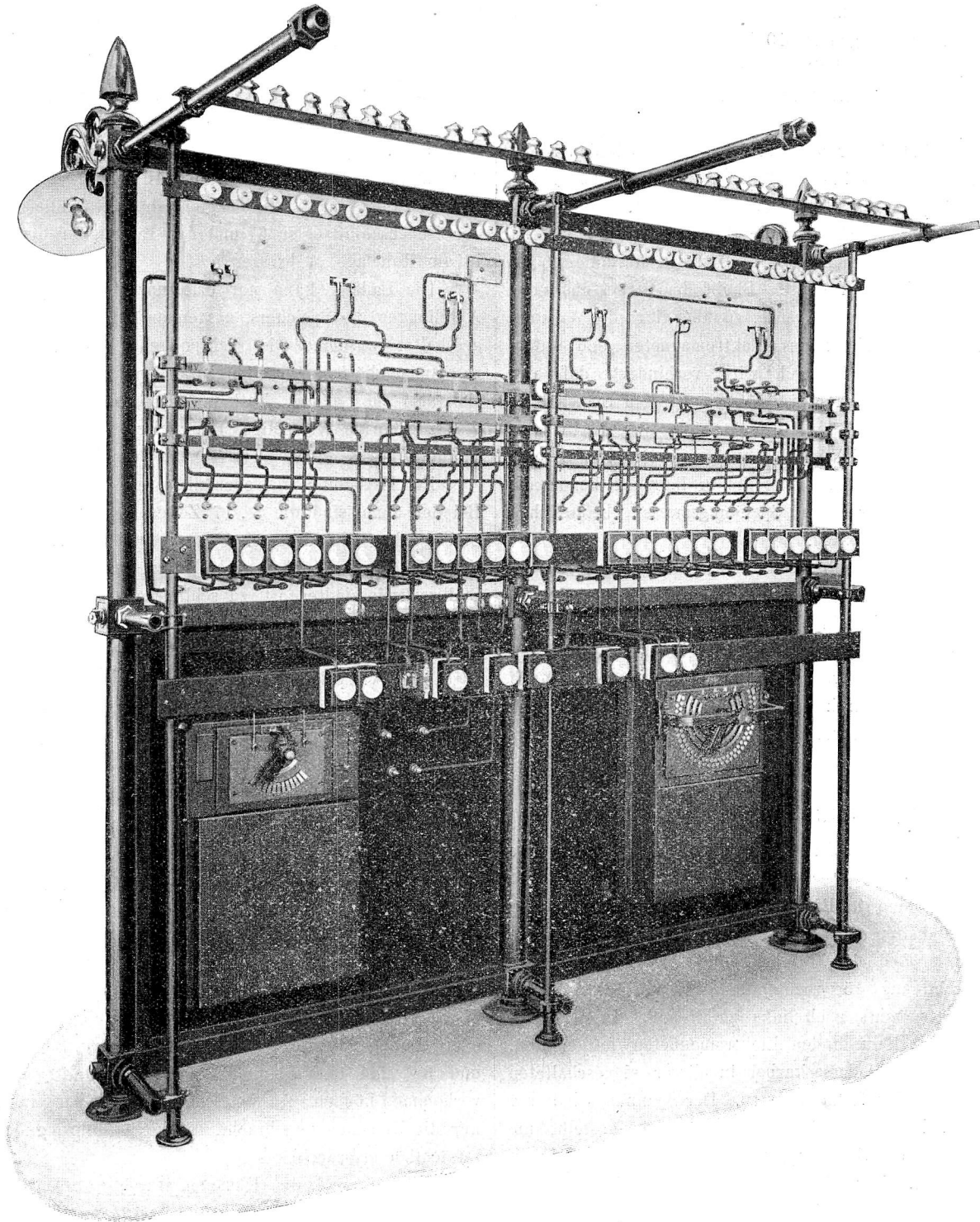
5. rechts davon der selbsttätige Ausschalter;

6. in gleicher Höhe links der Spannungsschalter, und oben von links nach rechts

7. der Amperemesser für den Strom von 120 Volt, der bis 35 Amp. zeigt;

8. der gemeinsame bis zu 300 Volt anzeigende Voltmesser für alle Leitungen; seine Einschaltung erfolgt mittels des Spannungsschalters 6;

Abb. 32.



9. der Amperemesser für den Strom von 30 Volt, der bis 35 Amp. zeigt;

10. der Amperemesser für die Speiseleitung, der bis 75 Amp. zeigt;

11. der Amperemesser für den Zusatzstrom des Stromerzeugers D, der bis 20 Amp. zeigt;

12. der Voltmesser für die Zusatzspannung, der bis 50 Volt zeigt.

Unter der Marmortafel befindet sich auf der linken Seite die Kurbel für den Nebenschlufsregler und auf der rechten

Seite die Vorrichtung zum unmittelbaren Laden des Speichers mit Umgehung der Triebmaschine M und des Stromerzeugers D, falls diese zeitweilig außer Betrieb gesetzt werden müßten. Diese Vorrichtung besteht aus dem Einschalter mit zwei gekuppelten Hebeln und aus der Kurbel zur Regelung eines Ladewiderstandes.

Auf der Rückseite der Schalttafel (Textabbildung 32) befinden sich die Klemmen für den Anschluß aller Leitungen, die 120 Voltschiene, die 30 Voltschiene und die Erdschiene. Ferner sind dort 24 Schmelzsicherungen zu 30 Amp. für die

24 von den Speichergruppen nach den Klemmen der Ladeschalter UI bis UIV geführten Leitungen angebracht, darunter von links her 2 Sicherungen zu 40 Amp. für die Speiseleitung, 2 zu 15 Amp. für die Leitung von der Maschine, 2 von 2 Amp. für die Schaltbrettlampen und 2 von 30 Amp. für die Stellwerksleitungen.

Außerdem sind Sicherungen vor den fünf nach den Stellwerken führenden Kabeln in die Leitungen für den Überwachungsstrom und in die für den Stellstrom eingeschaltet.

Der unter Nr. 5 aufgeführte selbsttätige Ausschalter ist ein Elektromagnet, der sich vom Ladestrome durchflossen in der eingeschalteten Lage festhält. Bleibt der Strom aus oder sinkt er unter eine bestimmte Grenze, so überwiegt die Wirkung einer Abreißfeder die Kraft des Elektromagneten und unterbricht den Ladestrom. Dadurch wird verhindert, daß der Strom beim Sinken der Ladestromstärke aus dem Speicher in die Ladeleitung zurückfließt.

Soll an dem gemeinsamen Spannungsmesser Nr. 8 eine Spannung gemessen werden, so ist die in Betracht kommende Leitung an dem unter dem Spannungsmesser befindlichen Spannungsschalter einzuschalten.

Um den Stromverbrauch feststellen zu können, ist vor der Zusatzmaschine ein Wattstundenzähler eingeschaltet. Auch ist hinter dem Speicher je ein Wattstundenzähler in der Stellleitung und in der Überwachungsleitung angebracht. Daher kann nicht nur der ganze Stromverbrauch der Anlage, sondern auch der Stromverlust, der durch die Maschinen- und die Speicher-Anlage entsteht, ermittelt werden. Alle drei Wattstundenzähler gehen bis 9999.

#### M. Bedienung der Stromanlage.

Für die Bedienung der Stromlieferungsanlage gelten folgende Vorschriften.

Soll die Maschine in Betrieb gesetzt werden, so ist der zweipolige Ladeschalter zu schließen und die Kurbel des auf der Grundplatte neben der Triebmaschine aufgestellten Ölanlassers (Textabbildung 45, rechts) langsam in etwa 10 bis 15 Sekunden von rechts nach links zu drehen. In der Endlage wird die Kurbel durch den Elektromagneten festgehalten. Es ist untersagt, die Anlasserkurbel in dieser eingeschalteten Lage festzubinden oder festzuklemmen. Der Spannungsschalter 4 (Abb. 16, Taf. XXXI) wird für den Speicher gestellt, am Voltmeter 5 wird die Speicherspannung und dann die Ladespannung abgelesen. Je nach dem Unterschiede zwischen diesen beiden Spannungen wird der Stromerzeuger D mittels des Nebenschlufsreglers 6 mehr oder weniger erregt. Seine Spannung wird am Voltmeter 7 abgelesen. Der zweipolige Hebelumschalter 8 wird auf Maschinenladung umgelegt, und dann der selbsttätige Ausschalter 9 geschlossen, wodurch die Ladung beginnt.

Die am Amperemesser 10 abzulesende Ladestromstärke darf 35 Amp. nicht überschreiten. Die Stromstärke ist hiernach am Nebenschlufsregler 6 durch Drehen des Handrades einzuregeln.

Die im gewöhnlichen Betriebe täglich vormittags auszuführende Ladung ist beendet, wenn der Hauptvoltmeter 5 nach Einstellen des Spannungsschalters auf den Speicher etwa 245 Volt

anzeigt und die Säuredichtigkeit die vorgeschriebene ist. Alle vier Wochen ist eine Überladung erforderlich, bei der die Spannung bis auf 270 Volt gesteigert werden muß.

Soll die Maschine nach beendeter Ladung stillgestellt werden, so wird der Ladeschalter 1 geöffnet und dadurch zunächst der selbsttätige Ausschalter 9 zum Ausfallen gebracht, falls er nicht schon abgeschaltet hatte. Am Ölanlasser läßt der Magnet 3 die Anlasserkurbel los und diese wird durch die Federwirkung in die Ruhelage gedreht. Schließlich ist noch der Nebenschlufsregler 6 und der Einschalter der Maschine 8 in die Ruhelage zu bringen.

Die Ladung kann nur erfolgen, wenn zwei von den vier Abteilungen des Speichers, zusammen 102 Zellen, hintereinander geschaltet werden. Die sechspoligen Umschalter von je zwei zusammengehörigen Abteilungen, beispielsweise U III und U IV, sind also auf Ladung, Entladung, Stellspeicher zu stellen und der zugehörige vierpolige Umschalter L U II gleichfalls auf Ladung.

Zur Entladung sind ebenfalls zwei Abteilungen erforderlich. Bei der einen sind die 3.17 Zellen der drei Gruppen für den Stellspeicher alle hinter einander, bei dem Überwachungsspeicher sind die Gruppen neben einander zu schalten. Der dreipolige Stellwerkseinschalter ist zu schließen. Von den sechspoligen Umschaltern ist einer nach unten für den Stellspeicher, und einer nach oben für den Überwachungsspeicher zu legen, der zugehörige vierpolige Ladeschalter ist auf Entladung zu stellen. Auch ist es möglich, alle vier Speicherabteilungen gleichzeitig zu entladen.

Der Speicher ist vollständig entladen, wenn die Spannung des Stellstromes auf 126 Volt, und die des Überwachungstromes auf 32 Volt gesunken ist.

#### N. Darstellung der Schaltung der elektrischen Stellwerke.

Nr. 1. Bezeichnung der Klemmen an den Schaltern.

Die Klemmen zum Anschließen der Leitungen an die Schalter werden nach Textabb. 33 und 34 beziffert. Die gleichen Klemmen erhalten in allen Weichen-, Fahrstraßens- oder Signal-Schaltern dieselben Nummern. In Textabb. 33 und 34 sind alle Klemmen zusammengestellt, die überhaupt vorkommen können. An den Schaltern sind indes im allgemeinen nur die Klemmen angebracht, die zur Ausführung der Schaltung tatsächlich erforderlich sind.

1 bis 6 sind die Klemmen für die Stromschließer, die von der Achse des Signalhebels oder des Hebels der spitz befahrenen Weiche betätigt werden.

11 bis 13, 21 bis 23, 31 bis 33, 41 bis 43 sind Klemmen zum Anschlüsse der Stelleitungen und Kuppelstrom-Leitungen an den Arbeitsschalter, der von dem Signalhebel und dem Weichenhebel gesteuert wird.

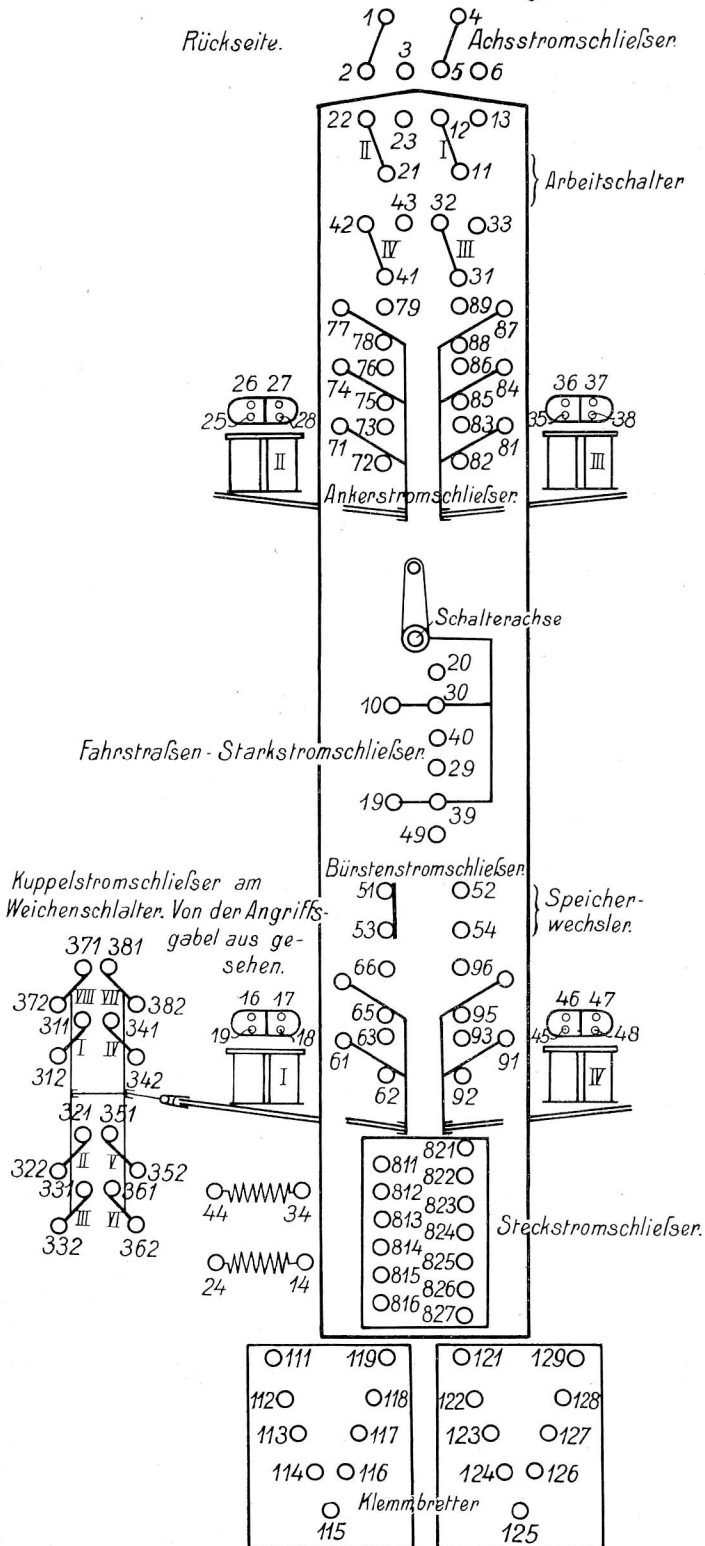
15 bis 18, 25 bis 28, 35 bis 38, 45 bis 48 sind die Anschlußklemmen für die Elektromagnete I, II, III und IV, die an einem Schalter angebracht sein können.

71 bis 79 und 81 bis 89 sind die Klemmen zum Anschließen der Leitungen an die Stromschließer, die von den Ankern der Sperrmagnete der Fahrstraßenschalter bewegt werden.



Abb. 33.

Weichen-, Signal- und Fahrstraßenschalter.  
Von der Schalterachse aus gesehen.



10, 20, 30, 40, 19, 29, 39, 49 sind Klemmen für den Anschluss von Stellstromleitungen an Stromschlieser, die an dem Fahrstraßenschalter erforderlich sind, falls mehrere Signale mit einem Signalhebel gestellt werden.

51, 52, 53, 54 sind die Klemmen an den Bürstenstromschliesern des Speicherwechslers an dem Weichenschalter und dem Signalschalter.

Abb. 34.

Stromschlieser am Fahrstraßenschalter  
Von der Kuppelklinke aus gesehen.

211	212	221	222
213	214	223	224
215	216	225	226
231	232	241	242
233	234	243	244
235	236	245	246
251	252	261	262
253	254	263	264
255	256	265	266
271	272	281	282
273	274	283	284
275	276	285	286
291	292	201	202
293	294	203	204
295	296	205	206

Rückseite.

34, 44, sind Anschlussklemmen für Widerstände.  
24, 14

811 bis 816 und 821 bis 827 bezeichnen die Steckstromschlieser, die an allen Schaltern der drei Arten angebracht sind, damit die Schalter, falls sie losgenommen waren, ohne weiteres wieder eingesetzt werden können.

111 bis 119 und 121 bis 129 sind die Anschlussklemmen für die Außenleitungen vorn unter den Schaltern im Stellwerkgehäuse.

211 bis 216, 221 bis 226, 231 bis 236, 241 bis 246, 251 bis 256, 261 bis 266, 271 bis 276, 281 bis 286, 291 bis 296 und 201 bis 206 bezeichnen die Klemmen an den Fahrstraßenstromschliesern (Textabb. 34), die in der Ruhelage, oder nach dem Umlegen des Fahrstraßenhebels in der einen oder andern Richtung zu je zweien in der Wagerechten mit einander verbunden sind, wobei der Freigabe-, der Kuppel- und der Auflöse-Strom geschlossen oder unterbrochen werden.

Um in den Schaltplänen (Abb. 7 bis 10, Taf. XXX und Taf. XXXIII bis XXXVI) die Klemmen in den verschiedenen Schaltern eines Stellwerkes von einander zu unterscheiden, wird hinter die Nummer der Klemme die Nummer des Feldes oder Schalters gesetzt, wobei die Felder eines Stellwerkes fortlaufende Nummern erhalten. Demnach bedeutet beispielsweise 12306 die Anschlussklemme 123 im 6. Felde.

Nr. 2. Bezeichnung der Stromschlieser und der übrigen Vorrichtungen.

Die Schaltung der Stellwerke ist in den Schaltplänen (Abb. 7 bis 10, Taf. XXX und Taf. XXXIII bis XXXVI)


61 bis 66 und 91 bis 96 bezeichnen die Anschlussklemmen der Magnetschalter, die an dem Fahrstraßenschalter anzubringen sind, falls die Auflösung der Fahrstraße durch den Zug mittels einer Sonderschiene erfolgt.


- 311, 312 341, 342
- 321, 322 351, 352
- 331, 332 361, 362
- 371, 372 381, 382


sind die Anschlussklemmen an den Kuppelstromschliesern der Weichen. Sie müssen für alle Weichen vorgesehen werden, deren Stellung durch den Kuppelstrom nachgeprüft werden muss, weil die Weichen für Zugfahrten festzulegen sind. Für jede Fahrstraße, bei der die Weiche in Frage kommt, ist einer der in Textabb. 33 angegebenen acht Stromschlieser erforderlich.


dargestellt. Diese Pläne enthalten alle elektrische Abhängigkeiten, sie machen daher die Wiedergabe der nur für die Verschlüsse im Schieberkasten erforderlichen Verschlufstafeln hier entbehrlich. In ihnen bezeichnet

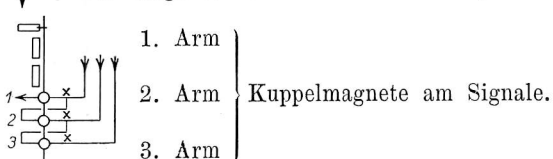
- Stromlauf vom Speicher.
- Stromlauf zur Erde.


 Umschalter. In der Ruhelage ist der Stromlauf a, b, c, nach Umschaltung a, b, d.

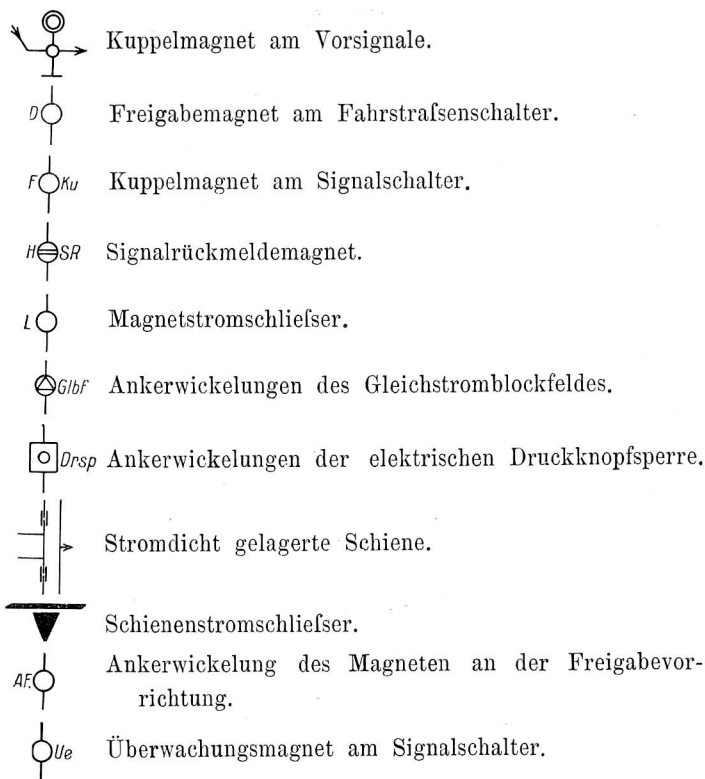
 Überwachungstromschließer an der Weiche für den Kuppelstrom des Signales. Der Überwachungstrom der Weiche zieht den Anker des Überwachungsmagneten an und schließt dadurch den Signalkuppelstrom.

 Widerstand, der eingeschaltet wird, um den Stromverbrauch in einer längere Zeit geschlossenen Leitung zu vermindern, oder um den Widerstand zeitweise abgeschalteter Elektromagnete zu ersetzen.

 Stromlauf über den Wecker zur Erde. Der Wecker ertönt, so lange der Stromlauf zur Erde geschlossen ist.



 Stromschließer vor dem Kuppelmagneten am Signale.



(Fortsetzung folgt.)

### Drei- und Vier-Zylinder-Verbund-Schnellzug-Lokomotiven der österreichischen Nordwestbahn.

Mitgeteilt von F. Felsenstein, Oberingenieur der österreichischen Nordwestbahn.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 8 auf Tafel XXXVII.

#### 1. Beschreibung der Lokomotiven.

In der Zeit als die Zweizylinder-Verbundlokomotive größere Verbreitung fand, stellte auch die Direktion der österreichischen Nordwestbahn Versuche mit solchen Verbundlokomotiven an, indem sie sowohl Schnellzug-, als auch Güterzug-Lokomotiven zum Teil mit Zwilling-, zum Teil mit Verbund-Wirkung bei sonst gleichen Abmessungen ausführen liefs, um einen verlässlichen Vergleich dieser beiden Bauarten im eigenen Betriebe zu gewinnen.

Die Erfahrungen waren insofern günstig, als die Verbundlokomotive namentlich bei ungünstigen Betriebsverhältnissen die Zwillinglokomotive an Leistungsfähigkeit übertraf; aber die bezüglich der Heizstoffersparnis an sie geknüpften Erwartungen erfüllten sich nur zu geringem Teile; so ergaben die 3/5 gekuppelten 2. C. 0\*)-Gebirg-Schnellzuglokomotiven nach besonderen Aufzeichnungen in der Zeit von Anfang Mai 1902 bis Ende Februar 1903 folgende Verbrauchsziffern:

Zusammenstellung I.

	Mai bis September		Oktober bis Februar	
	Zwilling	Verbund	Zwilling	Verbund
Mittlere Zugbelastung in t	162	164	152	152
kg Kohle für 1 Zug-Kilometer	14,04	13,10	15,05	14,59
" " " 100 Tonnen- "	8,65	8,00	9,87	9,59

\*) Die linke Ziffer gibt die Zahl der vorderen Laufachsen, der mittlere Buchstabe, A = 1, B = 2 und so fort, die Zahl der Trieb- und Kuppel-Achsen, die rechte Ziffer die Zahl der hinteren Laufachsen an.

Die Verbundlokomotiven wiesen demnach im Sommer nur 7 0/0, im Winter sogar nur 3 0/0 Minderverbrauch gegen die Zwillinglokomotiven gleicher Bauart auf.

Etwas günstiger war der Vergleich nur bei den 3/4 gekuppelten 1. C. 0-Güterzug-Lokomotiven, bei denen die Verbundlokomotiven bis zu 10 0/0 weniger verbrauchten, als die Zwillinglokomotiven gleicher Abmessungen.

Die Erklärung hierfür findet sich nach den angestellten Untersuchungen in der durch die schwierigen Bahnverhältnisse bedingten Mannigfaltigkeit der Inanspruchnahme und in dem Wechsel der Zylinderfüllungen, mit dem die Lokomotiven arbeiten müssen. Da der Entwurf der Steuerung für die beiderseits verschiedenen Zylinder auf eine annähernd gleiche Verteilung der Arbeitsleistung in beiden Zylindern Rücksicht nehmen muß, und die sparsamste Dampfarbeit bei dem starren Zusammenhange der Hochdruck- mit der Niederdruck-Steuerung nur für ein bestimmtes mittleres Füllungsverhältnis erzielt werden kann, werden die Vorteile der Verbundwirkung bei stark wechselnder Beanspruchung der Lokomotive durch die Spannungsabfälle, welche bei jedem ändern als dem günstigsten Füllungsverhältnisse durch zu große Niederdruckfüllung im Verbinder entstehen, mehr oder weniger aufgehoben. Hierzu kommt der wenn auch geringe Dampfaufwand der Zweizylinder-Verbundlokomotive auf Gefällen, die mit der Zwillinglokomotive ohne Dampf befahren werden, verursacht durch die Luftpumparbeit des großen Niederdruckkolbens.

Die Erfahrungen und Untersuchungen wiesen also nach, daß von einer für Gebirgstrecken bestimmten Verbundlokomotive mit vielfach wechselnder Inanspruchnahme nur dann namhafte Ersparnisse zu erwarten sind, wenn sie der hinsichtlich der Zylinderanordnung beiderseits gleichartigen Drei- oder Vierzylinder-Bauart angehört, bei der ungleiche Arbeitsverteilung auf Hoch- und Niederdruck-Zylinder auf den Gang der Maschine keinen störenden Einfluß hat, und der Entwurf der Steuerung auf die vorteilhafteste Ausnutzung der Dampfarbeit allein abzielen kann.

Als daher im Jahre 1904 der Bedarf an leistungsfähigeren Schnellzuglokomotiven auftrat, war für die neu zu beschaffenden Lokomotiven nur noch die Wahl zwischen der Drei- und der Vierzylinder-Bauart zu treffen.

Obleich das einfachere Triebwerk und dessen geringeres Gewicht für die Wahl dreier Zylinder sprach, so waren doch die damals schon zahlreichen Ausführungen mit vier Zylindern und deren günstige Erfolge geeignet, ein Vorurteil gegen die Dreizylindermaschine zu erwecken, welche bis dahin, abgesehen von einer 1883 in England angekauften und mittlerweile beseitigten Lokomotive der Bauart *Webb*, in Österreich-Ungarn nur in einer auf den ungarischen Staatsbahnen verkehrenden, 3/3 gekuppelten O.C.0-Güterzug-Lokomotive von 1892, einer 2/4 gekuppelten 2.B.0-Schnellzug-Lokomotive der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft von 1897 und einer 3/4 gekuppelten 1.C.0-Güterzug-Lokomotive der Aufsicht Teplitzer Eisenbahn von 1902 vertreten war.

Die bei diesen Bahnverwaltungen erzielten günstigen, allerdings vereinzelt mit der Dreizylinder-Lokomotive und die guten Erfahrungen der Jura-Simplon-Bahn mit ihren zahlreichen Dreizylinder-Lokomotiven einerseits, die große Verbreitung der Vierzylinder-Lokomotive und deren Bewährung andererseits, ferner der Umstand, daß verlässliche Vergleiche mit beiden Bauarten unter sonst gleichen Verhältnissen nicht vorlagen, führten zu dem Entschlusse der Direktion, die acht neu anzuschaffenden Schnellzug-Lokomotiven bei sonst ganz gleichen Abmessungen je zur Hälfte mit drei und mit vier Zylindern zu bauen, um beide Bauarten unter ganz gleichen Betriebsverhältnissen auf den eigenen Linien zu erproben.

Die im folgenden näher beschriebenen Lokomotiven (Abb. 1 bis 8, Taf. XXXVII) wurden Ende 1904 von der Maschinenbauanstalt der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft in Wien abgeliefert, welche seit langer Zeit der Ausgestaltung der Dreizylinder-Lokomotive mit getrennten Steuerungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet und auch die oben genannten ersten in Österreich-Ungarn verwendeten Dreizylinder-Lokomotiven gebaut hatte.

An den hier besprochenen Lokomotiven hat die Bauanstalt durch zweckmäßige Gewichtersparnisse in den Einzelteilen für das engbegrenzte Reibungsgewicht von 42 t eine verhältnismäßig große Kesselheizfläche ermöglicht.

Die wichtigsten Abmessungen sind:

## Zusammenstellung II.

Lokomotive.		3 Zylinder	4 Zylinder
Rostfläche R . . . . .			3,1 qm
Anzahl der Heizrohre von 52/47 mm Durchmesser . . . . .		256	
Länge „ „ zwischen den Rohrwänden . . . . .		4420 mm	
Heizfläche der Heizrohre, wasserberührt . . . . .		184,8 qm	
„ „ Feuerbüchse „ . . . . .		13,8 „	
Ganze Heizfläche, wasserberührt, H = . . . . .		198,6 „	
H : R = . . . . .		64,1	
Dampfspannung im Kessel p . . . . .		13,5 at	
Triebrad-Durchmesser bei 70 mm Reifenstärke D . . . . .		1770 mm	
Lauf rad- „ „ 70 „ „ . . . . .		1009 „	
Durchmesser der Hochdruck-Zylinder d . . . . .		490	350 mm
„ „ Niederdruck- „ d <sub>1</sub> . . . . .		600 mm	
Kolbenhub h . . . . .		650 „	
Zylinderraum-Verhältnis . . . . .		1 : 3	
Leergewicht der Lokomotive . . . . .		57,1	57,7 t
Dienstgewicht „ „ ausgerüstet L = . . . . .		63,3	63,9 „
Reibungsgewicht der „ „ L <sub>1</sub> = . . . . .		42,0 „	
H : L = . . . . .		3,14	3,12 qm/t
Tender.			
Wasserraum . . . . .		15,2 m <sup>3</sup>	
Kohlenladung, Steinkohle . . . . .		6,0 t	
Leergewicht mit Geräten . . . . .		16,9 „	
Dienstgewicht „ „ T = . . . . .		38,1 „	
„ „ von Lokomotive und Tender L + T = . . . . .		101,4	102,0 t
H : (L + T) = . . . . .		1,959	1,947 qm/t.

Die Achsen sind, mit Ausnahme der 3% Nickel enthaltenden Kröpfachse, aus Martinflußstahl angefertigt. Die Kröpfachse ist die vorderste der drei gekuppelten Achsen, und wird von allen drei oder vier Zylindern getrieben. Die Kurbeln der Dreizylindermaschine sind um 120° gegen einander verstellt, wobei die rechte Niederdruckkurbel der linken vor-, der Hochdruckkurbel nacheilt. Bei der Vierzylinderlokomotive sind die Kurbeln einer Seite um 180° verstellt, die rechten Kurbeln eilen den linken um 90° vor. Die Gegengewichte der Stahlgufsräder sind für 90 km/St. Geschwindigkeit bemessen.

Die Tragfedern der Kuppelachsen sind unter den Achslagern angeordnet, deren Einrichtung das Herausnehmen der Schmierpolster und das Untersuchen des Lagerhalses ohne besondere Abnahme von Teilen ermöglicht. Die Tragfedern der Triebachse sind über den Achslagern aufgesetzt und mit denen der benachbarten Kuppelachse durch Ausgleichhebel verbunden, welche sowohl im Rahmen, als auch in den Federschrauben auf Schneiden gelagert sind, die sich schon bei früheren Ausführungen gut bewährt haben.

Der 28 mm starke Plattenrahmen stützt sich vorn mit dem an den Querversteifungen befestigten Kugelzapfen auf die um 40 mm nach jeder Seite federnd bewegliche Wiege des Drehgestelles.

Die vier Dampfzylinder sind in der bekannten Ausführung aus zwei in der Mitte geflanschten Gufsstücken hergestellt und zur Auflage des Kessels sattelförmig ausgebildet. Die innen liegenden Hochdruckzylinder sind wegen des darunter befindlichen Drehgestelles 1 : 9,1 geneigt.

Bei der Dreizylinder-Lokomotive mußte der Hochdruckzylinder wegen seiner größeren Abmessungen vor die Drehgestellwiege gelegt werden. Die Neigung ist 1 : 6,1; der Ausströmungs- und Verbinder-Raum ist mit den Schieberkasten der

außen liegenden Niederdruckzylinder durch gußeiserne Knie-  
rohre verbunden.

Alle Dampfschieber sind Kanalschieber mit doppelter Ein-  
strömung. Die Anordnung der Steuerung läßt vermöge der  
zwei ineinander geschobenen und mit nur einer Schaltkurbel zu  
betätigenden Steuerschrauben und vermöge der zwei ineinander  
gelagerten Steuerwellen die Einstellung der Füllungen in den  
Niederdruckzylindern unabhängig von den Hochdruckzylinder-  
füllungen zu.

Dies bedingt für die außen liegenden Hochdruck- und  
Niederdruck-Steuerungen der Bauart Heusinger bei der Vier-  
zylinderlokomotive die Anwendung von Doppelschwingen nebst  
Umkehrwellen für die Bewegung der Hochdruckschieber.

Der Hochdruckschieber der Dreizylinderlokomotive wird  
durch eine innerhalb der Rahmen links liegende Stephenson-  
Steuerung betätigt, während die außen liegende Niederdruck-  
Steuerung gleich der der Vierzylinderlokomotive angeordnet ist.

Die Kolbenstangen-Kreuzköpfe sind mit Ausnahme des an  
nur einer Schiene geführten Hochdruck-Kreuzkopfes der Drei-  
zylinderlokomotive doppelt geführt.

Die Feuerkiste des Kessels liegt über dem Rahmen, wo-  
durch an Rostbreite so viel gewonnen wurde, wie die Räder  
der Kuppelachsen zuließen. Der Wärmeausdehnung des Kessels  
ist durch federnde Tragbleche Rechnung getragen. Innen ist  
der Kesselbauch mit den gut bewährten, in Mennigekitt ge-  
betteten Schutzblechen versehen; zwischen dem Fußringe und  
dem äußeren Feuerkistenmantel sind Kupfer-Schutzbleche ein-  
genietet, deren oberer Rand zur Verhütung der beim Einziehen  
der Feuerbüchse und durch die steten Wärmedehnungen im  
Betriebe entstehenden Falten mit eisernen Deckleisten an den  
Stehkesselwänden niedergehalten wird.\*) Am Kesselrücken be-  
finden sich zwei Pop-Sicherheitsventile und der Sandkasten.

Der Regler ist in den Dampfdom eingebaut; die Doppel-  
schieber der Bauart v. Borries versehen beim Anfahren alle  
drei oder vier Zylinder mit Frischdampf, welcher in der Fahr-  
stellung des Reglerschiebers von dem zum Verbinder führenden  
Rohre abgesperrt wird. Die Einströmungsrohre liegen im Rauch-  
kasten, in welchen auch die Anschlußflanschen der Dampfzylind-  
er hineinragen.

Der Auspuff erfolgt durch eine unveränderliche Blasrohr-  
düse, über deren Mündung ein scharfkantiger Steg angebracht ist.

Die Gleitflächen der Dampfschieber, die Dampfkolben und  
die innerhalb der Rahmen liegenden Zylinder-Stopfbüchsen  
werden durch Schmierpumpen von A. Friedmann geölt, von  
denen auch ein Auslauf die Reglerschieber und den durch-  
strömenden Dampf fettet, eine schon an früheren Ausführungen  
bewährte Anordnung, durch die auch die vom Dampfe be-  
strichenen Schieberlappen gefettet werden.

An sonstigen Einrichtungen sind zu nennen: selbsttätige  
Luftsaug-Schnellbremse, Feuertür von Marek und Feuer-  
gewölbe in der Feuerkiste, Friedmann'sche ansaugende Strahl-  
pumpen, und zwar rechts saugend Cl. ST, links nicht saugend  
Cl. SZ, Dampfheizeinrichtung; Geschwindigkeitsmesser von  
Haufshälter, Radreifenschmierung an der vordersten Achse;  
Luftleinlaufventile an jedem Zylinderdeckel.

\*) Siehe „Die Lokomotive“ 1904, S. 132.

Der Tender ist dreiachsrig, läuft auf Achslagerschalen der  
Bauart Grofsmann mit Ölumlaufl und ist mit der Lokomotive  
mittels zweier über einander angeordneter Zugeisen gekuppelt,  
von denen das obere als Notkuppelung dient. An der vordern  
Brust angebrachte schräge Buffer vermindern die Schlinger-  
bewegungen. Zur Wasserzufuhr für die Speisevorrichtungen  
dienen Wasserschläuche von Szász.

## 2. Leistung und Verbrauch der Lokomotiven.

Die Leistungsproben dienten zur Feststellung der bei voller  
Ausnutzung des Kessels erreichbaren größten Leistungen und  
des Heizstoff- und Wasser-Verbrauches, und zwar sowohl zum  
Vergleiche der Drei- und Vier-Zylinder-Lokomotiven unter  
einander, als auch zum Vergleiche der neuen Bauart mit den  
bis dahin verwendeten Schnellzug-Lokomotiv-Bauarten.

Die Proben wurden auf einer 19,27 km langen, im Mittel  
9,03 ‰ geneigten Strecke durchgeführt, von der nur 54 ‰  
gerade liegen; 4,3 km dieser Strecke sind nach 300 m, 2,8 km  
nach 400 m Halbmesser gekrümmt.

Der Zugwiderstand wurde mittels eines Zugkraftmessers  
am Tenderzughaken gemessen, womit die in der Witterung,  
in der Zusammensetzung des Zuges und ähnlichen Ursachen  
begründeten Einflüsse auf den Zugwiderstand berücksichtigt sind.  
Zur annähernden Ermittlung der von der Lokomotive und  
dem Tender für sich verbrauchten Arbeit wurden an den  
Probetagen auch Widerstandsmessungen mit der Lokomotive  
vorgenommen, indem die Probelokomotive nebst Tender mittels  
des Zugkraftmessers von irgend einer vorgespannten Lokomotive  
auf der Probestrecke mit einer den Leistungsproben annähernd  
entsprechenden Geschwindigkeit gezogen wurde, wobei der  
Widerstand wie bei den Leistungsproben für den Wagenzug  
aufgenommen wurde.

Durch Dampfdruck-Schaulinien und andere Untersuchungen  
wurden auch die für die Dampfarbeit vorteilhaftesten Beziehungen  
zwischen den Füllungen der Hoch- und Niederdruck-Zylinder  
ermittelt.

Endlich wurden im regelmäßigen Betriebe Aufschreibungen  
über den Wasser- und Heizstoffverbrauch jeder einzelnen dieser  
neuen Lokomotiven geführt.

Die Ergebnisse der 15 Leistungsproben sind aus Zusammen-  
stellung III ersichtlich. Die darin angeführten Zugkräfte,  
Fahrgeschwindigkeiten und P.S.-Leistungen sind die Mittel-  
werte aus den während der ganzen Probefahrt gemachten  
Beobachtungen, weshalb die angeführten Leistungen als Dauer-  
leistungen anzusehen sind.

Wie aus der Zusammenstellung zu ersehen, betrug die  
auf dieser Probestrecke erzielte größte Dauerleistung 1050 P.S.  
bei einer Geschwindigkeit von 44,5 km/St. Als Kohle wurde  
die gewöhnlich für Schnellzüge benutzte und nicht eigens für  
die Proben ausgesuchte verwendet.

Der Durchschnitt aus allen Proben nach Ausscheidung  
der ungünstigsten Nr. 11 beträgt 912 P.S.

Der Dampfverbrauch für eine P.S. St. bewegt sich zwischen  
8,72 und 10,58 kg, beträgt im Durchschnitte aus allen Proben  
9,92 kg. Dies sind Ziffern, welche bis dahin bei Leistungs-  
proben mit anderen Lokomotivtypen nicht erzielt sind.

## Zusammenstellung III.

Probe Nr. . . . .		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Lokomotiv-	Gattung . . . . .	Dreizylinder-Verbund, Gattung XVIII										Vierzylinder-Verbund, Gattung XIX					
	Nr. . . . .	751				751				753		776				779	
Tag der Probe . . . . .		4. VIII. 05				26. X. 05	27. X. 05	28. X. 05		29. XI. 05	19. XII. 05	9. X. 05	10. X. 05			28. XI. 05	
Witterung . . . . .		heiter, Wind 1—2				heiter, Wind 3—4				Nebel still	heiter still	Regen, Wind 3—4				heiter still	
Gewicht t	Lokomotive und Tender . . . . .	96,7				98,2				97,8	97,9	97,2				97,8	
	Wagenzug . . . . .	297,6	250,3			295,1	263,6		295,1	300,0	297,6	299,4		263,4		293,2	
Zusammensetzung des Zuges Achsen . . . . .		Lastzug 40 Achsen		Lastzug 34 Achsen		Leere Personen- Wagen 42 Achsen	Leere Per- sonen-Wagen 38 Achsen		Leere Personen- Wagen 42 Achsen	Lastzug 38 Achsen	Lastzug 42 Achsen	Leere Per- sonen-Wagen 43 Achsen		Leere Per- sonen-Wagen 39 Achsen		Lastzug 51 Achsen	
Mittlerer Überdruck . . . . at		12,9	13,0	13,3	13,3	13,3	13,3	13,0	13,1	13,3	13,5	12,9	12,8	12,3	13,2	13,5	
Mittlere Füllung Hochdruck/Nie- derdruck . . . . . %		65/50- 65	65/50- 65	66/57	66/50- 60	65/50- 64	64/55- 60	65/55	67/50- 65	67/45	70/50	63/50- 60	63/50- 60	60/50- 60	60/50- 55	68/50	
Luftverdünnung cm Wasser Feuer- kiste/Rauchkammer . . . . .		7/12	7/12	10/16	8/14	6/11	6,5/11,5	8,5/14	8/12,5	7,5/13	7,8/16	4/7	65/11	4,5/9,5	6/11,5	9/18,5	
Geschwindig- keit	größte	km/St.	51	52	58	60	48	52	52	48	47	54	41	44	42	55	58
	mittlere	"	42,1	42,8	49,2	51,4	36,7	42,1	41,3	37,9	39,9	45,4	34,0	37,3	37,3	42,8	44,5
		m/Sek.	11,68	11,9	13,67	14,27	10,2	11,68	11,47	10,53	11,08	12,6	9,45	10,36	10,36	11,9	12,35
Mittlere Widerstände kg	Lokomotive und Tender . . . . .	1835	1841	1899	1922	1897	1938	1932	1905	1834	1887	1859	1881	1881	1925	1877	
	Wagenzug . . . . .	3900	3840	3650	3420	4100	3820	3950	4190	4270	4000	4050	4240	3670	3910	4500	
	Zusammen . . . . .	5735	5681	5549	5342	5997	5758	5882	6095	6104	5887	5909	6121	5551	5835	6377	
Mittlere Leistung P.S.	für den Zug Nw . . . . .	609	610	664	651	558	601	603	588	630	671	510	585	507	569	740	
	im ganzen N . . . . .	892	901	1011	1017	816	897	900	857	902	989	744	846	767	925	1050	
kg Wasser in 1 St.	im ganzen D . . . . .	9098	8667	10672	11627	8500	9177	8600	8077	7866	9048	7766	8342	7954	8678	9702	
	für 1 qm Heizfläche $\frac{D}{H}$	45,8	43,6	53,7	58,4	42,7	46,2	43,2	40,6	39,6	45,3	39,1	41,9	39,2	43,6	48,9	
	für 1 P.S. $\frac{D}{N}$ . . . . .	10,3	9,6	10,6	11,4	10,4	10,2	9,6	9,5	8,72	9,2	10,5	9,9	10,4	9,4	9,2	
kg Kohle in 1 St.	im ganzen K . . . . .	1222	1422	1736	1706	1222	1486	1204	1320	1526	1410	1059	1203	1203	1157	1756	
	für 1 qm Rostfläche $\frac{K}{R}$	394	459	560	550	394	480	389	426	501	455	342	389	389	374	566	
	für 1 P.S. $\frac{K}{N}$ . . . . .	1,38	1,58	1,71	1,68	1,50	1,66	1,34	1,55	1,72	1,43	1,43	1,42	1,57	1,25	1,67	
Verdampft durch 1 kg Kohle $\frac{D}{K}$		7,45	6,09	6,14	6,81	6,93	6,18	7,14	6,11	5,07	6,42	7,33	6,93	6,61	7,5	5,52	
Rückstand in der Rauchkammer kg		50	55	125	82	45	80	77	70	110	99	50	50	35	35	70	

Die größte Luftverdünnung im Rauchkasten und in der Feuerkiste war bei der Dreizylinder-Lokomotive größer, als bei der Vierzylinder-Lokomotive und betrug bei 70% Hochdruckfüllung und 55 km/St. Geschwindigkeit 18,5 cm Wassersäule in der Rauchkammer, 10 cm in der Feuerkiste. Die unter dem Roste im Aschenkasten bei zwei Proben gemessene Luftverdünnung war im vorderen Teile 2, im hintern 4 cm Wassersäule.

Dem Vergleiche der Ergebnisse der Dreizylinder-Lokomotiven mit denen der Vierzylinder-Lokomotiven sind im folgenden nur die unter annähernd gleichen Witterungsverhältnissen durchgeführten Proben zu Grunde gelegt, daher sind die im August mit den Dreizylinder-Lokomotiven gewonnenen, diese besonders begünstigenden Proben Nr. 1 bis 4 nicht berücksichtigt. Der Vergleich der Durchschnittswerte der Proben Nr. 5 bis 10 mit der Dreizylinder-Lokomotive mit denen der Proben Nr. 12 bis 15 mit der Vierzylinder-Lokomotive liefert folgendes:

Zusammenstellung IV.

	Drei-Zylinder.	Vier-Zylinder.	Drei-Zylinder gegen Vier-Zylinder
Mittlere Leistung P.S. . . . .	893	866	+ 3,8 %
Verdampfung auf 1 qm Heizfläche kg . . . . .	43,04	42,74	+ 0,7 „
Dampfverbrauch für 1 P.S.St. kg	9,59	9,88	- 3 „

Der Unterschied im Verbrauch ist so gering, daß die Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven als gleichwertig zu erachten sind. Dies geht auch aus den im Betriebe geführten Aufzeichnungen hervor. Danach ergaben sich in den Heizhäusern Wien und Iglau, welchen je zwei Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven zugewiesen sind, von Januar 1905 bis September 1906 folgende Durchschnittsziffern:

Zusammenstellung V.

Strecke . . . .	Wien-Znaim		Znaim-Groß-Wosseck	
	Drei-Zylinder	Vier-Zylinder	Drei-Zylinder	Vier-Zylinder
Mittlere Zugbelastung in t	213	214	218	218
kg Kohle für 1 Zug-Kilometer . . . . .	13,04	13,53	13,97	13,90
kg Kohle für 100 Tonnen-Kilometer . . . . .	6,13	6,37	6,43	6,40

In Zusammenstellung VI sind die wichtigsten Ergebnisse: erzielte Leistung und Dampfverbrauch der Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven der Gattung I den Leistungs-Ergebnissen älterer Schnellzug-Lokomotiven der Gattungen II und III, Zweizylinder-Verbund, und der Gattung IV, Zwillings-Lokomotiven, gegenübergestellt.

Hierzu ist zu bemerken, daß die Zugwiderstände bei den mit Gattung II bis IV vorgenommenen Leistungsversuchen nach Formeln, nicht mit dem Zugkraftmesser ermittelt und zu Ungunsten der Gattung I, Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven, etwas zu hoch angesetzt sind. Alle in Zusammenstellung VI erscheinenden Werte sind Durchschnitte aus einer Reihe von Versuchsfahrten.

Für den Vergleich der Drei- und Vierzylinder-Bauart, Gattung I, einerseits mit den Lokomotivgattungen II bis IV andererseits hinsichtlich Leistung und Verbrauch, hielt es der Verfasser für das Richtige, die in den Zeilen 13 bis 17 und 20 der Zusammenstellung VI angegebenen Beziehungen zur Nutzleistung am Tenderzughaken aufzustellen, weil die hierdurch gewonnenen Ziffern sich den im Betriebe gewonnenen Leistungs- und Verbrauchsziffern gegenüberstellen lassen.

Nach Zeile 13 der Zusammenstellung VI ist die Nutzarbeit  $N_w$  am Tenderzughaken bei der Drei- und Vierzylinder-Lokomotive um 18% größer, als bei Gattung II, um 29% größer, als bei Gattung III und 72% höher, als bei Gattung IV, obwohl die Kesselheizfläche nur um 11,4% und 42% größer ist als die der Gattung II, III und IV.

Besonders beachtenswert sind die in Zeile 20 stehenden Werte für den Dampfverbrauch einer Nutz-Pferdestärke  $\frac{D}{N_w}$  am Tenderzughaken, denn sie bringen die Ersparnis an Zugförderkosten besonders deutlich zum Ausdrucke. Danach weist die Drei- und Vierzylinder-Bauart gegen die Zweizylinder-Verbund-Lokomotive 23 und 20% und gegen die Zwillings-Lokomotive 34% Ersparnis an Dampf auf.

Zu dieser beträchtlichen Ersparnis trägt das günstige Verhältnis zwischen Kesselheizfläche und Lokomotivgewicht bei, den Hauptanteil daran hat aber die gute Ausnutzung des Dampfes in der Maschine, die durch Zeile 19 der Zusammenstellung VI zum Ausdrucke kommt. Die Dampfverbrauchsziffer für 1 P.S.  $\frac{D}{N}$  der Gattung I ist um 14% kleiner, als bei Gattung II und III und um 21% kleiner, als bei Gattung IV.

Ist der Wasserverbrauch der Zwillings-Lokomotive = 100, so beträgt der Verbrauch für die Zusammenstellung VII:

## Zusammenstellung VI.

Lokomotiv-Gattung und Bauart		I. 2. C. 0		II. 2. C. 0		III. 2. B. 1	IV. 2. B. 0	
		3/5, Drei- und Vier- zylinder-Verbund- Lokomotive		3/5, Zweizylinder- Verbund- Lokomotive		2/5, Zwei- zylinder- Verbund- Lokomotive	2/4, Zweizylinder- Zwillings- Lokomotive	
1	Rostfläche qm . . . . . R =	3,10		2,90		2,88	2,30	
2	Heizfläche qm . . . . . H =	198,6		178,3		178,3	139,8	
3	Triebad-Durchmesser . . . . . mm	1770		1660		1920	1770	
4	Zylinder-Durchmesser Hochdruck/Niederdruck mm	490/600; 350/600		520/740		500/760	435	
5	Kolbenhub . . . . . mm	650		650		650	632	
6	Dienstgewicht: Lokomotive und Tender . . L =	97,4		98,0		94,6	76,0	
7	Verhältnis . . . . . H : L =	2,04		1,82		1,88	1,84	
8	Verhältnis . . . . . H : R =	64,06		61,48		61,93	60,78	
Ergebnis aus . . . . .		15 Proben		3 Proben		1 Probe	5 Proben	
		durchschnittlich	günstigst	durchschnittlich	günstigst		durchschnittlich	günstigst
9	Lokomotive und Wagen . . N	912	1050	858	929	740	598	703
10	Mittlere Leistung für 1 qm Heizfläche . . $\frac{N}{H}$	4,60	5,29	4,80	5,21	4,15	4,28	5,03
11	P.S. für 1 qm Rostfläche . . $\frac{N}{R}$	294	339	295	320	257	260	306
12	für 1 t Lokomotivgewicht . $\frac{N}{L}$	9,36	10,78	8,73	9,48	7,82	7,87	9,25
13	für den Wagenzug . . . Nw	617	741	524	568	478	345	410
14	Mittlere Nutzleistung für 1 qm Heizfläche . . $\frac{Nw}{R}$	3,11	3,73	2,93	3,19	2,68	2,47	2,94
15	für 1 qm Rostfläche . . . $\frac{Nw}{R}$	199	239	180	196	166	150	178
16	P.S. für 1 t Lokomotivgewicht . $\frac{Nw}{L}$	6,34	7,61	5,33	5,80	5,05	4,54	5,40
17	Nutzverhältnis . . . . $\frac{Nw}{N}$	0,677	0,706	0,610	0,611	0,644	0,580	0,583
18	Wasserverbrauch für 1 qm Heizfläche . . . $\frac{D}{H}$	44,91	58,54	55,28	59,28	48,18	53,80	59,21
19	D für 1 P.S. Leistung . . . $\frac{D}{N}$	9,92	8,72	11,52	11,42	11,62	12,58	11,78
20	kg/St. für 1 P.S. Nutzleistung . $\frac{D}{Nw}$	14,45	13,09	18,80	18,66	17,97	21,80	20,19

## Zusammenstellung VII.

	Lokomotive		
	Drei- und Vier-Zylinder-Verbund-	Zwei-Zylinder-Verbund-	Zwillings-
Für 1 P.S. Leistung am Radumfang . . . . .	79	86	100
Für 1 P.S. Nutzleistung am Tenderzughaken . . . . .	66	80	100

Da neben den Drei- und Vier-Zylinder-Lokomotiven aus-  
helfsweise auch die 3/5 gekuppelte Zweizylinder-Verbundloko-

motive Gattung II (Zusammenstellung VI) im Schnellzugdienst  
verwendet wurden, liegen auch die Vergleichsziffern aus dem  
Betriebe vor:

## Zusammenstellung VIII.

	Lokomotive		
	Zwei-Zylinder-	Drei-Zylinder-	Vier-Zylinder-
Mittlere Zugbelastung in t . . . . .	228	221	227
kg Kohle für 1 Zug-Kilometer . . . . .	16,54	14,19	13,95
" " " 100 Tonnen-Kilometer . . . . .	7,42	6,45	6,14

Danach verbrauchte die Vierzylinder-Lokomotive um 15 bis 17 % weniger, als die Zweizylinder-Verbundlokomotive und um 2 bis 4 % weniger, als die Dreizylinder-Lokomotive, letztere Unterschiede können in dem ungleichen Stande der Abnutzung der Lokomotive begründet sein.

Mit diesen Zahlen ist die Überlegenheit der neuen Bauart besonders der Drei- und Vierzylinder-Bauart erwiesen.

Der Schmierstoffverbrauch der Vierzylinder-Lokomotive ist im Durchschnitte um 6 % höher, als der der Dreizylinder-Lokomotive. Der durchschnittliche Ölverbrauch beider Bauarten ist um ungefähr 30 % höher, als der der Gattung II der Zusammenstellung VI.

Die durch Aufnahme von Schaulinien und durch Beobachtungen im Betriebe gefundenen günstigsten Beziehungen zwischen den Füllungen im Hoch- und Niederdruck-Zylinder sind:

Zusammenstellung IX.

Für 40 % Hochdruck-Füllung	45 % Niederdruck-Füllung,
" 50 " " "	45 " " "
" 65 " " "	55 " " "
" 70 " " "	60 " " "

Die Einrichtung, welche die Betätigung der Niederdrucksteuerung unabhängig von der Hochdrucksteuerung gestattet, hat sich für sparsame Dampfarbeit als nützlich erwiesen, da diese günstigsten Beziehungen mit nicht getrennten Steuerungen nicht erzielt werden können.

### 3. Verhalten im Betriebe.

Die Drei- und Vier-Zylinder-Lokomotiven befördern seit Anfang 1905 ausschließlich die bis 275 t schweren Schnellzüge auf der Linie Wien-Groß Wossek, welche anhaltende Steigungen von 10 ‰ und zahlreiche Krümmungen bis 300 m Halbmesser enthält, und haben sich den vorher im Schnellzugdienste verwendeten Bauarten in jeder Beziehung überlegen gezeigt.

Die vermehrte Wartung und Schmierung des vielteiligern Triebwerkes hat zu keinerlei Klagen der Führer und Heizer geführt, da diese sich durch die aus den Heizstoffersparnissen erwachsenden Vorteile entschädigt finden.

Wegen der erschwerten Zugänglichkeit des hintern Stopfzeuges an dem vor der Drehgestellwiege liegenden Hochdruckzylinder der Dreizylinder-Maschine wurden Metallpackungen eingelegt, die sich gut bewähren.

Ein geringer Unterschied hat sich zu Gunsten der Vierzylinder-Bauart insofern ergeben, als diese etwas rascher anfährt, und die Dreizylinder-Lokomotive bei besonders geringer Schienenreibung auf Steigungen mehr zum Rädergleiten neigt, als die Vierzylinder-Lokomotive.

Diese Beobachtungen haben den Verfasser zu den in Zusammenstellung X und Abb. 7, Taf. XXXVII enthaltenen Vergleichen angeregt, worin die in Rede stehenden Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven mit andern Bauarten unter der Annahme gleichwertiger Zylinder- und Rad-Abmessungen bezüglich der für das Anfahren verfügbaren Drehkräfte, sowie hinsichtlich der unter gleicher Dampfdehnung auftretenden Schwankungen der Drehkräfte während einer Radumdrehung verglichen sind.

Zusammenstellung X.

Bauart	Zylinder Durchmesser und Verhältnis	Drehkraft für das Anfahren					Drehkräfte während der Fahrt								
		Füllung		Dampfspannung		Größte Anfahrkraft	Kleinste Anfahrkraft		Füllung %			Drehkraft kg			
		Hochdruck	Niederdruck	Hochdruck	Niederdruck		in der Kurbel-lage	kg	Hochdruck	Niederdruck	bezogen auf Niederdruck	größte	kleinste	Unterschied	Verhältnis
		%		at		kg					T <sub>g</sub>	T <sub>k</sub>	T <sub>g</sub> -T <sub>k</sub>	T <sub>g</sub> :Reibungs-gewicht	
Vierzylinder-Verbund	$\frac{350}{600}$ 1:3	80		13	6	11390		4460	50	50	16,7	6300	5250	1050	$\frac{1}{6,67} = 0,150$
Dreizylinder-Verbund Kurbeln 120°	$\frac{490}{600}$ 1:3	82	78,5	13	6	10760		4280	50	50	16,7	6800	4500	2300	$\frac{1}{6,18} = 0,162$
Dreizylinder-Verbund Niederdruck-Kurbeln 90°	$\frac{490}{600}$ 1:3	82	88	13	6	12470		4280	50	50	16,7	8700	3000	5700	$\frac{1}{4,83} = 0,207$
Zweizylinder-Verbund	$\frac{555}{850}$ 1:2,33	84	88	13	6	14040		3830	39	50	16,7	7460	3350	4110	$\frac{1}{5,62} = 0,178$
Zweizylinder-Zwilling	600	87		13		18900		7560	16,7	—	—	9600	3650	5950	$\frac{1}{4,38} = 0,229$

Gemeinsame Abmessungen: Triebbraddurchmesser: 1770 mm; Kolbenhub: 650 mm; Dreizylinder-Hochdruck-Triebstangen: 2250 mm lang, Länge aller anderen 1800 mm; Reibungsgewicht der Lokomotive: 42000 kg; Wirkungsgrad im Triebwerke: 90 %.

Aus diesen Vergleichen geht hervor, daß die Dreizylinder-Lokomotive mit um 120° verstellten Kurbeln bei den ungünstigsten Kurbelstellungen hinsichtlich der kleinsten Anfahrkraft der Vierzylinder-Lokomotive nur wenig nachsteht, aber die

gleichwertige Zweizylinder-Verbund-Lokomotive bei gleichen Dampfdrücken übertrifft. Weiter ergibt sich, daß die Schwankungen der Drehkräfte und deren Höchstwerte bei der Dreizylinder-Lokomotive niedriger sind, als bei der Zweizylinder-



der Dreizylinder-Lokomotive mit um  $90^\circ$  verstellten Niederdruckkurbeln und bei der Zwillings-Lokomotive. Das Verhältnis der größten Drehkraft zum Reibungsgewichte ist bei der Dreizylinder-Lokomotive nur wenig ungünstiger, als bei der Vierzylinder-Lokomotive, dagegen im Vergleiche zu den anderen Bauarten wesentlich besser.

Nebst dem Umstande, daß die Kraftäufserung der Zylinder bei den hier beschriebenen Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven nahe an die Grenze der Radreibung reicht, erklärt sich die größere Neigung der Dreizylinder-Lokomotive zum Rädergleiten aus der etwas gröfsern Ungleichförmigkeit der Drehkräfte. Es empfiehlt sich daher, bei drei Zylindern andere Zylinderabmessungen zu wählen, als für die Vierzylinder-Lokomotive gleichen Reibungsgewichtes, wie dies ja auch für die Zweizylinder-Zwillings- und Verbund-Lokomotiven nötig ist, die bei gleichwertigen Zylinderabmessungen noch mehr zum Rädergleiten neigen.

Es muß noch hervorgehoben werden, daß sich der den Dreizylinder-Lokomotiven von manchen Seiten zur Last gelegte Nachteil des Versagens beim Anfahren bei diesen Lokomotiven durchaus nicht gezeigt hat.

Über den Unterschied der Erhaltungskosten der Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven kann angesichts der kurzen Betriebszeit nichts Näheres angegeben werden. Es hat aber den Anschein, daß die einfache Form der Kröpfachse bei der Dreizylinder-Lokomotive einen nicht zu unterschätzenden Vorteil gegen die der Vierzylinder-Lokomotive bietet, da bei letzteren schon nach kurzer Betriebszeit Anbrüche gefunden wurden, die auf Mängel in der Durcharbeitung des Stoffes in dem schwierig geformten Schmiedestücke zurückzuführen sind. Ähnliche Erfahrungen mit doppelt gekröpften Achsen dürften auch bei anderen Bahnverwaltungen vorliegen.

Schließlich sei noch bemerkt, daß sich aus der Verwendung von Nickelstahl für die Kröpfachsen keine nachteiligen Folgen ergeben haben, daß insbesondere an den Achsläufen oder Triebstangenlagern keine besondere Neigung zum Warmlaufen beobachtet wurde.

#### 4. Der Zugkraftmesser.

Zum Messen der Zugwiderstände wurde bei den Leistungsproben ein von der Nordwestbahn-Direktion entworfener Zugkraftmesser verwendet, der in Abb. 8, Taf. XXXVII dargestellt ist.

Die Zugkraft wird nicht durch Hebelwerke oder Zeiger, sondern durch eine Flüssigkeitsäule angezeigt, deren Stand sich zwangläufig einstellt und an einer in beliebigem Maßstabe herstellbaren Teilung leicht abgelesen werden kann. Hierdurch werden die Fehler, die bei andern Zugkraftmessern bei Erschütterungen der Fahrzeuge durch die Trägheit oder Eigenschwingungen der Hebelwerke verursacht werden, ganz vermieden.

Die durch die Flüssigkeitsäule an der im Gepäckwagen angebrachten Teilung angezeigte Zugkraft wird durch den aufnehmenden Beamten auf einem entsprechend vorgedruckten Blatte fortlaufend vermerkt. Bis jetzt wurde der Einfachheit wegen auf selbsttätige Aufzeichnung der Zugkräfte verzichtet.

Die Bauart des Zugkraftmessers ist folgende:

Zwischen zwei Platten, deren eine als gleichmässig angeschmiedete Zugspindel, deren andere als auf dieser Spindel geführte Hülse ausgebildet ist, sind vier zylindrische Schraubenfedern eingespannt. Die Spindel trägt auf ihrem Gewindeteile den Kuppelbügel mit zugehöriger Mutter. Die Hülsenplatte wird von vier, durch die Schraubenfedern durchgesteckte Zugstangen gefaßt, von denen je zwei ein Gabelstück bilden, und die mit den Augen in den Querbolzen des Zughakens hängen.

Die Zugkraft wird durch den Kuppelbügel auf die Zugspindel und mit der daran befindlichen Scheibe auf die Schraubenfedern übertragen, welche sich gegen die mit dem Wagenzughaken verbundene Scheibe stützen und unter der Einwirkung der Zugkraft zusammengedrückt werden. Die Eindrückung der Feder bewirkt eine Verschiebung des an der Hülsenplatte befestigten Kolbens in dem an der Spindelplatte angebrachten Zylinder, und das Verdrängen des in dem Zylinder und in dem an ihn anschließenden, zum Teilungsrohre führenden Schlauche enthaltenen gefärbten Wassers. Glycerin oder dergleichen eignet sich als Füllung nicht, weil die beim Eingießen mitgerissenen Luftblasen lange Zeit darin schweben.

Die Kolbenfläche ist so bemessen, daß 1 t Zugkraft ungefähr 10 cm Spiel der Flüssigkeitsäule an der Teilung gibt. Damit die Federn nie überspannt werden können, setzt sich die Führungshülse der einen Scheibe bei Erreichung der zulässigen Zugkraft auf die Gegenseibe auf. Um die bei heftigen Zugkraftänderungen durch die Bewegung der Flüssigkeit hervorgerufenen Schwankungen im Teilungsrohre zu vermindern, ist zwischen den Kolben und die Teilung ein mit derselben Flüssigkeit angefülltes Gefäß eingeschaltet. Jedes Luftpolster im Gefäße oder im Schlauche ist zu vermeiden, weil sonst die Gleichzeitigkeit des Flüssigkeitstandes mit der Kraftwirkung leidet.

Um die gegenseitige Lage der Platten bei spannungslosen Federn zu wahren, werden diese durch eine auf der Zugspindel sitzende Mutter mit Gegenmutter festgehalten. Durch diese Muttern können die Federn auch auf ein beliebiges Maß vorgespannt werden.

Zum Messen der Spannkraft in den zur Vermeidung toten Ganges vorgespannten Federn dienen die an den Scheiben angebrachten Körner, deren gegenseitige Entfernungen durch beigegebene Stichmaße gemessen werden können. Diese Stichmaße und die Teilung werden durch genaue Eichung auf einer entsprechend vorgereichten Zerreißmaschine ermittelt.

## Drehbank zum Nachrichten von Achssätzen.

Von **J. Hogenmüller**, Regierungsrat und Vorstand der Werkstätteninspektion I in Weiden.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel XXXVIII.

Zum Nachrichten von Lokomotiv-Achssätzen steht bei der bayerischen Staatsbahn-Hauptwerkstätte in Weiden seit einigen Jahren die in Abb 1 bis 3, Taf. XXXVIII abgebildete, von der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik vorm. **Zimmermann** in Chemnitz erbaute Drehbank in Gebrauch, mittels deren sowohl die außerhalb, als auch die innerhalb der Radsterne liegenden Kurbelzapfen, zweimittigen Scheiben und Achsschenkel nachgedreht und die Kurbelzapfenlöcher ausgebohrt werden können.

Die Maschine eignet sich daher zur Bearbeitung der Achssätze mit geraden und solcher mit gekröpften Achsen. Sie hat auf einem gemeinsamen Bette zwei durch je eine Schraubenspindel längs verstellbare Reitstöcke zum Ausrichten der Achsen, sowie zwei Drehvorrichtungen, von denen die eine zur Vornahme der innerhalb der Radsterne, die andere zur Vornahme der außerhalb der Radsterne erforderlichen Dreharbeiten dient. Sie sind auf dem Bette längs und quer verschiebbar angeordnet. Die Drehvorrichtung für die innen liegenden Arbeitstellen ist so eingerichtet, daß die Achssätze von hinten hereingeschoben werden können, zu welchem Zwecke das Gehäuse und der Zahnkranzring, in dem der Werkzeugträger sitzt, geteilt sind.

Die Drehvorrichtung für die außen liegenden Arbeitstellen hat einen ungeteilten Ring, an dem die für die verschiedenen Arbeiten bestimmten Werkzeugträger ausgewechselt werden können.

Der gemeinsame Antrieb der beiden Vorrichtungen erfolgt mittels vierfacher Stufenscheibe und ausrückbarem, doppeltem Rädervorgelege, sodafs mit acht verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Die Längsbewegung der beiden Drehvorrichtungen auf dem Bette geschieht durch gemeinsame Leitspindel mit Rechts- und Linksgang in vier veränderlichen, selbsttätigen Vorschüben oder von Hand, die Querbewegung zum Einstellen der Drehvorrichtungen auf die vorgeschriebene Entfernung vom Achsmittel nur von Hand. Jede der beiden Drehvorrichtungen kann für sich durch je eine an den kegelförmigen Antriebrädern auf der gemeinsamen Antriebwelle angeordnete Klauenkuppelung beliebig ein- und ausgerückt werden; ebenso kann die selbsttätige Längsbewegung jeder Vorrichtung durch Ein- oder Ausrücken der beiden Leitspindelmuttern mittels Handgriffes für sich ein- oder ausgeschaltet werden. Die Handgriffe für die Ein- und Ausrückungen, für die Umschaltung der selbsttätigen Längsbewegung, sowie für die Handbewegungen der Drehvorrichtungen sind am untern Schlitten bequem angeordnet.

Am linksseitigen Reitstocke ist ein um die Spitzenmitte durch Schnecke und Schneckenrad von Hand drehbarer und nach Gradeinteilung einstellbarer Aufspannarm angeordnet,

der mit zwei durch Schraubenspindel nach dem Mittelpunkte verstellbaren Körnerspitzen versehen ist und dazu dient, den Winkel, unter welchem die Kurbeln und zweimittigen Scheiben der Achssätze zu einander stehen sollen, genau einzuhalten. Der rechtsseitige Reitstock ist zur Aufnahme der Bohrvorrichtung für die Kurbelzapfenlöcher eingerichtet.

Zwei auf dem Bette der Maschine sitzende Aufspannwinkel, von denen sich der linke außerhalb, der rechte innerhalb des Radsternes befindet, dienen zur Lagerung des Achssatzes beim Ausrichten und zu seiner Befestigung nach dem Ausrichten.

Der Werkzeughalter zum Abdrehen kugelförmiger Zapfen wird in den Zahnkranzring der äußern Drehvorrichtung an Stelle des für zylindrische Zapfen eingesetzt.

Zum Ausbohren der schwach kegelförmigen Kurbelzapfenlöcher dient eine von einem besondern Deckenvorgelege angetriebene Bohrvorrichtung, welche am rechten Reitstocke befestigt ist und durch Schraubenspindel für die verschiedenen Kurbellängen eingestellt werden kann. Die Bohrstange ist an dem einen Ende in der Bohrvorrichtung am Reitstocke gelagert; das andere Ende ruht beim Ausbohren von Zapfenlöchern in gewöhnlichen Kurbeln oder Gegenkurbeln in einem Führungskreuz, das in der äußern, bei diesem Ausbohren still stehenden Drehvorrichtung befestigt ist, während es beim Ausbohren der Zapfenlöcher in Radsternen in einem auf dem innern Aufspannwinkel zu befestigenden, mit Einstelleinteilung versehenen Lager geführt ist. Die Bohrstange ist mit durch Sternschaltung nachstellbarem Meißelhalter ausgerüstet; sie kann für eine bestimmte Kegelform ausgeführt werden, und ist zwecks Auswechslung gegen solche anderer Abmessungen zum Ankuppeln eingerichtet.

Die zu bearbeitenden Achssätze werden in bekannter Weise mittels Laufkatze und Flaschenzug (Abb. 3, Taf. XXXVIII) vom Gleise in die Maschine gebracht, und hier unter Einführung der Körnerspitzen der Reitstocknägel, sowie der Körnerspitze des vorher eingestellten Aufspannarmes nach Erfordernis ausgerichtet. Dann wird der Achssatz an die Aufspannwinkel festgeschraubt. Bemerkt wird, daß die Reitstocknägel nur zum Einstellen des Achssatzes dienen und nicht dessen Gewicht zu tragen haben; der Achssatz bleibt an der Hebevorrichtung, deren Arme die Achsschenkel umfassen, hängen und wird von dieser getragen, bis er an den Aufspannwinkeln befestigt ist. Die Drehvorrichtung wird nun auf die erforderliche Kurbellänge eingestellt, worauf ohne Weiteres mit dem Drehen begonnen werden kann.

Zum Aufspannen von Achssätzen mit Gegenkurbeln dienen zwei an den Reitstöcken zu befestigende Spitzenbügel, Ausrichtbügel.

## Stoßwirkungen im Eisenbahnbetriebe.

Von H. Saller, k. b. Direktionsrat in Plattling.

(Schluß von Seite 119.)

### Teil II.

Die vorstehenden Entwicklungen eignen sich zur Aufstellung von Formeln für die Stoßziffer bei eisernen Bahnbrücken. Die Verkehrslasten treten bekanntlich bei Eisenbahnbrücken mit sehr bedeutenden Geschwindigkeiten auf. Sie üben hierbei auf die Tragwerke verschiedene über die statischen hinausgehende Wirkungen aus, die in Nachfolgendem in regelmäßige und unregelmäßige geschieden werden sollen.

Die regelmäßigen Wirkungen dieser Geschwindigkeit entspringen einmal aus der Fliehkraft derjenigen Masse, welche sich auf dem unter der Last durchgebogenen Träger bewegt. Die Fliehkraft bewirkt eine Erhöhung der Beanspruchung, welche die ruhenden Lasten ausüben. Diese Wirkungen lassen sich theoretisch untersuchen, und in neuerer Zeit hat Dr. Zimmermann in einer Abhandlung, Berlin 1896, über die Schwingungen eines übrigens gewichtslos gedachten Trägers mit bewegter Last eine theoretische Ableitung des »Stoßkoeffizienten« (auch Stoßzuschlag oder Fahrtziffer genannt) gegeben, soweit dieser aus dem obenbezeichneten Teile der regelmäßigen Wirkungen der Geschwindigkeit der Verkehrslast folgt. Der größte Wert dieser Ziffer wird sich danach unter tatsächlichen Verhältnissen immerhin ziemlich niedrig ergeben.\*) Auch können die genannten Wirkungen durch geeignete Überhöhung der Fahrbahn gemildert, wenn nicht ganz gehoben werden.\*\*\*) Tatsächlich findet diese Überhöhung ja bei fast allen eisernen Bahnbrücken Anwendung.

Als regelmäßige Wirkung der Geschwindigkeit der Verkehrslasten ist ferner der Umstand aufzuführen, daß die Vollbelastung der Brücken bei den großen Fahrgeschwindigkeiten in sehr kurzer Zeit auftritt. Die Folge davon wird sein, daß auch die Formänderung mit erheblicher Geschwindigkeit vor sich geht, und daß dynamische Einflüsse zur Geltung kommen. Nach dem Gesichtspunkte, daß die Art und Weise der Belastung bei Eisenbahnen einen Mittelfall zwischen der statischen Belastung und dem plötzlichen Einwirken des Lastwertes bildet, daß also die Stoßziffer  $\mu$  zwischen den Werten 1 und 2 liegen muß, hat schon Résal eine Untersuchung angestellt.\*\*\*) Er kommt dadurch zu einem Ergebnisse, daß er die ganze Last in Brückenmitte vereinigt gedacht in kleinen Teilbeträgen plötzlich mit  $\mu = 2$  derart auftreten läßt, daß immer die nächste Teillast dann zur Wirkung kommt, wenn die Dauer der unter der vorausgehenden auftretenden Schwingung grade vorüber ist. Die Art und Weise, in der Résal die Teillasten einander folgen läßt, kann angefochten werden.†) Abgesehen von dieser Anfechtbarkeit aber kommt

\*) Engesser, Zusatzkräfte und Nebenspannungen II, Seite 166 ff.

\*\*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1899. 2 Aufsätze von Reifsnier, Seite 156 und Nr. 90.

\*\*\*) Annales des ponts et chaussées 1882, Seite 337-352, 1883, Seite 277-299.

†) Hannoversche Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1883, Seite 277 und 579.

Résal nur dadurch zu einem, übrigens für den ganzen, bei Brücken auftretenden Stoßdruck zu geringem Ergebnisse, daß er die Lasten in willkürlichen Teilbeträgen nach einander an ein und derselben Stelle in der Brückenmitte auftreten läßt. Es ist möglich, die gestellte Aufgabe in anderer Weise zu lösen. Man wird auch hier von der Annahme ausgehen müssen, daß die Verkehrslast entweder in Brückenmitte vereinigt, oder über die ganze Brückenlänge gleichmäßig verteilt von Null bis zu dem der Vollbelastung entsprechenden Höchstwerte steigt. Da die Geschwindigkeit des Auftretens der Last als gleichförmig anzusehen ist, so folgt, daß die Last  $P$  von Null anfangend in geradem Verhältnisse zur Zeit  $t$  anwächst, daß also  $P_x = c_1 t$  ist, worin  $c_1$  einen Festwert angibt. Der Höchstwert  $P$  trete nach der Zeit  $T$  ein; also sei  $P = c_1 T$ . Die auftretende Schwingung ist in ihrem ersten nach der Zeit  $T$  abschließenden Teile eine erzwungene, und hierfür gilt die Gleichung:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + ky = c_1 t.$$

Setzt man  $\frac{k}{m} = \gamma$  und  $\frac{c_1}{m} = \kappa$ , so wird

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \gamma y = \kappa t.$$

Die allgemeinste, mit zwei Festwerten  $C_1$  und  $C_2$  versehene Lösung dieser Gleichung lautet:

$$y = \frac{C_1 e^{at} - C_2 e^{-at}}{2a} - \frac{\kappa t}{a^2},$$

worin  $a = \sqrt{-\gamma} = i\sqrt{\gamma}$  ist.

Denn bildet man

$$\frac{dy}{dt} = \frac{C_1 e^{at}}{2} + \frac{C_2 e^{-at}}{2} - \frac{\kappa}{a^2} \text{ und}$$

$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{C_1 a e^{at}}{2} - \frac{C_2 a e^{-at}}{2}$ , so nimmt dieser letztere Ausdruck

durch Einsetzung des Wertes von  $y$  die Form an:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \left( y + \frac{\kappa t}{a^2} \right) a^2 = y a^2 + \kappa t = -\gamma y + \kappa t,$$

also  $\frac{d^2 y}{dt^2} + \gamma y = \kappa t$  wie oben.

Nimmt man den Anfangspunkt der Bewegung als Nullpunkt, so ist für  $y = 0$  auch  $t = 0$ . Dann wird

$$y = 0 = \frac{C_1 - C_2}{2a}, \text{ also } C_1 = C_2, \text{ und man erhält:}$$

$$y = \frac{C_1 (e^{at} - e^{-at})}{2a} - \frac{\kappa t}{a^2} = \frac{C_1}{a} \mathfrak{S}in(at) - \frac{\kappa t}{a^2}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{C_1}{2} (e^{at} + e^{-at}) - \frac{\kappa}{a^2} = C_1 \mathfrak{C}os(at) - \frac{\kappa}{a^2}.$$

Nun ist aber der Exponent  $a = i\sqrt{\gamma}$  imaginär. Führt man die Exponentialfunktion auf trigonometrische Funktionen zurück, so wird

$$e^{at} = e^{i\sqrt{\gamma}t} = \cos \sqrt{\gamma}t + i \sin \sqrt{\gamma}t$$

$$e^{-at} = e^{-i\sqrt{\gamma}t} = \cos \sqrt{\gamma}t - i \sin \sqrt{\gamma}t,$$

$$\text{daher } \begin{cases} y = C_1 \frac{\sin \sqrt{\gamma} t}{a} i - \frac{\kappa t}{a^2} \\ \frac{dy}{dt} = C_1 \cos \sqrt{\gamma} t - \frac{\kappa}{a^2} \end{cases}$$

Diese beiden Gleichungen geben gleichzeitig nur dann reelle Werte, wenn  $C_1 = 0$ ; dann ist

$$y = - \frac{\kappa t}{a^2}$$

$$\frac{dy}{dt} = v = - \frac{\kappa}{a^2};$$

das heisst: die Durchbiegung nimmt in gleichbleibendem Verhältnisse zur Zeit zu, und die Geschwindigkeit der Durchbiegung ist für die Dauer der erzwungenen Schwingung gleichförmig. Für den grössten Ausschlag der erzwungenen Schwingung ist

$$Y = - \frac{\kappa T}{a^2} = - \frac{\kappa P}{c_1 a^2}.$$

Nun ist aber  $\kappa T = \frac{c_1 T}{m} = \frac{P}{m}$  und  $a^2 = -\gamma = -\frac{k}{m}$

$$= - \frac{P}{y_1 m}, \text{ weil } P = ky_1,$$

wenn  $y_1$  die statische Durchbiegung unter der Last  $P$  ist; daraus folgt  $y_1 = -\frac{P}{ma^2} = -\frac{\kappa P}{c_1 a^2}$ . Demnach wird  $-Y = -y_1$ ; also ist die am Ende der erzwungenen Schwingung erhaltene Durchbiegung gleich der statischen. Ferner ist  $v_1 = -\frac{\kappa}{a^2}$ . Nun ist aber  $\kappa = \frac{P}{T m}$ ,  $P = k \cdot y_1$  und  $k = m \gamma$ , also die am Ende der erzwungenen Schwingung erlangte Geschwindigkeit

$$v = \frac{y_1}{T}.$$

An die erzwungene Schwingung schliesst sich im vorliegenden Falle eine harmonische Schwingung um die statische Gleichgewichtslage  $y_1$  an.

Ist  $v_x$  die Geschwindigkeit und  $y_x (> y_1)$  die Durchbiegung in einem beliebigen Augenblicke der harmonischen Schwingung, so ist

$$\frac{1}{2} (m + m_1) v_x^2 = \frac{1}{2} (m + m_1) v_1^2 + m_1 g (y_x - y_1) - \int_{y_1}^{y_x} ky dy$$

$$= \frac{1}{2} (m + m_1) v_1^2 + m_1 g y_x - m_1 g y_1 - \frac{k y_x^2}{2} + \frac{k y_1^2}{2};$$

hieraus  $v_1 = \sqrt{v_x^2 + \frac{-2 m_1 g y_x + 2 m_1 g y_1 + k y_x^2 - k y_1^2}{m + m_1}}$

$$= \alpha A = \sqrt{\frac{k}{m + m_1}} \cdot y_1 (\mu - 1)$$

oder da  $ky_1 = m_1 g$

$$\text{Gl. 9) } v_1 = \sqrt{v_x + \frac{m_1 g y_1 - m_1 g y_x}{m + m_1}} = \sqrt{\frac{m_1 g y_1}{m + m_1}} \cdot (\mu - 1).^*)$$

\*) Die Probe ergibt für den Fall plötzlicher Lastenwirkung ohne Stoss bei  $y_x = 0$  und  $v_x = 0$  richtig  $\mu = 2$ , für den Fall statischer Beanspruchung bei  $v_x = 0$ ,  $y_x = 0$  und  $v_1 = 0$  richtig  $\mu = 1$ .

Da im vorliegenden Falle übrigens  $y_x = y_1$  und  $v_x = v_1$  gegeben ist, hätte die allgemeine Ableitung der Gl. 9) umgangen werden können.

Hieraus ergibt sich bei bekanntem  $y_x$  und  $v_x$  die Grösse  $\mu$ .

Für den vorliegenden Fall  $v_x = v = \frac{y_1}{T}$  und  $y_x = y_1$

wird:

$$\text{Gl. 10) } \dots \mu = \frac{y_1}{T} \sqrt{\frac{m + m_1}{m_1 g y_1}} + 1.^*)$$

Für kleine Brücken, bei denen  $m$  gegenüber  $m_1$  vernachlässigt werden kann, ergibt sich

$$\text{Gl. 10 a) } \dots \mu = \sqrt{\frac{y_1}{T^2 g}} + 1.$$

Zum Zwecke der Anwendung der Formeln auf die dynamischen Beanspruchungen von Eisenbahnbrücken bezeichnet

$L^{dm}$  die Brückenlänge,

$U^{dm/sek}$  die Geschwindigkeit der Verkehrslast = 300 dm/sek und 100 km/St.,

$T = \frac{L}{U}$  die Zeit, welche das Anwachsen der Last von Null zu ihrem Höchstwerte  $Lp$  bei gleichmässig verteilter Verkehrslast  $p$  t/dm = 0,4 erfordert,

$$y_1 = p \frac{L^4}{120 EJ} \text{ **) , } J = \frac{M}{\sigma} e, M = p \frac{L^2}{8} \text{ ***) , } \sigma = 75 \text{ t/qdm,}$$

$e =$  nach gebräuchlichem Ausmaesse =  $0,05 L$ ,  $m_1 = \frac{Lp}{g}$  Ver-

kehrslast auf einem Träger,

$m$  die Trägermaesse bei kleinen Brücken von  $L < 100$  dm gleich 0, sonst in grossem Durchschnitte

$$= \frac{(800 L^m + 3 (L^m)^2) \text{ kg } \dagger)}{g \text{ dm/sek}}$$

für die ganze Brücke oder für einen ganzen Träger

$$= \frac{[0,04 L^{dm} + 0,000015 (L^{dm})^2] t}{g \text{ dm/sek}^2},$$

$$E = 200\,000 \text{ t/qdm, } g = 98 \text{ dm/sek}^2.$$

Dann wird für kleine Brücken

$$\text{Gl. 11) } \dots \mu = 1 + \frac{0,68}{\sqrt{L}};$$

für grosse Brücken

$$\text{Gl. 12) } \dots \mu = 1 + \sqrt{\frac{0,5 + 0,000017 L}{L}},$$

und es ergibt sich die Zusammenstellung II.

\*) Nach Gl. 10) wächst  $\mu$  mit  $m$ . Für diese erzwungenen Schwingungen gilt der von Résal nach vielem Kopfzerbrechen aufgestellte Satz (Ann. des ponts et chaussées 1882 Aufsatz Seite 336): Wenn man die Eigenlast einer Eisenbrücke erhöht, ohne ihre Tragfähigkeit zu erhöhen, wenn man also dem Eigengewichte eine tote Last hinzufügt, so macht man die Einwirkung der rollenden Last umso fühlbarer.

\*\*) Die durchschnittliche Durchbiegung auf Trägerlänge bei gleichmässig verteilter Last folgt durch Integration der Gleichung der elastischen Linie  $y_1 = \frac{2 p L^3}{EJ \cdot 24} \int_0^{L/2} \left[ \frac{x}{L} - \frac{2x^3}{L^3} + \frac{x^4}{L^4} \right] dx = \frac{p L^4}{120 EJ}.$

\*\*\*) Genau  $M = \frac{\mu p L^2}{8}$ ; hierbei würde sich eine Gleichung dritten Grades ergeben. Da  $\mu$ , wie die weitere Entwicklung zeigt, von 1 wenig verschieden wird, wurde vereinfachend  $\mu = 1$  angenommen.

†) Lueger, Lexikon der gesamten Technik, Aufsatz über Eigengewicht eisernen Brücken.

Zusammenstellung II.

Ldm	10	20	30	40	50	100	500	1000	2000
$\mu$	1,215	1,152	1,124	1,108	1,096	1,068 oder 1,071	1,032	1,023	1,016

Die sich ergebenden dynamischen Beanspruchungen sind also für alle Fälle gering. Dabei ist noch zu bedenken, daß die Annahme eines gleichmäßig mit dem Kubus der Stützweite wachsenden Trägheitsmomentes für viele Fälle zu geringe Werte liefert, insbesondere bei kleinsten Lichtweiten, bei denen schon aus äußeren Rücksichten ein weit größeres Trägheitsmoment zur Anwendung kommt, als rechnermäßig nötig ist. Auch werden die Trägheitsmomente in Anrechnung der vorhandenen dynamischen Einflüsse, welche sowohl aus der eben behandelten Geschwindigkeit der Lastenbewegung, als auch aus anderen im folgenden zu behandelnden dynamischen Beanspruchungen entspringen, praktisch größer ausfallen, als oben angenommen.

Mit wachsendem Trägheitsmoment nehmen aber die für die Stofsziffer  $\mu$  nach obigem gefundenen Werte noch weiter ab. Da ferner die Lasten ihre Stellung mit der in die Berechnung der dynamischen Einflüsse eingeführten Geschwindigkeit ständig ändern, und jede unter Einwirkung einer Last erfolgende Formänderung zu ihrer Ausbildung einer gewissen Zeit bedarf, so ist anzunehmen, daß die vorstehend theoretisch berechneten dynamischen Durchbiegungen nur zu geringstem Teile wirklich eintreten werden. Eine dünne Eisdecke trägt einen Schlittschuhläufer noch unter Verhältnissen, unter denen sie derselben ruhenden Last nicht gewachsen ist. Es ist daher fraglich, ob die rechnerisch zu ermittelnden, aus der Geschwindigkeit des Auftretens von Einzel-Lasten entspringenden dynamischen Wirkungen überhaupt Zeit zu ihrer Entwicklung finden. Tatsächliche Beobachtungen scheinen diese Frage vielfach zu verneinen. Sofern aber geringe, mit der Geschwindigkeit der Lastenbewegung wachsende dynamische Beanspruchungen beobachtet werden sollten, können diese leicht auch auf andere Art erklärt werden. Considère\*) glaubt durch Versuche nachgewiesen zu haben, daß auch die durch die Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn und derartige Ursachen hervorgerufenen dynamischen Spannungen ebenfalls in geradem Verhältnisse zur Fahrgeschwindigkeit wachsen. Es erhellt daraus, daß geringfügige, mit steigender Fahrgeschwindigkeit wachsende, regelmäßige dynamische durch entsprechende Erhöhung der anzunehmenden unregelmäßigen dynamischen Wirkungen rechnerisch berücksichtigt werden können.

Bei den regelmäßigen Wirkungen der Verkehrslastenbewegung sind schließlic noch die Einflüsse der Gegengewichte an den Trieb- und Kuppel-Achsen zu erwähnen. Durch diese auf der Wirkung der Fliehkraft beruhenden Einflüsse werden wesentliche Vergrößerungen und Verringerungen der Achsdrücke

\*) Annales des ponts et chaussées 1888 I. Deutsche Bauz. 1889, Seite 350. Übrigens sind diese Aufstellungen Considère's nicht allgemein anerkannt worden. Praktische Beobachtungen von anderer Seite lassen vermuten, daß die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, abgesehen von den Äußerungen der Fliehkraft, wohl ein Wachsen der wagerechten, dagegen eher eine Herabsetzung der lotrechten Lastwirkungen zur Folge haben.

gegenüber der statischen Berechnung zu erwarten sein. Man hat es hier mit Lasten zu tun, deren Werte sich sehr bedeutend und mit sehr großer Geschwindigkeit verändern; hieraus sind dynamische Einflüsse zu erwarten.

Die Fliehkraft F ist gegeben durch die Gleichung

$F = \frac{G}{g} \frac{v^2}{r^2} \rho$ , wenn G das Gegengewicht, r der Radhalbmesser, v die Fahrgeschwindigkeit,  $\rho$  der Abstand des Schwerpunktes des Gegengewichtes von der Achse und g die Beschleunigung der Schwere ist. Die hier in Betracht kommende lotrechte Seitenkraft der Fliehkraft ist gleich  $F \sin \alpha$  und

$$\alpha = \frac{tv}{r} = at, \text{ wenn } a = \frac{v}{r} \text{ und } t \text{ die Zeit ist.}$$

Für die erzwungene Schwingung gilt hier die Gleichung

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + ky = F \sin \alpha.$$

Setzt man  $\frac{k}{m} = \gamma, \frac{F}{m} = \varphi$  und  $\sqrt{-\gamma} = \lambda = i\sqrt{\gamma}$ ,

so lautet die allgemeinste mit zwei Festwerten  $C_1$  und  $C_2$  versehene Lösung

$$y = \frac{e^{\lambda t}}{2\lambda} C_1 - \frac{e^{-\lambda t}}{2\lambda} C_2 - \varphi \frac{\sin \alpha}{a^2 + \lambda^2}.$$

Denn bildet man

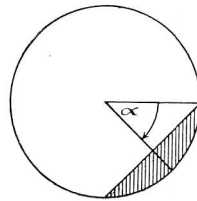
$$\frac{dy}{dt} = \frac{e^{\lambda t}}{2} C_1 + \frac{e^{-\lambda t}}{2} C_2 - \varphi \frac{a \cos \alpha}{a^2 + \lambda^2}$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{\lambda e^{\lambda t}}{2} C_1 - \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{2} C_2 + \varphi \frac{a^2 \sin \alpha}{a^2 + \lambda^2}$$

und fügt hinzu  $-\varphi \frac{\lambda^2 \sin \alpha}{a^2 + \lambda^2} + \varphi \frac{\lambda^2 \sin \alpha}{a^2 + \lambda^2}$ , so wird

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = y \lambda^2 + \varphi \sin \alpha = -\gamma y + \varphi \sin \alpha \text{ wie oben.}$$

Abb. 1.



Zur Bestimmung von  $C_1$  und  $C_2$  dienen die Annahmen, daß für den Anfangspunkt der Berechnung bei  $t = 0$  auch  $y = 0$  sein soll, und daß für  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  die Geschwindigkeit  $\frac{dy}{dt} = 0$  sein muß (Textabb. 1); danach wird:

$$y = 0 = \frac{C_1}{2\lambda} - \frac{C_2}{2\lambda}, \text{ also } C_1 = C_2.$$

Man erhält also

$$y = \frac{C_1}{2\lambda} (e^{\lambda t} - e^{-\lambda t}) - \frac{\varphi \sin \alpha}{a^2 + \lambda^2} = \frac{C_1}{2} \sin(\lambda t) - \frac{\varphi \sin \alpha}{a^2 + \lambda^2}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{C_1}{2} (e^{\lambda t} + e^{-\lambda t}) - \frac{\varphi a \cos \alpha}{a^2 + \lambda^2} = \frac{C_1}{2} \cos(\lambda t) - \frac{\varphi a \cos \alpha}{a^2 + \lambda^2}.$$

Hierbei ist  $\lambda = i\sqrt{\gamma}$  imaginär. Führt man die Exponentialfunktion auf trigonometrische Funktionen zurück, so wird

$$e^{\lambda t} - e^{-\lambda t} = 2i \sin \sqrt{\gamma} t,$$

$$e^{\lambda t} + e^{-\lambda t} = 2 \cos \sqrt{\gamma} t;$$

$$\text{daher } y = \frac{C_1}{\sqrt{\gamma}} \sin \sqrt{\gamma} t - \frac{\varphi \sin \alpha}{a^2 + \lambda^2}$$

$$\text{und } \frac{dy}{dt} = C_1 \cos \sqrt{\gamma} t - \frac{\varphi a \cos \alpha}{a^2 + \lambda^2}.$$

$\frac{dy}{dt}$  muß für  $\alpha = at = \frac{\pi}{2}$  ebenfalls gleich Null sein; also da  
 $\cos \frac{\pi}{2} = 0,$

$$0 = C_1 \cos \sqrt{\gamma} t \text{ oder } C_1 = 0.$$

Schließlich ergeben sich die einfachen Formeln

$$y = \frac{F \sin \alpha}{k - \frac{m v^2}{r^2}} \text{ und } \frac{dy}{dt} = \frac{F v \cos \alpha}{kr - \frac{m v^2}{r}}$$

$y$  erhält demnach den größten positiven Wert für  $\sin \alpha = 1,$

$$\text{also } \alpha = \frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \frac{9\pi}{2} \dots \dots$$

den größten negativen Wert für  $\sin \alpha = -1,$

$$\text{also } \alpha = \frac{3\pi}{2}, \frac{7\pi}{2}, \frac{11\pi}{2} \dots \dots$$

Die dynamische Durchbiegung ist also  $y = \frac{F \sin \alpha}{k - \frac{m v^2}{r^2}},$

und da  $F \sin \alpha = ky_1$  und  $y = \mu y_1,$  wenn  $y_1$  die Durchbiegung unter der ruhenden Last  $F \sin \alpha$  ist, so wird die Stofsziffer

$$\mu = \frac{k}{k - \frac{m v^2}{r^2}} = \frac{1}{1 - \frac{m v^2}{r^2 k}}$$

In dieser Formel verändern sich bei bestimmtem  $v$  und  $r$  die Größen  $m$  und  $k.$  Die Größe  $m$  ist nach dem früher Gesagten auf den jeweiligen Stofspunkt umzurechnen. Der erhaltene Wert  $m$  ist für jede Stelle des Trägers verschieden, am größten in Trägermitte,  $m = \frac{17}{35} m,$  einzusetzen. Der Wert  $k$  ändert sich ebenfalls je nach der Trägerstelle und ist in Trägermitte am größten. Unter allen Umständen ist  $\mu$  ein unechter Bruch, der sich um so mehr über den Wert 1 erhebt, je größer  $m$  und  $v$  und je kleiner  $r$  und  $k.$  Über die statische Einwirkung hinausgehende dynamische Beeinflussungen sind also vorhanden. Ist beispielsweise das Gegengewicht  $G = 0,15 t,$   $r = 10 \text{ dm},$   $\varrho = 8 \text{ dm},$   $v = 300 \text{ dm/Sek},$   $g = 98 \text{ dm/Sek}^2,$   $E = 200\,000 \text{ t/qdm},$   $J = 7 \text{ dm}^4,$   $l = 50 \text{ dm},$  für einen beiderseits frei aufliegenden Träger  $mg = 0,7 t$  oder  $m = \frac{0,7}{98},$  dann

$$\text{wird für Trägermitte } m = 0,0035, \quad k = \frac{4,9}{0,0093} = 537,6$$

$$\text{und } \mu = \frac{537,6}{537,6 - 3,1} = 1,006.$$

Für die bei Eisenbahnbrücken gegebenen Verhältnisse werden sich die in Frage stehenden dynamischen Einflüsse stets so außerordentlich niedrig ergeben, daß ihre Vernachlässigung zulässig ist.\*) Die Wirkung der Gegengewichte der Lokomotiven wird sich also im Wesentlichen als eine Vermehrung oder Verringerung der Beanspruchung um eine statisch wirkende Belastung äußern, welche sich nach dem Sinusgesetze ständig ändert, und die Höchstwerte  $+F$  und  $-F$  hat. Da auch diese Belastungen ihren Ort ständig ändern, wird der Einfluß dieser Belastungen kein sehr bedeutender sein können.

Neben den vorstehend behandelten regelmäßigen Wirkungen

\*) Melan, Zeitschr. des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1893, Nr. 20.

der bewegten Last treten noch andere dynamische Einwirkungen auf, welche aus den Unregelmäßigkeiten und Unebenheiten der Bahn insbesondere an den Schienenstößen, aus den Unregelmäßigkeiten der Fahrzeuge, den Wirkungen unrunder Bremsräder und den Einflüssen der bewegten Lokomotivteile und deren Schwingungen entspringen, und sich als Erschütterungen und Stöße an der Fahrbahn geltend machen. Der wesentliche Anteil an der Größe des Stofszuschlages, den diese unregelmäßigen Wirkungen der Geschwindigkeit haben, scheint noch wenig behandelt zu sein. Sie haben aber größere Bedeutung, und es ist anzunehmen, daß die vielfach überschätzten regelmäßigen Wirkungen der bewegten Last zum größten Teile durch eine entsprechend erhöhte Einschätzung der anzunehmenden unregelmäßigen Wirkungen berücksichtigt werden können. Vielfach behilft man sich bezüglich Berücksichtigung der regelmäßigen und unregelmäßigen dynamischen Wirkungen der Verkehrslast damit, daß man die bewegte Last ohne Rücksicht auf die Brückenspannweite mit einer gleichmäßigen Stofsziffer, nach Gerber  $\mu = 1,5,$  multipliziert als ruhend in die Berechnung einführt. Bei dem vorhandenen Streben nach Erhöhung der Leistungen der Bahnen, bei der stetigen Steigerung der Raddrücke, für elektrischen Betrieb insbesondere bei der Zunahme der ungedeckelten Teile der Verkehrslasten mag es vornehmlich aus wirtschaftlichen Rücksichten wünschenswert erscheinen, von bisher gebräuchlichen Festlegungen der Stofsziffer abzugehen und sie den wechselnden Verhältnissen, also Brückenspannweiten entsprechend abzustufen, wie dies bei uns schon mehrfach angeregt wurde\*) und in anderen Ländern, beispielsweise in Amerika, längst der Fall zu sein scheint.

Man stelle sich die Brücke als beiderseits frei aufliegenden Träger vor. Die gleichmäßig verteilt gedachte Belastung bewegt sich mit einer gewissen Geschwindigkeit vom Brückenanfang über die Mitte zum Brückenende, und überzieht schließlich bei nicht ungewöhnlich großer Brückenlänge den ganzen Träger. Die Durchbiegung und Beanspruchung des Trägers wächst hierbei allmählich und erreicht ihren Höchstwert bei Vollbelastung. Neben den statischen Wirkungen dieser gleichmäßig fortschreitenden Lasten werden nun auch noch regelmäßige und insbesondere unregelmäßige dynamische Wirkungen der Geschwindigkeit der bewegten Last zur Geltung kommen, welche damit in Rechnung gezogen werden können, daß die gleichmäßig verteilt gedachten Verkehrslasten, oder vielleicht auch nur Teile von ihnen, ohne plötzliche Wirkung mit einer gleichmäßigen, sehr geringen Stofshöhe  $h$  behaftet eingeführt werden. Diese Größe  $h$  ist hierbei als die mittlere, während der Vollbelastung einer Brücke auftretende Stofshöhe aufzufassen und ist unabhängig von der Art des Trägers, abhängig dagegen von der Art und Beschaffenheit des Oberbaues und der Fahrzeuge, den Unregelmäßigkeiten sowohl der Fahrzeuge selbst, als auch deren Bewegung. Durch unmittelbare Beobachtung dürfte die Größe  $h$  schwer zu ermitteln sein; leicht dagegen erscheint deren Einschätzung auf dem Wege der Berechnung

\*) Vergleiche die von Professor Melan in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1901, Seite 257, in dieser Beziehung gegebene Anregung. Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 379, Schlusssatz des Aufsatzes von Weyrich.

aus beobachteten Durchbiegungen an bestehenden Brücken. Dafs zur Sicherheit  $h$  für alle Fälle nicht zu gering zu greifen sein wird, liegt auf der Hand. Dafs anderseits in dieser Einschätzung der Gröfse  $h$  sehr weit gegangen werden kann, ohne den aus der Abstufung des Stofszuschlages folgenden wirtschaftlichen Vorteil wesentlich zu beeinträchtigen, wird im nachfolgenden nachzuweisen sein. Es mag sich nun darum handeln, ob die ganze Verkehrslast, oder nur ein Teil davon mit der bezeichneten Stofshöhe  $h$  behaftet eingeführt werden soll. Da die Eisenbahnverkehrslasten durchweg abgefedert sind, wird an den vorkommenden Stofsdrücken zunächst nur der ungefederte Teil der Verkehrslast, Räder, Achsen und deren Zubehör, beteiligt sein.\*\*) Dieser Teil sei  $\frac{P}{n}$ , wobei  $n$  das Verhältnis der ganzen Verkehrslast zu deren ungefedertem Anteil darstellt. Die Geschwindigkeit dieser Last  $\frac{P}{n}$  nach dem Falle von der Höhe  $h$  wird nicht  $v = \sqrt{2gh}$ , sondern  $v = \sqrt{2gnh}$  sein, da die fallende Masse bei Einschaltung einer Feder über dem Radgestelle durch die Kraft des Federdruckes eine Beschleunigung erfährt. Der Fall wird daher so erfolgen, als ob die Beschleunigung der Schwere  $ng$  betrüge, oder die Geschwindigkeit des Aufstosses wird so gesteigert sein, als ob die Fallhöhe nicht  $h$ , sondern  $nh$  betragen hätte. Die verkürzte Fallzeit folgt aus  $h = \frac{1}{2}ngt^2$  mit  $t = \sqrt{\frac{2h}{ng}}$ .

Für Eisenbahnverkehrslasten ist  $n$  bei vollkommener Federung etwa gleich 4 zu setzen; da aber die Federung nie vollkommen ist, wird  $n = 2,5$  in die Rechnung eingeführt. Die Fallzeit wird daher  $t = \frac{1}{1,6} \sqrt{\frac{2h}{g}}$ . Der Stofs erfolgt etwa in der Hälfte der Zeit, die zum freien Falle erforderlich wäre. Die Dauer der dem Stofse folgenden Trägerschwingung wird im Vergleiche zu der oben erhaltenen Fallzeit grofs sein. Bei den gegebenen Verhältnissen, der Unvollkommenheit der Federung und dem weiten Spielraume, der sich nach den folgenden Erörterungen bei Einschätzung der Gröfse  $h$  ergibt, mag die vereinfachende Annahme gemacht werden, dafs die ganze Verkehrslast an den Stofsdrücken teilnimmt.\*\*) Es würde aber für die nachfolgende Berechnung auch keinem Anstande unterliegen, den angedeuteten Unterschied zwischen gefedert und ungefedert Last zu berücksichtigen.\*\*\*)

Nun wird die früher entwickelte Gl. 5) für den Stofs ohne plötzliche Wirkung anzuwenden sein:

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1} \frac{m_1}{m + m_1}}$$

\*) Siehe auch Bräuning, Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 446.

\*\*) Vergl. Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 550.

\*\*\*) Die betreffende Formel für  $\mu$  würde lauten

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2nh}{y_1} \frac{m_1}{m + m_1}}$$

wobei sich aber  $\mu$  nur auf den ungefederten Teil der Verkehrslast bezöge.

†) Vergleiche die Bemerkung zu Gl. 10). Nach Gl. 5) nimmt  $\mu$  entgegen Gl. 10) mit wachsendem  $m$  ab. Totes Gewicht verringert hier also die Stofswirkungen. Vergleiche hierüber Zeitschrift für Architektur und Ingenieur-Wesen 1883, Seite 277 und 579.

Dabei sind  $m$  und  $m_1$  die auf den Stofspunkt umgerechneten Massen des gestofsenen und des stofsenden Körpers. Die nach Zusammenstellung I anzuwendende Umrechnungsziffer hebt sich jedoch bei gleichmäfsig verteilter Verkehrslast im Zähler und Nenner des Bruches  $\frac{m_1}{m + m_1}$ .

Weiter ist  $h$  die Stofshöhe der gleichmäfsig verteilten Last,  $y_1$  die mittlere statische Durchbiegung unter der Wirkung der gleichmäfsig verteilten Last, oben ermittelt zu  $\frac{pL^4}{120EJ}$  für einen einfachen beiderseits aufliegenden Träger,  $J = \frac{\mathfrak{M}e}{\sigma}$ ,  $\mathfrak{M} = \frac{\mu p L^2}{8}$ ,  $e$  nach gebräuchlichen Abmessungen  $= 0,05 L$ ,  $\sigma = 75 \text{ t/qdm}$ ,  $E = 200\,000 \text{ t/qdm}$ ,  $m_1 = \frac{Lp}{g}$ .  $p$  wird allgemein zu  $0,4 \text{ t/dm}$  für den Träger angenommen,  $m$  wie früher bei kleinen Brücken vernachlässigt, sonst in grofsem Durchschnitte für den Träger gleich  $\frac{[0,04 L^{\text{dm}} + 0,000015 (L^{\text{dm}})^2] \text{ t}}{g \text{ dm/Sek}^2}$  gesetzt.

$$J \text{ wird } \frac{\mu p L^2}{8} \frac{L}{20 \cdot 75} = \frac{\mu p L^3}{12000} \text{ und}$$

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h \cdot 120 \cdot E \mu p L^3}{p L^4 \cdot 12000} \frac{p L}{p L + 0,04 L + 0,000015 L^2}}$$

$$= 1 + \frac{h \cdot 80000}{44 L + 0,0015 L^2} + \sqrt{\left(1 + \frac{h \cdot 80000}{44 L + 0,0015 L^2}\right)^2 - 1}$$

$$\text{Für } \left(1 + \frac{h \cdot 80000}{44 L + 0,0015 L^2}\right) = s \text{ wird}$$

$$\text{Gl. 14) } \dots \mu = s + \sqrt{s^2 - 1}$$

Was unter Stofshöhe  $h$  zu verstehen ist, und in welcher Weise deren Gröfse zu ermitteln sein wird, wurde schon früher erörtert. Zur Bestimmung von  $h$  standen dem Verfasser nur wenige Unterlagen zur Verfügung. Für die bei uns gebräuchlichen Verhältnisse bei Hauptbahnoberbau auf Holzquerschwellen wurde nach den zur Verfügung stehenden Beobachtungen  $h = 0,001 \text{ dm}$  angenommen. Diese Annahme wird auf Grund eingehender Beobachtungen zu verbessern sein.  $s$  wird dann  $= 1 + \frac{80}{44 L + 0,0015 L^2}$ , und die Formel  $\mu = s + \sqrt{s^2 - 1} = s + \sqrt{(s+1)(s-1)}$  ergibt für verschiedene Werte von  $L$  die Zusammenstellung III der Werte  $\mu$ :

Zusammenstellung III.

$L^{\text{dm}}$ . . .	100	200	400	500	600	800	1000	2000
$\mu$ . . . .	1,21	1,13	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,04

Bei Brücken kleinerer Stützweite wird die Eigenmasse des Trägers unter Vergrößerung der Sicherheit überhaupt vernachlässigt. Dann ergibt sich die einfache Formel

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1}} = 1 + \sqrt{\frac{0,002 \times 120 \times E \mu p L^3}{p L^4 \times 12000}}$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{4\mu}{L}}, \text{ woraus}$$

Gl. 15) . .  $\mu = \left(1 + \frac{2}{L}\right) + \sqrt{\left(1 + \frac{2}{L}\right)^2 - 1}$

und die Zusammenstellung IV folgt.

Zusammenstellung IV.

Ldm . . . . .	10	20	40	60	80	100
$\mu$ . . . . .	1,86	1,56	1,37	1,28	1,25	1,22

Auf Grund genügender Beobachtungen wird es möglich sein, ähnliche Ermittlungen für Nebenbahnoberbau und Verkehrslasten, für Schmalspur und sonstige Verhältnisse nach geeigneter Wahl der Stofshöhe anzustellen. In Vorstehendem wurde mit Trägern unveränderlichen Querschnittes und Trägheitsmomentes gerechnet. Bei Brücken größerer Lichtweite hat man es aber vielfach mit Trägern gleichen Widerstandes bei wechselndem Querschnitte und Trägheitsmomente zu tun. Résal\*) gibt für solche Brücken mittels Ableitung aus der Arbeitsgleichung für Körper von gleichem Widerstande die Durchbiegung  $F = \frac{K \sigma L^2}{E H}$  an, worin K ein Festwert ist, der für beiderseits gestützte Balken wechselnder Höhe zu 0,285 anzunehmen ist, während H die größte Trägerhöhe bedeutet und  $\sigma$ , L, E die früher angegebene Bedeutung haben. Für den Balken von unveränderlichem Querschnitte ist bei gleichmäßig verteilter Last p die Durchbiegung  $f = \frac{5 p L^4}{384 E J}$ .

Setzt man  $\sigma = \frac{M e}{J}$  und  $M = p \frac{L^2}{8}$ , sowie  $e = \frac{H}{2}$ , so wird  $F = \frac{0,285}{J} \frac{p L^2}{8} \frac{H L^2}{2 E H}$  und  $\frac{F}{f} = \frac{0,285 p L^4 \cdot 384 E J}{16 E J \cdot 5 p L^4} = 1,4$  rd.\*\*\*) Bei gleichem Trägheitsmomente in Trägermitte wird der Träger von veränderlicher Höhe eine ungefähr 1,4 mal so große Durchbiegung erfahren, wie der Träger von unveränderlichem Querschnitte. Bei größerem  $y_1$  ergibt sich aber  $\mu$  aus früheren Formeln etwas kleiner. Die durch die größere Durchbiegung dargestellte geringere Steifigkeit des Trägers veränderlicher Höhe hat die Wirkung, die Stofsziffer herabzudrücken.

Aus praktischen Gründen mag es sich wohl empfehlen, für alle Träger gleicher Länge, gleichviel ob sie gleichmäßige oder veränderliche Höhe besitzen, die höheren Werte der Zusammenstellung III anzuwenden. Der Versuch zeigt, daß die Gl. 14) und 15) bei Berücksichtigung oder Vernachlässigung der Trägermassen nur geringe Unterschiede geben. Daher möge unter Erhöhung der Sicherheit die Eigenmasse vernachlässigt werden. Dann folgt:

$\mu = \left(1 + \frac{2}{L}\right) + \sqrt{\left(1 + \frac{2}{L}\right)^2 - 1}$  und die Zusammenstellung V.

\*) Annales des ponts et chaussées 1883, Seite 277—299.

\*\*) Melan gibt als diesbezügliche Werte in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten-Vereines 1893, Nr. 20 für Träger unveränderlicher Höhe 1,2, für Parabelträger 1,66 an.

Zusammenstellung V.

Ldm	10	20	40	60	80	100	200	400	500	600	800	1000	2000
$\mu$	1,86	1,56	1,37	1,28	1,25	1,22	1,15	1,11	1,09	1,08	1,07	1,07	1,05

Um zu zeigen, welchen Einfluss die Annahme größerer Stofshöhe ausübt, ist noch Zusammenstellung VI für  $h = 0,005$  dm ermittelt, für einen Wert, der tatsächlich nicht annähernd erreicht werden wird. Aus  $\mu = \left(1 + \frac{10}{L}\right) + \sqrt{\left(1 + \frac{10}{L}\right)^2 - 1}$  folgt damit die Zusammenstellung VI.

Zusammenstellung VI.

Ldm	10	20	40	60	80	100	200	400	500	600	800	1000	2000
$\mu$	3,73	2,62	2,00	1,77	1,64	1,56	1,37	1,25	1,22	1,20	1,17	1,15	1,11

Wenn die Forderung, kleine Brücken frei von Schienenstöfen zu halten, befolgt wird, können die für kleine Brücken aufgestellten Werte von  $\mu$  bedeutend geringer angenommen werden. Aus der Behandlung des vorstehenden äußersten Falles geht hervor, daß bei größeren Lichtweiten mit der Stofsziffer unbedenklich unter übliche, gleichmäßige Werte gegangen werden kann. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit dem vielfach, beispielsweise in Amerika, Schweden und der Schweiz, geübten Verfahren, wonach bei kleinsten Brücken  $\mu = 2$  und darüber gesetzt wird, während bei größeren sehr geringe Werte von  $\mu$  zugelassen werden. Wird der auf die Brücke ausgeübte Stofdruck so den verschiedenen Verhältnissen entsprechend abgestuft, und damit die durch Nichtberücksichtigung dieser Verschiedenheiten begründete Unsicherheit ausgeschaltet, so unterliegt es selbstverständlich keinem Anstande, mit den Spannungen etwas in die Höhe zu gehen. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage wird hierbei unter allen Umständen mehr gewahrt sein, als bei der bisherigen Anwendung einer für alle Brückenlängen gleichbleibenden Stofsziffer. Wenn die den Schienen als Unterstützung dienenden Schwellen nicht unmittelbar auf den Hauptträgern ruhen, wird es jedoch nicht zulässig sein, für alle Brückenteile nur mit einer einzigen, je nach der Brückenlänge bestimmten Stofsziffer zu rechnen. Die Stofwirkungen werden vielmehr nicht gleichmäßig die ganze Brücke, sondern vornehmlich die von den Stofdrücken zunächst betroffenen Teile, die Fahrbahnträger, treffen, während die nicht unmittelbar Stöfen ausgesetzten Teile, die Hauptträger, bedeutend weniger in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Gesetze, nach denen sich die Stofwirkung verteilt und vermöge der Trägheit der Massen schon in geringer Entfernung vom Stofspunkte vernichtet wird, sind noch nicht geklärt. Ruht der die Stöße aufnehmende Oberbau nicht auf den Hauptgurtungen, sondern auf besonderen Längs- und Querträgern, so berechne man diese Teile unter der Annahme, daß jeder die ihm auf seine Länge zukommende Stofwirkung, gegebenen Falles unter Berücksichtigung der Ansammlung der Stofdrücke, für sich zu ver-



arbeiten hätte, verwende aber gleichwohl für die Hauptträger eine den obigen Zusammenstellungen entnommene Stofsziffer. \*)

Aber selbst für den Fall, daß die Hauptträger die Stofswirkungen unmittelbar aufnehmen, darf streng genommen nicht eine vollständig gleichmäßige Teilnahme aller Teile des Trägers an der Verarbeitung der Stofsdücke angenommen werden. Die der Stofswirkung zunächst ausgesetzten Gurtungen mit den anschließenden Teilen der Verbindungsstäbe werden sicher ungleich mehr beansprucht werden, als die von den Stofspunkten entfernter liegenden Teile. Aus schon angegebenen Gründen ist man noch nicht in der Lage, diese Ungleichheit der Stofsverteilung rechnerisch zu berücksichtigen. Man muß sich vielmehr damit begnügen, bei Berechnung des Stofszuschlages so zu verfahren, daß er sicher etwas zu groß eingeführt wird. Durch entsprechend reichliche Annahme der vorstehend eingeführten Stofshöhe *h* ist dies möglich. Übrigens ist anzunehmen, daß die stets zwischen den Fahrbahnträgern und Schienen liegenden Schwellen und Oberbauteile die unmittelbare Ausübung von Stößen auf die Träger wesentlich mildern. Daß bezüglich der Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchungen diejenigen Bauwerke den Vorzug verdienen, bei denen diese Beanspruchungen von besonderen kleineren elastischen Zwischen-

teilen und nicht von den Hauptträgermassen unmittelbar aufgenommen werden, bedarf keines besonderen Hinweises. \*)

Zur Minderung der dynamischen Beanspruchung von Brücken werden alle diejenigen Mittel dienlich sein, die geeignet sind, eine Herabsetzung der nach Obigem angenommenen mittlern Fallhöhe *h* zu begründen. Hierzu werden kräftiger Oberbau, gute Unterhaltung der Gleislage und der Betriebsmittel und alle stofsmildernden und stofsaufhebenden Verfahren, wie Anwendung großer Schienenlängen, gute Stofverbindungen, Schienenschweißung, Blattstofs, Filzunterlagen, geeignet sein. Hat man doch schon an alten Brücken allein durch Ersetzung des Schienenstumpfstoßes durch den Blattstofs erhebliche Minderungen der vorher beobachteten Schwingungen erzielt und festgestellt, daß allein das Nachziehen der Laschenschrauben die dynamischen Beanspruchungen schon wesentlich abschwächte. \*\*) Daß die dynamischen Wirkungen unter günstigen Umständen fast ganz ausbleiben können, ist durch die Tatsache bewiesen, daß an manchen Brücken unter dem Verkehre schnellfahrender Züge keine oder nur geringe Überschreitungen der statischen Durchbiegungen beobachtet werden. Gleichwohl muß man mit dynamischen Wirkungen rechnen, und man tut dies zur Zeit vielfach unter Einführung einer verhältnismäßig hohen, für alle Verhältnisse gleichen Stofsziffer. Wenn man diese den jeweiligen Verhältnissen entsprechend abstuft, so wird damit eine innerlich begründete Sparsamkeit eingeführt.

\*) Diese Stofsziffern werden sich also bei einigermaßen großen Brücken von 1 sehr wenig unterscheiden. Vergleiche den im Zentralblatt der Bau-Verwaltung 1892, Seite 215, gemachten Vorschlag, für die Hauptträger den Einfluß der Lastbewegung überhaupt zu vernachlässigen.

\*) Deutsche Bauzeitung 1889, Seite 379.

\*\*) Zimmermann, Zentralblatt der Bau-Verwaltung 1892; Engesser, Zusatzkräfte II, S. 168, und Deutsche Bauzeitung 1889, S. 350.

### 5000ste Lokomotive der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Georg Eggestorff, Hannover-Linden.

Die für die Großherzoglich oldenburgischen Staatsbahnen bestimmte Lokomotive Nr. 5000 ist am 15. Juni 1907 abgeliefert worden. Zu der Feier waren Vertreter der Staatsregierung, der Städte Hannover und Linden, der Technischen Hochschule, zahlreicher in- und ausländischer Bahnverwaltungen, Behörden und industrieller Kreise, sowie sonstige Geschäftsfreunde als Gäste geladen.

Das Werk ist im Jahre 1835 von Georg Eggestorff gegründet; es wurde fertiggestellt

die erste Lokomotive im Jahre	1846,
« 100ste « « «	1856,
« 800ste « « «	1870,
« 1000ste « « «	1873,
« 2000ste « am 21. IX.	1885,
« 3000ste « « 11. XII.	1897,
« 4000ste « « 1. VIII.	1903.

Von den ersten 5000 Lokomotiven sind rund 1100 ins Ausland abgeliefert, darunter nach

Rußland . . . . .	241
Rumänien . . . . .	115
Japan . . . . .	93
Spanien . . . . .	81

Java . . . . .	78
Dänemark . . . . .	77
Türkei . . . . .	54
Ostindien . . . . .	54
Österreich . . . . .	49
Portugal . . . . .	40
Italien . . . . .	25
Bulgarien . . . . .	21
Holland . . . . .	19
China . . . . .	17
Siam . . . . .	16
Finnland . . . . .	14
Argentinien . . . . .	14
Schweden . . . . .	9
Griechenland . . . . .	9
Chile . . . . .	3.

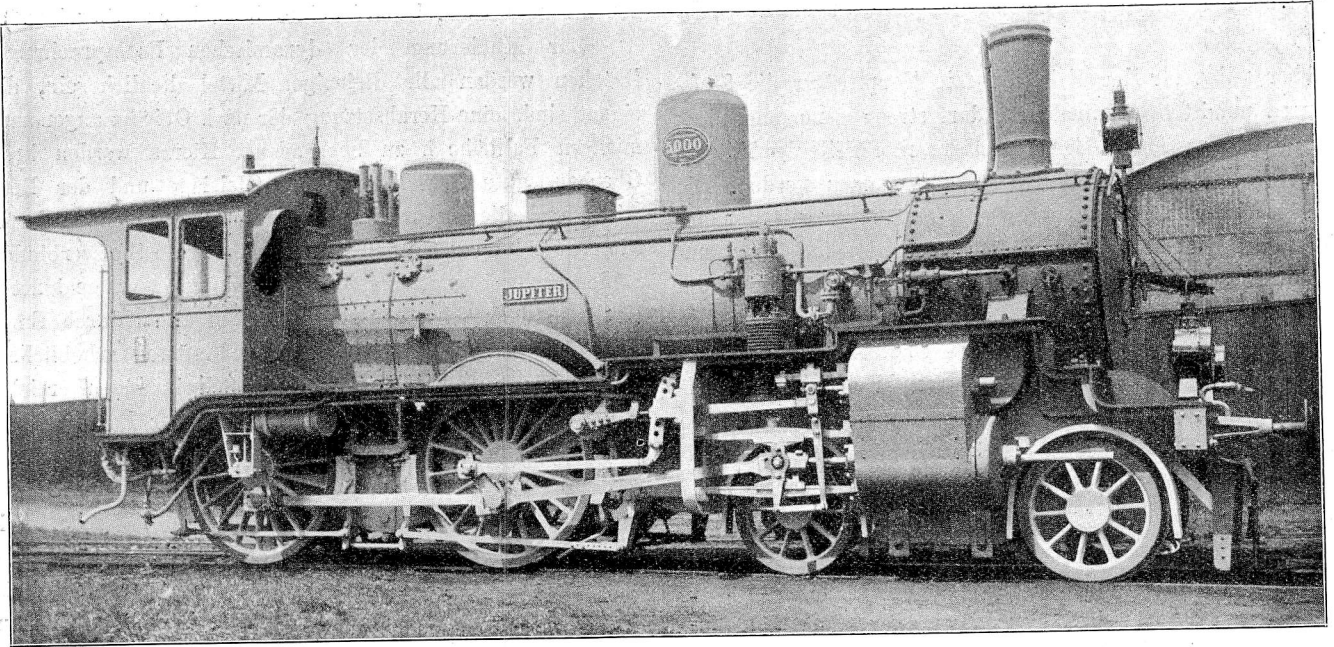
Zur Zeit hat das Werk 350 Lokomotiven in Auftrag, von denen beinahe 100 Stück für das Ausland bestimmt sind.

#### Lokomotive F. Nr. 5000.

2/4 gekuppelte 2. B. O.-Personenzug-Lokomotive mit vor-  
derm Drehgestelle der preussischen Regelform (Textabb. 1).

Die Hauptabmessungen sind:

Abb. 1.



Zylinder-Durchmesser d . . . . .	460/680 mm
Kolbenhub h . . . . .	600 mm
Raddurchmesser:	
Laufräder . . . . .	1000 mm
Triebräder D . . . . .	1750 «
Achsstand . 2200 + 2600 + 2600 =	7400 «
Rostfläche R . . . . .	2,27 qm
Heizfläche der Rohre feuerberührt .	110,37 «
«  «  Feuerbüchse . . . . .	8,98 «
«  «  ganze H . . . . .	119,35 «
Zahl der Rohre . . . . .	231 Stück
Durchmesser der Rohre . . . . .	39/44 mm
Länge der Rohre . . . . .	3900 «
Durchmesser des nahtlosen Ehr-	
hardtschen Rundkessels . . . . .	1400 «
Dampfdruck p . . . . .	12 at
Leergewicht G . . . . .	46650 kg
Reibungsgewicht $G_1$ . . . . .	36150 «
Dienstgewicht . . . . .	52150 «
Kesselmitte über Schienenoberkante	2250 mm
Vierachsiger 20 cbm-Tender, Muster der preussischen Staatsbahnen.	

An besonderen Einrichtungen sind vorhanden:

Die Lindnersche Anfahrvorrichtung, gibt Frischdampf in den Niederdruckzylinder bei ausgelegter Steuerung.

Rauchverbrennung Staby. Der zweite auf dem Kessel befindliche Dom dient als Dampfbehälter für diese.

Westinghouse-Bremse, auf die Tenderachsen und die Lokomotivtriebachsen wirkend. Luftpumpe mit Luftpumpen-

druckregler von Westinghouse und mit zweistufiger Preßpumpe. Die Luftzylinder haben äußere Rippen und keine Bekleidung.

Dampfheizungseinrichtung.

Preßluftsandstreuer, Bauart Lentz.

Strahlpumpen: saugende »Restarting«-Strahlpumpen Klasse By Nr. 8 von Friedmann, für 120 bis 140 l/Min.

Gasbeleuchtung nach Pintsch.

Nathan-Öler.

Verbinder-Überhitzer in der Rauchkammer, Bauart Ranafier.

Besteht in Unterteilung des Überströmrohres in 46 nahtlose eiserne Rohre von 40/46 mm Durchmesser; er dient gleichzeitig als Funkenfänger, und hat an Heizfläche, außen gemessen, 14,3 qm. Der Rauminhalt ist gleich dem 1,75 fachen Inhalte des Hochdruckzylinders. Ausgeführt wurden mit diesem Verbinder-Überhitzer bereits sechs Schnellzug-Lokomotiven der Oldenburgischen Staatsbahnen, 11 weitere Lokomotiven mit diesem Überhitzer sind im Baue.

Drehgestell: preussisches Muster, sogenanntes hannoversches Drehgestell.

Die bei der Ablieferung veranstaltete Feier gab ein erfreuliches Bild rascher und kraftvoller Entwicklung des Werkes.

Anlässlich der Feier wurde dem jetzigen Direktor Herrn Heller von der königlichen Technischen Hochschule zu Hannover die akademische Würde Doktor-Ingenieur Ehrenhalber verliehen.

## Verbesserungen am Holzquerschwellen-Oberbau.

Von **A. Rambacher**, Bahnmeister a. D. zu Rosenheim.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 19 auf Tafel XXXIX.

Der Verfasser ist seit Jahren bestrebt, die Leistungsfähigkeit der hölzernen Querschwelle zu steigern, um die Erhaltungsarbeiten ihrer Kosten und teilweise schädlichen Einfüsse wegen zu verringern. Er hat zu dem Zwecke zahlreiche von der bayerischen Staatsbahnverwaltung genehmigte Versuche in stark und ungünstig belasteten Ausziehgleisen angestellt, deren Art und wichtigste Ergebnisse hier beschrieben werden sollen.

In erster Linie wurde die Verstärkung der Holzquerschwelle gegen Abnutzung angestrebt, um das schädliche Gewölbtwerden unter der Platte nebst dem dadurch bedingten Nachdaxeln der Schwellen zu verhüten.

Zu dem Zwecke wurden im Plattenlager Hartholzeinsätze angebracht, die dem Eindringen der Platte mehr Widerstand leisten und die ersetzt werden können, wenn sie nach längerer Zeit unbrauchbar werden, ohne dafs an der Schwelle selbst etwas zerstört wird.

Im Frühjahr 1902 wurden die ersten alten Föhrenschwellen mit ganzen eichenen Einsätzen von 5 cm Höhe, unten 28 und oben 27 cm Breite in einem ständig befahrenen Ausziehgleise des Bahnhofes Rosenheim verlegt. Die Ausschnitte für die Einsätze wurden vor dem Eintreiben der letzteren mit heifsem Teer gestrichen. Die Befestigung der Schienen auf Keilplatten erfolgte mit Hakennägeln.

Nach vier Jahren zeigten die Einsätze unter dem ständigen Verkehre der Verschiebemaschine insbesondere an den Stoßschwellen bis zu 10<sup>mm</sup> tiefe Platteneindrücke, jedoch ohne Wölbung und ohne Beschädigung der Schwellen selbst, während die Nachbarschwellen ohne Einsätze wegen mehrmaligen Nachdaxelns in der Zwischenzeit schon an der Grenze ihrer Brauchbarkeit standen.

Diesem ersten Versuche folgten im Jahre 1904 zwei gröfsere auf der freien Strecke. Bei Westerham wurden ungefähr 2000 zur Hälfte ganz alte Föhrenschwellen mit Einsätzen, die aus unbrauchbaren Eichenschwellen gewonnen waren, und bei Rosenheim, zwischen Grofskarolinenfeld und Ostermünchen, 700 neue Föhrenschwellen mit Einsätzen aus neuem Eichenholze verlegt. Die Einsätze ersterer Strecke sind zweiteilige, während die der letztgenannten je zur Hälfte einteilig und zweiteilig sind. Abb. 2, Taf. XXXIX zeigt die Anordnung der letzteren bei alten, Abb. 1, Taf. XXXIX bei neuen Schwellen.

In beiden Fällen zeigt sich nun, dafs auch unter stärkstem Betriebe kein Einfressen der Unterlagsplatten in die Einsätze stattfindet, weil zum harten Holze auch noch die Querverlagerung der Faser kommt, die so von der Unterlagsplatte nicht abgeschnitten wird.

Alle Schwellen geben so der Schiene eine gleich gute, von der Beschaffenheit der Schwellen fast unabhängige Unterstützung, so dafs die örtlichen Verdrückungen als Folge ungleichmäßiger Nachgiebigkeit der Schwellen geringer werden.

Das Gleis macht daher jetzt einen guten Eindruck, auch kommen an den Stößen die sonst häufigen schief eingedrückten Schwellen nicht vor.

Die Schwellenschrauben haben gegen seitlichen Druck die Langholzfaser des Einsatzes als Widerlager, was wesentlich für die Erhaltung der Spurweite ist.

Bei der Behandlung der Schwellen ist folgendes zu beachten.

Alte Schwellen sollen mindestens 10 cm gesundes Holz unter dem Einsatze behalten (Abb. 2, Taf. XXXIX), und letzterer muß von mindestens 3,5 cm tiefen Ausschnittswänden gefast werden. Bei verschiedenen Lasten ist das unter der Schiene auftretende Biegemoment allgemein maßgebend für die erforderliche gesunde Schwellenhöhe unter dem Einsatze. Die Ausschnittswände dürfen nicht zu stark schwalbenschwanzförmig unterschritten werden, weil sich sonst der Kopf der Schwelle beim Eintreiben der Einsätze abhebt. Ein Unterschneiden um 5 mm auf 5 cm Höhe genügt, so dafs also die Einsätze unten 1 cm gröfsere Breite haben, als oben. (Abb. 1, 2 und 18, Taf. XXXIX.)

Die Einsätze sollen aus zwei Teilen bestehen, die gegenseitig keilartig eingetrieben und so am einfachsten fest gegen die Stirnwände der Ausschnitte geprefst werden.

Die Bohrlöcher für die Schwellenschrauben in den Einsätzen sollen nicht zu klein sein, damit das Zerspringen der letzteren vermieden wird. Die Löcher im Schwellenholze werden besonders bei alten Schwellen, in denen Steine und Nagelstümpfe nicht selten sind, besser gedorn, als gebohrt.

Die Einsätze werden am besten und billigsten aus Buchenholz hergestellt und mit heifsem Teeröle getränkt.

Die Ausschnitte in alten Schwellen werden von Hand hergestellt, die alten Nagellöcher gut verdübelt, und die Ausschnittflächen mit heifsem Teere ausgestrichen. Bei neuen Schwellen erfolgt die Ausschneidung mit Maschinen vor dem Tränken.

Im Jahre 1905 wurde bei acht Betriebsdirektionen in Bayern je 1 km Gleis mit alten, stark abgenutzten Föhrenschwellen durch Einfügung zweiteiliger, buchener Einsätze umgebaut, so dafs Ende 1906 rund 15000 solcher Schwellen verlegt waren.

Gleichzeitig wurden in Bayern gröfsere Mengen von Schwellen mit Collet'schen Dübeln\*) verlegt, von denen man auch Schutz des Plattenauflegers vor Abnutzung und bessern Halt der Befestigungsmittel erwartet; drei oder vier Dübel werden aber voraussichtlich nicht im Stande sein, die ganze Unterlagsplatte dauernd zu tragen, und die Langfasern im Dübel werden dem Gewinde der Schwellenschraube nicht den Halt bieten, den die Querverlagerung der Faser im Einsatze und Schwellen-

\*) Organ 1905, S. 9 und 47; 1903, S. 169, 195 und 235.

holze gibt. Die Unterlagsplatten fressen sich trotz der Dübel in die Schwellen ein, wenn auch langsamer, und beim Nachziehen der Schwellenschrauben bröckeln die durch den Gewindengang abgeschnittenen Felder im Dübel ab. Außerdem begünstigen die Collet'schen Dübel das Zerreißen der Schwellen, wodurch diese bald ganz unbrauchbar werden.

Wenn erst die Zeit des Reifens für eine Schwelle eingetreten ist, sind die Dübel schädlich, weil sie durch die Spannung ihrer Einpressung und des Quellens die Ausdehnung und Erweiterung der Risse begünstigen. Das wird sich um so fühlbarer machen, als mit so teuren Mitteln ausgestattete Schwellen 30 bis 40 Jahre liegen müssen, wenn sie vorteilhaft sein sollen. Das geht aber nur dann, wenn die Schwellen ungestört liegen bleiben, keinerlei Nachdaxelung bedürfen und wenn auch gerissen, so doch durch die Einsätze gebunden sind.

Eine Schwelle mit Hartholzeinsatz bleibt auch gerissen oder angefault noch brauchbar, eine verdübelte wird unbrauchbar, sobald sie vom Dübel aus zu reißen beginnt oder im Plattenlager anfault, denn die Einsätze halten sie zusammen, während die Belastung der Dübel die Schwelle mit den keiligen Gewindegängen auseinander treibt. Vorschriftmäßiges Einsetzen von drei oder vier Dübeln setzt fast ganz vollkantige Schwellen voraus, weil sonst für die Dübel kein Platz ist.

Um aus einem Stück Rundholz zwei Hauptbahnschwellen zu gewinnen, die sich für die Verdübelung eignen, muß es etwa 38 cm Durchmesser haben, dagegen lassen sich schon aus einem Rundholz von 32 cm Durchmesser zwei erstklassige Schwellen mit Einsätzen herstellen, weil das Auflager für die Platte durch den Einsatz gewonnen wird (Abb. 1, Taf. XXXIX); daß hiermit noch weitere Vorteile verbunden sind, soll unten erörtert werden. Nach den bisherigen Erfahrungen haben getränkte Föhrenschwellen mit harten getränkten Einsätzen den Wert von eichenen.

Einen zweiten Gegenstand der Bestrebungen des Verfassers bildete die Verhinderung des Wanderns; die Ergebnisse sind früher mitgeteilt. \*)

Weiter wurde die Unterstützung der Schwellen und der Einfluß des Stopfens untersucht. Die Erfahrung zeigt, daß ältere, geschulte Bahnmeister möglichst wenig Hebungen am Gleise vornehmen lassen, um die Stopfarbeit möglichst zu beschränken, die oft nur an den Schienenstößen unumgänglich ist. Das Verfahren beruht auf dem Bestreben, gut eingelagerte Schwellen in Ruhe zu lassen.

Als nun die Hartholzeinsätze die Herstellung halbrunder Schwellen mit recht breitem Auflager ermöglicht hatten, lag es nahe, die Schwellen nicht mehr mit der Stumpfhacke zu unterstopfen, was bei der großen Lagerbreite doch nicht satt geschehen kann, sondern sie auf vorher fest gestampfte Bettung zu legen und das feinere Ausgleichen der Höhenlage der Schienen mit Holzkeilen zu bewerkstelligen.

Bei der Vorführung der bereits eingeführten Verbesserungen an den 1906 in Mailand ausgestellten Stücken wurde von der Verwaltung ein größerer Versuch mit Keilregelung der Höhenlage der Schienen genehmigt, wobei die Stöße auf einige

Hundert Meter Gleislänge mit Keilen geregelt werden sollten, so daß hier die Stopfarbeit wegfiel.

Durch einen Vorversuch an 10 Stößen im Bahnhof Rosenheim wurde die zweckmäßige Gestaltung des Kleisenzeuges ermittelt.

Die Stofsschwellen waren hier alte, durch Längsrisse unbrauchbar gewordene Eisenquerschwellen der Form Heindl, die innen ausbetoniert wurden; den Beton halten mehrere an den Langseiten der Schwellen eingeschlagene Dullen. Statt dieser hätten ebenso auch im Plattenlager abgenutzte Holzschwellen genommen werden können (Abb. 3 bis 8, Taf. XXXIX).

Diese Eisenschwellen wurden auf vorher mit dem Betonstampfer festgestampfte Bettung gelegt und durch Holzbrücken miteinander gekuppelt. Diese bestehen aus je zwei 0,65 m langen, 0,10 m hohen und 0,135 m breiten Hölzern (Abb. 3 bis 8, Taf. XXXIX) und sind aus alten, unbrauchbaren Eischwellen geschnitten. Auf diesen lagert die Unterlagsplatte (Abb. 6, Taf. XXXIX) der Schiene mit vier Ansätzen zur Spurlhaltung und Keilführung, sie ist für sich mit vier gewöhnlichen Holzschrauben festgeschraubt. Die Stofsfuge trifft auf die Mitte der Platte, die Schienenenden liegen auf zwei von außen eingetriebenen Hartholzkeilen des Anzuges 1 : 20, welche mit je einer langen Klemmplatte (Abb. 8, Taf. XXXIX) und je einer Schwellenschraube außen und innen nebst den Fußenden beider Schienen fest auf die Brücke niedergeschraubt werden.

Nun kann die Höhenlage des Schienenstoßes ohne Nachstopfen geregelt werden. Die beiden Schwellenschrauben werden zu dem Zwecke gelockert und die Keile entsprechend nachgetrieben. Die Schienenenden können auch etwas überkeilt werden, was die Stofslage voraussichtlich auf die Dauer verbessert.

Die Fahrt über den Stofs ist in der Regel so lange stofs-frei, als die Schienen neu sind und die Laschen gut anliegen, wenn die beiden Schienenköpfe genau gleich hoch gewalzt waren. Sobald aber die Laschen etwas nachlassen, beginnt das Hammerspiel am Stofse. Durch geringe Überkeilung des Stofses und genaue Ausgleichen der beiden Schienenköpfe der Höhe nach, auch bei locker gewordenen Laschen alter Gleise, wird das Hämmern vermieden, also wird auch das Sinken der Stöße seltener werden. Das Rad rollt über den Stofs, ohne daß der Anlaufkopf als Ambos wirken muß; denn da dieser mit dem Ablaufkopfe überhöht, also nach oben gespannt, auf derselben Brücke in genau gleicher Höhe fest gelagert ist und nur eine kleine Durchbiegung der den Stofs wirksam tragenden Brücke stattfindet, bleiben beide Köpfe in gleicher Höhe.

Halbrunde, unten breite Zwischenschwellen werden ebenfalls auf ein vorher fest gestampftes Lager gelegt, dann wird eine schmalere Unterlagsplatte, als am Stofse auf die Hartholzeinsätze gebracht und die Schiene mit zwei Keilen, wie am Stofse unterkeilt und festgeschraubt. Senkungen im Gleise können sofort ohne Nachstopfen gehoben werden, indem man die Schwellenschrauben löst und die Keile antreibt.

Ein Streckenwärter ist im Stande, sein Gleis täglich auf das feinste der Höhe nach auszurichten, so daß auch die schnellen Fahrten ruhig bleiben. Damit entfallen die größeren Unterhaltungsarbeiten, abgesehen von außergewöhnlichen Er-

\*) Organ 1907, S. 83.

eignissen, also wird auch die mit dieser verbundene Zertrümmerung der Bettung vermieden. Ist eine Schwelle so weit niedergefahren, daß die Keile nicht mehr ausreichen, so wird sie seitlich in das vorher ausgeräumte Zwischenfeld gerückt, das Lager aufgefüllt und festgestampft und die Schwelle wieder aufgebracht und festgelegt. Das können zwei Mann in wenigen Minuten ausführen.

Jetzt muß beim Heben einer Schwelle auch die Nachbarschwelle, wenn auch nur wenig, mitgehoben und daher auch neu gestopft werden. Der feste Stock unter den Schwellen kann also nicht belassen bleiben, denn bei geringen Hebungen kann die Stopfhacke nicht unter die Schwelle eindringen. Deshalb muß erst das ganze feste Lager unter der Schwelle aufgespitzt werden. Diese Arbeiten erzeugen den feinen Stoff für den fast an allen Stößen zu findenden Schlamm und zwingen zu vergleichsweise rascher Erneuerung auch der besten Bettung.

Mit den neuen Mitteln wird ein einmal festgewordenes Schwellenlager erhalten, die Behandlung der Bettung mit der Stopfhacke fällt weg, und so wird wirtschaftlich ein großer Vorteil erzielt.

Die grobe Rottenarbeit wird in sorgfältige Wärterarbeit umgewandelt; jeder Mann pflegt eine bestimmte Gleisstrecke, auf der er jeden Stofs, jede Schwelle, jeden Keil und jede Schraube kennt, und für deren Zustand er verantwortlich gemacht wird. Sein Streckengang wird von einer beobachtenden zu einer nützlichen Leistung, denn er kann fast alle gefundenen Mängel mit seinem Keilhammer sofort selbst heben und so das Entstehen erheblicher Schäden verhüten. Diese Erleichterung der Erhaltung gestattet die bessere Ausnutzung des Stolzes des Wärters auf eine tadellose Strecke, der sich jetzt bei der Notwendigkeit, oft erst anderweite Arbeitskräfte zu Hilfe nehmen zu müssen, viel weniger geltend machen kann.

Auch die jetzt während des Frostes oft gar nicht zu hebenden Frostschäden werden unbedenklicher, da man mittels der Keile auch entstandene Hebungen beseitigen kann.

Die neuerdings sonst zur Verbesserung des Gleises verwendeten Mittel, die Verstärkung der Stöße durch Zweischwellen-Bauart und die Vermehrung der Schwellen unter einer Schienenlänge, setzen dauernd richtige Höhenlage der Schwellen voraus. Diese ist aber beispielsweise bei verhältnismäßig schmalen Schwellen und beim Zweischwellenstofs nicht ohne weiteres gesichert, da die Belastung der einzelnen Schwelle nicht im Verhältnisse der Schwellenvermehrung abnimmt, und die zu eng liegenden Stofsschwellen nur mangelhaft, weil einseitig zu stopfen sind. Versunkene und hängende Schwellen, also Stopfarbeiten wird es auch diesen Mitteln gegenüber nach wie vor geben.

Man kann für die Verwendung der Keile auch den allgemeinen Gesichtspunkt anführen, daß es richtiger ist, das Mittel zur Regelung der Höhenlage zwischen Schwelle und Schiene, als unter der Schwelle wirken zu lassen, weil man bei ersterem Verfahren einen kleineren Teil des Gleises zu regeln hat und die unvermeidlichen Unterschiede in der Höhenlage der Schwellen sicher unschädlich machen kann.

Der Verfasser verlegt nicht mehr Schwellen, als der Trag-

fähigkeit der Schienen wegen unbedingt nötig sind, erzielt dabei aber doch Ruhe der Lage, weil jede Schwelle vollständig satt gebettet ist und durch die Keile jederzeit wieder zum Tragen gezwungen werden kann.

Allein die Keile bedürfen des häufigeren Ersatzes. Diese sind aber billig aus alten Eichen- und Buchenschwellen zu gewinnen, und ihre Lebensdauer hängt von der Härte des Holzes und der sachgemäßen Vornahme der Keilung ab. Wenn diese rechtzeitig und vorsichtig geschieht, und der Schienenfuß daher ruhig auf den Keilen liegt, so bleiben sie je nach der Betriebstärke zehn und mehr Jahre gebrauchsfähig. Sie bilden auch Oberbauteile, deren Ersatz der Wärter leicht bei sich tragen kann.

Der Verfasser glaubt durch seine Verbesserungen namentlich die folgenden Vorteile erzielt zu haben.

1. Alle alten Schwellen können durch die Hartholzeinsätze für viele Jahre wieder brauchbar gemacht werden.

2. Neue Schwellen können von Haus aus gegen Abnutzung durch Einsätze gesichert und so zu einer vielfachen Lebensdauer befähigt werden.

3. Durch die Einsätze fallen viele Arbeiten, wie Nachdixelung der Plattenaufleger und damit verbundene Neuunterstopfungen der Schwellen weg.

4. Die Einsätze sichern gegen Spurerweiterungen, indem sie den Schwellenschrauben Langholz als Widerlager bieten.

5. Durch die Stützklemmen wird das Wandern beseitigt ohne Beschädigung der Schienen selbst, somit wieder an Nacharbeit gespart.

6. Durch die Keilregelung wird der Höhe nach eine ebene Fahrbahn geschaffen und ständig erhalten.

7. Die Schienen werden geschont, vornehmlich an den Stößen.

8. Die Bettung wird vor Zerstörung bewahrt, auch minderwertige Bettung wird also verwendbarer.

9. Die vollständige Ausnutzung alter Eisen- und Holzschwellen ist möglich, sie bietet zugleich eine passende Winterarbeit für die ständigen Arbeiter.

10. Bei eisernem Oberbaue wird die Härte der Lagerung wesentlich gemildert, da die Schienenstöße nun auch hier auf Holz ruhen.

Neuerdings haben nun die angestellten Beobachtungen noch zu folgenden Abänderungen der Neuerungen geführt.

Bei den Stofsbrücken mit Keilregelung in einem nahezu ständig befahrenen Ausziehgleise in Rosenheim hat sich gezeigt, daß sich der 105 mm breite Schienenfuß ziemlich rasch in die Keilflächen einarbeitet.

Diese Erfahrung entspricht einer andern, die in demselben Gleise mit den hier zuerst erprobten Hartholzeinsätzen gemacht wurde. Die Unterlagsplatten der Schienen arbeiten sich in etwa einem Jahre trotz der harten Einsätze bis zu mehreren Millimetern in ihr Auflager ein, während in anderen Strecken nach vier Jahren noch nicht der geringste Eindruck zu sehen ist.

Aus dieser Erscheinung folgt, daß in einem sehr stark befahrenen Gleise, das in diesem Falle auch noch schwache Schienen hat, Anforderungen aufsergewöhnlicher Art an die

Unterswellung gestellt werden, und das eine sich hier nur einigermaßen bewährende Anordnung in der freien Strecke vollkommen brauchbar sein kann.

Wenn es nun aber gelingt, selbst in einem so unruhigen Gleise mit alten, schwachen Schienen eine vollständig ruhige Fahrbahn zu erhalten, dann sind die angewendeten Mittel gewiß gute.

So sind nun mit Genehmigung der Verwaltung zwei weitere Stöße mit der Keilregelung des Verfassers auf alten, eichenen Schwellen ausgerüstet. Die Schienenenden sind in eine gemeinsame, 16 cm breite und 25 cm lange Platte mit Randleisten gelagert, die auf zwei 12 cm breiten Keilen ruht, sodass jetzt ein Eindringen in die letzteren verhindert wird (Abb. 9 bis 13, Taf. XXXIX); außerdem werden die Enden der Schienenfüße durch zwei Klemmleisten niedergehalten, deren jede von zwei Schraubenbolzen an den Enden und einer Schwellenschraube in der Mitte auf die Schienenfüße gedrückt wird.

Während beim ersten Versuche nur ungefähr 180 qcm

Auflageflächen am Schienenstoße auf beiden Keilen vorhanden waren, sind es jetzt 400, und auch diese können durch Anwendung noch längerer Fußplatten und entsprechend breiterer Keile noch vermehrt werden.

Auf die Weise ist die Keilregelung sicher gestellt und die Stopfarbeit und das Zerstören der Bettung beseitigt.

Bei Zwischenschwellen, soweit diese hauptsächlich in der Nähe der Stöße mit Keilen ausgerüstet werden, erhalten die Schienen nur Fußverbreiterungsplatten mit Rändern, weil hier die Klemmleisten nicht nötig sind (Abb. 14 bis 19, Taf. XXXIX).

Nach dieser neuen Anordnung ist nun die Schwelle mit den Hartholzeinsätzen oder Stofsbrückenhölzern und den auf diese aufgeschraubten Platten mit Schienen- und Keil-Führung der Unterbau für die Schiene, die mit ihren Fußverbreiterungsplatten auf die zwischengelagerten Stelleile niedergeschraubt wird.

Die auf die verschiedenen Neuerungen erteilten Patente sind im Besitze der Firma Gebrüder Himmelsbach in Freiburg i. B.

## Vereins-Angelegenheiten.

### Verein deutscher Maschinen-Ingenieure.

Generaldirektor Glasenapp berichtet über das Preisausschreiben des Vereines vom 1. Juni 1905 über die Untersuchung der Bedingungen des ruhigen Laufes von Drehgestellen

und Drehgestellwagen für Schnellzüge. Für die eingegangenen Lösungen erhalten Preise Dipl.-Ing. C. Hoening in Elberfeld 1000 M. und Ingenieur W. Jürges in Cöln-Deutz 3000 M.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

#### Proben zur Bestimmung der Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen.

(Railroad Gazette 1907, Januar, Band XLII, S. 70. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Taf. XXXVIII.

C. E. De Puy, Professor des Maschineningenieurwesens am Lewis Institute in Chicago, hat eine Reihe von Proben gemacht zur Feststellung der Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen für verschieden geformte Stäbe bei gleicher Beschaffenheit des Betons und bei gleicher Länge der Einbettung für jede der verschiedenen Stabarten. Hierbei wurden auch die Gleitungen der Stäbe im Beton, sowie die die Gleitungen verursachenden Kräfte gemessen.

Um die Ergebnisse vergleichbar zu machen, wurden Probestäbe verwendet von möglichst gleichem durchschnittlichen Querschnitts-Flächeninhalte und gleichem Gewichte für die Längeneinheit. Die Proben wurden für sieben Stabarten mit fünf Einbettungslängen von 203, 305, 406, 508 und 610 mm für jede Art ausgeführt.

Die verwendeten Betonblöcke hatten zylindrische Form von 15 cm Durchmesser (Abb. 4, Taf. XXXVIII). Jeder Betonblock hatte eine gußeiserne Grundplatte mit abgedrehter Oberfläche. Diese Blöcke standen auf einem auf der Deckplatte einer Olsenschen Prüfmaschine liegenden kugelförmigen Lagerblocke, so daß die Probestücke für einen unmittelbaren Zug an den Stäben genau

ausgerichtet werden konnten. Das untere herausstehende Ende des Stabes war in der beweglichen Platte der Probemaschine befestigt, das obere Ende ragte 2 cm über den Betonblock hervor, während auf dem Blocke der Gleitmessner stand, dessen in Grade eingeteilte Schraube mit dem obern Ende des Stabes in Berührung gebracht war, und so einen elektrischen Stromkreis schloß. Das geringste durch die angebrachte Last hervorgerufene Gleiten des Stabes im Beton unterbrach den Stromkreis und stellte so eine Glocke an, bis die Schraube niedergedreht und der Stromkreis geschlossen wurde. Hierdurch konnte die Bewegung der Stäbe unter der wachsenden Last genau gemessen werden. Zusammenstellung 1 enthält die Hauptabmessungen der verwendeten Stäbe.

Die Betonmischung war 1 Teil Atlas-Portlandzement, 2 Teile grober Sand und 4 Teile Kalksteinbrocken von 13 mm und weniger, ohne Staub. Aller verwendete Beton wurde in einem Satze gemischt. Die aus Eisenblechtafeln bestehenden Formen wurden ungefähr eine Woche vor Ausführung der Proben abgenommen. Für die Einbettungslängen von 203 und 406 mm wurden die Proben mit 25 Tage altem und für die Einbettungslängen von 305, 508 und 610 mm mit 31 Tage altem Beton ausgeführt.

Die Zusammenstellungen 2 und 3 enthalten die Haftspan-

## Zusammenstellung 1.

Hauptabmessungen der verwendeten Probestäbe.

Stäbe	Gewicht kg/qcm	Durchschnitts- Flächeninhalt qcm	Durchschnitts- Umfang mm
Rund . . . . .	1,911	2,44	55
Quadratisch . . . . .	1,967	2,52	64
Gedreht (B)* . . . . .	2,099	2,55	64
Gedreht (R)† . . . . .	2,002	2,55	64
Thacher . . . . .	1,950	2,48	—
Gewellt (N)§ . . . . .	1,860	2,37	62
Gewellt (A)†* . . . . .	2,147	2,73	66

\*) Buffalo Steel Company, 7,5 Drehungen auf 1 m.

†) Ransome Concrete Machinery Company, 9,2 Drehungen auf 1 m.

§) Neue Art.

†\*) Alte Art.

## Zusammenstellung 2.

Haftspannung in kg auf 1 qcm der Querschnittsfläche.

Einbettung	203 mm	305 mm	406 mm	508 mm	610 mm
------------	--------	--------	--------	--------	--------

Gleitung nicht mehr als 0,254 mm.

Rund . . . . .	646	1314	1328	1616	1743
Quadratisch . . . . .	836	1708	1181	1968	2474
Gedreht (B) . . . . .	892	1785	2024	2566	3114
Gedreht (R) . . . . .	1363	1729	1823	2692	3558
Thacher . . . . .	1778	2868	2734	2896	4015
Gewellt (N) . . . . .	1673	2636	4219	4324	5238
Gewellt (A) . . . . .	2052	3374	3762	4879	5554

Gleitung nicht mehr als 0,8 mm.

Rund . . . . .	646 *)	1476 *)	1392 *)	1827 *)	1863 *)
Quadratisch . . . . .	977	1841 *)	1356 *)	2165 *)	2622 *)
Gedreht (B) . . . . .	1012	1905	2045	2664	3283
Gedreht (R) . . . . .	1785	1954	2109	2931	3755
Thacher . . . . .	2376	3276	3262	3558	4015 *)
Gewellt (N) . . . . .	2319	3402	4893	4809	5625 *)
Gewellt (A) . . . . .	2706	4078	4507	5132 *)	5554 *)

Gleitung nicht mehr als 1,6 mm.

Gedreht (B) . . . . .	1216	2038	2052	2699	3346
Gedreht (R) . . . . .	2291	2488	2495	3184	3874
Thacher . . . . .	2741 †)	3530 †)	3987 †)	4098 †)	4015 *)
Gewellt (N) . . . . .	2861 †)	3811	5083 †)	5097	5625 *)
Gewellt (A) . . . . .	2903 †)	4134 †)	4746 †)	5132 *)	5554 *)

Gleitung nicht mehr als 2,4 mm.

Gedreht (B) . . . . .	1476	2298	2214	2805	3395
Gedreht (R) . . . . .	2741	3008	3029	3607	4183
Gewellt (N) . . . . .	2861 †)	3923 §)	5083 †)	5153 §)	5625 *)

Haftfestigkeit für die gedrehten Stäbe mit den entsprechenden Gleitungen.

Gedreht (B) . . . . .	3022	4008	3656	4535	4992
	8 mm	63 mm	38 mm	83 mm	32 mm
Gedreht (R) . . . . .	2938	4092	4001	5695	4816
	3 mm	5 mm	5 mm	19 mm	5 mm

\*) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 0,8 mm.

†) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 1,6 mm.

§) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 2,4 mm.

## Zusammenstellung 3.

Haftspannung in kg für 1 qcm Einbettungsfläche.

Einbettung	203 mm	305 mm	406 mm	308 mm	610 mm	Durchschnitt
------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------------

Gleitung nicht mehr als 0,254 mm.

Rund . . . . .	13,92	18,91	14,37	13,92	12,51	14,69
Quadratisch . . . . .	16,30	22,21	11,53	15,32	16,09	16,31
Gedreht (B) . . . . .	17,57	23,48	19,89	20,24	20,45	20,32
Gedreht (R) . . . . .	26,85	22,77	17,99	21,93	23,33	22,57
Gewellt (N) . . . . .	31,77	33,32	40,01	32,83	33,11	34,24
Gewellt (A) . . . . .	41,76	45,77	38,32	39,73	37,62	40,64

Gleitung nicht mehr als 0,8 mm.

Rund . . . . .	13,92*)	20,32*)	15,04*)	15,74*)	13,35*)	15,68
Quadratisch . . . . .	19,05	23,97*)	13,21*)	16,87*)	17,01*)	18,00
Gedreht (B) . . . . .	19,89	25,09	20,17	21,02	21,51	21,51
Gedreht (R) . . . . .	35,16	25,73	20,73	23,12	24,60	25,87
Gewellt (N) . . . . .	44,01	42,98	46,40	36,49	35,58	41,14
Gewellt (A) . . . . .	55,12	55,26	45,91	31,69	37,62	47,11

Gleitung nicht mehr als 1,6 mm.

Gedreht (B) . . . . .	23,90	26,85	20,17	21,86	22,00	22,98
Gedreht (R) . . . . .	45,14	32,76	24,53	25,16	25,44	30,58
Gewellt (N) . . . . .	54,49†)	48,16	48,16†)	38,67	35,58*)	45,00
Gewellt (A) . . . . .	59,06†)	56,25†)	48,16†)	41,69†)	37,62*)	48,59

Gleitung nicht mehr als 2,4 mm.

Gedreht (B) . . . . .	29,17	30,22	21,79	22,14	22,28	25,10
Gedreht (R) . . . . .	53,86	39,51	29,87	28,47	27,41	35,79
Gewellt (N) . . . . .	54,49†)	53,43§)	48,30†)	39,09§)	35,58*)	45,42

Haftfestigkeit für die gedrehten Stäbe mit den entsprechenden Gleitungen.

Gedreht (B) . . . . .	59,48	52,73	36,00	35,86	32,76	—
	8 mm	63 mm	38 mm	83 mm	32 mm	—
Gedreht (R) . . . . .	58,00	53,79	39,37	45,00	31,56	—
	3 mm	5 mm	5 mm	19 mm	5 mm	—

\*) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 0,8 mm.

†) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 1,6 mm.

§) Volle Haftfestigkeit vor einer Gleitung von 2,4 mm.

## Zusammenstellung 4.

Haftfestigkeit bezogen auf die des vollen runden Stabes als Einheit, berechnet nach Zusammenstellung 2 für eine Gleitung von nicht mehr als 0,254 mm.

Einbettung	203 mm	305 mm	406 mm	508 mm	610 mm	Durchschnitt
Rund . . . . .	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Quadratisch . . . . .	1,30	1,30	0,90	1,22	1,42	1,23
Gedreht (B) . . . . .	1,38	1,36	1,55	1,59	1,79	1,53
Gedreht (R) . . . . .	2,11	1,32	1,38	1,67	2,04	1,70
Thacher . . . . .	2,75	2,18	2,06	1,79	2,30	2,22
Gewellt (N) . . . . .	2,60	2,00	3,18	2,68	3,00	2,70
Gewellt (A) . . . . .	3,18	2,56	2,83	3,00	3,18	2,95

nungen in kg/qcm nach dem Stabquerschnitte und der Einbettungsfläche sowie die Gleitungen. Da der Oberflächeninhalt der Thacher-Stäbe nicht leicht ermittelt werden konnte, sind diese in Zusammenstellung 3 nicht aufgenommen.

Zusammenstellung 4 enthält die Haftfestigkeit der ver-

schiedenen Stabarten bezogen auf die des vollen runden Stabes als Einheit, berechnet nach Zusammenstellung 2 für eine Gleitung von nicht mehr als 0,254 mm. Die Ergebnisse der Proben zeigen deutlich die grössere Haftfestigkeit der gewellten Stäbe. B—s.

## B a h n - O b e r b a u .

### Moore'scher Schienenbohrer.

(Engineering 1907, Februar, S. 208. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8, Taf. XXXVIII.

Der Moore'sche Schienenbohrer ist für schwere Bohrarbeit bestimmt und gleichzeitig möglichst leicht tragbar hergestellt. Er kann, um einen Zug durchzulassen, augenblicklich abgenommen, und ebenso schnell wieder aufgesetzt werden.

Der Bohrer besteht aus zwei Hauptteilen. Der eine hat die Gestalt des Kopfes einer Bohrmaschine, der andere ist die Triebwelle und der Tisch. Der Kopf ruht auf einem Querstücke, dessen Enden auf den beiden der Arbeitsstelle benachbarten Schwellen liegen. Der senkrechte Teil wird dann auf das Kopf-Gußstück aufgesetzt, welches er umfaßt, und eine große Klaue über die Schiene geworfen. Um die Säule in aufrechter Stellung festzuhalten, ist eine Schließstütze von einem ungefähr in der Mitte der Säule liegenden Punkte nach dem äußeren Ende des Kopfes geführt. Diese Stütze kann mittels einer Hakenklampe vom Kopfe unmittelbar freigemacht werden. Der Bohrer wird durch Kegelräder mittels Handkurbeln betätigt, welche so hoch liegen, daß die Arbeiter sie ohne übermäßiges Bücken handhaben können. Jeder Teil des abgenommenen Bohrers kann leicht von einem Manne getragen werden.

Bei der Vortriebsvorrichtung ist die gewöhnliche Zahnstange durch einen in einer Führung gleitenden Haken ersetzt. Die Hauptteile der Vortriebsvorrichtung sind: 1) die Vortriebsmutter, in welche die Nut A (Abb. 7, Taf. XXXVIII) eingeschnitten ist, 2) ein in dieser Nut gleitender Haken und 3) ein schwingender Hebel, der den Haken beeinflusst. Der Haken ist ein rechtwinkeliges Stück von rechteckigem Querschnitte, dessen einer Schenkel in der Nut gleitet, während der andere mit dem schwingenden Hebel verbunden ist. Wird der am Ende des mit der Mutterachse gleichlaufenden Schenkels befindliche Hebel gezogen, so kantet der Haken, so daß sich der andere, in der Nut befindliche Schenkel dreht, bis seine schräg gegenüber-

liegenden Kanten gegen die Seiten der Nut drücken. Beim Ziehen des Hebels wird die Mutter gedreht und der Bohrer vorgetrieben. Sobald der Hebel das Ende seines Hubes erreicht hat, wird er durch eine nahe dem Fusse des Hakens befindliche Feder in seine Grundstellung zurückgedrückt, so daß er einen neuen Hub beginnen kann. Dem Hebel kann ein veränderlicher Hub gegeben, und hierdurch der Vortrieb zwischen 20 und 256 Spindelumdrehungen auf 1 cm Vortrieb geregelt werden. Diese Regelung wird durch den Hebel mittels einer Kammfläche bewirkt, welche längere oder kürzere Zeit in Berührung mit einer Reibungsrolle gehalten wird. Wird die Rolle lange gegen den Kamm gehalten, so nimmt der Vortrieb zu, das Umgekehrte tritt ein, wenn die beiden nur kurze Zeit in Berührung sind. Durch eine weitere Einrichtung kann der Vortrieb, falls er für einen Augenblick etwas zu groß sein sollte, vorübergehend ausgerückt werden. Ist das Getriebe wieder eingerückt, so arbeitet der Bohrer von der Metallfläche entfernt ohne Vortrieb.

Die Einstellung des Bohrers ist sehr einfach. Nachdem der Kopf hingelegt und die Säule errichtet ist, kann der Bohrer schnell vorrücken, wenn der Hebel B so weit als möglich nach der Schiene hin liegt. Dieser macht die Klauenmutter frei, welche den selbsttätigen Vortrieb betätigt, und die Spindel kann schnell vorrücken. Liegt die Spitze hart an, und ist die Vortriebsmutter nötigen Falles mit dem Fusse vom Umdrehen abgehalten worden, so wird, um die Spitze in ihre richtige Lage zu bringen, der Hebel B umgelegt, so daß die Klaue festgehalten wird und die regelrechte Vortriebsvorrichtung eingerückt ist. Um den Bohrer, wenn er beim Aufsetzen zu weit draussen ist, oder nachdem das Loch gebohrt ist, zurückzuziehen, muß der Klauenhebel B wieder ausgerückt, und die Kurbel rückwärts gedreht werden.

Dieser Bohrer wird auch in einer Unterschienenform hergestellt, aber die Befestigung der Überschienenform ist so einfach und wirksam und gestattet eine so schnelle Abnahme, daß die Unterschienen-Bauart, wenn überhaupt, nur wenig Überlegenheit über die andere beanspruchen kann. B—s.

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

### Elektrische Strafsenbahnweichen-Stellvorrichtung von Tierney und Malone.

(Engineering 1907, Februar, S. 192. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 und 6, Taf. XXXVIII.

Durch die elektrische Strafsenbahnweichen-Stellvorrichtung von Tierney und Malone wird die Umstellung der Weichen dem Führer übertragen. An jeder Seite der Weichenzunge befindet sich ein gußeiserner Kasten, dessen Deckel mit der

Strafsenoberfläche bündig liegt. Jeder Kasten enthält ein wagenrechtes Solenoid, dessen Kolben gegen einen Hebel stößt. Dieser Hebel ist an einer in der Ecke des Kastens befindlichen Spindel befestigt, welche an ihrem oberen Ende einen zweiten Hebel trägt; dieser stößt gegen einen in der Zungenspitze befestigten Knopf. Durch die Erregung eines der Solenoide wird daher die Weichenzunge nach dem andern Kasten hinübergedrückt.



Soll die Abzweigung befahren werden, so muß die Weiche umgestellt und nach der Durchfahrt in die Grundstellung zurückgestellt werden. Kurz vor und während der Durchfahrt muß daher das eine, kurz nachher das andere Solenoid erregt werden. Ungefähr 15 m auf der Einfahrseite vor der Weiche trägt der Fahrdrat eine Stromschliefsstange, welche einige Zentimeter unter dem Drahte an drei stromdichten Haltern aufgehängt ist. Führt der Stromabnehmer auf diese Stange auf, so geht der Linienstrom vom Punkte T durch die Sicherung  $F_1$ , den Umsteller  $S_1$ , den Reihen-Schraubendraht  $M_2$  und zurück über den Umsteller  $S_2$  und Sicherung  $F_2$  nach dem Punkte  $C_1$ , so daß von der Stromschliefsstange Strom abgenommen werden kann. Der Erdrückstrom geht durch die Triebmaschinen des Wagens, ebenso wie wenn der Strom dem Fahrdrathe unmittelbar entnommen wird. Ein Nebenschluß-Erdstromkreis geht durch den Umsteller  $S_4$ , die Signallampe G und dann je nach der Lage der Weiche durch eine der Lampen  $R_2$  oder  $R_1$ .

Nachdem der Wagen die Weiche durchfahren hat, fährt der Stromabnehmer auf eine zweite vom Fahrdrathe stromdicht getrennte Stromschliefsstange auf, welche aber so angeordnet ist, daß sie während der Durchfahrt des Wagens mit dem Fahrdrathe elektrisch verbunden ist. Zu dieser Zeit geht dann außer dem Triebmaschinenstrom des Wagens ein schwacher Strom von  $C_2$  durch die Sicherung  $F_3$ , den Umsteller  $S_3$  und

den Schraubendraht  $M_1$  zur Erde. Dieser bringt die Weiche in ihre Grundstellung zurück, schaltet die Lampe  $R_2$  aus und die Lampe  $R_1$  wieder ein. Diese beiden Lampen zeigen rot, die mittlere, bei jeder Stellung der Weiche leuchtende grün. Die Lampen geben dem Führer bei Dunkelheit die Stellung der Weiche an, ihr völliges Erlöschen meldet ihm, daß die Weiche nicht fest anliegt. Die Lampen sind an einem geeigneten Leitungspfähle befestigt, unter ihnen der Kasten für die Weichen und Sicherungen.

Liegt die Weiche richtig für die Fahrt, so stellt der Führer für die Fahrt des Wagens unter der ersten Stromschliefsstange seinen Regler um, während bei der Fahrt unter der zweiten Stromschliefsstange die Stellung des Reglers beliebig ist. Das Oberleitungsherzstück kann mit der Weiche elektrisch oder mechanisch verbunden werden, so daß es selbsttätig arbeitet.

Da die Zunge in beiden Richtungen sicher bewegt wird, und weder zum Umstellen noch zum Zurückstellen Federn verwendet werden, wird ein Versagen des Stromes ihre Stellung nicht beeinflussen. Neben dieser Stellvorrichtung kann zum Stellen der Weiche auch noch eine Weichenstange angebracht werden. Die Vorrichtung ist anwendbar für alle Arten der Stromzuführung mit Oberleitung oder Oberflächen-Stromabnahme.

B—s.

## Maschinen- und Wagenwesen.

### 3/5 gekuppelte 1. C. 1-Güterzug-Lokomotive mit vorderer und hinterer Laufachse der Nord-Pacific-Bahn.

(Engineer, 2. November 1906, S. 446. Mit Abb. und Tafel.)

Zwanzig Lokomotiven dieser schweren Prairie-Bauart, von den »Amerikanischen Lokomotiv-Werken« erbaut, sind kürzlich in den Dienst der Nord-Pacific-Bahn gestellt worden und haben nach der Ansicht des Verfassers höchst zufrieden stellende Ergebnisse erzielt.

Eine Zusammenstellung gibt die Hauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser . . . . .	533,4 mm
Kolbenhub . . . . .	711,2 «
Zugkraft . . . . .	15,1 t
Dienstgewicht . . . . .	95,1 «
Reibungsgewicht . . . . .	69,0 «
Heizfläche der Rohre . . . . .	196,8 qm
« im ganzen . . . . .	214,3 «
Rostfläche . . . . .	4,05 qm
Zahl der Rohre . . . . .	300
Länge der Rohre . . . . .	4,041 m
Äußerer Durchmesser der Rohre . . . . .	50,8 mm
Durchmesser der Triebräder . . . . .	1600 «

Pf.

### 3/5 gekuppelte 2. C. 0-Güterzug-Lokomotive mit vorderem zweiachsigen Drehgestelle der Schottischen Bahnen.

(Engineer, 16. November 1906, S. 508. Mit Abb.)

Der Aufsatz gibt eine kurze Beschreibung unter Angabe der Hauptabmessungen. Die Bauart ist für schwere und

schnelle Güterzüge entworfen und mit Luftdruckbremse ausgerüstet.

Zylinderdurchmesser . . . . .	483 mm
Kolbenhub . . . . .	661 «
Triebrad-Durchmesser . . . . .	1067 «
Zahl der Heizrohre . . . . .	242
Äußerer Durchmesser der Rohre . . . . .	50,8 mm
Länge der Rohre . . . . .	4130 «
Heizfläche im ganzen . . . . .	187,7 qm
Rostfläche . . . . .	1,95 «
Kesseldruck . . . . .	12,3 at
Dienstgewicht . . . . .	61370 kg

Pf.

### 3/5 gekuppelte 2. C. 0-Vierzylinder-Verbundlokomotive für die Chicago und Ost-Illinois-Bahn.

(Engineering, 21. Sept. 1906, Seite 385. Mit Abb.)

Die Lokomotive ist von Vauclain in den Baldwin-Werken für Eilgüterzugdienst gebaut. Die vier Zylinder liegen in einer Ebene unter der Rauchkammer. Die beiden innen liegenden Hochdruckzylinder arbeiten auf die erste Triebachse, die außen liegenden Niederdruckzylinder mittels verlängerter Kolbenstange auf die Mittelachse. Diese Achse trägt die zweiwinkligen Scheiben für die Stephenson-Steuerung, die die beiden Kolbenschieber bewegt, von denen jeder gleichzeitig einen Hoch- und einen Niederdruck-Zylinder bedient. Die in der Mittelebene zusammengeschraubten beiden Zylinderguß-

stücke und der mit seiner breiten Feuerbüchse über den Barrenrahmen hinausreichende, hoch liegende Kessel sind mit ihren Einzelheiten dargestellt.

Zwischen dieser Verbundlokomotive und einer Zwillingslokomotive mit Flachschiebern, deren Hauptabmessungen weiter unten zusammengestellt sind, wurden im gewöhnlichen Dienst auf einer 260 km langen Strecke Vergleichsfahrten mit Zügen von 1000 bis 1500 t Gewicht und einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 32 km/St. ausgeführt. Das Ergebnis ist unter Beachtung aller verschiedenartigen äußerer Einflüsse, daß die Verbundlokomotive bei gleicher Verdampfung etwa 15 % weniger Wasser und Kohle verbraucht hat.

Die Hauptabmessungen der Vergleichslokomotiven sind folgende:

	Verbund	Zwilling
Zylinderdurchmesser d 2 je . . .	394 mm	2 je 559 mm
» d <sub>1</sub> 2 je . . .	661 »	
Kolbenhub h . . . . .	661 »	661 »

	Verbund	Zwilling
Triebraddurchmesser D . . . . .	1554 mm	1600 mm
Kesselüberdruck p . . . . .	16 at	13 at
Feuerbüchse, Länge . . . . .	2584 mm	2438 mm
» Weite . . . . .	1675 »	1710 »
Heizrohre, Anzahl . . . . .	278	328
» Durchmesser . . . . .	57,2 mm	50,8 mm
» Länge . . . . .	5500 »	4330 »
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	14,95 qm	15,1 qm
» » Rohre . . . . .	273,0 »	225,0 »
» im Ganzen H . . . . .	287,95 »	240,1 »
Rostfläche R . . . . .	4,35 »	4,17 »
Reibungsgewicht L <sub>1</sub> . . . . .	66 t	64,4 t
Gewicht der Lokomotive L . . . . .	87 t	84,5 t
» des Tenders . . . . .	55 t	65,5 t
Wasservorrat . . . . .	23 cbm	27 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	10 t	11 t

D—r.

## Signalwesen.

### Verbesserung der Fernsprecher.

(Wochenschrift für deutsche Bahnmeister 1907, Nr. 19, 12. Mai, S. 282.)

Die Streckenfernsprecher, welche dazu dienen, bei Unfällen und Betriebsstörungen Hilfe herbeizurufen, sind in den Wärterbuden oder, wo diese in zu großen Abständen liegen, in besondern Buden untergebracht. Da die Teile des Fernsprechers an den Wänden eines mit Tür versehenen Schränkchens befestigt und außerdem in Rücksicht auf den beschränkten Raum sehr zusammengedrängt sind, so ist ein Nachziehen der Schrauben oder eine gründliche Reinigung kaum ausführbar, auch bei den von Zeit zu Zeit am Induktor und Hakensummschalter nötig werdenden Ausbesserungen die Ausschaltung der ganzen Fernsprechvorrichtung und die Übersendung an die Telegraphen-Werkstatt nötig.

Neuerdings haben die »Deutschen Telephonwerke«, G. m. b. H. in Berlin, den Streckenfernsprecher derart eingerichtet, daß nach Abnahme der Induktorkurbel und Umstellung eines kleinen, am obern Kastenrande angebrachten Hebels ohne Lösung von Drahtverbindungen alle im Gehäuse befindlichen Teile gemeinsam und leicht durch Ziehen an einem vorgesehenen herabklappbaren Handgriffe herausgenommen werden können, so daß nun alle in Frage kommenden Schrauben und Teile des Läuteinduktors und der Polarisationszellen oder des neuerdings an deren Stelle tretenden Kondensators von allen Seiten zugänglich sind. Die Teile sind auf zwei rechtwinkelig zueinander stehenden Teakholzbrettern befestigt und ruhen auf einer Metallschlittenführung, die ein Verschieben durch genaue Einspannung unmöglich macht. Der Leitungsanschluß des herausziehbaren Einsatzes an das Kasteninnere erfolgt einfach durch stark reibende Federklemmen, so daß keinerlei Leitungs-

verbindungen gelöst oder wieder angeschlossen zu werden brauchen.

Als ein weiterer Vorzug der Einrichtung ist hervorzuheben, daß nach Herausnahme des Einsatzes, ähnlich wie bei Morseapparaten, selbsttätig ein Federklemmschluß stattfindet, welcher die Leitung an dieser Stelle kurzschließt, sodaß der Ruhestrom nicht unterbrochen wird.

Der Wecker bleibt im Stromkreise, also kann nach Herausnahme des Einsatzes zwecks Reinigung doch noch das Rufzeichen auf der betreffenden Station ankommen und nach raschem Wiedereinsetzen der Teile ein etwa gewünschtes Gespräch ohne Verzögerung geführt werden. Da diese Einsätze alle nach Lehre gearbeitet werden, kann Auswechslung ohne weiteres erfolgen. Bei erforderlichen größeren Ausbesserungen braucht die ganze Einrichtung nicht mehr an die zuständige Telegraphen-Werkstätte geschickt, sondern nur der Einsatz herausgenommen und ein anderer dafür eingestellt zu werden.

Gleichzeitig ist wegen der Mifsstände, die sich bei Verwendung des bisher üblichen Mikrophons durch unsichern Stromschluß gezeigt haben, ein anderes drehbares Mikrophon mit auswechselbarer Kohlenkugel-Sprechkapsel eingebaut, eine Veränderung, die sich ebenfalls leicht an vorhandenen Fernsprechern vornehmen läßt.

Die Blocktaste, bei der ebenfalls häufig Störungen durch Brechen der Zugfedern und des Hartgummizwischenstückes eintreten, wurde durch eine einfachere, aber verlässlichere Taste mit Druckfedern ersetzt.

Die Änderungen sind mit geringem Kostenaufwande zu bewirken.

## Technische Litteratur.

**Triebwagen oder Lokomotive.** Von C. Guillery, kgl. Eisenbahn-Bauinspektor in Cöln. Wien, 1905, Selbstverlag. Sonderabdruck aus den »Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokal- und Strafsenbahnwesens«. 1905, Heft 9 bis 11.

Die Druckschrift behandelt eine der brennendsten Fragen der heutigen Eisenbahnwirtschaft und bildet so eine erwünschte Bereicherung der eisenbahntechnischen Bücherei. Insbesondere bringt sie eine Darstellung der Entwicklung und des heutigen Standes des Triebwagenbaues mit vielen tatsächlichen Angaben und Quellenangaben, sodafs sie sich beim Einarbeiten in dieses Gebiet fruchtbar erweisen wird.

**Technische Abhandlungen aus Wissenschaft und Praxis.** Herausgegeben von Siegfried Herzog, Ingenieur. Zürich, 1905, A. Ranstein. Viertes Heft. Leitfaden für die Abfassung von Projekten über elektrische Licht-, Kraft- und Bahnanlagen. Preis 4 M.

Das Werk gibt knappe Anweisungen über die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse elektrischer Anlagen, und ist durch seine Hinweise auf zweckmäßige Ausführung und Kostenbeträge, sowie durch die Mitteilung ausführlicher Beispiele von Entwurf-Aufstellungen besonders wertvoll. Es wendet sich also vornehmlich an den ausführenden Elektrotechniker.

**Étude sur les déformations des voies de chemins de fer et les moyens d'y remédier** par M. G. Cuënot, ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au contrôle de la compagnie P.-L.-M. Paris, Ch. Dunod, 1905. Preis 12 frs.

Das aus Text und Atlas bestehende Werk des bekannten Oberbauforschers verfolgt die verschiedenen Bewegungen des Oberbaues: die bleibende und vorübergehende Biegung der Schienen, die Läng- und Quer-Bewegungen der Schwellen, sowie deren Einsenkung und Verbiegungen, die Lage der Schienenenden an den Stößen bei Belastung, kurz alle wichtigen Vorgänge im Gleise, und zwar zu dem besondern Zwecke, zwei grundsätzlich verschiedene Schwellenarten: die reine Holzschwelle und die aus Walzeisen und Holz zusammengesetzte Schwelle bezüglich ihrer Leistungen unter schweren schnell fahrenden Zügen zu vergleichen. Die Eisenschwelle besteht einmal aus einem oben engen Trapezeisen, das auf die Stopflänge unter den Schienen mit genau passenden Holzblöcken gefüllt, und unten durch Hakenbügel quer zusammengehalten ist, zweitens aus zwei seitlichen [-Eisen mit schmalen Flanschen, oberen und unteren Hakenbügeln, wagerechten Durchschrauben und rechteckiger Holzfüllung auf Stopflänge; letztere Schwellenform von Michel kann aus Handeisen gebildet werden.

Die Schilderung der Versuche, der verwendeten Kraft-erzeugung und der Meßwerkzeuge ist an sich höchst beachtenswert. Das Ergebnis besteht in der Feststellung, dafs die zusammengesetzte Schwelle namentlich bezüglich der Schwellenverbiegung, der Schienenbefestigung und der Stofs-lage der hölzernen sehr weit überlegen sei.

Das Werk gibt reiche Anregung in verschiedenen Beziehungen und scheint auch Mittel zur Gewinnung eines Gleises für Schnellverkehr zu bieten. Der Verfasser spricht den Wunsch aus, dafs zur Durchforschung der behandelten Fragen auch an anderen Stellen führen möge, ein Wunsch, dem wir uns anschliefsen, und wegen dessen wir das Lesen des Buches gern gefördert sehen.

**Theorie der Verbundbauten in Eisenbeton und ihre Anwendung** von G. Barkhausen, Professor, Geheimem Regierungsrate in Hannover. Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag, 1907. Preis 2,0 M.

Mit der vorliegenden Arbeit steht der durch seine theoretischen Untersuchungen auf dem Gebiete des Eisenbetons\*) bekannte Verfasser auf dem Boden der »ministeriellen Bestimmungen« hinsichtlich der zu Grunde gelegten Voraussetzungen. Zugspannungen sind somit dem Beton nicht zugemutet, eine Annahme, der sich allmähig fast alle Theoretiker angeschlossen haben. Zum ersten Male wird in der Arbeit der Versuch gemacht, die Grundgleichungen des durch Biegemomente und Längskräfte beanspruchten Balkens mit einfachen und doppelten Eiseneinlagen systematisch für die folgenden drei Fälle zu entwickeln: 1) für gegebene äußere Belastungen sollen die Abmessungen des Verbundkörpers bestimmt werden: Entwürfe; 2) die bei gegebenen Belastungen und Abmessungen eintretenden Spannungen sollen berechnet werden: Entwurfsnachprüfungen; 3) die Belastung soll ermittelt werden, die ein gegebener Verbundkörper bei bestimmten Spannungen ertragen kann: Bestimmung der Tragfähigkeit oder der Bruchlast. Zur Vereinfachung der Grundgleichungen sind hinsichtlich der Druckeinlage bestimmte Annahmen gemacht, und zwar ist diese entweder als von vornherein gegeben, oder gleich der Zugeinlage eingeführt. Letztere Annahme trifft im Allgemeinen bei Eisenbetongewölben stets zu, während die erstere für den Balken mit oberer und unterer Einlage in den wenigsten Fällen vorliegen dürfte. Aus den allgemeinen Grundgleichungen werden die Sonderfälle: Längskraft und obere Eiseneinlage jede für sich, oder beide zugleich = 0 in einfacher Weise gewonnen. Die Schub- und Haft-Spannungen, diejenigen Eigenschaften des Eisenbetons, welche noch am meisten der Klärung durch Versuche bedürfen, sind sehr eingehend untersucht, auch sind für die Durchbiegungen neue brauchbare Gleichungen entwickelt. Der Arbeit, einem Sonderabdruck aus dem »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens«, wurde ein Abschnitt über Ersatzhaftkräfte neu hinzugefügt. Dadurch, dafs dem Werke auch eine Reihe wichtiger, insbesondere für das Eisenbahnwesen bedeutungsvoller Zahlenbeispiele beigegeben ist, wird es dem Theoretiker wie dem Praktiker sehr gute Dienste leisten.

Dr.-Ing. Ph. Völker.

\*) Zeitschr. f. Architektur u. Ingenieurwesen 1901; Deutsche Bauzeitung 1905.

**Die dynamoelektrischen Maschinen.** Ein Handbuch für Studierende der Elektrotechnik. Von Silvanus P. Thompson, Direktor und Professor der Physik an der Technischen Hochschule der Stadt und Gilden von London. Siebente, vollständig umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Übersetzt von K. Streckler und F. Vesper. Heft 1. Halle a/S., 1906, W. Knapp. Preis 2,0 M.

Das Werk ist ein weltbekanntes und bedarf keiner besondern Hervorhebung. Mit Genugtuung begrüßen wir die Gelegenheit der Ausgabe der 7. Auflage, die dem Verfasser die Mitteilung seiner neuesten Erfahrungen und Forschungen ermöglicht, die namentlich auch in vollständigen Berechnungsbeispielen von verschiedenen Maschinenarten niedergelegt sind.

Die Auflage erscheint in 12 Heften des ersten und 10 Heften des zweiten Bandes, von denen jetzt das erste vorliegt. Wir geben der Hoffnung Ausdruck, daß auch diese deutsche Übersetzung recht bald vollständig erscheinen wird.

**Allgemeine Eisenbahnkunde für Studium und Praxis.** Zwei Teile, von L. Troske, Professor an der technischen Hochschule Hannover. Leipzig 1907, O. Spamer. I. Teil Anlage und Bau, 3,5 M. II. Teil Ausrüstung und Betrieb, 8,50 M.

Der Verfasser hat sich eine schwierig zu lösende Aufgabe gestellt. Es ist heute bereits sehr schwierig, ein umfassendes Werk über das ganze Eisenbahnwesen für Bau-, Maschinen- und Betriebs-Techniker zu schreiben, auch wenn ein beliebiger Raum dafür zur Verfügung steht, da zum Umfassen des ganzen Gebietes eine aufsergewöhnliche Vielseitigkeit und Erfahrung des Verfassers gehört. Hier kam nun auch noch die Erschwerung durch Raumbeschränkung in weit gehendem Maße zur Geltung, denn wenn das Werk in seiner Absicht Erfolg haben wollte, auch den das Eisenbahnwesen verfolgenden Laienkreisen und im Anschlusse an die Vorlesungen des Verfassers den Studierenden zu dienen, so mußte es knapp in der Haltung bleiben.

Daß diese Schwierigkeit sich tatsächlich fühlbar gemacht hat, geht aus der Haltung verschiedener, schon vorliegender Besprechungen hervor, die je nach der fachlichen Stellung des Verfassers weitem Ausbau bald nach der einen, bald nach der andern Richtung wünschen, oder die Behandlung beispielsweise aufgeführter Einzelheiten bemängeln, deren erschöpfende Beurteilung nur in umfangreichen Sonderwerken, nicht aber in einer geschichtlichen Darstellung des ganzen Eisenbahnwesens möglich ist. Mit Bezug auf diese Bemängelungen mag noch bemerkt werden, daß manche mit der Technik des Eisenbahnwesens in loserm Zusammenhange stehende Gegenstände der Aufnahme in eine Erweiterung des Werkes in wirtschaftlicher Beziehung vorbehalten sind, wie aus der Inhaltsangabe der buchhändlerischen Anzeige folgt. So ist es zu erklären, daß manche mit der Wirtschaft der Eisenbahnen unmittelbar in Verbindung stehende Gegenstände, wie Zugbelastung, Zugbildung, Fahrplanaufstellung, Strecken- und Betriebs-Dienst, Tarife und Abfertigung hier noch nicht behandelt sind.

Befreit man sich nun von der mehr oder weniger einseitigen Stellungnahme dieser Besprechungen, berücksichtigt

man vielmehr, daß die Zeichnung eines auf der geschichtlichen Entwicklung beruhenden Bildes der Technik des ganzen Eisenbahnwesens beabsichtigt ist, das zugleich den Laien und den Technikern verschiedener Richtung dienen soll, so kann man unseres Erachtens nur feststellen, daß die Lösung der so umschriebenen Aufgabe durch umfassende Sachkunde und Geschick in knapper, doch anregender Darstellung geeignet erscheint, als voller Erfolg bezeichnet werden zu können. Daß für die einzelnen Sondergebiete in dem vorgezeichneten Rahmen keine erschöpfende Sammlung aller Einzellösungen geboten werden konnte, daß also zum Zwecke tatsächlicher Festsetzung von Einzelheiten für Ausführungen Sonderbearbeitungen herangezogen werden müssen, ist so selbstverständlich, daß wir diesen Umstand hier nur gegenüber solchen Besprechungen betonen, die uns das Wesen des Werkes nicht ganz richtig aufgefaßt zu haben scheinen, und da Lücken finden, wo es sich in der Tat nur um notwendige und zweckmäßige Beschränkung handelt.

Wir sind der Ansicht, daß es in der Tat hier noch einmal gelungen ist, ein umfassendes Bild der Eisenbahntechnik zu schaffen, das dem Laien und Studierenden zugänglich, doch auch den Technikern verschiedener Richtungen durch die Wiedergabe einer abgeklärten Übersicht nützlich ist, während die erschöpfenden Bearbeitungen von Einzellösungen mehr und mehr in nur für den Sonderfachmann bestimmte Einzelschriften zerfallen, den geschichtlichen Boden verlassend und den Zusammenhang mit den Nachbarfächern aufgebend.

Wer das Werk so seinem ausgesprochenen Zwecke entsprechend auffaßt, der wird darin Genüge durch Klärung des Überblickes und vielfache Anregung zu Sonderstudien finden, und so können wir das Werk den Lesern verschiedenster Richtung zu eingehender Kenntnisnahme empfehlen.

**Das Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen** vom 28. Juli 1892, erläutert von W. Gleim, Wirklichem Geheimem Ober-Regierungsrat, vortragendem Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten z. D. Vierte, neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Berlin 1907, F. Vahlen. Preis 9,0 M.

Die Bahnnetze, die als solche untergeordneter Bedeutung bezeichnet werden, haben sich schnell zu solchen sehr hoher wirtschaftlicher Bedeutung aufgeschwungen und wachsen an räumlicher Ausdehnung und Wichtigkeit für die Volkswirtschaft von Tag zu Tage. Die rasche Mehrung der an diesen Zubringern des großen und Bahnbrechern des kleinsten Verkehrs Beteiligten prägt sich auch in dem raschen Wiedererscheinen des vorliegenden Werkes aus, das den Bedürfnissen dieser Kreise dauernd auf das beste gerecht wird, und einen wirksamen Berater des Eisenbahnfachmannes, des Wirtschaftslehrers und der vom Verkehre abhängigen Gemeinden und Geschäftstreibenden zu bilden im stande ist. So ist denn auch die vierte Neuausgabe als ein das Verkehrswesen förderndes Ereignis auf dem Büchermarkte bekannt zu geben.