

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XL. Band.

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

1. Heft. 1903.

### Schmierpressen für Lokomotiven.

Von Patté, Eisenbahn-Bauinspektor, Vorstand der Maschinen-Inspektion 1 zu Hannover.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 16 auf Tafel I.

#### 1. Allgemeines.

Die von den preussischen Staatsbahnen seit dem Jahre 1898 beschafften Heißdampf-Schnellzuglokomotiven gaben Veranlassung, die bis dahin zum Schmieren unter Dampf gehenden Teile verwendeten Auftrieböler für diese Lokomotiven durch Schmierpressen zu ersetzen, um ausreichende und gleichmäßige Oelzuführung unbedingt sicher zu stellen. Diese ist geboten, da der Wärmegrad des überhitzten Dampfes 325 bis 350° C. erreicht, und da die verwendeten Kolbenschieber sorgfältiger Schmierung bedürfen. Um diesen Zweck zu erreichen, erhält jede Schmierstelle eine Oelzuführung, jeder Kolbenschieber deren sogar zwei, während die Auftrieböler je eine gemeinsame Oelleitung für beide Schieber und beide Kolben bei Zwillingslokomotiven, oder für Schieber und zugehörigem Kolben bei Verbundlokomotiven, besitzen.

Der Verwendung der Pressen stellten sich anfänglich verschiedene Schwierigkeiten entgegen, hervorgerufen durch die besonderen Verhältnisse, unter denen Lokomotiven im Gegensatz zu Dampfmaschinen arbeiten. In erster Linie galt es, sichere und gleichmäßige Oelzuführung auch unter häufig wechselnden Dampfspannungen zu erzielen und Leersaugen der Oelleitungen beim Leerlaufe zu verhüten. Ferner waren Vorkehrungen zu treffen, um die Presse gegen Einfrieren und Verschmutzungen zu schützen und gegen die auftretenden heftigen Stöße genügend widerstandsfähig zu machen.

Die nach Vornahme verschiedener Verbesserungen erzielten befriedigenden Ergebnisse haben schliesslich zur Verwendung der Schmierpressen auch bei anderen Lokomotiven geführt.

Während die bisher üblichen Auftrieböler das Oel den Leitungen durch Auftrieb im Wasser in Gestalt von Tropfen zuführen, wird der Schmierstoff bei den Pressen durch Stempel in die Leitungen gedrückt. Die Pressen erhalten ihren Antrieb vom Triebwerke der Lokomotive, sind mithin während der Fahrt in Tätigkeit, beim Stillstande der Lokomotive ausser Betrieb. Die unnütze Schmierung, welche bei den Auftriebölern während des Stillstehens der Lokomotive eintritt,

findet mithin hier nicht statt, vielmehr steht die Oelzuführung in geradem Verhältnisse zur Fahrgeschwindigkeit.

Die Presse steht entweder auf dem Führerstande oder dem Laufbrette. Erstere Anordnung gewährt genügend Schutz gegen Einfrieren, gestattet gute Ueberwachung auch bei Nacht und bietet die Möglichkeit, die Presse nach Versagen des Antriebes von Hand zu bedienen. Andererseits ergeben sich bei dieser Aufstellung lange Oelleitungen, welche deshalb möglichst vermieden werden müssen, weil die sich ansammelnden Luftmengen die gleichmäßige und sichere Oelzuführung ungünstig beeinflussen.

Um möglichst unabhängig von den beim Oeffnen und Schliessen des Oelers auftretenden Druckschwankungen zu sein, werden Rückschlagventile angewendet, welche verhindern, daß bei entstehender Luftverdünnung im Schieberkasten Leersaugen der Leitungen eintritt.

Die tadellose Wirkung dieser Ventile ist für die sichere und gleichmäßige Oelzuführung von wesentlicher Bedeutung.

Als ein Nachteil der Aufstellung der Presse auf dem Führerstande ist noch zu bezeichnen, daß der Platz auf der Heizerseite und der Austritt zum Laufbrette namentlich durch grössere Pressen beengt wird.

Bei Aufstellung auf dem Laufbrette, zweckmässig nahe an den Zylindern, ist eine Umhüllung der Presse zum Schutze gegen die Witterung, Staub und Schmutz und eine Heizvorrichtung zur Verhütung des Einfrierens erforderlich.

Diese läßt sich in einfachster Weise durch Herumführen eines mit Abdampf gespeisten Rohres oder durch besonders angeordnete Heizkanäle für Abdampf bewirken.

Für die Art des Antriebes ist der Aufstellungsort ohne Belang. Sämtliche Stempel, deren zwei, vier, sechs und noch mehr vorkommen, sind vereinigt und mit gemeinsamem Antriebe versehen. Dieser besteht aus einer Schraubenspinde, welche durch Schneckenrad und Schnecke von der Kurbel oder Schwinde aus mittels Schaltwerkes in Drehung versetzt wird. Der Antrieb von der Schieberstange aus ist wegen der

wechselnden GröÙe des Schieberweges weniger zu empfehlen. Durch Drehung der Spindel wird ein mit Muttergewinde versehenes Querhaupt für sämtliche Stempel abwärts bewegt und dadurch das in den Prefszylindern befindliche Oel in die von jedem Zylinder abzweigende Oelleitung gedrückt.

An Stelle dieser durch die Spindel gleichmäßig abwärts bewegten Stempel werden auch Pumpenkolben verwendet, denen durch Excenter eine hin- und hergehende Bewegung zum Ansaugen und Hineindrücken des Oeles ertheilt wird.

Die Spindel wird entweder durch Sperrräder, Reibungsräder oder Kugelschaltwerke in Umdrehung versetzt, von denen der, letztgenannte Antrieb als der zweckmäßigste bezeichnet werden darf.

Zur Erzielung sparsamen Oelverbrauches bedarf es der genauen Feststellung der für die zu schmierenden Teile erforderlichen Oelmengen, um hiernach die Stempelquerschnitte bestimmen zu können. Wie bereits erwähnt, erhält jeder Schieber und Kolben das Oel durch besondere Leitung. Wenn den Zylindern auch durch den aus den Schieberkasten kommenden Dampf stets Fett zugeführt wird und diese daher eine Unterbrechung der Oelzuführung vertragen können, so muß bei Lokomotiven auch auf längere Zeit dauernde Absperrung des Dampfes während der Fahrt gerechnet werden. Es kann daher im Allgemeinen wie bei ortsfesten Maschinen auf unmittelbare Oelzuführung zu den Zylindern nicht verzichtet werden.

Durch eingehende Versuche ist das Verhältnis der Querschnitte der Prefsstempel bei 2/4 gekuppelten Verbund-Schnellzuglokomotiven festgesetzt wie folgt:

Schieber:		Kolben:	
Hochdruck	Niederdruck	Hochdruck	Niederdruck
H. S.	N. S.	H. K.	N. K.
40%	25%	20%	15%

Bei den Zwilling-Heißdampflokomotiven ist das Verhältnis zwischen Schieber- und Kolbensmierung etwa  $S : K = 40 : 30$ .

Bei diesen Lokomotiven finden zweckmäßig sechs-stempelige Pressen Verwendung, um jedem Kolbenschieber durch je zwei Leitungen Oel zuführen zu können. Dadurch wird eine ausreichende Schmierung der aus zwei Kolbenkörpern bestehenden, durch Kolbenstange verbundenen Schieber verbürgt. Bei Verbund-Lokomotiven ist der Oelverbrauch auf der Niederdruckseite geringer, weil der von der Hochdruckseite kommende Dampf Fett mit sich führt.

Zwecks genauer Einstellung der Pressen ist der Schalterhebel für den Angriff der Schubstange mit einer Anzahl Löchern versehen, welche die Regelung des Stempelweges durch Einstellung der Hebellänge ermöglichen.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist die Annahme begründet, daß es gelingen wird, den Oelverbrauch der unter Dampf gehenden Theile, welcher bislang 4,5 bis 6,0 kg beträgt, auf 3 bis 4 kg für 1000 Lokomotivkilometer herabzudrücken. Ob indes die Pressen die Auftriebler ganz verdrängen werden, namentlich bei den bisherigen Lokomotiven, muß noch dahingestellt bleiben. Deren Vortheile: geringe Raumbeanspruchung und sichtbare Tropfenbildung, welche eine stete Ueberwachung der Oelzuführung gestattet, sowie das Fehlen beweglicher, der Abnutzung unterworfenen Teile, haben die in großer Zahl auf den Lokomotiven der preussischen Staatsbahnen vorhandenen de Limon'schen Oeler bei den Lokomotivbeamten allgemein beliebt gemacht. Ihre Wirkungsweise läßt bei sachgemäßer Behandlung, welche vorzugsweise in gründlicher, in angemessenen Zeiträumen vorzunehmender Reinigung mittels Sodalösung und im Durchblasen von Dampf besteht, nichts zu wünschen übrig.

## 2. Die Schmierpresse von Ritter.

Abb. 1 bis 5, Taf. I.

Die in Textabb. 1 und den Abb. 1 bis 4, Tafel I dargestellte Ritter'sche Presse besteht aus sechs durch den

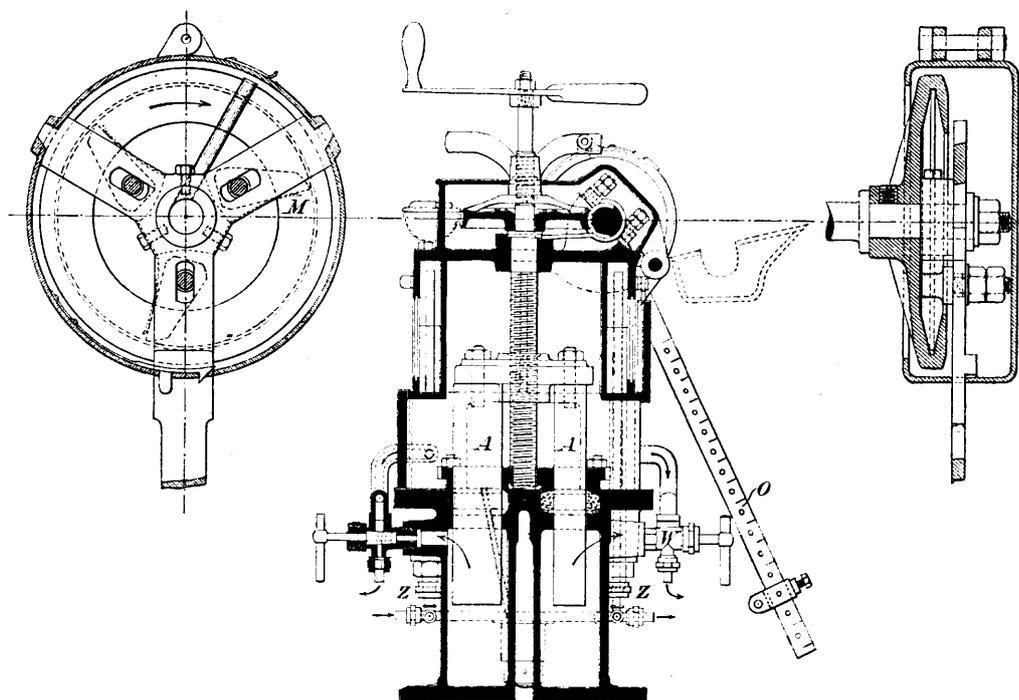


Abb. 1.

Stempelkopf B fest miteinander verbundenen Stempeln A nebst den dazugehörigen Prefszylindern. Die Bewegung der Stempel erfolgt durch die Schraubenspindel C, welche den mit Muttergewinde versehenen Stempelkopf B auf- und abwärts bewegt. Die Füllung der Prefszylinder erfolgt durch die auf beiden Seiten angeordneten, mit Dreiwegehähnen versehenen Oelbehälter R in der Weise, daß die Stempel nach Oeffnung der Hähne durch die Handkurbel G hochgeschraubt werden. Die Flügelmutter F ist zu diesem Zwecke zu lösen. Zur Inbetriebsetzung sind die Handgriffe der Hähne nach unten zu drehen, wodurch die Verbindung zwischen den Prefszylindern und Oelleitungen hergestellt wird, sodann ist die Handkurbel einige Male herumzudrehen, um genügend Anfangsdruck zu erhalten, und die Flügelmutter fest anzuziehen. Die tiefste Stellung der Stempel, bei welcher die Zylinder entleert sind, ist durch einen an der Aufsenseite angeordneten Zeiger kenntlich gemacht.

Zum Schutze gegen Einfrieren und zur Erwärmung dickflüssigen Oeles sind Dampfleitungen Z um die Presse herumgeführt.

Der Antrieb wird eingeleitet durch den Schalthebel O, auf welchem der verschiebbare Kloben P als Angriff der Zugstange angeordnet ist. Der Schalthebel bewegt mittels der Klinken M und der Klinkenscheibe L die Schneckenwelle H und damit das lose auf der Spindel C sitzende Schneckenrad D. Letzteres wird durch die Feder E und Flügelmutter F in feste Verbindung mit der Spindel gebracht, wodurch die Bewegung des Schaltwerkes auf die Spindel und damit auf die Stempel übertragen wird. Diese Feder verhütet auch eine Drehung der Spindel bei tiefster Stellung der Stempel und Zerstörungen der Presse bei Unachtsamkeit der Mannschaft.

Ein Zurückschwingen der Klinkenscheibe wird durch die anziehbaren Bremsfedern K im Lagerdeckel verhindert.

Das ordnungsmäßige Arbeiten der Presse ist an der gleichmäßigen Drehung der Handkurbel zu erkennen. Steht diese still, so ist entweder die tiefste Stellung der Stempel erreicht, also die Presse entleert, oder die Feder E oder die Bremsfedern K sind nicht genügend gespannt. Auch zu große Reibung wegen mangelhafter Schmierung kann die Ursache des Stillstehens sein.

Eine solche Presse hat auf einer Heißdampflokomotive der Eisenbahndirektion Hannover über ein Jahr anstandslos gearbeitet, ohne zu irgend welchen Störungen Anlaß zu geben.

Um Leersaugen der Leitungen zu verhindern, ist das in Abb. 5, Taf. I dargestellte Rückschlagventil in unmittelbarer Nähe der Zylinder in jede Oelleitung eingebaut. Die Ventilder Feder drückt das Ventil, welches sich bei jeder Drehung der Spindel öffnet, um das in die Leitungen geprefste Oel durchzulassen, nach Aufhören des Druckes der Stempel, insbesondere auch bei Luftverdünnung im Schieberkasten, auf seinen Sitz zurück.

Durch Oeffnen des Vierkanthahnes ist festzustellen, ob die Leitung ordnungsgemäß gefüllt ist.

Vor Eintritt des Oeles in den Schieberkasten findet innige Vermischung mit Dampf und beim Austreten aus der engen Düse des Rückschlagventiles Zerstäubung statt.

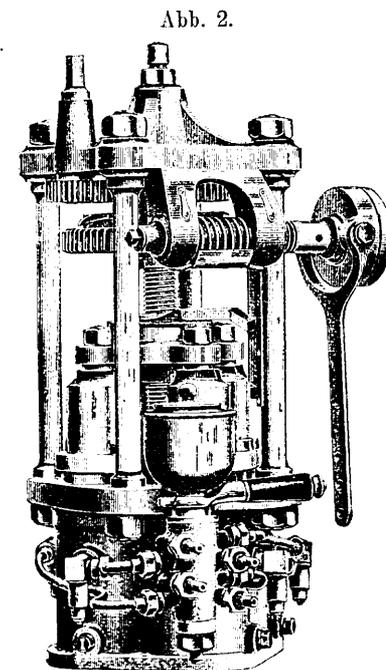
### 3. Die Schmierpresse von Michalk.

Abb. 6 bis 12, Taf. I.

In Textabb. 2 und den Abb. 6 bis 10, Taf. I ist eine vierstempelige Presse dargestellt, welche mit gutem Erfolge auf einer Verbund-Schnellzuglokomotive der Eisenbahndirektion Hannover verwendet ist. Als Antrieb dient ein Kugelschaltwerk, welches sich vor anderen Antriebsvorrichtungen dadurch auszeichnet, daß es keiner besondern Wartung, Einstellung oder Nachstellung bedarf, und bei guter Haltbarkeit und geringer Abnutzung durchaus zuverlässig wirkt; die hin- und hergehende Bewegung der Schwinde wird durch den Schalthebel S (Abb. 6, Taf. I) und das Kugelschaltwerk auf Schnecke und Schneckenrad und von Letzterm durch eine Riegelkuppelung auf die Schraubenspindel übertragen (Abb. 6 bis 7, Taf. I). Schnecke und Spindel sind mit verstellbaren Widerlagern bd ausgerüstet, durch welche leichter Gang der Presse auch beim Zurückdrehen der Spindel bei Füllung der Prefszylinder erzielt wird. Zum Füllen ist der Riegel t<sup>1</sup> nach geringem Zurückdrehen der Kurbel durch Seitwärtsdrücken

der Klinke k zurückzuschieben und damit die Kuppelung t auszuschalten.

Die Füllung erfolgt sodann ähnlich wie bei der Ritter'schen Presse durch Hochschrauben der Stempel. Es ist darauf zu achten, daß das Füllgefäß beim Hochschrauben der Stempel nicht leer wird, damit keine Luft in die Zylinder tritt. Als eine Vereinfachung ist die Verwendung eines gemeinsamen Füllgefäßes für sämtliche Zylinder mit nur einem Hahne zu bezeichnen, während andere Pressen für jeden Zylinder eine besondere Füllvorrichtung mit je einem Hahne besitzen.



In der tiefsten Stellung der Stempel findet eine selbstthätige Ausrückung mittels der als Ausrücker ausgebildeten Spindelmuttern (Abb. 6 u. 9, Taf. I) statt, so daß auch hier eine Zerstörung der Presse in Folge Unachtsamkeit ausgeschlossen ist.

An den Zylindern befinden sich auf 17 at eingestellte Sicherheitsventile (Textabb. 8, Taf. I), welche in Wirksamkeit treten, wenn die Oelleitungen durch irgend welche Umstände verengt oder verstopft sind.

Die zur gleichmäßigen Erhaltung des Oeldruckes in den Leitungen und Verhütung des Leersaugens der letzteren dienenden Oeldruck-Rückschlagventile sind aus Abb. 11, Taf. I ersichtlich.

Außerdem hat Michalk noch besondere Vorkkehrungen getroffen, durch welche nicht nur eine Ersparnis an Oel erzielt, sondern auch die Schmierung wirksamer gestaltet werden soll. Dieser sogenannte Oelsparer schützt das Oel vor Bei-

mischung von Niederschlagswasser, erwärmt es auf die für die Schmierstelle erforderliche Dampflitze und führt das so vorbereitete, weder vom Dampf noch Wasser mehr zu beeinflussende Oel den Gleitflächen zu.

Besondere Einrichtungen im Schieberkasten bieten ferner Gewähr dafür, daß das Oel unbeeinflusst von dem Wechsel der Dampfspannung an die richtige Stelle der Gleitfläche gelangt.

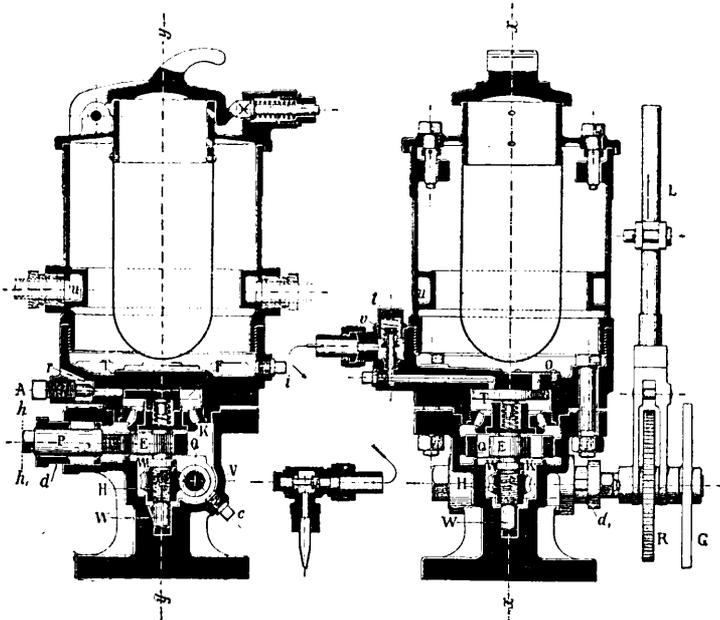
Die Ansicht der Presse ist aus Textabb. 2, die Anbringung an der Lokomotive aus Abb. 12, Taf. I ersichtlich. Der Antrieb erfolgt hier von der Schwinge, kann aber, wie mit gestrichelten Linien angedeutet ist, auch von der Radachse bewirkt werden. Die Presse steht auf dem Führerhause, durch f sind die Oeldruck-Rückschlagventile, durch g die Oel-sparer bezeichnet.

#### 4. Die Schmierpumpe von Friedmann.

Abb. 13 bis 16, Taf. I.

Das Oel wird den Schmierstellen nicht durch Abwärtsbewegung von Preßstempeln, sondern durch Tauchkolben zugeführt, welche durch Excenter in hin- und hergehende Bewegung gesetzt werden. Zur Regelung der Oelzuführung diente bislang ein für sämtliche Schmierstellen gemeinsamer, mit Schlitz versehener Drehschieber, der während des Saugens Oel in den Pumpenzylinder treten läßt, während des Drückens die Oelzuführungskanäle nach einander öffnet und abschließt. Excenter nebst Drehschieber sitzen auf einer Spindel, welche in gleicher Weise, wie bei den Pressen, durch Schaltrad, Schnecke und Schneckenrad angetrieben wird. Diese in Textabb. 3 dargestellte Bauart hat den für gleichmäßige und

Abb. 3.



sichere Schmierung zu stellenden Anforderungen nicht durchweg entsprochen, namentlich in Folge Auftretens von Undichtigkeiten an dem Drehschieber und den Rückschlagventilen, und ist inzwischen durch die in Abb. 13 bis 16, Taf. I dargestellte Anordnung ersetzt. Diese unterscheidet sich von der erstbeschriebenen Bauart zunächst dadurch, daß soviel von einer gemeinsamen Excenterwelle getriebene Pumpen zur Anwendung gelangen, wie Schmierstellen vorhanden sind.

Jeder der vier Oeler ist für sich einstellbar, und pumpt

der zugehörigen Verbrauchsstelle das Oel unbeeinflusst von den in den Leitungen auftretenden Gegendrücken zu.

Bei den durch die Doppelcenter EE<sub>1</sub> eingeleiteten auf- und abgehenden Bewegungen der Kolben p und q wird das Oel durch die oberen Oeffnungen o und y vom Oelbehälter angesaugt und durch die untere Oeffnung y in den Druckraum k gedrückt. Die Bewegung der beiden Kolben p und q gegeneinander ist eine derartige, daß eine unmittelbare Verbindung zwischen Druckraum k und Oelgefäß nicht eintreten kann. Die Regelung der Oelzuführung erfolgt durch Veränderung des Hubes des Kolbens p. Die Vergrößerung der Oelzuführung geschieht durch Niederschrauben, die Verminderung durch Heraus-schrauben des Anschlagbolzens R.

Jede Leitung enthält ein Rückschlagventil v, welches nach Entfernung der Kappe t nachgesehen und gereinigt werden kann.

Der Antrieb erfolgt durch Sperrgetriebe mittels des Schalthebels L.

Derartige Pumpen sind bei den österreichischen Staatsbahnen dem Vernehmen nach seit längerer Zeit mit gutem Erfolge in Betrieb und werden auch neuerdings auf den preussischen Staatsbahnen erprobt.

Ein Vorzug dieser Bauart ist die Einfachheit in der Bedienung. Nach Füllung des Oelbehälters ist die Pumpe betriebsfähig. Es bedarf keiner Einstellung von Hähnen, keines Hochschraubens von Preßstempeln und Loskuppelns des Triebwerkes. Auch ist keine selbsttätige Ausrückung erforderlich. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß alle bewegten Teile in Oel laufen.

#### 5. Die Wagner'sche Schmierpresse.

Der Vollständigkeit halber soll die bereits früher\*) beschriebene, auf bayerischen Bahnen versuchsweise verwendete Wagner'sche Presse den anderen gegenüber gestellt werden. Das Oel wird durch die Preßstempel nicht unmittelbar nach der Schmierstelle, sondern zunächst in eine Zerstäubungsvorrichtung gedrückt und von hier mittels einer Frischdampfleitung einem Vertheilungsschieber zugeführt. Dieser ist so eingerichtet, daß bei geöffnetem Regler nur die Schieber, bei Leerlauf nur die Kolben geschmiert werden. Diese Einrichtungen haben noch den Zweck, Zusatz vom Graphiol zu dem Mineralöle zu ermöglichen, um chemische Zersetzungen und damit der Verminderung der Schmierfähigkeit bei Anwendung überhitzten Dampfes entgegenzuwirken, die Reibung zu verringern und Ansammlungen fester öliger Rückstände in den Schieberkasten zu vermeiden.

Bei den preussischen Staatsbahnen hat die Anwendung von Graphiol für die unter Dampf gehenden Teile keine Vortheile ergeben. Hier wird ein gemischtes Oel mit hohem Entflammungspunkte verwendet, bei welchem weder chemische Zersetzungen, noch Einbuße an Schmierfähigkeit auch bei hohem Dampfdrucke und überhitztem Dampfe zu fürchten sind. Dagegen hat sich die Verwendung von Flockengraphit zum Bestreuen der Stopfbüchsenpackungen als recht vorteilhaft erwiesen. Die damit behandelten Dichtungen zeichnen sich durch ihre Haltbarkeit, die Kolben- und Schieberstangen durch Glätte und geringe Abnutzung aus.

\*) Organ 1900, S. 62.

## Achsenzahl der Güterzüge und Kohlenverbrauch.

Von E. Fränkel, Eisenbahn-Bauinspektor in Breslau.

Hierzu Zeichnung Abb. 17 auf Tafel I.

Bei sinkender Achsenzahl der Güterzüge nimmt der Kohlenverbrauch für 1 Achskm. zu, ebenso der Bedarf an Zug- und Lokomotivmannschaften, weil deren Ausnutzung eine ungünstigere ist, als bei Zügen mit größten Achsenzahlen. So ist bei den preussischen Staatsbahnen der Kohlenverbrauch für 1000 Achskm. aller Art seit dem günstigsten Jahre 1895 von 0,35 t auf 0,45 t im Jahre 1900, also um 28,5% gestiegen, während die Achsenzahl der dieses Verhältnis am meisten beeinflussenden Güterzüge von 79 auf 67, also um 15,3% gefallen ist.

Am deutlichsten geht dieser Zusammenhang aus der schaubildlichen Aufzeichnung (Abb. 17, Taf. I) hervor, welche sich über einen Zeitraum von 10 Jahren erstreckt. Zunächst ist ersichtlich, daß trotz steter Vermehrung der Achsbelastung der Güterwagen um etwa 20% seit 1891 und gleichmäßiger Vermehrung der Personenwagen-Achskilometer bei stets wachsender Geschwindigkeit der Einheitskohlenverbrauch mit steigender Achsenzahl der Güterzüge abnimmt und umgekehrt. Abgesehen von der etwas sprunghaften Zunahme im Jahre 1897 in Folge Aufhebung der Belohnung für ersparte Kohlen, zeigen die beiden Linien 4 und 5 einen ziemlich gleichartigen, diese Abhängigkeit bestätigenden Verlauf. Ferner zeigen 8 und 9, daß die Güterachskm. stärker zugenommen haben, als die Personenwagen-Achskm.

Die Linie 4 ist also noch dazu günstig beeinflusst, weil ja für ein Güterzug-Achskm. weniger Heizstoff erforderlich ist, als für ein Personenzug-Achskm. Eine Trennung der bezüglichen Aufschreibungen ebenso wie für den durchschnittlichen Mannschaftsbedarf der beiden Zuggattungen ist sehr schwierig, da bei größeren Bahnbetrieben sehr verwickelte Beziehungen hierfür vorhanden sind. Daher wurde von der Ermittlung des auf Achskm. bezogenen Mannschaftsbedarfes bei verschiedenen Zugbelastungen Abstand genommen, welcher aber, wie oben erwähnt, ebenfalls zu Ungunsten der kürzeren Züge ausfallen muß.

Gewiss ist es kein bloßer Zufall, daß das Jahr der Neuordnung der Eisenbahnverwaltung 1895 mit größten durchschnittlichen Zugbelastungen von 79 Achsen, auch für die Gesamt-Betriebsausgaben einen Mindestwert ergab, und seither stetes Ansteigen dieser erfolgte, obschon andere Umstände hier mitgewirkt haben.

Trotzdem wäre es verfehlt, die aus Betriebs-, Verkehrs- und Sicherheitsgründen seit jener Zeit verminderte Achsenzahl der Güterzüge etwa erhöhen zu wollen; anders aber liegt die Frage, ob es nicht angängig ist, die durch Kürzung der Züge verursachten Mehrkosten an Mannschaften und Betriebsbedarf durch verkürzte Fahrzeiten und Aufenthalte auszugleichen.

Zwar ist in den letzten Jahren die Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge etwas erhöht worden, aber bei weitem nicht im Verhältnis zu der ebenfalls gesteigerten Leistungsfähigkeit der Lokomotiven. Insbesondere auf der Wagerechten wird, wie man sich leicht bei Fahrten auf diesen überzeugen kann, mit

stark gedrosseltem Regler gefahren, was einer ungünstigen Dampfwirkung im Zylinder und hohem Kohlenverbrauche für die Arbeitseinheit, also für ein Achskm. entspricht.

Es hätte zur Herbeiführung geringen Kohlenverbrauches mit den wachsenden Leistungen und Abmessungen der Lokomotiven auch die zu fördernde Achsenzahl zunehmen müssen; aber gerade das Gegenteil ist der Fall gewesen, sehr zum Schaden der Wirtschaftlichkeit.

Wenn man den oben berechneten, günstigsten Einheitssatz von 1895 zu Grunde legt und dabei die gestiegenen Kohlenpreise berücksichtigt, so würde bei den gegenwärtigen Verhältnissen immerhin ein Mehrbetrag für Kohlen von etwa 12 bis 15 Millionen Mark auf ein Jahr zu verzeichnen sein.

Es mag daher untersucht werden, ob die übeln Folgen dieser nicht ganz zu vermeidenden, entgegengesetzten Entwicklung von Lokomotiv- und Zug-Größe, nicht vermindert werden können.

Die Entwicklung des Lokomotivbaues geht dahin, möglichst große Züge ungetheilt und ohne Vorspann über die maßgebenden Steigungen zu schleppen, und so wurden nicht nur die früher üblichen Kessel zur Erhöhung der Dampferzeugung vergrößert, sondern auch die Dampfspannung und Zylinderdurchmesser, sodafs die Gesamtleistung der Lokomotiven erheblich wuchs. Kein Wunder also, wenn diese »Gebirgslokomotiven« bei Verkürzung der Züge auf der Ebene etwa die Rolle des Pferdes vor dem Kinderwagen spielen. Die ungünstige Ausnutzung kann nur durch größere Fahrgeschwindigkeiten ausgeglichen werden. Da die Zugkräfte bei den meist in Betracht kommenden Geschwindigkeiten nur wenig wachsen, beispielsweise von 20 auf 30 und 40 km/St. nach den bekannten Formeln nur 16% und 20%, so wird der Kohlenverbrauch jedenfalls erst dann merklich ansteigen, wenn der günstigste Füllungsgrad überschritten ist. Das kann natürlich nur von den Dienststellen festgestellt werden, welche die Zugkraft für die betreffenden Züge stellen, ebenso sind die nötigen Zuschläge für Anfahren, Halten und besonders für die Steigungen ganz von der Bauart der Lokomotive und dem Verhältnisse ihres Gewichtes zu dem des Zuges abhängig.

Diese Größen werden aber gewöhnlich an einer Stelle festgesetzt, welche von den Einzelheiten und Abmessungen der Zuglokomotiven keine Kenntnis hat und durchaus nicht nach allgemeinen, sondern nach ganz verschiedenartigen Grundsätzen. Gerade diese Zuschläge haben großen Einfluß auf die »Grundgeschwindigkeit« und vermindern sie oft in unnötiger, wenig günstiger Weise; insbesondere schädlich wirken sie nach dieser und wirtschaftlicher Richtung, wenn Grundgeschwindigkeit und Zuschläge nicht für die mittlere Achsenzahl der Züge berechnet sind. Es ist viel weniger Verlust, wenn nur die aus Verkehrsgründen vielleicht selten vorkommenden Züge mit größten Achsenzahlen mit Anstrengung der betreffenden Lokomotiven, also mit ungünstigem Kohlenverbrauche gefahren werden, als wenn man die häufiger vorkommende mittlere Achsen-

zahl unter schlechter Ausnutzung von Mannschaft und Betriebsbedarf noch dazu mit geringer Geschwindigkeit befördert.

Man war früher, und zwar bei durch lange Züge überanstrengten schwachen Lokomotiven mit Recht der Ansicht, daß die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit einen hohen Kohlenverbrauch bedinge und sie trotzdem, wegen der langen Aufenthalte der Züge auf den Stationen von geringem Einflusse sei; da diese Aufenthalte der nun kleineren Züge verkürzt werden können, sollte auch die Geschwindigkeit angemessen gesteigert werden, und zwar soweit, bis die Zuglokomotiven auf der Wagerechten ihre günstigsten Füllungsgrade und regelmäßigen Leistungen erreichen, ja darüber hinaus, wenn hierdurch eine der durch Vermehrung der Schnellzüge jetzt häufigeren, zeitraubenden Ueberholungen gespart, oder auf eine Wasser- oder Wechselstation für Zug oder Lokomotive verlegt werden kann. Das wird selbst bei Erfordernis höherer Bremsbesetzung umso eher geschehen können, als die Lokomotiv- und Zugmannschaften für die gleiche Leistung weniger Zeit brauchen und demgemäß zu weiterer Leistung herangezogen werden können, wie auch die Betriebsmittel im Umlaufe beschleunigt und erheblich besser ausgenutzt werden.

Die vermehrte Bremsbesetzung ist überdies beim Befahren von Gefällen insofern von Vorteil, als bisher immer noch die unnatürliche und wenig wirtschaftliche Vernichtung der Schwerkraft erfolgt, welcher Verlust bei größerer zulässiger Geschwindigkeit geringer ist. In England liebt man es daher, die Gefälle zur Beschleunigung der Züge auszunutzen und sieht in rascher Fahrt keine Gefahr.

Versucht man so, jede Minute an Fahrzeit zu gewinnen

und jede unnötige Minute der für mittlere Achsenzahlen der Züge zu berechnenden Aufenthalte zu vermeiden, da lange Aufenthalte für den Kohlenverbrauch der Lokomotiven ganz besonders schädlich sind, so wird man leicht zu den wirtschaftlich günstigsten, dem jetzigen Verkehrsstande entsprechenden Güterzuggeschwindigkeiten kommen, welche den jetzt üblichen jedenfalls überlegen sind. Alsdann wird es noch möglich sein, die über kurz oder lang zu erwartende Erhöhung der Schnellzuggeschwindigkeiten durchzuführen, ohne neue Linien hierfür bauen zu müssen, wie es ja vielfach verlangt wird. Die einseitige Festsetzung einer bestimmten Grundgeschwindigkeit eines Zuges ist jedenfalls ein grundsätzlicher Fehler, auch nach der anzuerkennenden Verbesserung durch Angabe der durch die Lokomotiven zu befördernden Achsenzahlen.

Wir ziehen aus Vorstehendem folgende Schlüsse:

Die Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge an den verschiedenen Stellen muß in Uebereinstimmung gebracht werden mit den Neigungsverhältnissen der Bahn, der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, welche die betreffenden Züge fahren und mit der mittleren Achsenzahl, um die wirtschaftlich beste Ausnutzung von Mannschaften und Mitteln zu erzielen.

Der bisher als »Grundgeschwindigkeit« bezeichnete Durchschnitt muß in Fortfall kommen, dagegen muß von den Stellen, welche die Zugkraft besorgen, für jede Teilstrecke, Neigung und mittlere Achsenzahl eine bestimmte Geschwindigkeit, für die betreffenden Züge festgelegt werden, ebenso die Zuschläge zu den Fahrzeiten. Einer weiteren Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven ist mit großer Vorsicht zu begegnen.

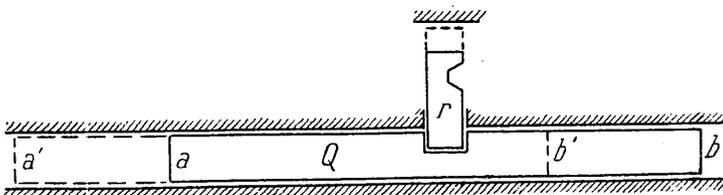
## Die Ueberwachung mechanischer Einrichtungen mit Hilfe von Wechselschlössern.

Von **Wegner**, Regierungs- und Baurat zu Düsseldorf.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 38 auf Tafel II.

Die Schlösser, welche zur Ueberwachung der Handhabung mechanischer Einrichtungen dienen, haben bekanntlich die Eigenschaft, daß sie einen Schlüssel, welcher die Einrichtung freigibt, so lange festhalten, bis die Einrichtung in bestimmter Stellung der Teile verschlossen ist. Daß diese Bedingung in der Regel dadurch erreicht wird, daß mit der Einrichtung etwa einer Weichenzunge eine Stange  $Q$  (Textabb. 1) verbunden

Abb. 1.



ist, welche die Verschiebung eines Riegels  $r$  durch einen Schlüssel nur in einer bestimmten Stellung, beispielsweise der Grundstellung einer Weiche zuläßt, ist allgemein bekannt, weniger bekannt aber dürfte es sein, daß der gleiche Zweck auch durch Wechselschlösser erreicht werden kann und zwar bei einer nicht geringen Anzahl von Einrichtungen in einfacherer

Weise. Es gibt sogar Fälle, in denen der erstrebte Zweck nur durch Wechselschlösser zu erreichen ist. Auf der Pariser Weltausstellung 1900 war das Modell einer Bahnhofsanlage ausgestellt, bei welchem die Sicherung einer Kreuzungstation einer eingleisigen Strecke durch Handverschlüsse, Serrures Bouré,\*) veranschaulicht war, denen teilweise die Bauart der Wechselschlösser zu Grunde lag. Ich will hier nun eine Reihe von Versuchen mit Wechselschlössern vorführen, die ich bereits mehrere Jahre vor dem Besuche der Pariser Ausstellung angestellt habe.

Unter einem Wechselschloße wird eine selbsttätige Einrichtung verstanden, die zwangsweise zwei Schlüssel  $L$  und  $R$  so von einander in Abhängigkeit hält, daß man aus dem Schloße entweder nur den Schlüssel  $L$  oder den Schlüssel  $R$  entfernen kann\*\*). Wird unter dieser Voraussetzung Schlüssel  $L$  oder  $R$  mit einem Teile der zu überwachenden Einrichtung so verbunden, daß letztere unbenutzbar wird, wenn einer der Schlüssel entfernt ist, so kann der frei gegebene Schlüssel als

\*) Organ 1902, S. 70.

\*\*) Organ 1901, S. 168.

Beweis dafür dienen, daß die Einrichtung in einer bestimmten Stellung der Teile verschlossen ist.

Solche Wechselschlösser haben ferner die besondere Eigenschaft, daß der zu überwachenden Einrichtung eine unbeschränkte Freiheit in der Beweglichkeit der von einander abhängigen Teile gegeben werden kann. Dies wird am besten aus einigen Anwendungen des Wechselschlusses zur Ueberwachung der Schrankenbedienung erkannt. Die Zugschranken von Privatwagen werden zwar meist am Tage von einem Schrankenwärter bedient, stehen aber oft Nachts unter Verschluss, um Beleuchtung und Bedienung zu sparen. In solchen Fällen wird nicht selten den Anliegern Nachts die Selbstbedienung gestattet, wenn sie die Verpflichtung übernehmen, die Schranke nach gemachtem Gebrauche wieder ordnungsmäßig zu verschließen. Diese Verpflichtung wird nicht gern übernommen, denn wenn sie ein Anlieger für sich selbst auch wohl übernehmen möchte, so kommt doch meist auch sein Gesinde in Frage, für welches er mit verantwortlich ist, und für dessen Ueberwachung ihm bisher keine Mittel zur Verfügung standen. Kommen nun gar mehrere Besitzer für einen Feldweg in Frage, so werden diese sich nur ganz ausnahmsweise dazu entschließen, auf die Selbstbedienung einer Schranke einzugehen, weil jeder höchstens für das eigene Gesinde, nicht aber für fremde Verpflichtungen übernehmen will. Offenbar würden die Vorbedingungen für die Selbstbedienung von Privatwegschranken günstiger werden, wenn jedem Besitzer oder dessen Gesinde ein mit dem Namen des Besitzers gekennzeichnete Schlüssel nur dann nach Benutzung der Schranke wieder frei gegeben wird, wenn die Schranke wieder ordnungsmäßig verschlossen ist.

In Abb. 1 bis 11, Taf. II ist die unter Verwendung von Wechselschlössern einfache technische Durchführung dieser Ueberwachung dargestellt.

Am Ende des Schrankenbaumes M, welcher mit dem Baume N durch Drahtzug gekuppelt ist, hängt an einer kurzen, kräftigen Kette K der Schlüssel R. Am Aufschlagpfosten S für den Schrankenbaum M ist das Wechselschloß W befestigt, welches den zwangsweisen Umtausch der Schlüssel L und R zuläßt. Soll die verschlossene Schranke durch einen Wegeberechtigten geöffnet werden, so muß ein mit seinem oder dem Namen seines Herrn versehener Schlüssel L im Schlosse stecken, erst dann wird mit dem Schlüssel R zugleich Schrankenbaum M nebst N bewegbar. Liefse ein Wegeberechtigter die Schranke offen, so bliebe sein Schlüssel L haften und seine Ermittlung wäre möglich.

Zur Aufhebung der Ueberwachung am Tage ist es notwendig, daß der die Schranke bedienende Wärter gleichfalls die beiden Schlüssel L und R mit besonderer Kennzeichnung besitzt, er ist dadurch im Stande, am Tage den am Schrankenbaume befestigten Schlüssel R durch seinen gleichen Schlüssel R im Schlosse zu ersetzen, was er mit Hilfe seines Schlüssels L ausführen kann.

Der Wärter muß Tags seinen Schlüssel L, Nachts seine beiden Schlüssel L und R in seiner Bude haben.

Abb. 5 bis 11, Taf. II stellen eine weniger einfache Anordnung dar, die Bedienung einer Drehschranke, deren Bäume

M und N von einander unabhängig sind. Drehbaum M ist durch eine Kette K mit Schlüssel B an dem Auflegepfosten  $S_1$ , Drehbaum N durch eine Kette K mit Schlüssel D an dem Pfosten  $S_3$  befestigt. Ein weiteres Wechselschloß ist an dem Pfosten  $S_2$  angebracht. Die Wechselschlösser von  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  sind in folgender Weise von einander abhängig. Geht der Berechtigte mit dem Schlüssel A, der seinen Namen trägt, zum Schlosse I, so wird durch Schloß I Schlüssel A festgehalten, wenn Schlüssel B frei wird, bringt dann der den Ueberweg Benutzende den Baum aus der Lage M in die Lage  $M'$ , und vertauscht am Wechselschlosse II den Schlüssel B mit Schlüssel C, so kann er mit Hilfe des Schlüssels C und des Wechselschlusses III den Schlüssel D frei machen und den zweiten Drehbaum N in die Lage  $N'$  bringen. Bei offener Schranke haftet auch hier sein Schlüssel A für seine Verpflichtung, will er diesen nach Benutzung des Wegeüberganges zurückerhalten, so muß er erst N und M wieder an die Pfosten  $S_3$  und  $S_1$  anschließen.

Auch bei diesem Verfahren, bei welchem gegenüber der gewöhnlichen Verschlussanordnung ein Schloß mehr zu bedienen ist, können mehrere Berechtigte durch Kennzeichnung ihrer Schlüssel A mit den Namen überwacht werden.

Diese Ueberwachung ist für Jeden, dem der Vorgang einmal gezeigt ist, verständlich, in dieser Beziehung sind nur günstige Wahrnehmungen gemacht, dennoch hält es schwer, Freunde dafür zu gewinnen. Niemand will eben gerne überwacht sein, und bei bestehenden Wegeberechtigungen werden die Berechtigten stets danach streben, für Handschranken Zugschranken zu erhalten. Handelt es sich aber um die Selbstbedienung von Privatwegen bei Neuanlage von Bahnen oder Umwandlung von Nebenbahnen in Hauptbahnen, so liegen die Aussichten für die Verwaltung auf diesem Wege unter Umständen eine Ersparnis an Zugschranken zu erreichen, meist günstiger; in solchen Fällen sollte zur Hebung der Betriebssicherheit stets eine Ueberwachung angestrebt werden.

Ebenso wie der Verschluss von Schranken, kann auch der Verschluss von Türen, Toren, Gleissperren durch Wechselschlösser überwacht werden. Jeder Schlosser kann, wenn ihm die Einrichtung klar gemacht ist, solche Schlösser anfertigen, wodurch man sehr unabhängig in der Ausführung ist.

In Abb. 12 bis 18, Taf. II ist ein einfaches Kastenschloß dargestellt, welches die Eigenschaft hat, daß es einen Schlüssel S nur freigibt, wenn die Tür ordnungsmäßig verschlossen ist. Zu diesem Zwecke sind die Schlüssel S und T (Abb. 18, Taf. II) durch die Riegel P und Q des in Abb. 12 bis 18, Taf. II dargestellten Kastenschlusses so von einander abhängig gemacht, daß Schlüssel T nicht abgezogen werden kann, wenn im Kastenschlosse Riegel P nach links verschoben ist und Schlüssel S, welcher durch Riegel Q den Schlüssel T verriegelt, aus dem Schlosse entfernt wird. Ferner ist mittels Befestigung des Schlüssels T an der Kette K dafür gesorgt, daß Schlüssel T nur bei angezogener oder bei eingeklinkter Türe in dem Kastenschlosse gedreht werden kann. Bei dieser durch die Kette K erzwungenen Stellung der Tür muß aber Riegel P in die für ihn vorgesehene Schließöse eingreifen. (Abb. 16, Taf. II). Das Kastenschloß ist ohne vorhergehende zeichne-

rische Durcharbeitung in einer gewöhnlichen Schlosserei hergestellt und erfüllt seinen Zweck in durchaus befriedigender Weise. Es dient zum Verschließen eines Vorratlagers. Der Schlüssel S ist von einem Arbeiter nach Dienstschluss im Bahnmeisterdienstraume abzugeben. Sein Besitz ist dem Bahnmeister eine Gewähr dafür, dass die Tür auch tatsächlich verschlossen ist. Der Verschluss kann nicht durch Zerstörung des Griffes des Schlüssels T oder der Kette K aufgehoben werden. Der Verschluss einer Gleissperre ist in Abb. 25 bis 30, Taf. II dargestellt. Die Kette K mit dem Schlüssel T, welcher einen gegen Stöße oder mißbräuchliche Behandlung widerstandsfähigen Drehgriff erhalten hat (Abb. 29, Taf. II), giebt einen Schlüssel D (Abb. 28, Taf. II) nur frei, wenn die Gleissperre ordnungsmäßig verschlossen ist. Eine solche Ueberwachung der Gleissperren kann nur empfohlen werden. Die Schlösser sind bei Holzsperrern überall leicht anzubringen.

Das Werk Hein, Lehmann & Co. fertigt diese Schlösser neuerdings in verschiedenen Größen derart an, dass mit der Kette K statt eines drehbaren Schlüssels ein Stechschlüssel verwendet wird, was die Handhabung des Verschlusses erleichtert.

In Abb. 31 bis 34, Taf. II ist gezeigt, in welcher Weise ein Spitzenverschluss für eine Weichenzunge mit einem Wechselschlosse zu einem Sicherheits-Handverschlusse zusammengesetzt werden kann. Die Einrichtung ist bei Holzschwellenoberbau leicht und schnell anzubringen. Der Winkelhebel W kann nach Lösung der Kette K so um die Axe X gedreht werden, dass die Weiche umgestellt werden kann. Die Wirkungsweise ist aus der Zeichnung ohne Weiteres zu erkennen.

In Abb. 35 bis 38, Taf. II ist von den Anordnungen, die nach meiner Ansicht nur mit Hülfe von Wechselschlössern einfach und billig in einer bis zwei Stunden angebracht werden können, die Sicherung der Kreuzung einer Kleinbahn, wie sie bei Erdarbeiten vorkommt, mit dem Einfahrtgleise eines Bahnhofes angegeben.

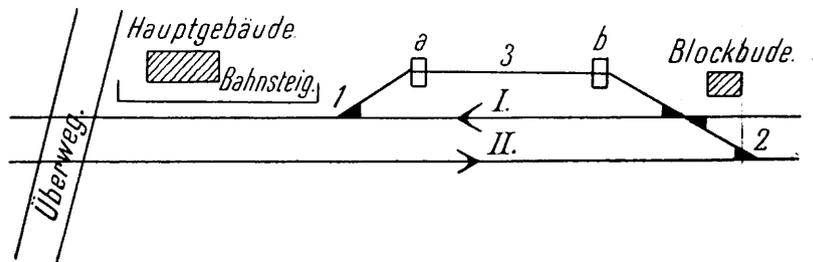
Nach dem Lageplane ist das Kleinbahngleis auf die Länge L als fest zusammengefügte Gleisbrücke gedacht, welche in den Betriebspausen über das Bahngleis gelegt wird. Diese Brücke ist durch Kette  $K_1$  mit einem Schlüssel A verbunden, welcher zu einem Wechselschlosse  $W_1$  gehört. Dieses ist in solchem Abstände vom Gleise an einem Pfosten angebracht, dass die an diesem befestigte Gleisbrücke sicher außerhalb der Umgrenzung des lichten Raumes liegt und giebt einen Schlüssel B nur frei, wenn die Brücke an dem Schlosse  $W_1$  mit Hülfe des Schlüssels A angeschlossen ist. Ein zweites Wechselschloß  $W_2$  ist tunlichst nahe der Signalleitung, welche zum Ziehen des Einfahrtssignales für das betreffende Gleis dient, an einem zweiten Pfosten oder auf einer Schwelle angebracht und mit Hülfe von Klemme J, Kette  $K_2$  und Schlüssel C mit der Signalleitung so verbunden, dass das Signal nicht gezogen werden kann, so lange C im Wechselschlosse  $W_2$  verriegelt ist. Wird aber Schlüssel B aus dem Wechselschlosse  $W_1$  entfernt, so giebt er, in Wechselschloß  $W_2$  eingeführt, Schlüssel C frei, worauf sich das Einfahrtssignal ziehen lässt. In umgekehrter Weise kann die Gleisbrücke erst nach Verschluss des Einfahrtssignales wieder

freigemacht und über die Schienen des Eisenbahngleises gelegt werden.

In derselben Weise habe ich bei einem Gleisumbau in einem Bahnhofe, bei welchem mehrere Weichen vorübergehend vom Stellwerke gelöst werden mussten, in wenigen Stunden eine Abhängigkeit zwischen Signal und spitzbefahrenen Weichen herstellen lassen. Die Klemmverbindung J mit der Signalleitung erwies sich als so stark, dass es auch bei der größten Anstrengung am Signalhebel nicht gelang, eine Verschiebung der Klemme zu bewirken.

In Abb. 19 bis 30, Taf. II ist gezeigt, wie die in Textabb. 1 dargestellte Ueberwachungseinrichtung mit einer solchen durch Wechselschlüssel vereinigt werden kann. Die mit den Weichen verbundenen Stange Q (Abb. 20 bis 23, Taf. II) kann durch den Riegel  $P_1$  nur in der Grundstellung der Weiche verschlossen werden, wozu der nur bei geschlossener Gleissperre freie Schlüssel D benutzt werden muss. Dieser und Schlüssel A, welcher den Riegel  $P_2$  verschieben kann, sind aber durch das Wechselschloß derart von einander abhängig, dass Schlüssel A nur frei wird, wenn nicht allein die Weiche, sondern auch Schlüssel D verschlossen ist. Die Freigabe des Schlüssels A bedingt also, dass sich Weiche und zugehörige Gleissperre in verschlossener vorgeschriebener Lage befinden. Die Einrichtung hat viele Monate dazu gedient, die Fahrstrasse einer Haltestelle (Textabb. 2) zu sichern. Die Haltestelle war zeitweise nur mit

Abb. 2.



einem Beamten besetzt, welcher sich wegen der telegraphischen Zugmeldungen und der Ueberwachung eines Wegeüberganges nicht weit vom Hauptgebäude entfernen durfte. Deshalb war für diejenigen Güterzüge, welche in Gleis II einfuhren, die Anordnung getroffen, dass ihre Zugführer das Aufnehmen und Aussetzen der Güterwagen von und in Gleis 3 zu leiten und auszuführen hatten. Um die Verschiebewegungen unter Mitwirkung der Station abzuwickeln, wurden Weiche 2 und Gleissperre b nach Abb. 24, Taf. II durch Handverschlüsse in solche gegenseitige Abhängigkeit gebracht, dass bei Freigabe des Weichenschlüssels A Weiche 2 und Gleissperre b in der Grundstellung verschlossen sind. In der Nähe der Weiche 2 wurde eine alte Glockenbude mit einem Schlüsselblockwerke aufgestellt. Der Block diente dazu, einen mit Schlüssel A durch ein Kettenglied verbundenen Stechschlüssel von der Station aus freizugeben.

Die Tür der Glockenbude wurde mit einem Verschlusse versehen, der mit dem in den Packwagen der Güterzüge stets vorhandenen Wagenschlüssel geöffnet werden konnte; die Bude diente ferner dazu, um die Papiere für mitzugebende oder auszusetzende Wagen niederzulegen. Die Bedienung ist folgende:

Wenn ein Zug, welcher Wagen aufzunehmen oder aussetzen hatte, vor Weiche 2 hält, begibt sich der Zugführer mit dem Packwagenschlüssel zu der Bude bei 2, öffnet diese und fördert durch Klingelzeichen von der Station die Freigabe des Blockschlüssels. Nach dessen Freigabe also auch des damit verbundenen Schlüssels A macht der Zugführer Weiche 2 frei und erhält so den Gleissperrenschlüssel D, er übergibt letzteren einem Bremser, welcher die Sperre beseitigt, worauf das Verschieben beginnen kann.

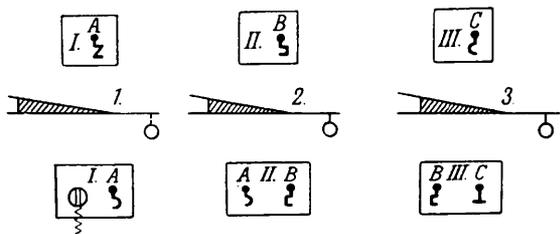
Nach beendetem Verschiebengeschäfte werden Gleissperre und Weiche nach einander wieder in ihrer Grundstellung verschlossen und Weichenschlüssel A mittels des mit ihm verbundenen Stechschlüssels geblockt, wobei der Station durch Verwandlung des entsprechenden Blockfeldes aus weiß in roth angezeigt wird, daß Weiche 2 und Gleissperre b in der Grundstellung verschlossen sind.

Sofern der Abfahrt des Güterzuges kein Hindernis entgegensteht, erteilt nun die Station dem Zugführer durch ein Klingelzeichen den Befehl zur Abfahrt. Der Zugführer darf erst nach erhaltenem Befehle ausfahren. Jede verspätete Abgabe des Klingelsignales ist durch den Fahrbericht zur Anzeige zu bringen.

Weichensicherungen durch Ueberwachungsschlüssel in Verbindung mit Blockwerken sind nicht neu\*). Die hier mitgeteilte Anordnung dürfte aber deshalb Beachtung verdienen, als aus ihr zu ersehen ist, daß man auch den Zugbeamten bei einfachen Betriebsverhältnissen eine solche Bedienung übertragen kann.

Die Anordnung gestattet nach vorstehendem Beispiele, eine ganze Fahrstraße nur von einem Schlüssel, dem Fahrstrafsenschlüssel, wobei eine wichtige Eigenschaft der Wechselschlösser zur Geltung kommt, abhängig zu machen. Zunächst soll das bisher übliche Verfahren, mehrere Weichen durch Handverschlüsse zu sichern, kurz beschrieben werden. Sind mehrere Weichen 1, 2 und 3 (Textabb. 3 oben) durch

Abb. 3.



Handverschlüsse I, II und III von einem Signale J abhängig zu machen, so werden durch die Weichen in beliebiger Reihenfolge die drei Schlüssel A, B und C freigegeben, wenn die Weichen richtig gestellt und verschlossen sind, wobei entweder die drei Schlüssel nebeneinander in ein Ueberwachungschloß eingeführt werden, welches das Ziehen des Signales J nur gestattet, wenn die drei Schlüssel im Schlosse stecken oder ein Hilfsschloß eingerichtet werden muß, welches die Schlüssel A, B und C gegen einen Signalschlüssel J unwechselt. In letzterem Falle kommt als Zwischenglied bereits ein Wechselschloß besonderer Bauart zur Verwendung. Dieses Verfahren hat den Vortheil, daß nach Verschließung des Signales die Gänge von

letzterem oder der Station aus nach den einzelnen Weichen in beliebiger Reihenfolge unternommen werden können, den Nachteil, daß die Zahl der beweglichen losen Theile unter Umständen eine große wird und Verluste und Verwechslungen einzelner Schlüssel leicht eintreten können.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Weichen 1, 2 und 3 durch Handverschlüsse gesichert werden, welche zugleich als Wechselschlüssel ausgebildet sind. Die Verschließung von drei Weichen 1, 2 und 3 einer Fahrstraße kann dann in folgender Weise stattfinden (Textabb. 3 unten):

Die Weichen 1, 2 und 3 mögen zunächst beliebig bedienbar gemacht werden, dann müssen die Schlüssel A, B und C durch die Schlösser I, II und III festgehalten sein. Sollen die Weichen verschlossen werden, so wird, wenn die Verschließung bei Weiche 1 beginnen soll, Schlüssel A frei. Begibt sich dann der Weichensteller mit Schlüssel A von Weiche 1 nach Weiche 2, so wird nach Verschließung von II A verschlossen und Schlüssel B frei, begibt sich dann der Weichensteller mit Schlüssel B nach Weiche 3, so wird Weiche 3 durch Schlüssel B, zugleich aber bei Entnahme des Schlüssels C auch Schlüssel B verschlossen. Die Freigabe des Schlüssels C ist hiernach nur möglich, wenn die Weichen 1, 2 und 3, also die ganze Fahrstraße nacheinander verschlossen sind. Hängt von der Freigabe dieses Fahrstrafsenschlüssels C die Freigabe eines Signales J ab, so bedarf man nur eines einfachen Wechselschlössers in Verbindung mit dem Signale J.

Welche von den beiden erörterten Anordnungen den Vorzug verdient, die erste, welche man als eine »Nebeneinanderschaltung«, oder die zweite, welche man als eine »Hintereinanderschaltung« von Ueberwachungsschlössern bezeichnen kann, wird stets von Fall zu Fall erwogen werden müssen. Die Nebeneinanderschaltung wird da in Frage kommen, wo von einer Station aus eine Sicherung verschiedener Weichengruppen durch Handverschlüsse erfolgen soll, weil bei dieser Anordnung größere Ungezwungenheit in der Bedienung zu erreichen ist, auch die Unterbringung von Hilfsschlössern auf keine Schwierigkeiten stoßen kann; die Hintereinanderschaltung überall da, wo dem Zugführer das Verschiebengeschäft übertragen werden soll, weil dieser dann für die Fahrt nur einen Schlüssel mitzunehmen braucht. In vielen Fällen wird man auch beide Schaltungsanordnungen gleichzeitig anwenden. Da das Verschiebengeschäft bei einfachen Betriebsverhältnissen, insbesondere bei Anschlüssen, in der Regel den Zugführern übertragen wird, hat die Firma Hein, Lehmann & Co. nach meinen Angaben Handverschlüsse hergestellt, welche sich besonders für die Hintereinanderschaltung von Wechselschlössern eignen. Als Schlüsselform wurde der Stechschlüssel gewählt, weil er seiner größeren Einfachheit wegen mancherlei Vorzüge vor anderen Schlüsselarten besitzt. Insbesondere kommt in Betracht, daß er sehr kräftig gestaltet werden kann und bei der Einfachheit des Griffes im Schlosse steckend einen großen Widerstand gegen Zerstörungen darbietet, auch das Schlüsselloch ein einfaches Rechteck ist.

Es soll zunächst die Wirkungsweise einiger Handverschlüsse mit Stechschlüsseln beschrieben werden.

(Schluß folgt.)

\*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1894, S. 407.

## Die theoretischen Grundzüge der Stellwerksanlagen.

Von A. Blum, Regierungsbaumeister in Heidelberg.

### A. Der Grundsatz der Sicherungsbezirke.

Dem allgemein geltenden Verfahren der Sicherung des Zugverkehrs liegt die Forderung zu Grunde, daß sich einander folgende oder auf demselben Gleise entgegenfahrende Züge nur bis zu einem gewissen Abstände nähern dürfen. Man nennt diese Bedingung insbesondere auf die Züge gleicher Richtung angewendet das *Fahren in Raumabstand*. Dadurch, daß ein gewisser geringster Abstand zweier aufeinander folgender Züge eingehalten werden muß, zerlegt sich die ganze zu durchfahrende Eisenbahnlinie in einzelne Teilstrecken, innerhalb welcher sich niemals mehr als ein Zug auf demselben Gleise befinden darf. Ferner ist durch den Grundsatz des *Fahrens in Raumabstand* bedingt, daß der Zug eine solche Teilstrecke bereits vollständig verlassen haben muß, bevor der nachfolgende in diese einfahren darf. Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zügen muß demnach immer mindestens eine freie Teilstrecke liegen.

Macht man nun die Begrenzung dieser zur Einhaltung des richtigen Zugabstandes dienenden Linienabschnitte durch besondere, vor Allem vom Zuge aus sichtbare Signale erkennbar und trifft Maßnahmen, daß diese »erlaubte Fahrt« nur dann zeigen können, wenn sämtliche für die Sicherheit der Zugfahrt geltenden Bedingungen erfüllt sind, sich also kein Zug mehr auf dem zu befahrenden Gleise des vor dem Zuge liegenden Abschnittes befindet, so stellen diese abgegrenzten Teilstrecken besondere Sicherungsbezirke dar, deren sachgemäße Ausbildung das Wesen des heutigen Sicherungswesens für den Zugverkehr bildet.

Aus praktischen Gründen ist man bestrebt, die Sicherungsbezirke so abzulängen, daß sie sich mit der Ausdehnung der einzelnen Stationen und den zwischenliegenden freien Strecken decken, wobei aber mit Rücksicht auf die Zugsicherheit und den Betrieb unterste und oberste Grenzen für die Ausdehnung der einzelnen Bahnabschnitte einzuhalten sind.

Als Grundlage für die unterste Grenze ist die größte Zuglänge anzunehmen; bei dem *Fahren in Raumabstand* also muß jeder Sicherungsabschnitt mindestens so lang sein, daß er den längsten Zug in sich aufnehmen kann. Wird ferner noch die sehr bewährte Forderung durchgeführt, daß zwischen dem Zugende und dem hintenliegenden Signale, dem »Deckungssignale« ein bestimmter geringster Abstand eingehalten wird, so ergibt sich die kleinste Erstreckung des Sicherungsabschnittes zu

$$l = z + g,$$

wenn  $z$  die größte Zuglänge und  $g$  den freien Deckungsabstand bedeutet.

Ist demnach z. B. die größte Güterzuglänge zu 700 m anzunehmen und soll der freie Deckungsabstand 50 m betragen, so muß jeder Sicherungsabschnitt der betreffenden Eisenbahnlinie eine mindeste Länge von 750 m haben, die zugehörigen Ein- und Ausfahrtsignale müssen also mindestens auf diese Entfernung auseinandergesetzt werden.

Diese Bestimmung ist insbesondere für die Stationen sehr

wichtig, da die zwischenliegenden freien Strecken kaum jemals unter diese Grenze herunter gehen.

Die größte Erstreckung eines Sicherungsabschnittes ist durch den fahrplanmäßig geringsten Zeitabstand bestimmt, innerhalb dessen zwei Züge sich folgen sollen, denn der eine Zug muß nach dem Grundsatz der Sicherungsbezirke die Sicherungstrecke bereits vollständig verlassen haben, bevor der andere in sie einfahren darf.

Ist nun der fahrplanmäßig geringste Zeitabstand zweier Züge, welcher, wie beim Orts- und Sonntagsverkehre, zu rascher Verkehrsabwicklung eingehalten werden muß  $= t$  Min. und die Geschwindigkeit des ersten Zuges  $= v$  km/St., also  $\frac{v}{60}$  km/Min., so berechnet sich die beim Ablassen des zweiten Zuges vom ersten bereits durchlaufene Strecke zu

$$L^{\text{km}} = \frac{v \text{ km/St.}}{60} \cdot t \text{ Min.}$$

Ist demnach z. B. die Geschwindigkeit  $v = 75$  km/St. und beträgt der geringste Zeitabstand  $t = 4$  Min., so ist

$$L = \frac{75}{60} \cdot 4 = 5,0 \text{ km.}$$

Wenn deshalb die zwischen zwei Stationen liegende freie Strecke länger ist, als die so ermittelte höchstzulässige Abmessung  $L$ , so muß sie in zwei Teilstrecken untergeteilt werden, sofern sowohl die Sicherheit der aufeinander folgenden Züge gewahrt, als auch der fahrplanmäßig notwendige Zeitabstand eingehalten werden soll.

Zusammenfassend lautet deshalb das Gesetz über die Größe der durch Signale abgegrenzten Sicherungsabschnitte:

Für die geringste Entfernung zweier aufeinanderfolgender Signale derselben Fahrriichtung ist die größte Zuglänge, für die weiteste Entfernung der geringste Zeitabstand zweier sich folgender Züge bestimmend\*).

### B. Der Grundbegriff der Fahrstrafe und der Verriegelungsliste.

Die Sicherheit des Zugverkehrs ist nun aber nicht unter allen Umständen schon dadurch gewährleistet, daß beim Freigeben der Fahrt durch entsprechende Signalstellung allein auf die Bedingungen des *Fahrens in Raumabstand* geachtet wird, vielmehr kommen noch weiter im Nachfolgenden darzuliegende Bedingungen in Betracht, die erfüllt sein müssen, wenn ein Zug ohne Gefährdung die vorliegende Strecke befahren, das nächste Signal also auf »Fahrt« gestellt werden soll. Soweit diese Bedingungen nicht rein fahrdienstlicher Art, sondern mechanisch faßbar sind, hat man in den Stellwerksanlagen ein Mittel, unbedingter Sicherheit des Zugverkehrs sehr nahe zu kommen, indem die Signale eines Sicherungsbezirkes von diesen aus durch zweckdienliche mechanische Einrichtungen nur dann für Stellung auf »freie Fahrt« frei ge-

\*) Ueber die Durchführung dieser Berechnung der Streckenlängen s. „Georg Rank, die Streckenblockeinrichtungen“, S. 6 u. 7.

geben werden, wenn der an Ort und Stelle mit der Verantwortung Betraute seine fahrdienstliche Zustimmung gegeben hat und die mechanischen Bedingungen erfüllt sind.

Diese Bedingungen ergeben sich aus dem Wesen und der Gestaltung der »Fahrstraßen«.

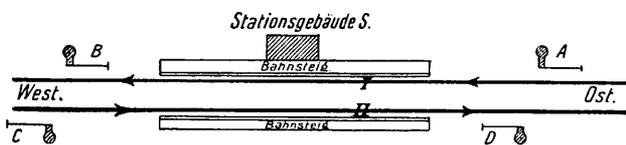
Mit »Fahrstraße« bezeichnet man diejenige Gleisstrecke, für welche ein Ein- oder Ausfahrtsignal Geltung hat, welche also nur nach Maßgabe der Stellung des zugehörigen Signales befahren werden darf.

Da nun aber die den Zugmannschaften über den Zustand der Fahrstraßen Aufschluß gebenden Signale von den Stellwerken aus zu bedienen sind, so sind Art und Anzahl der Fahrstraßen von grundlegender Bedeutung für die Ausgestaltung der Stellwerksanlagen, weshalb ausführliche Beispiele das Wesen der ersteren näher erläutern sollen.

#### B. a) Die gleichzeitig zulässigen und die „bedingt“ feindlichen Fahrstraßen.

In einer weichenlosen Station einer zweigleisigen Bahn (Textabb. 1) liegen die Verhältnisse für die Sicherung des

Abb. 1.



Zugverkehrs am einfachsten. Für die Züge jeder Richtung ist ein besonderes Gleis bestimmt, für die von Ost nach West Gleis I, für die von West nach Ost Gleis II.

Damit die Züge beim Halten in der Station geschützt sind, ist diese als besonderer Sicherheitsbezirk ausgebildet. Da aber keine Verschiebewegungen ausgeführt werden können, so reicht es hin, wenn man den beiderseitigen Signalen den oben festgesetzten Mindestabstand  $l$  giebt. Hierbei sind die Ausfahrtsignale B und D, über welche der in der Station anhaltende Zug nicht hinausfahren darf, so angeordnet, daß der Zug längs des ganzen Bahnsteiges stehen kann.

Der Lauf der Züge beider Richtungen zerfällt für die Station entsprechend den vier Signalen in vier selbstständige Fahrten:

- |  |             |
|--|-------------|
| a) von Ost auf Gleis I, zugehörend Signal A; | } Gleis I.  |
| b) von Gleis I nach West, « « B;             |             |
| c) von West auf Gleis II, « « C;             | } Gleis II. |
| d) von Gleis II nach Ost, « « D;             |             |

Dies sind zugleich auf die betreffenden Gleisstrecken übertragen die vier Fahrstraßen der Station, welche man zu je einer Ein- und Ausfahrstraße zusammenfassen kann.

Die einzige Bedingung nun, welche für das gefahrlose Ein- und Ausfahren der Züge erfüllt sein muß, ist, da die Station nur ununterbrochen durchgehende Gleise ohne Weichen und Kreuzungen besitzt, nur das Fahren in Raumabstand.

Soll demnach ein von Ost kommender Zug auf Gleis I einfahren, so darf das Signal A gezogen werden, sobald der vorhergehende Zug die betreffende Gleisstrecke vollständig verlassen hat, also mit seiner ganzen Länge über das Signal B hinaus in die anschließende freie Strecke weitergefahren ist.

Die Ausfahrt wiederum darf nach den gegebenen Bedingungen nur erfolgen, das Signal B also nur gezogen werden, wenn der vorauffahrende Zug die vorliegende freie Strecke wieder verlassen und in der nächsten Station »West« angekommen und die Station S hiervon verständigt worden ist.

Ermöglicht nun der Fahrplan die Freihaltung der ganzen Gleisstrecke von Signal A bis zur nächsten Station »Ost«, so können für den nächsten Zug beide für ihn geltenden Fahrstraßen a und b zugleich freigegeben, die Signale A und B können also sofort auf »frei« gezogen werden, so daß der Zug gegebenen Falles durch die Station S durchfahren kann.

Aus dieser, unter gewissen Umständen vorhandenen Möglichkeit und Zulässigkeit der gleichzeitigen Freigabe der beiden Fahrstraßen a und b erhellt, daß sich diese Fahrstraßen nicht »feindlich« sind; vielmehr besteht nur die selbstverständliche Bedingung, daß der Zug bereits aus der Station ausgefahren sein muß, bevor ein nachfolgender in diese einfährt.

Für die Sicherheit des Zugverkehrs muß also eine bedingte Reihenfolge der Fahrstraßenfreigabe eingehalten werden, das heißt, die Fahrstraße a und b, Ein- und Ausfahrt auf demselben Gleise unterliegen der Bedingung der Fahrstraßenreihenfolge.

Daraus geht weiter hervor, daß, wenn sich zwei Fahrstraßen auch nicht unbedingt feindlich sind, sie sich doch während einer gewissen Zeitdauer ausschließen müssen, nämlich bis die nächste Fahrstraße frei ist. Solche Fahrstraßen — a und b — sind sich demnach »bedingt feindlich« und müssen nach dem Grundsatz der Fahrstraßenreihenfolge behandelt werden. Ebenso verhält es sich mit dem Fahrstraßenpaare c und d der Signale C und D (Textabb. 1).

Da ferner die Fahrstraßen des einen Gleises vollständig unabhängig von denen des andern behandelt werden können, weil beide Gleise in keinerlei Verbindung miteinander stehen, so ist es unter Berücksichtigung der Fahrstraßenreihenfolge erlaubt, sämtliche vier Fahrstraßen der Station zugleich einzustellen.

Um nun besonders bei verwickelten Verhältnissen einen Ueberblick über diejenigen Bedingungen zu gewinnen, welche erfüllt sein müssen, wenn eine Fahrstraße frei gegeben werden soll, bedient man sich einer listenartigen Darstellung, welche man aus später zu erläuternden Gründen Verriegelungs- oder Verschlufs-Liste nennt.

Für den Fall der Textabb. 1 ist diese Verriegelungsliste in Zusammenstellung I gegeben.

Zusammenstellung I.  
Verriegelungsliste zu Textabb. 1.

Fahrstraße	Zugehöriges Signal	Bedingungen für die Freigabe der Fahrstraßen
a) von Ost auf Gleis I .	A	Gleis I frei, vom vorhergehenden Zuge bereits verlassen.
b) nach West von Gleis I	B	Vorhergehender Zug bereits in West angekommen.
c) von West auf Gleis II	C	Gleis II frei, vom vorhergehenden Zuge bereits verlassen.
d) nach Ost von Gleis II	D	Vorhergehender Zug bereits in Ost angekommen.

Führt man nun für diese stets wiederkehrenden Bedingungen bestimmte Zeichen ein, so erhält die Liste folgende einfache Form:

Abb. 2.

*Verriegelungsliste der Station S.*

Fahrstraßen.	Zugehörige Signale.	Stellung der Signale.			
		A	B	C	D
a Von Ost auf Gleis I.	A	⌈	○	○	○
b „ Gleis I. nach West	B	⌋	⌈	○	○
c „ West auf Gleis II.	C	○	○	⌈	○
d „ Gleis II. nach Ost.	D	○	○	⌋	⌈

Zeichenerklärung zu Textabb. 2.

- ⌈ Fahrstraße freigegeben, zugehöriges Signal auf „Fahrt“.
- ⌋ Einfahrstraße je nach den Bedingungen der Fahrstraßenreihenfolge frei oder ausgeschlossen, bedingte Feindlichkeit, Signal demnach auf „Fahrt“ oder auf „Halt“.
- Fahrstraße oder Signal frei, mit der freigegebenen Fahrstraße besteht kein Zusammenhang.

Aus dieser Liste kann nun mit einem Blicke entnommen werden, in welcher Beziehung die Fahrstraßen zu einander stehen, und welche Bedingungen für die Freigabe jeder einzelnen erfüllt sein müssen.

Die Gesamtheit der Bedingungen für eine Fahrstraße ergibt den Zustand, in welchem sich die einzelnen in Betracht kommenden Einrichtungen befinden müssen, wenn das Signal der betreffenden Fahrstraße auf »Fahrt« gezogen werden soll.

Die wagerechte Reihe einer Verriegelungsliste ist deshalb die Zustandslinie für die freigegebene Fahrstraße. Die lotrechte Spalte der einzelnen Signale giebt eine Darstellung derjenigen Bedingungen, welche das Signal bei freizugebender Fahrstraße jeweils erfüllen muß.

Die lotrechte Spalte einer Verriegelungsliste ist deshalb die Bedingungsline für die eine Fahrstraße beeinflussenden Einrichtungsteile.

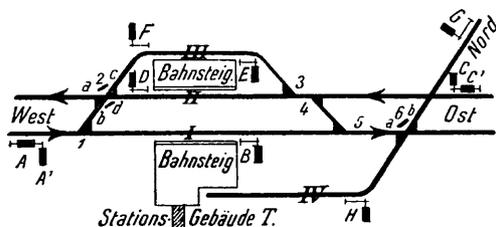
Zu diesen Einrichtungsteilen gehören zunächst die Weichen, wie aus den nachfolgenden Ausführungen hervorgehen wird. Da jedoch die Signale das »Gesamtbild« des Fahrstraßenzustandes darstellen, so sind auch diese hierher zu rechnen.

Deutlicher wird die Wichtigkeit und die praktische Bedeutung der Verriegelungsliste, wenn sie Fahrstraßen enthält, in welchen Weichen liegen.

**B. b) Die „unbedingt“ feindlichen Fahrstraßen.**

Die in Textabb. 3 versperrt dargestellte Station T bildet mit den Gleisen I, II und III eine Ueberholungsstation einer

Abb. 3.



zweigleisigen Bahn. Die Gleise I und II sind, wie im vorhergehenden Beispiele, gesondert für die Züge je einer Richtung bestimmt. Das Gleis III dient für die Ueberholung von Zügen und zwar solcher beider Richtungen, so daß in dieser Bahnhofsanordnung eine Verbindung von ein- und zweigleisigem Betriebe enthalten ist.

Den eigenartigen Unterschied gegenüber dem unter Ba entwickelten Beispiele bildet das Vorhandensein der Weichen, welche für die Behandlung der Fahrstraßen und Ausgestaltung der Verriegelungsliste und somit für die Stellwerksanlagen überhaupt von grundlegender Bedeutung sind.

Um nun zugleich einen unter den Weichen für die Sicherung des Zugverkehrs sehr zu beachtenden Einrichtungsteil in die Erläuterung einzubeziehen, ist die Station zugleich als Endstation einer die Hauptgleise durchkreuzenden Nebenbahn gedacht, wodurch im Gleise I eine Gleiskreuzung erforderlich wurde.

Der Zugverkehr findet nun in folgender Weise statt: die regelmäßig durchfahrenden, oder die Station mit kurzem Anhalte berührenden Züge benutzen für die Richtung von West nach Ost das Gleis I mit dem Einfahrssignale A und dem Ausfahrssignale B; die Züge umgekehrter Richtung benutzen das Gleis II mit den entsprechenden Signalen C und D.

Muß aber ein Zug irgend welcher Richtung wegen längern Aufenthaltes in der Station von dem nachfolgenden überholt oder aus einem sonstigen Grunde bei Seite gestellt werden, so wird er bei Ankunft von West über die Weichen 1 und 2 mit dem hierfür geltenden, am Maste des Signales A angebrachten Signale A<sup>1</sup> auf das Gleis III übergeleitet, bei Ankunft von Ost über die Weiche 3 mit dem hierfür geltenden Signale C<sup>1</sup>.

Die Weiterfahrt der ersten Züge nach Ost und der letzteren nach West, wofür die Ausfahrssignale E und F Geltung haben, ist nach Textabb. 3 leicht zu verfolgen.

Die Signale G und H sind die Ein- und Ausfahrssignale für die eingleisig betriebene Nebenbahn Nord.

Hieraus ergeben sich folgende Fahrstraßen:

**Zusammenstellung II.**

Fahrstraßen des Bahnhofes Textabb. 3.

- a) von West auf Gleis I, Signal A
  - b) von Gleis I nach Ost, Signal B
  - c) von Ost auf Gleis II, Signal C
  - d) von Gleis II nach West, Signal D
  - e) von West auf Gleis III, Signal A<sub>1</sub>
  - f) von Gleis III nach Ost, Signal E
  - g) von Ost nach Gleis III, Signal C<sub>1</sub>
  - h) von Gleis III nach West, Signal F
  - i) von Nord auf Gleis IV, Signal G
  - k) von Gleis IV nach Nord, Signal H
- } zweigleisiger Betrieb  
} eingleisiger Betrieb  
} eingleisiger Betrieb (Nebenbahn)

Aus der Natur dieser 10 Fahrstraßen geht nun zunächst hervor, daß für die Sicherung des Zugverkehrs auf den Gleisen I und II, deren Fahrstraßen a bis d im ersten Beispiele behandelt wurden, die Bedingung der Fahrstraßenreihenfolge nicht mehr genügt, daß vielmehr während der Freigabe dieser Fahrstraßen die geschlossenen Zugfahrten auf den

Gleisen III und IV ganz oder teilweise ausgeschlossen sein müssen, wenn vollständige Betriebsicherheit erreicht werden soll.

Ist beispielsweise die Einfahrt von Ost auf Gleis II, Fahrstraße c mit Signal C, freigegeben, so müssen Ausfahrt von Gleis III, sowie Einfahrt und Ausfahrt für Gleis IV unbedingt unmöglich, also ausgeschlossen sein, wozu die früher dargelegte bedingungsweise Forderung kommt, daß ein etwa vorausgefahrener Zug das Gleis II bereits verlassen haben und sich schon außerhalb des Signales D befinden muß.

Würden dementsprechend die beiden Fahrstraßen: Ein- und Ausfahrt für Gleis II als »bedingt« feindliche bezeichnet, so hat man die nach Vorstehendem vollständig und unter allen Umständen auszuschließenden Fahrstraßen als »unbedingt« feindliche, kurz als feindliche Fahrstraßen aufzufassen.

Um nun zu untersuchen, wodurch die Feindlichkeit der Fahrstraßen im Einzelnen gekennzeichnet wird, muß zunächst die Verriegelungsliste aufgestellt werden. Diese erfährt vor Allem durch das Vorhandensein der Weichen gegenüber der in Textabb. 2 eine wesentliche Erweiterung, da die Zustandslinie jeder einzelnen Fahrstraße nicht nur die erforderliche oder zulässige Stellung der sämtlichen Signale, sondern auch diejenige sämtlicher Weichen angeben muß.

Für die Weichen kommt hierbei zunächst in Betracht, ob sie in der betreffenden Fahrstraße liegen, also befahren werden, in welchem Falle die Verriegelungsliste zugleich zeigen muß, in welcher Lage dies geschieht, ob die Weiche im geraden oder im krummen Strange befahren wird.

Sodann kommen diejenigen Weichen in Betracht, welche zwar von der betreffenden Zugfahrt nicht unmittelbar berührt werden, aber trotzdem eine bestimmte Stellung einnehmen und in dieser festgelegt werden müssen, wenn die Fahrstraße gesichert sein soll. Ist beispielsweise die Fahrstraße »von Ost auf Gleis II« freigegeben, so genügt es für die Sicherung des Zugverkehrs nicht, nur die Stellung der auch tatsächlich zu befahrenden Weichen 4, 3, 2d und 2a richtig festzulegen; denn ein über das Signal B zu weit vorfahrender Zug oder eine Verschiebeabteilung auf dem Gleise I kann dem soeben auf Gleis II einfahrenden Zuge in die Flanke fahren, sofern die Weiche 6a »krumm« steht; in ähnlicher Weise kann ein gegen die Spitze der Weiche 5 fahrender Zugtheil den erwarteten Zug gefährden, wenn diese aus irgend welchen Gründen »krumm« steht. Deshalb müssen alle Weichen, die zwar nicht unmittelbar von dem Zuge der freigegebenen Fahrstraße berührt werden, aber diese bei beliebiger Stellung gefährden können, zum Schutze der Fahrstraße oder kurz zur Ablenkung in die erforderliche Stellung gebracht und in dieser festgehalten werden.

Ein bequemes Hilfsmittel für die richtige Stellung derjenigen ablenkenden Weichen, welche mit einer Weiche im Nachbargleise eine vollständige Gleisverbindung darstellen, und deshalb ohnehin immer in ihrer Stellung übereinstimmen

müssen, wie bei den Weichenpaaren 1/2<sup>cd</sup> und 4/5, besitzt man in der Kuppelung der Weichen, bei der der Antrieb beider Weichen gemeinsam betätigt wird.\*) Dagegen ist für nicht gekuppelte Weichen, wie 6<sup>ab</sup> und 2<sup>ab</sup>, besondere Beachtung bei der Aufstellung der Verriegelungsliste nötig. In letzterer erscheinen die gekuppelten Weichen entsprechend deren mechanischem Zusammenhange immer nur als ein Einrichtungstheil, wie aus Textabb. 4 hervorgeht.

Abb. 4.

Verriegelungsliste der Station T.

Fahrstraßen.	Zugehörige Signale.	Stellung der Signale.								Weichen.							
		A	B	C	D	A'	E	C'	F	G	H	1/2 <sup>cd</sup>	2 <sup>ab</sup>	3	4/5	6 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>
a Von West auf Gleis I.	A	◻	○	○	○	◻	○	○	○	○	○	+	○	○	○	○	○
b .. Gleis I. nach Ost.	B	◻	◻	○	○	◻	○	○	○	◻	◻	+	○	○	+	+	○
c .. Ost auf Gleis II.	C	○	○	◻	○	◻	○	◻	◻	◻	◻	○	○	+	+	+	○
d .. Gleis II. nach West	D	○	○	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	+	+	+	+	+	○
e .. West auf Gleis III.	A'	◻	◻	○	◻	◻	○	◻	○	○	○	-	-	○	○	○	○
f .. Gleis III. nach Ost	E	○	◻	◻	◻	◻	◻	◻	○	◻	◻	○	○	-	-	+	○
g .. Ost auf Gleis III.	C'	○	○	◻	◻	◻	◻	◻	○	◻	◻	○	○	-	+	+	○
h .. Gleis III. nach West	F	○	○	○	◻	◻	○	◻	◻	◻	◻	+	-	○	○	○	○
i .. Nord auf Gleis IV.	G	○	◻	◻	◻	◻	◻	◻	○	◻	◻	○	○	○	○	○	+
k .. Gleis IV. nach Nord.	H	○	◻	◻	◻	◻	◻	◻	○	◻	◻	○	○	○	○	○	+

Zeichenerklärung zu Textabb. 4.

- ◻ Für einflügelige Signale, Fahrstraße freigegeben, zugehöriges Signal auf „Fahrt“.
  - ◻ Für zweiflügelige Signale, Fahrstraße freigegeben, zugehöriges Signal auf „Fahrt“.
  - ◻ Fahrstraße, weil feindlich, ausgeschlossen, Signal auf „Halt“.
  - ◻ Einfahrstraße je nach den Bedingungen der Fahrstraßenreihenfolge frei oder ausgeschlossen, bedingte Feindlichkeit, Signal demnach auf „Fahrt“ oder auf „Halt“.
  - Fahrstraße und Signal frei, Weiche in beliebiger Stellung zulässig.
  - +
  - Weiche muß „gerade“ stehen.
  - Weiche muß „krumm“ stehen.
- a zur Ablenkung.

Als dritte Gruppe der Weichen bleiben diejenigen übrig, deren Stellung für die Sicherheit einer freigegebenen Fahrstraße vollständig gleichgültig ist. Ist beispielsweise eine der Fahrstraßen des Gleises I freigegeben, so kann die Weiche 3 bei »gerader« Stellung der gekuppelten Weichen 4 und 5 beliebige Stellung einnehmen, ohne daß über sie fahrende Züge oder Verschiebeabteilungen den auf Gleis I befindlichen Zug gefährden könnten.

Die allgemein üblichen Zeichen für diese verschiedenen Bedingungen und Zulässigkeiten der Stellung der Weichen bei freigegebenen Fahrstraßen sind die zu Textabb. 4 angegebenen.

Hiernach ergibt sich für die Station T die in Textabb. 4 enthaltene Verriegelungsliste.

\*) Ausführlich Eisenbahn-Technik der Gegenwart Band II. D, S. 920, C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

Es ist nun vor Allem wichtig, aus der Verriegelungsliste zu erkennen, daß sich solche Fahrstraßen stets feindlich sind, deren Weichenzustandslinien nicht übereinstimmen.

Diese Übereinstimmung besteht auch, wenn dem + oder — in der einen Fahrstraße ein ○ in der andern gegenübersteht, weil dies letztere Zeichen die Möglichkeit jeder Stellung ausspricht.

Diesen ersten Fall, den nicht übereinstimmender Weichenzustandslinien, nennt man Fahrstraßenfeindlichkeit wegen anderer Weichenstellung.

Wie man jedoch bei weiterer Prüfung der Verriegelungsliste sieht, sind auch die Fahrstraßen i und k nach und aus dem Gleise IV als nicht gleichzeitig zulässig gekennzeichnet, trotzdem die Weichenzustandslinien übereinstimmen. Hier ergibt sich jedoch der gegenseitige Ausschluss aus dem Wesen des eingleisigen Betriebes.

Wir haben demnach als zweiten Fall die Fahrstraßenfeindlichkeit wegen Gegenfahrt.

Ferner schließen sich trotz übereinstimmender Weichenzustandslinien und trotz der Benutzung verschiedener Gleise die Fahrstraßen c von Ost auf Gleis II einerseits und i und k von und nach dem Gleise IV andererseits aus, weil sich die

(Schluß folgt.)

Züge an dem Durchkreuzungspunkte der Gleise II und IV begegnen könnten.

Dieser dritte Fall ist die Fahrstraßenfeindlichkeit wegen Gleiskreuzung.

#### B. c) Zusammenfassung.

Nach dem Gesagten sind deshalb die Fahrstraßen zu unterscheiden in

1. unbedingt gleichzeitig zulässige;
2. bedingt gleichzeitig zulässige = bedingt feindliche wegen Fahrstraßenreihenfolge;
3. unbedingt feindliche
  - a) wegen anderer Weichenstellung,
  - b) wegen Gegenfahrt,
  - c) wegen Gleiskreuzung.

Aufgabe der Stellwerksanlagen ist es nun, die Sicherheit des Zugverkehrs der Art der Fahrstraßen im Einzelnen und in ihrer gegenseitigen Beziehung entsprechend durch mechanische Mittel zu gewährleisten, weshalb gesagt werden kann:

Eine Stellwerksanlage ist die mechanische Darstellung der Verriegelungsliste.

## Weitere Versuchsfahrten mit neueren Lokomotiven.

Von v. Borries, Geheimem Regierungsrate und Professor in Berlin.

### 1. Die Versuche.

Zur weitem Erprobung der Vierzylinder-Verbundlokomotive der Bauart v. Borries und der Heißdampf-Lokomotive der Bauart Schmidt-Garbe neuester Ausführung, haben im Sommer 1902 wieder Versuchsfahrten stattgefunden, über welche nachstehend berichtet wird.

Die Eisenbahn-Direktion Hannover hat im Frühjahr 1902 weitere zehn Vierzylinder-Schnellzug-Lokomotiven der früher\*) beschriebenen Bauart, die Eisenbahn-Direktion Halle sechs Heißdampf-Schnellzug-Lokomotiven der ebenfalls früher\*\*) beschriebenen Art und die Eisenbahn-Direktion Saarbrücken acht 4/4 gekuppelte Heißdampf-Güterzug-Lokomotiven\*\*\*) erhalten.

#### 1. Versuche im Bezirke Hannover.

Mit den Schnellzug-Lokomotiven wurden auf der Strecke Hannover-Stendal Versuchsfahrten in derselben Weise ausgeführt, wie im Vorjahre.†) Dazu wurden zwei Vierzylinder-Lokomotiven Hannover Nr. 17 und 18, zwei Heißdampf-Lokomotiven Halle Nr. 439, 440 und eine Zweizylinder-Verbund-Lokomotive mit Anfahrventil Hannover Nr. 42 verwendet. Die Hauptabmessungen der Lokomotiven und die Ergebnisse der Fahrten waren die folgenden:

\*) Organ 1900, S. 234.

\*\*) Organ 1902, S. 94.

\*\*\*) Organ 1902, Tafel XIII, Abb. 2.

†) Organ 1901, S. 208.

### Zusammenstellung I.

#### Hauptabmessungen der Lokomotiven.

Bauart	Nr.	Dienstgewicht t	Rostfläche qm	Heizfläche qm	Dampfspannung at
Vierzylinder-Verbund .	17, 18	53,3	2,27	118,7	14
Heißdampf-Zwilling .	439, 440	54,6	2,27	105,4	12
Zweizylinder-Verbund .	42	47,6	2,27	125,0	12

Bei der Berechnung der Durchschnittszahlen sind solche Fahrten ausgelassen, die wegen zu ungünstiger Witterung nicht vergleichbar erschienen. Bei Berechnung der stündlichen Verdampfung und Verbrennung auf 1 qm Heiz- und Rostfläche, Reihen 21 und 22, wurden von der Fahrzeit Nr. 1 5 Minuten abgezogen, weil durch Lehrte langsam und auf den Endstrecken mit verringerter Anstrengung gefahren wurde. In den Reihen 17 und 18 wurde dieser Abzug nicht gemacht, weil auf den Endstrecken die Beschleunigungsarbeit geleistet werden mußte.

#### Die Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven.

Die Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven Nr. 17 und 18 haben fast übereinstimmende Ergebnisse geliefert. Die Leistungen sind nach den Reihen 12, 13, 21 der Zusammenstellung II

Zusammenstellung II.  
Ergebnisse der Versuchsfahrten.

1 Nr.	2 Gegenstand	3 Bauart der Lokomotiven		
		4 Vier- zylinder- Verbund 17, 18	5 Heiße- dampf 439, 440	6 Zwei- zylinder- Verbund 42
1	Ganze Fahrzeit Stendal-Hannover oder zurück . . . . . Min.	112,3	108,5	114,7
2	Wirkliche Fahrzeit Groß-Möhlingen bis Block 191, Betriebslänge 126 km, oder zurück. Betriebslänge 123 km . . . . . "	84,7	82,4	85,5
3	Durchschnittliche Geschwindigkeit auf der Strecke Groß-Möhlingen bis Block 191 V km/St	88,2	90,8	86,9
4	Durchschnittliche Luftverdünnung in der Rauchkammer in Wassersäule . . . . . mm	116	98	107,6
5	Durchschnittlicher Füllungsgrad in % des Kolbenhubes . . . . . %	34	15	45
6	Durchschnittliche Dampfwärme . . . . . 0 C	—	275	—
7	Durchschnittliches Gewicht der Lokomotive und des Tenders L . . . . . t	86,9	89,8	75,7
8	Durchschnittliches Gewicht des Wagens W . . . . . "	285,8	274,1	257,3
9	Durchschnittliche Zugkraft für Lokomotive und Tender $Z_1 = L \left[ 3,8 + 0,9 V \frac{V+30}{1000} \right]$ kg	1139,6	1219,0	982,9
10	Durchschnittliche Zugkraft für den Zug $Z_2 = W \left[ 1,6 + 0,3 V \frac{V+50}{1000} \right]$ . . . . . "	1504,2	1483,2	1300,6
11	Ganze Zugkraft $Z_1 + Z_2$ . . . . . "	2643,8	2602,0	2283,5
12	Durchschnittliche Leistung $= \frac{Z_1 + Z_2}{270} V$ . PS.	865,2	911,0	733,8
13	Durchschnittliche Nutzleistung $= \frac{Z_2 V}{270}$ . . . . . "	492,8	500,1	419,7
14	Verbrauch an Wasser für die einfache Fahrt cbm	11,62	10,40	11,38
15	" " Kohlen für die Doppelfahrt kg	3022	3189	2936
16	1 kg Kohle verdampfte Wasser . . . . . "	7,67	6,54	7,78
17	1 " leistete in der Stunde $\left( 2 \cdot \frac{\text{Nr. 1}}{60} \cdot \frac{\text{Nr. 11}}{\text{Nr. 15}} \right)$ . . . . . PS.	1,07	1,04	0,96
18	1 kg Kohle hatte die stündliche Nutzleistung $\left( 2 \cdot \frac{\text{Nr. 1}}{60} \cdot \frac{\text{Nr. 12}}{\text{Nr. 15}} \right)$ . . . . . "	0,61	0,57	0,50
19	1 t Gewicht der Lokomotive ohne Tender hatte die Nutzleistung $\left( \frac{\text{Nr. 13}}{\text{Gewicht}} \right)$ . . . . . "	9,26	9,15	8,81
20	Reine Fahrzeit. Nr. 1 weniger 5 Min. . . . . Min	107,3	103,5	109,7
21	Auf 1 qm Heizfläche und 1 Stunde verdampftes Wasser $\left( \frac{\text{Nr. 14}}{\text{Heizfl.}} \cdot \frac{60}{\text{Nr. 20}} \right)$ . . . . . kg	54,7	57,2	49,8
22	Auf 1 qm Rostfläche und 1 Stunde verbrannte Kohle $\left( \frac{\text{Nr. 15}}{2,23} \cdot \frac{60}{\text{Nr. 20}} \right)$ . . . . . "	372,7	406,9	357,6
23	Anzahl der Fahrten . . . . . "	20	22	12

fast dieselben, wie die der Lokomotive Nr. 11 im Vorjahre.\*) Der Kohlenverbrauch ist nach Reihe 15 erheblich geringer und die Leistung eines kg Kohle nach den Reihen 17 und 18, der bessern Verdampfung nach Reihe 16 entsprechend um 13 und 15 % höher. Verdampfung und Verbrennung blieben nach den Reihen 21 und 22 mit 372,7 und 54,7 kg/qm/St unter den

\*) Organ 1901, S. 208.

sonst wohl erreichbaren Werten von 400 und 60 kg/qm/St. Die Lokomotiven hätten also etwas mehr leisten können, was auch bei einzelnen Fahrten geschehen ist.

#### Die Heißdampf-Lokomotiven.

Die Heißdampf-Lokomotiven Halle Nr. 439 und 440 waren in den Leistungen nach den Reihen 8 bis 13 und im Wasserverbrauche fast gleich, der Kohlenverbrauch war dagegen nach Reihe 16 bei Lokomotiven 439 etwas geringer und die Leistungen eines kg Kohle nach den Reihen 18 bis 20 etwas größer, als bei Lokomotiven 440. Diese Verschiedenheiten mögen durch die etwas geringere Anstrengung verursacht sein, mit welcher Lokomotive 439 gefahren ist. Die Stärke der Verdampfung erreichte nach Reihe 21 nicht ganz den bezeichneten Höchstwert, die Verbrennung hat ihn nach Reihe 22 überschritten; die Lokomotiven sind also durchschnittlich mit voller Anstrengung gefahren.

Ein Vergleich der Feueranfandung Reihe 4 und der Verdampfung Reihe 21 zeigt, daß die gleiche Anstrengung bei den Heißdampfesseln mit einer erheblich geringeren Luftverdünnung in der Rauchkammer erreicht wird, als bei den gewöhnlichen Kesseln. Dasselbe ergab sich bei Messungen der Verbrennungswärme, bei welchen auch die Luftverdünnung in der hinteren oberen Ecke der Feuerkiste durch einen durchbohrten Stehbolzen gemessen wurde. Diese betrug bei der Heißdampf-Lokomotive Nr. 86 durchschnittlich 54 %, bei den Verbund-Schnellzug-Lokomotiven durchschnittlich 45 % derjenigen in der Rauchkammer, wohl eine Folge des größeren Durchgangsquerschnittes der Heizröhre des Heißdampfessels.

Die Gesamtleistung Reihe 12, ist bei den Heißdampf-Lokomotiven rund 5 % höher, als bei den Vierzylinder-Lokomotiven, hauptsächlich in Folge der um rund 9 % stärkeren Verdampfung, Reihe 21. Die Nutzleistung eines kg Kohle, Reihe 18, ist dagegen bei den Vierzylinder-Lokomotiven um rund 7 % besser.

Im Vergleiche mit der im Vorjahre erprobten Heißdampf-Lokomotiven Hannover Nr. 86 haben sich die Leistungen der neuen Lokomotiven nach den Reihen 12, 13, 17, 18, 19 der Zusammenstellung II um durchschnittlich 12 % gehoben. Das Ergebnis darf als zuverlässig angesehen werden, da die Verdampfung durch 1 kg Kohle, Reihe Nr. 16 und auf 1 qm Heizfläche, Reihe 21, die vorjährigen Werte fast erreichten.

#### Die Zweizylinder-Verbund-Lokomotive 42

ist nach Reihe 4 mit etwas geringerer Feueranfandung gefahren, als Nr. 38 im Vorjahre, nämlich mit 107,6 mm gegen 129 mm, sie hat daher nach Reihe 12 auch etwas weniger geleistet, aber nach den Reihen 16, 19, 20 auch entsprechend sparsamer gearbeitet. Die Stärke der Verdampfung und Verbrennung blieb mit 358 und 49,8 kg/pm/St erheblich unter den erreichbaren Werten.

Im gewöhnlichen Schnellzugdienste der Maschinenstation Stendal war der Heizstoffverbrauch für 1 Zugkilometer vom 1. Juni bis 15. August 1902 durchschnittlich und sehr gleichmäßig:

bei drei Vierzylinder-Lokomotiven Nr. 17, 18, 20 = 11,11 kg  
 > zwei Heifsdampf-Lokomotiven Nr. 439, 440 . = 11,32 >  
 > einer Zweizylinder-Verbund-Lokomotive Nr. 42 = 11,22 >

Die im Bezirke der Eisenbahn-Direktion Halle angestellten Vergleichsfahrten ergaben:

Zusammenstellung III.

Lokomotiv-Gattung	Durchschnittlicher Verbrauch auf 1 Lokomotiv-km	
	Kohle kg	Wasser l
Vierzylinder . . . . .	10,96	76,29
Heifsdampf . . . . .	10,68	63,96

Die Leistungsfähigkeit beider Gattungen war annähernd gleich.

Alle bisher aufgeführten Ergebnisse zeigen befriedigende Uebereinstimmung.

## 2. Gesamtergebnisse.

### Die Vierzylinder-Lokomotiven.

Der ruhige sanfte, im Triebwerke völlig stoffsreie Gang dieser Lokomotiven wirkt auf das Wohlbefinden der Mannschaften sehr günstig ein; die Mannschaften ziehen daher diese Lokomotiven allen anderen vor. Ebenso günstig wird der Einfluss auf die Unterhaltungskosten der Lokomotiven und des Oberbaues sein.

Bei der Kolbenstellung zwischen 70 und 80% Füllung in einem Hochdruckzylinder zogen die Lokomotiven unter ungünstigen Umständen vereinzelt schlecht an, weil der Hülfdampf im Niederdruckzylinder dem Hochdruckkolben entgegenwirkt. Diesem Mangel ist durch enge Bohrungen in den Schieberführungen abgeholfen, durch die der Dampf bis zu 80% Füllung hinter die Hochdruckkolben gelangt.

Die einseitig geführten Kreuzköpfe halten sich nicht so gut, wie die gewöhnlichen und sollen bei weiteren Ausführungen durch solche mit Zwei-Führungen ersetzt werden. Dieselbe Beobachtung ist auch an anderen Stellen gemacht.

Die auf die Mitte gestellten Kolbenschieber liefen bei geöffneten Zylinderhähen an Lokomotive Nr. 18 in der Stunde rund 190 kg Dampf durch. Eine ähnliche Ziffer wurde früher bei der Lokomotive Nr. 11 gefunden. Im Betriebe wird dieser Verlust weit geringer sein, weil die Schieber während der Ausströmungszeiten breiter decken, der durchblasende Dampf in die Niederdruckzylinder gelangt und hier weiter arbeitet.

Die Leistungen dieser Lokomotiven leiden sehr unter der

(Schluss folgt.)

Nässe des Dampfes\*). Es wäre daher zweckmäßig, sie für die Folge mit Dampf-Ueberhitzung auf etwa 250° auszuführen. Die Leistungsfähigkeit würde dadurch, wie für die Zukunft erwünscht, erheblich gesteigert, der Heizstoff- und Wasser-Verbrauch verringert werden.

### Die Heifsdampf-Lokomotiven.

Die bereits hervorgehobene Steigerung der Leistungen, Reihen 12 und 13, gegenüber der im Vorjahre erprobten Lokomotive Nr. 86 von 809 und 464 auf 911 und 500 P. S. um rund 13 und 10% und der Ausnutzungsziffern, Reihen 17, 18, 19 um rund 20, 14 und 3% ist hauptsächlich der Vergrößerung der Zylinder von 460 auf 520 mm, um 28%, zuzuschreiben, welche gestattete, bei den Versuchsfahrten mit durchschnittlich 15, statt früher 26% Füllung zu fahren. Da dieser Füllungsgrad als der vorteilhafteste gelten darf, so scheint mit diesen Zylindern die bestmögliche Dampfausnutzung erreicht zu sein, sodafs eine weitere Steigerung der Leistungen wohl nicht mehr zu erwarten ist, solange die Zwillingswirkung beibehalten wird.

Die Ausnutzung des Brennstoffes, Reihe 17, ist etwas geringer als bei den Vierzylinder-Lokomotiven, daher können auch die Leistungen bei gleichem Lokomotivgewichte nicht wohl höher ausfallen. Die Leistungen der neueren 2/5 und 3/5 gekuppelten Vierzylinder-Lokomotiven mit Kesseln von 160 bis 200 qm Heizfläche, welche 1300 bis 1600 P. S. betragen, werden daher durch 2/4 gekuppelte Heifsdampf-Lokomotiven voraussichtlich nicht erreicht werden.

Die Vergrößerung der Zylinder hat anderseits eine erhebliche Verstärkung der Kolbenstöße im Triebwerke hervorgerufen. Diese traten bei beiden Lokomotiven in so hohem Mafse auf, dafs sie bei grofser Geschwindigkeit und entsprechend rascher Aufeinanderfolge der Stöße in starkes Rütteln geriethen, welches dem Zusammenhange der Teile und dem Befinden der Mannschaften sehr nachteilig war. Da diese Stöße um so stärker ausfallen, je rascher die Wechsel des Druckes auf die Dampfkolben erfolgen, so wird man versuchen müssen, die Drucksteigerung vor den Kolben grade zur Zeit des Druckwechsels am Kurbelzapfen zu verlangsamen. Das kann durch geeignete Bemessung der Endspannung, also der Zusammendrückung, des schädlichen Raumes und der Voröffnung geschehen. Die gewöhnlichen Dampfspannungs-Schaulinien leisten hierfür nichts; solche auf gleichmäfsig ablaufenden Papierstreifen würden die betreffenden Vorgänge besser erkennen lassen.

Die Hauptursache der Stöße, der grofse Anfangsdruck auf die Kolben ist bei der Zwillingswirkung nicht zu beseitigen. Es wird daher kaum gelingen, sie auf das bei den Zweizylinder-Verbund-Lokomotiven erreichte Mafs zu vermindern.

\*) Organ 1901, S. 209.

## Die 2/5 gekuppelte badische Schnellzugs-Lokomotive.

Von Courtin, Baurat und Mitglied der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen zu Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel III und Abb. 1 auf Tafel IV.

Die zur Beförderung der Schnellzüge auf der Rheinthalsstrecke Mannheim und Heidelberg-Basel bestimmte, früher im »Organ«\*) beschriebene 2/4 gekuppelte Schnellzuglokomotive erwies sich im Laufe der letzten Jahre als nicht mehr durchaus genügend für die gesteigerten Geschwindigkeiten und Zuglasten. Vorspannleistungen, welche durch die Indienststellung der 2/4 gekuppelten Lokomotiven für längere Zeit beseitigt zu sein schienen, wurden allmählich und zwar in steigendem Maße wegen unzureichender Kesselleistung wieder nötig. So sah man sich denn vor die Notwendigkeit der Erbauung einer neuen wesentlich kräftigeren Lokomotive gestellt.

Eingehende Untersuchungen hinsichtlich der Steigungsverhältnisse, Geschwindigkeit und Belastung lieferten unter Einrechnung eines angemessenen Zuschlages für künftige vermehrte Ansprüche die von der Lokomotive zu verlangende Leistung dahin zusammenfassen, daß sie auf 3,3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Steigung 200 t Wagengewicht mit 100 km/St. Geschwindigkeit dauernd sollte befördern können. Mit Rücksicht auf zu erwartende weitere Verkürzung der Fahrzeiten sollte sie aber auch für 120 km/St. Geschwindigkeit noch mit voller Sicherheit verwendbar sein. Aus der ersten Forderung ergab sich, um die auf etwa 1500 bis 1600 P.S. zu veranschlagende Dauerleistung erzielen zu können, gegenüber der bisherigen Lokomotive nahezu eine Verdoppelung der Heizfläche.

Zur Mäßigung andererseits der an die Heizfläche zu stellenden Ansprüche, wie im Hinblick auf eine thunlichst wirtschaftliche Ausnutzung von Heizstoff und Dampf erschien dann ferner die Wahl hoher Kesselspannung und der Verbundwirkung angezeigt, während möglichst gleichmäßige Belastung der beiden Seiten der Lokomotive, Rücksichten auf ruhigen Lauf und rasches Anfahren die Anordnung von vier Zylindern nahe legten.

Das zu erwartende Kesselgewicht forderte eine fünfte Achse, die, da die Triebachsen aus dem eben genannten Grunde die höchst zulässige Belastung von 16 t erhalten mußten und damit ausreichendes Reibungsgewicht ergaben, als Laufachse ausgebildet werden konnte.

Nach diesen hauptsächlich und einer Reihe untergeordneter, bei Beschreibung der Lokomotive zu erwähnender Forderungen wurden vom maschinentechnischen Bureau der Generaldirektion eingehende Vorschriften für die Lokomotive bearbeitet. Sieben große deutsche Lokomotiv-Bauanstalten, die zum Wettbewerbe aufgefordert worden waren, beteiligten sich an diesem mit zum Theil sehr bemerkenswerthen und eigenartigen Entwürfen, von welchen dem der Lokomotiv-Bauanstalt von J. A. Maffei in München als dem aus allen in Betracht kommenden Gesichtspunkten annehmbarsten der Vorzug gegeben wurde. Im Ganzen sind zunächst 12 Lokomotiven dieser Bauart beschafft worden; sie entsprechen so, wie die Darstellungen in Abb. 1 bis 3, Taf. III, Abb. 1, Taf. IV und Textabb. 1 und 2 zeigen, dem ersten Entwurf im Grossen und Ganzen noch ziemlich genau, wenn sich auch hinterher bei der Bearbeitung der Einzelheiten mehr oder weniger eingreifende Aenderungen als nothwendig oder erwünscht erwiesen haben.

Abb. 1.

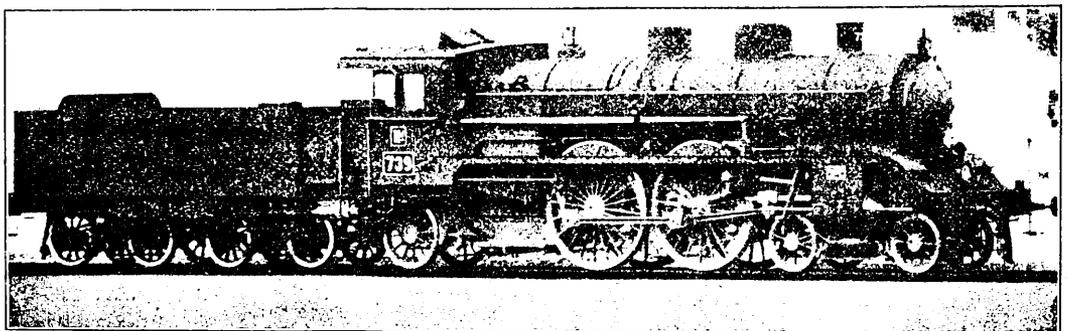
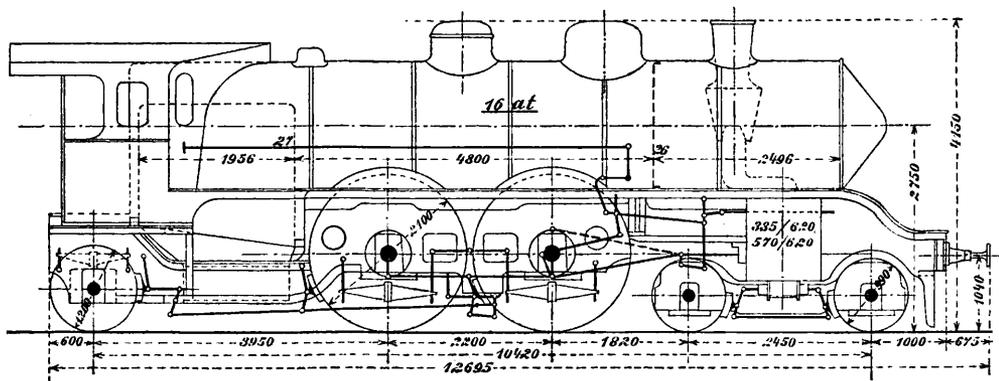


Abb. 2.



Die Lokomotive, 2/5 gekuppelt nach der als »Atlantic«-Bauart allgemein bekannten Anordnung ausgeführt, ruht auf einem vordern zweiachsigen Dreh- und verschiebbaren Laufgestelle, welchem die zwei gekuppelten Triebachsen vor und eine im Bogen geführte Laufachse hinter der Feuerbüchse

\*) Organ 1896, S. 41 u. ff.

folgen. Die vier Zylinder liegen nebeneinander unter der Rauchkammer und wirken sämtlich auf die erste Triebachse. Der Kessel ist hoch gelagert, die Feuerbüchse mit annähernd quadratischem Grundrisse ausgeführt und über die darunter durchgeführten Rahmen hinweg verbreitert. Die Lokomotive hat folgende Hauptverhältnisse:

#### Triebwerk.

Durchmesser der Hochdruck-Zylinder d . . . . .	335 mm
« « Niederdruck-Zylinder d <sub>1</sub> . . . . .	570 «
Zylinderverhältnis . . . . .	1 : 2,9
Kolbenhub l . . . . .	620 mm
Triebraddurchmesser D . . . . .	2100 «

#### Kessel.

Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	13,02 qm
« « « Heizrohre . . . . .	196,48 «
Gesamte feuerberührte Heizfläche . . . . .	210,1 «
Rostfläche R . . . . .	3,87 «
Verhältnis H : R . . . . .	54,3
Dampfüberdruck p . . . . .	16 at

#### Heizrohre.

Länge zwischen den Rohrwänden . . . . .	4800 mm
Durchmesser der gewöhnlichen Heizrohre:	
aufsen . . . . .	52 «
innen . . . . .	46 «
Durchmesser der Ankerrohre aufsen . . . . .	50 «
« « « innen . . . . .	34 «
Anzahl der gewöhnlichen Heizrohre . . . . .	274
« « Ankerrohre . . . . .	5
Lichter Durchmesser des mittleren Kesselschusses . . . . .	1566 mm
Höhe der Kesselmitte über S. O. . . . .	2750 «

#### Laufwerk, Achsstände und Längen.

Durchmesser der Drehgestellräder . . . . .	990 mm
« « hinteren Laufräder . . . . .	1200 «
Achsstand des Drehgestelles . . . . .	2450 «
Fester Achsstand (Achsstand der Triebachsen) . . . . .	2200 «
Ganzer Achsstand . . . . .	10420 «
Ganze Länge der Lokomotive . . . . .	12685 «

#### Gewichte\*).

	Leergewicht	Dienstgewicht
Vordere Drehgestellachse . . . . .	11,57 t	13,00 t
Hintere « . . . . .	11,77 «	13,32 «
Triebachse . . . . .	15,06 «	15,95 «
Kuppelachse . . . . .	14,92 «	15,88 «
Laufachse . . . . .	13,68 «	15,85 «
Gesamtgewicht . . . . .	67,00 «	74,00 «
Dienstgewicht für 1 qm feuerberührte Heizfläche . . . . .	—	0,352 «
Dienstgewicht für 1 lfd. m Länge . . . . .	—	5,850 «

\*) Durchschnitt von 9 Lokomotiven.

#### Zugkraft.

Zugkraft im Ganzen . . . . .	5800 kg
« für 1 qm feuerberührter Heizfläche . . . . .	27,5 «
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht . . . . .	78,4 «
« « 1 t Triebachslast . . . . .	181,6 «

Der Langkessel besteht aus drei zylindrischen Schüssen von 1566 und 1600 lichte Durchmesser bei 17 mm Wandstärke. Um letztere trotz der hohen Dampfspannung von 17 at thunlichst gering zu halten, ist die Verlaschung der Kesselschüsse mit Zackenlaschen ausgeführt, wodurch die Festigkeit in der Nietung auf 86% der des ungeschwächten Bleches gesteigert werden konnte. Der vordere Kesselschufs ist an der Stofsstelle mit dem Rauchkammermantel unter der Verlaschung ein Stück weit geschweifst, Taf. III, Abb. 1.

Der vordere Kesselschufs trägt den Dampfdom, der hintere die beiden Sicherheitsventile; über dem mittlern erhebt sich der Sandkasten.

Die Speisung erfolgt durch zwei Friedmann-Strahlpumpen SZ No. 11 von je etwa 280 l Leistung in der Minute.

Der Kesseldurchmesser wurde groß gewählt und auch die Entfernung der Rohrwände von einander reichlich bemessen, beides weniger, weil die Unterbringung der erforderlichen Rohr-Heizfläche dies unbedingt erfordert hätte, als um eine große freie Wasserfläche, damit also ruhige Verdampfung und darüber noch einen genügend großen Dampfraum zu erhalten. Von einer Verbreiterung des Kessels nach hinten, etwa nach Art der amerikanischen »Wagon-top«-Bauart, durch Einfügung eines kegelförmigen Schusses, wodurch obigen Bedürfnissen in noch höherem Maße hätte Rechnung getragen werden können, wurde aber abgesehen, weil dadurch der Mannschaft die Aussicht nach vorn beeinträchtigt und ferner auch die Anbringung der verschiedenen entlang dem Kessel zu führenden Handzüge und Gestänge erschwert worden wäre.

Die hohen Leistungen des Kessels erforderten eine angemessene große Rostfläche von 3,5 bis 4 qm. Bei solchen Abmessungen erschien der Bau einer zwischen den Rahmen liegenden Feuerbüchse wegen der Größe der erforderlichen Rostlänge von etwa 4 m, und der daraus entstehenden Schwierigkeiten der Bedienung ausgeschlossen, wie auch schon die Rücksicht auf Vermeidung ungünstiger Beanspruchungen der Stehbolzen durch allzulange Feuerbüchswände von einer zwischen den Rahmen liegenden Feuerung absehen liefs.

Man kam daher zur Verwendung einer ziemlich weit über die Rahmen hinaus verbreiterten Feuerbüchse, so daß der Rost fast quadratische Gestalt erhielt, leicht bedienbar und auch eine Beanspruchung der Stehbolzen über das bisher übliche Maß hinaus vermieden wurde.

Um in letzterer Beziehung noch sicherer zu gehen, wurden die drei obersten Reihen Stehbolzen ringsum, außerdem an jeder Ecke die benachbarten senkrechten Reihen aus Manganbronze ausgeführt, erstere mit etwas stärkerem Durchmesser von 27 mm, letztere mit schwächerem von 26 mm.

Die Stehbolzen von 26 mm sind in den Abb. 1 und 2, Taf. III durch größere einfache, die 27 mm starken durch doppelte Kreise besonders kenntlich gemacht.

Die Verankerung der flachen innern und der runden äußern Feuerbüchse bewirken Deckenanker, von denen die beiden vordersten Reihen beweglich aufgehängt sind. Außerdem werden die Seitenwände der äußern Feuerbüchse in der Querrichtung durch wagerechte, die Hinterwand durch schräg gelagerte, mit dem einen Ende an der Decke der äußern Feuerbüchse und dem hintern Kesselschusse befestigte Zugstangen verankert.

Das Gewicht der Feuerbüchse wird von zwei am hintern Theile des Feuerbüchsrings angebrachten Gleitschuhen aufgenommen und unmittelbar auf eine darunter liegende Querverbindung der Rahmen übertragen. Diese Gleitschuhe sind gegen seitlich wirkende Fliehkräfte des Kessels beim Durchfahren von Krümmungen als Schlingerstücke ausgebildet. An der Feuerbüchsvorderwand angebrachte Kesselführungen, im Querschnitt Abb. 2, Taf. III links sichtbar, unterstützen den letztern Zweck.

Die Feuerthür (Textabb. 3) besteht aus drei Flügeln,

steuerte Pendelscheibe zeigt an, auf welcher Seite zuletzt ge-  
feuert wurde.

Schutzbleche im Innern der Thürflügel, welche mittels Luftzutrittes durch eine Anzahl von Bohrungen die Abkühlung der Feuerthür bewirken und ein zweitheiliger Feuerlochschrutzring vervollständigen die Einrichtung.

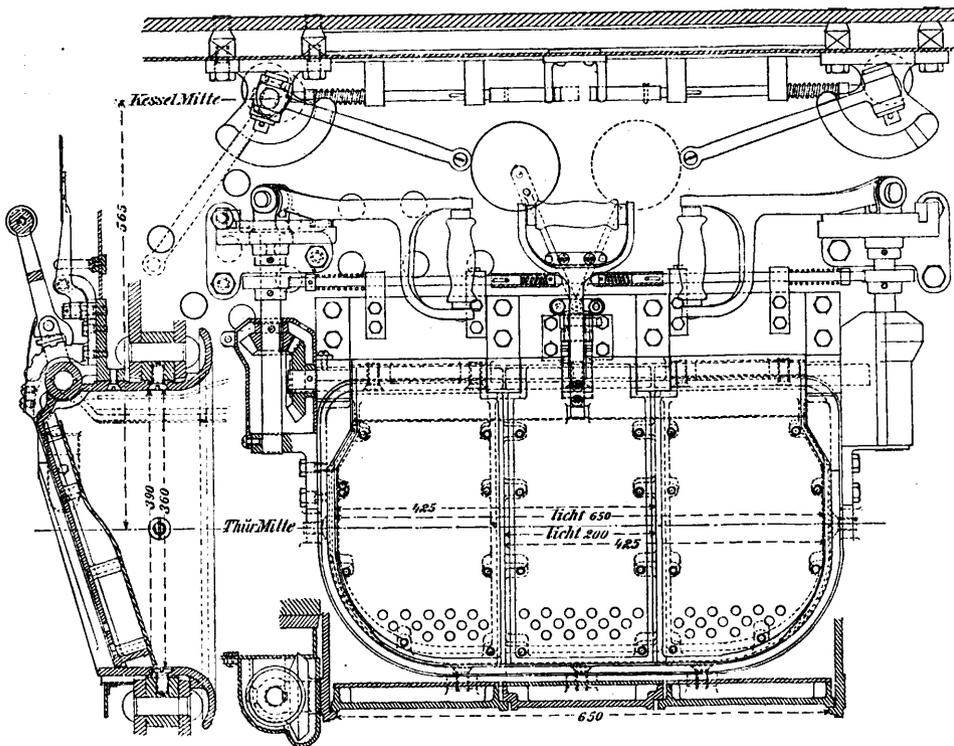
Der vordere Theil des Rostes ist zum Umkippen eingerichtet.

Der Aschkasten besteht aus einem untern parallelepipedischen und einem obern Theile, dessen Gestalt etwa einer umgekehrten schräg abgeschnittenen Pyramide gleicht. Ersterer Theil trägt eine vordere und zwei Bodenklappen und kann nach Lösung der Verbindungsschrauben nach vorn herausgezogen werden.

Bei Entfernung der oberen Hälfte werden zunächst zwei in der vordern und hintern Querwand liegende Mittelstücke herausgenommen, worauf auch die Abnahme der geschweiften Seitentheile erfolgen kann.

Da bei breiten Feuerbüchsen mit zunehmendem Abbrande der Heizrohrbündel leicht Ausbauchungen der Rohrwand eintreten, sind in diese in gleichmäßiger Vertheilung an fünf Stellen dickwandige Ankerrohre eingezogen, deren Lage im Aufrisse (Abb. 2, Taf. III) durch doppelte Kreise angedeutet ist. Die sehr geräumige Rauchkammer trägt den zum Theil in sie hinein verlängerten Schornstein, der von einem Funkenfänger der Bauart Sturm nach innen abgeschlossen wird. Das Funken-sieb besteht bei dieser Einrichtung aus gelochten Blechen, die im vorliegenden Falle in Form einer umgekehrten vierseitigen Pyramide zwischen Blasrohr und Schornstein eingebaut sind. Die quer zur Fahrriichtung liegenden Seiten dieser Pyramide sind um untere Achsen bis in die wagerechte Ebene drehbar. Diese Achsen sind durch geeignetes Gestänge unter sich und mit der Kolbenstange eines kleinen, im Aufrisse (Abb. 1, Taf. III) an der Rauchkammer ersichtlichen Dampfzylinders verbunden, dessen Raum hinter dem Kolben mit der Dampfströmung in ständiger

Abb. 3.



die um eine obere wagerechte Achse nach innen aufgeklappt werden können. Für jeden äußern der drei Flügel ist ein besonderer Handgriff vorhanden, mittels dessen er im ganz geöffneten und ganz geschlossenen Zustande festgehalten wird. Der mittlere Flügel wird beim Oeffnen jedes der beiden äußern selbstthätig mitgenommen, kann aber auch für sich allein durch einen dritten Handgriff geöffnet werden. So werden beim Schüren immer nur ungefähr zwei Drittel der großen Thüröffnung geöffnet, während die mittlere Klappe dann allein benutzt werden kann, wenn das Feuer mit dem Schürhaken durchgezogen oder der Oberluft Zutritt gestattet werden soll. Eine durch das Oeffnen der Feuerthürhälfte ge-

Verbindung steht.

Solange der Regler geschlossen ist, werden die umlegbaren Funken-siebe durch ihr Eigengewicht und eine im Dampfzylinder befindliche, auf den Kolben wirkende Rückstellfeder in der geöffneten, wagerechten Lage gehalten. In dieser Stellung der Funken-siebe sind die Heizrohre zur Reinigung vollkommen zugänglich, die Abgase können durch den Schornstein auch bei dem geringen natürlichen Zug leicht entweichen und das Anheizen geht leichter vor sich. Bei Dampfaufgabe bewegt sich der Kolben nach dem andern Ende des Zylinders und bringt die Funken-siebe in die aufgerichtete Stellung zurück.

Quer in der Rauchkammer liegt vorn wagerecht ein Spritzenrohr, in welches von der rechtseitigen Speiseleitung her Wasser zum Löschen der Rückstände eingelassen werden kann. Ein am vordern untern Rauchkammerende angebrachtes Zinderrohr bewirkt die Entfernung der Rückstände.

Die Rauchkammerthür ist zur Verminderung des Luftwiderstandes kegelförmig ausgebildet.

In der Rauchkammer liegt auch die Einströmung nach den Hochdruckzylindern. Obwohl diese für beide Schieber eine gemeinsame Schieberkammer haben, wurde das Einströmrohr doch, soweit es in der Rauchkammer liegt, in zwei sich jederseits entlang dem Rauchkammermantel hinziehende Stränge von 100 mm Lichtweite getrennt, die sich erst unmittelbar an der Eintrittsstelle in die Schieberkammer wieder vereinigen. Hierdurch wurde verhältnismäßig geringe Dampfgeschwindigkeit\*) und entsprechend märsiger Spannungsabfall, ferner auch märsige Dampftrocknung beim Durchgange nach den Zylindern angestrebt.

Der Regler ist als entlastetes Doppelsitzventil ausgebildet. Der ganze Kessel und die Zylinder sind ringsum mit Kieselgur gegen Abkühlung geschützt.

Die beiden Hochdruckzylinder bestehen mit den Schieberkästen aus einem Stücke und bilden durch ihre Lage zwischen den Rahmen zugleich die vordere Versteifung der letzteren, oben den Sattel für die Rauchkammer und unten das Oberlager des Drehgestelles. Die Niederdruckzylinder schliessen außen, nur durch den Rahmen getrennt, unmittelbar an die Hochdruckzylinder an und sind durch kurze, doppelte Ueberströmrohre mit diesen verbunden.

Für die Anordnung der vier Zylinder nebeneinander waren die folgenden, durch diese Bauart erreichbaren Vortheile maßgebend:

1. Wegfall der bei Anordnung der inneren und äußeren Zylinder hintereinander in wagerechter Ebene auf den Rahmen ausgeübter Biegemomente.
2. Wegfall der kastenförmigen Versteifung, welche sonst aus obigem Grunde innerhalb der Rahmen an den beiden hinten liegenden, äußeren Zylindern nöthig wird. Eine einzige durchgehende wagerechte Verbindung genügt, dabei bleibt der Raum zwischen den Rahmen leicht zugänglich.
3. Wegfall längerer Rohrverbindungen (Zwischenbehälterleitungen), zwischen Hoch- und Niederdruck-Gruppe, mit ihren Stopfbüchsen, Abkühlungs-, Undichtigkeits- und Reibungsverlusten.
4. Angriff der Kurbelkräfte an nur einer Achse, also auch Ausgleich der Massenwirkungen und Kolbenkräfte an derselben Stelle. Da bei der gewählten Versetzung der Kurbeln gegen einander um 180° auf jeder Seite auch der Druckwechsel gleichzeitig stattfindet, ergeben sich nur geringe, in den Triebachslagern wirkende wagerechte Kräfte.

\*) Bei 40% Füllung der Hochdruckzylinder und 100 km/Std. Geschwindigkeit beträgt die Dampfgeschwindigkeit in den beiden Einströmrohren nur etwa 23,4 m/Sek.

5. Erleichterung der Ausführung einer verbreiterten Feuerbüchse. Durch die Wahl einer solchen kommt der Kessel der vor ihr liegenden Triebäder halber ziemlich weit nach hinten zu liegen und die Vereinigung der vier Zylinder an einer Stelle wirkt dann günstig auf die Schwerpunktslage.

6. Möglichkeit einer äußerst einfachen Anordnung der unten beschriebenen Steuerung.

Die Hochdruckzylinder haben Kolbenschieber mit gewöhnlichen gußeisernen Spannrings und innerer Einströmung, die Niederdruckzylinder entlastete Flachschieber nach Bauart Maffei-Wilson.

Die Hochdruckzylinder liegen innen, die Niederdruckzylinder außen. Diese Anordnung wurde gewählt, weil die Mittellinien der Niederdruckzylinder bei den erforderlichen Zylinderdurchmessern durch Anordnung innen wegen des beschränkten Raumes zwischen den Rahmen völlig festgelegt gewesen wären und ungünstige Abmessungen der Kurbelarme ergeben hätten. Die kleineren Hochdruckzylinder erlaubten bei innerer Lage eine Anordnung, welche eine kräftige Ausbildung der Kurbelarme ermöglichte.

Der mit dieser Wahl verbundene Nachtheil, die unvollkommenere selbstthätige Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen wegen des Angriffes der geringeren Massen am kleinern Hebelarme und umgekehrt konnte nicht ausschlaggebend ins Gewicht fallen. Thatsächlich haben sich bei der Versetzung der Kolben jeder Seite um 180° gegeneinander so geringe übrig bleibende hin- und hergehende Massen ergeben, daß bei dem großen Achsstande der Lokomotive auf deren Ausgleich ganz verzichtet werden konnte\*). Wie die Probefahrten zeigten, hat die Ruhe des Laufes darunter in keiner Weise gelitten, während der vollkommene Wegfall aller freien Fliehkräfte als ein in Anbetracht der ohnehin hohen Triebadlasten sehr schätzenswerther Vortheil dieser Maßregel anzusehen ist.

Der bessere Wärmeschutz der Hochdruckzylinder bei Innenlage darf als weiterer Vorzug der Anordnung ebenfalls Erwähnung finden.

Die Hochdruckzylinder haben einseitige, die Niederdruckzylinder durchgehende Kolbenstangen und Kolben mit gußeisernen Spannrings.

Wie schon erwähnt, wurde auf eine möglichst einfache Steuerung großes Gewicht gelegt, einmal, um Gewicht zu sparen, sodann aber auch, um möglichst wenige Steuerungstheile in den Raum zwischen die Rahmen verlegen zu müssen, wodurch die Uebersichtlichkeit und Zugänglichkeit der Steuerung verbessert und dem Heizer auch bei Halten von nur wenigen Minuten die Möglichkeit gegeben wurde, das Gestänge nachzusehen und frisch zu schmieren.

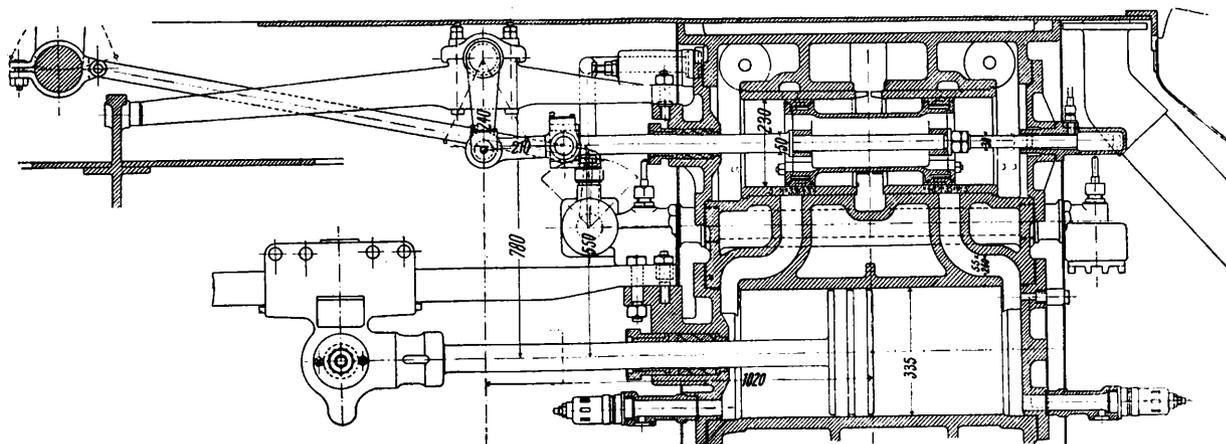
Diese Erwägungen führten schliesslich dazu, für jede Lokomotivseite nur ein, in überwiegendem Masse außen liegendes Steuergestänge nach Bauart Heusinger von

\*) Von den übrig bleibenden hin und her gehenden Massen hätten bis zur Erreichung einer freien Fliehkraft im Betrage von 15% der ruhenden Radbelastung, (I. V. § 108<sup>b</sup>) auf 120 km/Std. Geschwindigkeit bezogen, noch 31% ausgeglichen werden können.

Waldegg zu wählen, das unmittelbar die Dampfvertheilung der Niederdruckmaschine besorgt. Das obere Ende des Voreilhebels greift aber am untern Ende eines senkrecht herabhängenden, einarmigen Hebels an, der an einer wagerechten,

rechtwinkelig zur Längsmittellinie der Lokomotive liegenden Welle hin und her schwingt. Das andere in den Raum zwischen den Rahmen hineinreichende Ende der Welle trägt einen ähnlichen schwingenden Hebel (Textabb. 4), an welchem die

Abb. 4.



Stange des Hochdruckkolbenschiebers in gleicher Weise wie aufsen die des Niederdruckschiebers nur durch Vermittelung eines kurzen Lenkers ohne Weiteres angreift. Auf vollständig symmetrische Anlage der Steuergestänge wurde besonderer Werth gelegt, so dafs alle einseitigen Zapfen und Verbindungen vermieden und durch Gabel- oder Doppel-Stangen ersetzt sind.

Da die Gleitbacken der Schwingen bei dieser Anordnung den Bewegungswiderstand von zwei Steuerungen zu überwinden haben, so ergeben sich an diesen Theilen, vor Allem ehe die

Steuerung ganz eingelaufen ist, hohe Drucke, die eine besonders sorgfältige Ausbildung der Schwingen-Gleitstücke und ihrer Schmierung erforderlich machen.

Eine derart einfache Steuerung ist an die Bedingung, gegenläufiger Kolben, somit 180° Kurbelwinkel, geknüpft; also mußte auf die ursprüngliche Absicht, die Lokomotive für selbstthätigen Ausgleich der hin und her gehenden Massen durch Wahl von anderen Kurbelwinkeln als 90 und 180° zu bauen, verzichtet werden, weil sonst je eine weitere Steuerung für jeden Innenzylinder nöthig geworden wäre.

Zusammenstellung I.  
Steuerungsliste.

Hochdruckzylinder								Niederdruckzylinder							
Mittlere Füllung in %	Schieber-Voröffnen in mm	Auslenkung des Schiebers in mm	Beginn der Dampfdehnung bei %	Beginn der Vor- ausströmung bei %	Beginn der Zusammen- drückung bei %	Beginn der Vor- einströmung bei %		Mittlere Füllung in %	Schieber-Voröffnen in mm	Auslenkung des Schiebers in mm	Beginn der Dampfdehnung bei %	Beginn der Vor- ausströmung bei %	Beginn der Zusammen- drückung bei %	Beginn der Vor- einströmung bei %	
Vorwärts															
26 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	7	54	24	62	80 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	98 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	hinten	30	7	54	29 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	75 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	98 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	hinten
	2	56	29 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	73	71	99 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	vorn		7	56	31	71	72	98 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	vorn
38	7	58	34	68 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	84	99 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	hinten	40	7	58	39 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	73	80	99	hinten
	2	60 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	42	78	76	99 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	vorn		7	60 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	42	76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	77	98 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	vorn
48	7	64	43	74	87	99 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	hinten	50	7	64	49	77	84 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	99 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	hinten
	2	67	53	82	80 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	99 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	vorn		7	67	51 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	81	81	99 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	vorn
78	7	102	73	89	96	99,9	hinten	80	7	102	79 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	92	95	99,9	hinten
	2	110	83	94	93	99,9	vorn		7	110	80	93 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	93 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	99 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	vorn
Rückwärts															
74	7	83	67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	86 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	94 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	99 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	hinten	75	7	83	76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	90	93	99,9	hinten
	2	110	81	92	90 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	99,9	vorn		7	110	74	91 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	92	99 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	vorn

Da die an der Querwelle sitzenden Hebel für die Schieberstangen der Hoch- und Niederdruck-Zylinder gleichgerichtet und gleichlang sind, machen ihre Endpunkte, also auch die Schieber stets gleichgroße und gleich gerichtete Bewegungen; daher ergeben sich, wenn zunächst vom Einflusse der endlichen Stangenlängen abgesehen wird, in Hoch- und Niederdruck-Gruppe gleiche Füllungsgrade.

Die Gegenläufigkeit von Hoch- und Niederdruckmaschine einer Lokomotivseite ist bei dieser Anordnung dadurch erreicht, daß erstere innere, letztere äußere Dampfströmung erhalten hat. Untersuchungen, welche dahin zielten, auch bei gleicher

Füllung in beiden Gruppen günstige Vertheilung des Druckgefälles und angemessene Dampfausnutzung zu erhalten, führten zu dem Zylinderverhältnisse von 1 : 2,9.

Für die unmittelbar gesteuerte, außen liegende Niederdruckmaschine ergibt sich durch die endliche Länge der Kurbelstange in bekannter Weise eine kleine Verschiedenheit der Füllungsgrade vor und hinter den Kolben im Sinne einer Vergrößerung der ersteren; der Betrag dieser Verschiedenheit gestaltet sich, da das Verhältnis der Länge des Kurbelarmes zu der der Kurbelstange mit etwa 1 : 5,7 wohl nicht gerade klein, aber auch nicht wesentlich größer ausfiel, als bei zahlreichen anderen Lokomotiven, gleichfalls nicht nennenswerth ungünstiger, als vielfach der Fall ist. Der Unterschied schwankt nach der vorstehenden Steuerungsliste zwischen  $1\frac{1}{2}\%$  bei 80% Füllung und  $2\frac{1}{2}\%$  bei 40 und 50% Füllung.

Bei der mittelbar gesteuerten Hochdruckmaschine verdoppelt sich aber wegen der Gegenläufigkeit der Kolben der Einfluss der endlichen Stangenlänge und damit vergrößert sich auch der Füllungsunterschied vor und hinter dem Kolben; er schwankt zwischen  $5\frac{1}{2}\%$  bei 26,75% Füllung und 10% bei 48% Füllung.

Da nun aber nicht die Füllungen nur eines Zylinders oder Zylinderpaares, sondern die vereinigten auf den Kurbelkreis bezogenen Umfangsdrücke aller vier Zylinder für die Gleichmäßigkeit der Triebkraft maßgebend sind, so war zunächst zu prüfen, ob die verschiedenen Füllungsgrade eines Zylinderpaares in dieser Beziehung wesentliche Ungleichheiten hervorrufen konnten. Deshalb wurde die Umfangsdruck-Darstellung der vereinigten vier Zylinderkräfte einmal für gleiche, einmal für ungleiche Füllungen in obigem Betrage entwickelt; so wurde gefunden, daß zwar beide Arten befriedigende, die letztere aber noch etwas bessere Gleichmäßigkeit des Antriebes ergab, weshalb Bedenken hinsichtlich der Gleichmäßigkeit des Ganges hinsichtlich erschienen.

Die verschiedene Dauer der einzelnen Stufen der Dampfwirkung vor und hinter dem Kolben lassen sich allerdings bei dieser Anordnung nur zum Theil beseitigen. Durch passende Wahl der Abmessungen im Steuergestänge, verschieden große äußere Ueberdeckung und verschiedene Größe der schädlichen Räume vorn und hinten ließen sich aber auch hier annehmbare Verhältnisse schaffen, wie aus der Steuerungsliste, den Steuerellipsen (Textabb. 5) und den Schieberschnitten (Textabb. 6) ersichtlich ist.

Da außerdem der in den Hochdruckzylindern nicht völlig gleichmäßig ausgenutzte Dampf vor Verlassen der Lokomotive noch die Niederdruckgruppe zu durchlaufen hat, deren Steuerung, wie erwähnt, hinsichtlich gleichmäßiger Dampfvertheilung den bei Lokomotiven üblichen Ansprüchen und erreichbaren Bedingungen entspricht, so kann auch

Abb. 5.

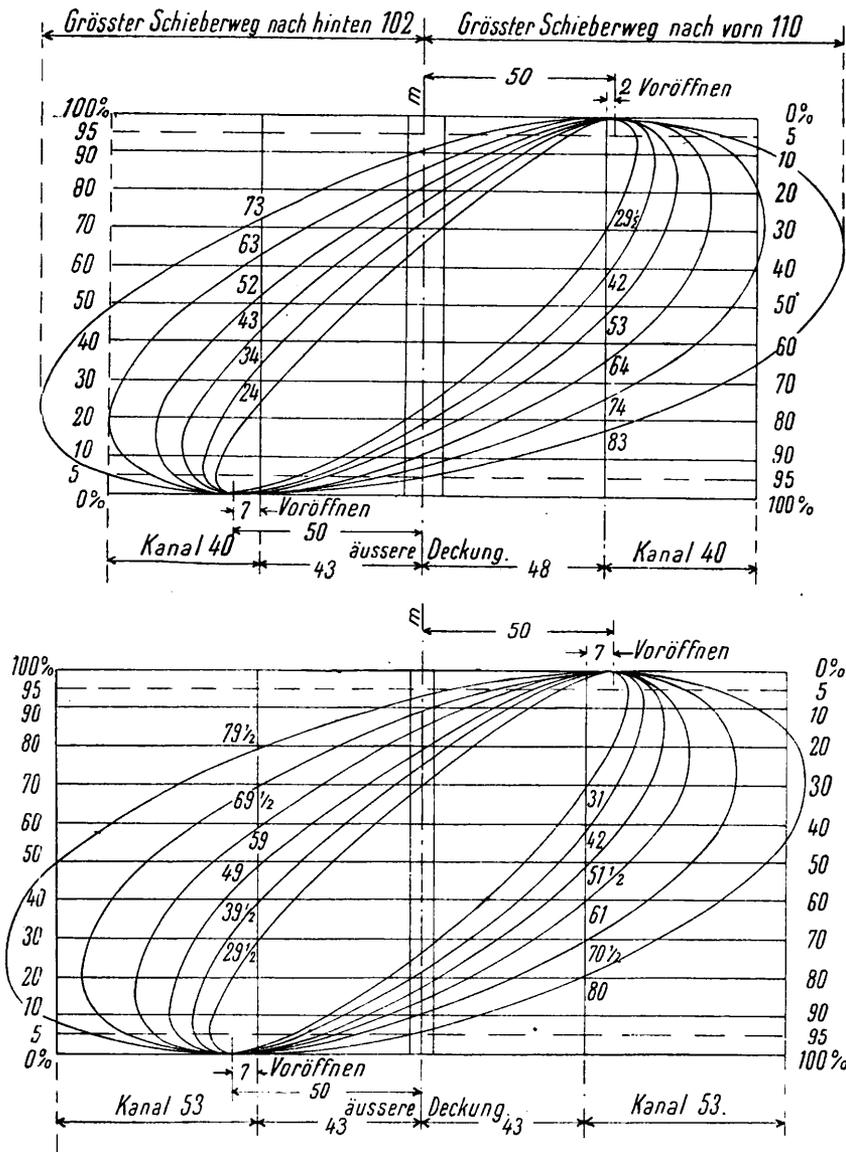
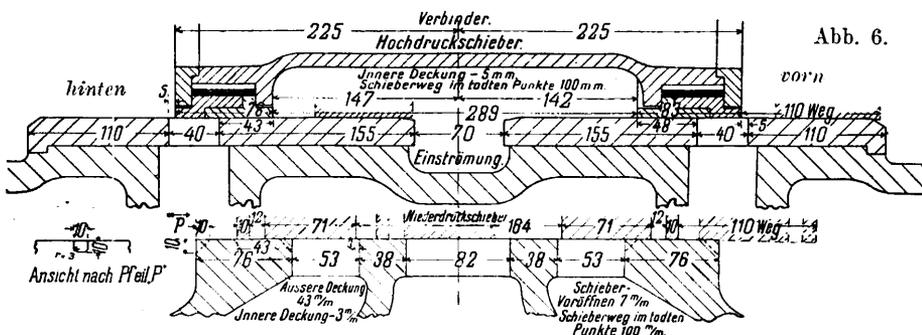


Abb. 6.



Vom Standpunkte der Dampfausnutzung die gewählte Bauart keinen Bedenken unterliegen. Zudem bilden die Ausströmungen beider Hochdruckzylinder wegen der hohl gebauten Kolbenschieber unter sich, mit den Ueberströmröhren und Schieberkästen der Niederdruckzylinder einen zusammenhängenden Zwischenbehälter, dessen Größe genügend gleichmäßige Dampfspannung trotz der verschieden starken Auspuffe der Hochdruckzylinder gewährleistet.

Die Bestimmung der Zylinderdurchmesser erfolgte nicht auf Grund der als äußerste Leistung anzusehenden eingangs erwähnten Vertragsvorschrift,\*) sondern in Anlehnung an die regelmäßige von der Lokomotive verlangten Leistungen. Die Strecke, auf welcher die Lokomotive verkehrt, hat rund 250 km Länge und folgende Steigungsverhältnisse:

\*) Beförderung von 200 t Wagengewicht auf 3,33 ‰ mit 100 km/St. Geschwindigkeit.

(Schluß folgt.)

67,6 ‰ der Strecke haben 1,1 ‰ und weniger Steigung, liegen eben oder haben flache Gefälle,

4,4 ‰ haben 1,1 ‰ bis 2 ‰ Steigung

17,2 ‰ ‰ 2 ‰ ‰ 3,33 ‰ ‰

7,1 ‰ ‰ 3,33 ‰ ‰ 5 ‰ ‰

3,7 ‰ ‰ 5 ‰ ‰ 6,7 ‰ ‰

Danach wurde die Steigung von 1,1 ‰, ein Wagengewicht von 230 t und 90 km/St. Geschwindigkeit als der häufigst vorkommende Fall zu Grunde gelegt, bei welchem die Lokomotive mit günstigem Füllungsgrade arbeiten sollte. Dagegen sollte aber die gleiche Zuglast bei 6,7 ‰ Steigung und 70 km/St. Geschwindigkeit noch keine unangemessen hohen Füllungsgrade erfordern. Nach diesen Gesichtspunkten wurden die Zylinderdurchmesser mit 335 und 570 mm ermittelt; sie erfordern zur Bewältigung der beiden obigen Leistungen dann etwa 40 ‰ und 50 bis 55 ‰ Füllung.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahnhofs-Einrichtungen.

#### Doppelspiraldübel.

Zur Anbringung von Ausrüstungsstücken, beispielsweise Stützen für elektrische Leitungen, Stützhaken, an Hausteinen und Mauerwerk führt Boeddinghaus in Düsseldorf statt der bekanntlich sehr mangelhaften Holzdübel zur Aufnahme von Befestigungsschrauben «Doppelspiraldübel»\*) ein, die die Uebelstände des Holzes: schweres Eindringen der Schrauben in hartes Holz, Lockerwerden durch Schwinden weichen Holzes vermeiden.

Diese Dübel bestehen aus einer Drahtwicklung, deren Gänge dem Gewinde der zu verwendenden Holzschrauben genau angepaßt sind. Eine zweite Drahtwicklung geht auf der Außenseite der ersten mit umgekehrter Wickelrichtung zum Vorderende zurück.

\*) D. R. P. 78235.

Mit von demselben Werke eingeführten Bohrern, die verschiedenen Gesteins- und Mauerwerks-Arten angepaßt sind, wird ein möglichst kleines, rundes Loch gebohrt, dieses wird mit einer Spritzflasche gereinigt und angefeuchtet, dann wird eine Musterschraube in den Drahtdübel gedreht und dieser wird mit der Schraube in das Loch gesetzt. Verstreicht man nun den äußeren Ring des Loches mittels Spachtels mit Gyps oder Zement, so dringt dieser in die Windungen der äußeren Wicklung ein. Nach mäßigem Erhärten dreht man die Musterschraube heraus, und der sehr fest haftende Drahtdübel ist nun zur Aufnahme der Befestigungsschraube bereit.

Der Dübel muß von vornherein passend für die zu verwendende Befestigungsschraube gewählt, oder an Ort und Stelle durch Aufwickeln von Draht auf diese Schraube hergestellt werden.

### Maschinen- und Wagenwesen.

#### Die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven.

(Railroad Gazette 1902, Jan., S. 54. Mit Abb.)

Hierzu Abb. 18 bis 21, Taf. I.

Die Leistung einer Lokomotive hängt zunächst ab von dem mittlern Arbeitsdrucke auf die Kolben, und damit von allem, was diesen beeinflusst, besonders von Geschwindigkeit und Füllungsgrad. Je größer die Geschwindigkeit oder je kleiner die Füllung, desto geringer wird der mittlere Arbeitsdruck. Zusammenstellung I zeigt den mittlern Kolbendruck in at. bei verschiedenen Füllungen und Geschwindigkeiten. Sie ist das Ergebnis zahlreicher von Prof. Goss an der Lokomotive der Purdue-Universität\*) gemachten Versuche. Diese Lokomotive hat 113 qm Heizfläche, 1,6 qm Rostfläche, 25 t Triebachslast 432 mm Zylinderdurchmesser und 610 mm Kolbenhub.

\*) Organ 1895, S. 67; 1896, S. 165; 1897, S. 207; 1898, S. 45.

#### Zusammenstellung I.

Geschwindigkeit km/St.	Füllung		
	0,25	0,33	0,42
24,2	3,93	4,36	—
40	2,18	3,59	4,43
56,4	2,11	2,95	3,27
72,4	1,62	2,32	—
88,6	1,27	1,9	—

Aus der größten stündlich verdampften Wassermenge bei der genannten Lokomotive von etwa 72,2 kg/St. für 1 qm Heiz-

fläche, im Ganzen 8160 kg, ergibt sich für eine bestimmte Füllung eine bestimmte grösste Geschwindigkeit und umgekehrt. Abb. 18, Taf. I giebt die grössten zusammengehörigen Werthe an, bei denen die Lokomotive ihre grösste Leistung von 500 P-S entwickelt. Die aus dem mittlern Drucke berechnete Leistung ist gleich der Zugkraft der Lokomotive und den Verlusten in der Lokomotive, die sich in drei Arten zerlegen lassen:

1. Verlust durch Maschinenreibung und rollende Reibung der Triebräder,
2. Reibung der Lauf- und Tenderachsen,
3. Luftwiderstand.

Ueber die Grösse dieser Verluste sind ebenfalls Versuche angestellt. Der Reibungsverlust der Maschine und Triebräder war für alle Geschwindigkeiten annähernd gleich und entsprach einem Kolbendrucke von 0,27 at. Umgerechnet für eine 2/5 gekuppelte Personenzuglokomotive der New-York-Zentral-Bahn ergibt das eine Zugkraft von 250 kg. Der Verlust durch Reibung der Laufachsen und Tenderachsen wurde nach der in Amerika gebräuchlichen Formel  $w \text{ kg/t} = 1 + 0,134 V \text{ km/St}$  ermittelt, worin  $w$  der Widerstand und  $V$  die Geschwindigkeit bezeichnet. Die genannte 2/5 gekuppelte Lokomotive hat 40 t Laufachslast und 50 t Tendergewicht, also lautet die Formel umgerechnet für die dem Verluste entsprechende Zugkraft:  $T_2 = 90 (1 + 0,134 V) \text{ km/St}$ .

Für den Luftwiderstand sind einige Jahre früher eingehende Versuche gemacht, auf Grund deren die Formel  $T_3 = 0,195 (V \text{ km/St})^2$  aufgestellt wurde.

Abb. 19, Taf. I giebt die Zugkraft ohne Berücksichtigung der Verluste, Abb. 20, Taf. I die einzelnen Verluste und Abb. 21, Taf. I die Zugkraft nach Abzug der einzelnen Verluste und zwar: Linie AB ohne Abzug von Verlusten, CD nach Abzug der Maschinenreibung, EF nach weiterem Abzuge der Laufachsreibung und GH nach Abzug aller Verluste.

Die Linien UV bei 40,2 km/St Geschwindigkeit und die Linie ZW bei 121 km/St Geschwindigkeit zeigen das Anwachsen der Verluste mit der Geschwindigkeit; die Verluste steigen von 7,5 % bis 40 % der Zugkraft. O—k.

#### Wärmespeicher für Dampfkessel von Halpin.

Hierzu Zeichnung Abb. 2 auf Tafel IV.

Abb. 2, Tafel IV zeigt einen neuen Speisewasserwärmer, der sowohl für feste Kessel, als auch für Lokomotiven zu verwenden ist und ohne Schwierigkeit an vorhandenen Lokomotiven angebracht werden kann. Der Wärmespeicher ist ein zylindrischer Kessel, der mit einem Zwischenstücke an den untern Flantsch des Domes geschraubt ist und hinten und vorn mit Sattelstücken auf dem Kessel ruht. An Stelle des Domes tritt dann ein oben offenes Gufsstück, das den über dem Kessel liegenden Vorwärmer mit diesem verbindet. Um den Regler leicht zugänglich zu machen, ist der obere Theil des Domes schräg an den unteren angeflantscht und kann durch ein Mannloch im Vorwärmer entfernt werden. Der Rand des oberen Stückes ist nach aussen gebogen, um zu verhindern, dass Wasser hineinspritzt und so in den Regler gelangt. Der Vorwärmer wird mittels Dampfstrahlpumpe gespeist. Da er mit

dem Dampftraume des Kessels in Verbindung steht, wird das Wasser bis auf die Wärme des Dampfes vorgewärmt und tritt dann durch ein vom Führerstande zu öffnendes Ventil in den Kessel. Ausserdem ist ein Ueberlaufrohr angeordnet, damit das Wasser nicht zu hoch steigen und in den offenen Dom laufen kann.

Der Hauptvorteil dieses Wärmespeichers besteht darin, dass man zu einer Zeit, wo der Kessel wenig beansprucht wird, durch Füllen desselben einen bedeutenden Vorrath an Arbeit aufspeichern kann, um ihn zu verwenden, wenn grosse Leistungen von der Lokomotive gefordert werden. Das Wasser wird annähernd bis auf die Wärme des Dampfes vorgewärmt, so dass man bei 2 cbm Wasserinhalt etwa 300 000 W. E. aufspeichern kann.

Der gleiche Gedanke hatte bei einigen Hagans-Lokomotiven\*) zur Vergrößerung des zu verbrauchenden Wasserinhaltes im Kessel geführt. Jedoch fehlen wegen der Verlegung des Vorrathraumes in den Kessel die folgenden Vortheile des Halpin'schen Wärmespeichers.

Nach Versuchen von Professor Unwin soll er die Verdampfungsthätigkeit um 19,7 % steigern und ausserdem sehr trockenen Dampf liefern, so dass man für 1 P.S. 8 % Dampf spart. Ein Versuchskessel, der ohne Vorwärmer 7030 kg Dampf stündlich erzeugte, verdampfte mit dem Vorwärmer 9200 kg.

Ferner hat der Kessel nicht mehr unter dem häufigen Wärmewechsel beim Speisen mit kaltem Wasser zu leiden und der schädliche Kesselstein verschwindet fast ganz, da er sich in Folge der Erhitzung schon im Vorwärmer absetzt und wegen der geringen Wärme der Wandungen nicht festbrennt, sondern ziemlich weich bleibt, so dass er durch Ausblasen leicht zu entfernen ist. Es ist zu diesem Zwecke ein Ausblasehahn unten am vordern Theile des Vorwärmers angebracht. O—k.

#### 4/5 gekuppelte vierzylindrige Verbund-Lokomotive der französischen Südbahn.

(Revue générale des chemins de fer, April 1902. Mit Abb.; Engineering 1902, II, Juli, S. 79. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel IV.

Lokomotiven dieser Bauart sind für die 277 km lange Strecke von Béziers-Neussargues bestimmt. Von Béziers bis Fangères steigt die Bahn ununterbrochen mit 13 ‰ und fällt dann mit 15 ‰ nach Bédarieux. Die Entfernung von Béziers bis Bédarieux beträgt 43 km. Von hier überschreitet sie mehrere Wasserscheiden bis zu einer Höhe von 1053 m und fällt dann bis nach Neussargues auf 809 m. Die Entfernung von Bédarieux bis nach Neussargues beträgt 234 km, in der zahlreiche Krümmungen von 300 m Halbmesser durchfahren werden müssen. Ein Längenschnitt der Strecke mit Einzelheiten ist der Quelle beigelegt.

Die Abmessungen der hierfür erbauten Lokomotiven sind folgende:

Zylinderdurchmesser $d$ und $d_1$	. . . 390 mm und 600 mm
Kolbenhub $l$	. . . . . 650 mm
Triebbraddurchmesser	. . . . . 1400 "

\*) Organ 1877, S. 222.

Laufraddurchmesser . . . . .	850 mm
Fester Achsstand . . . . .	4,9 m
Gesamtsachsstand . . . . .	7,5 «
Gesamtlänge der Lokomotive . . . . .	11,235 «
Breite der Lokomotive . . . . .	3 m
Heizfläche H . . . . .	256 qm
Rostfläche R . . . . .	2,8 qm
Verhältnis H : R . . . . .	91,5
Dampfüberdruck . . . . .	15 at
Anzahl der Serve-Heizrohre . . . . .	148
Länge « « « . . . . .	4355 mm
Innerer Kesseldurchmesser . . . . .	1513 «
Dienstgewicht . . . . .	71,6 t
Leergewicht . . . . .	64700 kg
Triebachslast . . . . .	64,6 t
Zugkraft $0,45 \frac{d_1^{21}}{D} p$ . . . . .	11280 kg
Zugkraft für 1 t Triebachslast . . . . .	175 «

Die außen hinter der Laufachse liegenden Niederdruckzylindern treiben die vorletzte Achse an. Die innen und etwas geneigt liegenden Hochdruckzylinder wirken auf die zweite gekröpfte Achse. Das Raumverhältnis der Hochdruckzylinder zu den Niederdruckzylindern ist 1 : 2,36. Die Niederdruckzylinder haben Heusinger-, die Hochdruckzylinder Stephenson-Steuerung. Der Verbinderraum steht im Verhältnis 174 zum Hochdruckzylinder und ist mit einem Sicherheitsventil ausgerüstet.

Beim Anfahren kann den Niederdruckzylindern durch eine mit Druckluft gesteuerte Wechsellvorrichtung, den sog. «Servomotor» frischer Dampf zugeführt und der Abdampf der Hochdruckzylinder unmittelbar ins Blasrohr geleitet werden. Bei anderen Lokomotiven dieser Bauart besteht diese Vorrichtung aus zwei ähnlich angebrachten Drehschiebern; hier ist nur ein solcher zwischen den Hochdruckzylindern angebracht. Abb. 3 Taf. IV zeigt die Stellung bei Verbundwirkung, Abb. 4 Taf. IV bei Zwillingswirkung.

Die kupferne Feuerkiste ist mit Feuerschirm und Schüttelrost versehen. Die 1615 mm lange Rauchkammer hat ein Funkennetz mit 4 mm Maschenweite. Die Kesselbleche bestehen aus Siemens-Stahl; der Rahmen ist als Plattenrahmen in üblicher Weise durchgebildet. Die hintere Kuppelachse liegt unter der Feuerkiste; die vordere Laufachse ist in einem Bisselgestelle gelagert. Zum Schlusse bringt die Quelle eine Darstellung nebst einem mit dem Haushälter'schen Geschwindigkeitsmesser aufgenommenen Schaubilde einer Fahrt von einem 431 t und einem 207 t schweren Probezuge auf oben genannter Strecke. R—1.

### 3/6 gekuppelte Personenzug-Lokomotiven für die Chesapeake und Ohio- und die Missouri-Pacificbahn.

(Railroad Gazette 1902, August, S. 603. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 2 bis 4 auf Tafel V.

Die ersten 3/6 gekuppelten Lokomotiven wurden kürzlich von den Schenectady-Lokomotivwerken für die Chesapeake und Ohio-Bahn und gleichzeitig von den Brooks-Lokomotivwerken für die Missouri Pacific-Bahn gebaut. Beide Lokomotiven sind

einander sehr ähnlich, die Chesapeake und Ohio-Lokomotive I ist etwas größer, als die für die Missouri Pacific-Bahn II. Beide haben vorn ein zweiachsiges Drehgestell, hinten eine bewegliche Laufachse und fallen durch besonders lange Kessel mit breiter Feuerkiste auf. I hat 1930 mm, II 2032 mm Breite der Feuerkiste. Die Federn der drei gekuppelten Achsen und der hintern Laufachse sind durch Ausgleichhebel mit einander verbunden. Die Zylinder haben Kolbenschieber von 305 mm Durchmesser bei I und 279 mm bei II.

Die Hauptabmessungen sind:

	I	II
Zylinderdurchmesser d . . . . .	mm 559	508
Kolbenhub l . . . . .	« 711	660
Triebraddurchmesser D . . . . .	« 1829	1829
Heizfläche H . . . . .	qm 328	274
Rostfläche R . . . . .	« 4,4	4,0
Verhältnis H : R . . . . .	74,5	68,5
Dampfüberdruck p . . . . .	at 14	14
Anzahl der Heizrohre . . . . .	291	256
Länge « « . . . . .	mm 5943	5651
Außerer Durchmesser der Heizrohre «	57	57
Kesseldurchmesser . . . . .	« 1676	1630
Triebachslast . . . . .	t 59,4	54,4
Dienstgewicht . . . . .	« 84,8	78,5
Zugkraft $0,5 \frac{d_1^{21}}{D} p$ . . . . .	kg 8500	6500
Zugkraft für 1 t Triebachslast . . . . .	« 144	120
Wasservorrath des Tenders . . . . .	cbm 22,7	18,9
Kohlenvorrath « « . . . . .	t 7,3	9
Gewicht « « . . . . .	« —	50

### Lokomotivkessel mit Wellrohrfeuerbüchse für die Lancashire und Yorkshire-Bahn.

(Engineer 1902, August, S. 162. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel V.

Die Abb. 1 auf Tafel V zeigt einen von H. A. Hoy, Maschinendirektor der Lancashire und Yorkshire-Bahn, entworfenen Lokomotivkessel mit Wellrohrfeuerbüchse, der für eine 4/4 gekuppelte Güterzug-Lokomotive bestimmt ist. Er hat 187 qm Heizfläche und 3 qm Rostfläche. O—k.

### 3,5 gekuppelte Vierzylinder-Personenzug-Lokomotive, Bauart Vauclain.

(Railroad Gazette 1902, Februar, S. 139. Mit Abbild.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel V.

Die Baldwin-Lokomotivwerke bauten kürzlich ihre 20000. Lokomotive, eine 3/5 gekuppelte Verbund-Lokomotive mit vier Zylindern für Personenzüge und Eilgüterzüge. Die Lokomotive hat einen Kessel und Tender nach Bauart Vanderbilt.\*) Die Zylinderanordnung entspricht einem neuen Patente Vauclain's. Die Hochdruckzylinder liegen innen, die Niederdruckzylinder außen, je zwei zusammengehörige Zylinder bilden ein Stück und werden von einem entlasteten Kolbenschieber gesteuert (Abb. 6, Tafel V). Der mittlere Theil regelt die Dampf-

\*) Organ 1902, S. 102.

vertheilung für den Hochdruckzylinder, zu dem die Kanäle b, b führen, er hat innere Einströmung. Die beiden äußeren Theile regeln die Dampfvertheilung für den Niederdruckzylinder. Der Dampf strömt vom Kessel durch a ein und durch einen der Kanäle b in den Hochdruckzylinder, geht dann durch den Kanal b in den Schieberaum, von hier durch den einen Kanal d in den Niederdruckzylinder und durch den zweiten Kanal d und e zum Blasrohre. Die Abmessungen der Steuerung sind folgende:

Größter Schieberhub	. . . . .	127 mm
Äußere Ueberdeckung	{ Hochdruck . . . . .	25,4 mm
	{ Niederdruck . . . . .	22,2 "
Innerer Ausschnitt	{ Hochdruck . . . . .	6,4 "
	{ Niederdruck . . . . .	9,5 "

Die Kurbeln je zweier zusammengehöriger Hoch- und Niederdruckzylinder sind um  $180^\circ$  versetzt, die Kurbeln der beiden Hochdruckzylinder um  $90^\circ$ . Hierdurch wird guter Ausgleich der Kolbenkräfte und bewegten Massen erreicht, so daß kein weiterer Ausgleich der geradlinig bewegten Massen durch Gegengewichte nöthig ist. \*)

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

Zylinderdurchmesser:	{ Hochdruck d . . . . .	381 mm
	{ Niederdruck $d_1$ . . . . .	635 "
Kolbenhub l . . . . .		660 "
Triebraddurchmesser D . . . . .		1854 "
Heizfläche H . . . . .		260 qm
Rostfläche R . . . . .		2,5 qm
Verhältnis von H : R . . . . .		104 : 1
Dampfüberdruck p . . . . .		14 at
Anzahl der Heizrohre . . . . .		341
Länge " " . . . . .		4572 mm
Äußerer Durchmesser der Heizrohre . . . . .		50,8 mm
Größter Kesseldurchmesser . . . . .		2042 "
Dienstgewicht . . . . .		80 t
Triebachslast . . . . .		57,6 t
Zugkraft $0,35 \frac{d_1^2 p l}{D}$ . . . . .		7000 kg
Zugkraft auf 1 t Triebachslast . . . . .		122 kg
Gewicht des Tenders . . . . .		45 t
Wasservorrath . . . . .		18,9 cbm
Kohlenvorrath . . . . .		8,2 t

Die Bauart des Triebwerkes unterscheidet sich von derjenigen von v. Borries\*\*) nur dadurch, daß für jedes Zylinderpaar nur ein Dampfschieber vorhanden ist, wodurch aber der Vortheil vergrößerter Füllungsgrade im Niederdruckzylinder wegfällt.

Diese Vierzylinder-Lokomotive nach europäischem Muster bedeutet für Amerika einen grundsätzlichen Wechsel der Anschauungen.

O—k.

\*) Organ 1901, S. 129.

\*\*) Organ 1897, S. 141, Tafel XIX; 1900, S. 234, Tafel XXVII.

### Mehrstoff-Dampfmaschinen.

(Dinglers Polytechnisches Journal 1902, Bd. 137, Heft 45.)

Dr. K. Schreiber aus Greifswald hat vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Karlsbad einen Vortrag über Mehrstoffdampfmaschinen gehalten, die bekanntlich den Zweck haben, einen größeren Theil des Wärmegefälles von der Stufe der Heizgase bis zu der des Kühlwassers in Arbeit umzusetzen, als es mit Hilfe des Wasserdampfes möglich ist. Dieser kann den oberen Theil des Gefälles nicht decken, weil dabei die Dampfspannung zu hoch wird, und den unteren nicht wegen zu geringer Spannung.

Die erweiterte Ausnutzung des Wärmegefälles nach unten ist bekanntlich bereits dadurch erfolgt, daß der untere Wärmere rest der Heizgase und der des Abdampfes der Wasserdampfmaschine zur Verdampfung von schwefliger Säure verwendet wird. Der Vortragende hebt nun hervor, daß man durch Verwendung einer schweren, als Wasser zu verdampfenden Flüssigkeit diese Ausnutzung auch nach oben hin erweitern kann. Der Vortragende weist zugleich nach, daß Wasser für die Deckung eines thunlichst großen Bereiches des Wärmegefälles die vergleichsweise günstigste Flüssigkeit ist, daß man dieses also für die Deckung der mittleren Stufe jedenfalls beibehalten muß.

Die Erörterungen des Vortrages führen dazu, über das Wasser Anilin mit 10 at Spannung bei  $310^\circ\text{C}$  und unter das Wasser Aethylamin mit  $19^\circ$  Siedepunkt und 10 at Spannung bei  $80^\circ$  zu legen, das Wasser selbst mit 12,8 at bei  $190^\circ$  auszunutzen, sodafs sich die Reihe einer «Dreistoff»-Dampfmaschine  $310^\circ$ , Anilin,  $190^\circ$ , Wasser,  $80^\circ$ , Aethylamin,  $20^\circ$  ergibt.

Es lassen sich auch Stoffe finden, die in einer «Vierstoff»-Dampfmaschine noch über das Anilin gesetzt werden können.

Wird die Anilinstufe mit 60%, die Wasserstufe mit 75% und die Aethylaminstufe mit 70% Nutzwirkung angesetzt, Werthe die nach den neuesten Erfahrungen an den Dampfmaschinen niedrig gegriffen erscheinen, werden außerdem entsprechende Abzüge für Verluste beim Dampf niederschlage, für nicht volle Auswerthung der auf Ueberhitzen verwendeten Wärme und für Verluste in der Feuerung gemacht, wird schließlic angenommen, daß die Heizgase vom Aethylamin-Ueberhitzer mit  $180^\circ$  in den Schornstein gehen, so werden auf dem Roste der Dreistoff-Dampfmaschine 2800 cl/P. S. oder durchschnittlich 0,37 Kg/P. S. Kohlen erfordert, während neuere Versuche an großen Wasserdampf-Maschinen einen Verbrauch von 0,66 Kg/P. S. ergaben, und der Mindestverbrauch an Anthrazit in Generatorgas-Anlagen jetzt 0,4 Kg/P. S. beträgt.

Da nun die Wirkungsgrade und Verluste bei einiger Erfahrung zweifellos günstiger gestaltet werden können, so tritt die Ueberlegenheit der Dreistoff-Dampfmaschine klar hervor. Für die Vierstoff-Dampfmaschine liegen die Verhältnisse noch günstiger.

### Lokomotivbau in den Vereinigten Staaten.

(Railroad Gazette, September 1902, S. 706).

Nach einem Berichte vom 22. September 1902 wurden im Jahre 1900 in den Vereinigten Staaten 3046 Lokomotiven gebaut. Von diesen waren 2831 Dampflokomotiven, 55 Prefs-luft-, 155 elektrische und 5 Gas-Lokomotiven. Ferner wurden in derselben Zeit über 6000 Strafsenbahn-Lokomotiven und mehr als 4000 Triebwagen fertig gestellt. Die Gesamtwerte dieser Erzeugnisse beziffert sich auf 176 Millionen Mark. Die Lokomotiven allein sind auf rund 126 Millionen Mark oder jede auf durchschnittlich 44 500 Mark zu bewerten. Die Zahlen stützen sich auf die Angaben von 28 Werken, welche vorwiegend Lokomotiven bauen und allein 2774 Lokomotiven aller Gattungen mit 114 Millionen Mark Gesamtwert im Durchschnittswerte von 41 000 Mk. herstellten. 272 Lokomotiven wurden in 26 Eisenbahn-Werkstätten gebaut.

Im Jahre 1890 wurden in den nordamerikanischen Lokomotivbauanstalten 2409 Lokomotiven gebaut mit einem Durchschnittswerte von 34 400 Mark. Der für 1900 berechnete Durchschnittswert von 41 000 Mark ergibt hiergegen einen Zuwachs von 19,2%, welcher auf der Gewichtszunahme der Lokomotiven beruht. Nach den Angaben einer bedeutenden Lokomotivbauanstalt betrug das Durchschnittsgewicht einer Lokomotive ohne Tender 41,7 t im Jahre 1890 gegen 58,5 t im Jahre 1900, was einer Zunahme von 40,2% entspricht.

Die große Zahl der im Jahre 1900 gelieferten Strafsenbahn-Lokomotiven erscheint dem mit den Verhältnissen nicht Vertrauten auffallend hoch. Die Gesamtzahl stellt sich für 1900 auf 6132 Stück mit 26,8 Millionen Mark Wert. Die größte Anzahl wurde in Ohio, die nächst kleinere in Michigan erbaut. Beide Staaten lieferten 45% der Gesamtzahl.

Die Angaben über den Stand des Baues von Triebwagen sind für die Gegenwart von geringerer Bedeutung, da sich dieser Bau seit 1900 bedeutend entwickelt hat. Indes wurden schon im Jahre 1900 in den Vereinigten Staaten 4192 Triebwagen gebaut, von denen 1681 mit Dampf, 1575 mit elektrischer Arbeitübertragung und 436 mit Kohlenwasserstoff betrieben werden.

S—n.

### Die Schnellbremse, Hochdruckbremse.

(Railroad Gazette, September 1902, S. 704.)

In der Februar-Sitzung des »Central Railroad Club« wurden von F. M. Nellis im Anschlusse an eine frühere Besprechung weitere Mitteilungen über die Schnellbremse von Westinghouse gemacht, aus denen wir Folgendes berichten.

Gelegentlich der Einführung der selbsttätigen Nachstell-Vorrichtungen trat das Bedürfnis hervor, die leichten und federnden Bremsgestänge der Eisenbahnfahrzeuge durch kräftigere und steifere zu ersetzen. Die Nachstell-Vorrichtungen hatten sich anfänglich nicht bewährt, weil unter ihrer Wirkung nach dem Lösen der Bremse häufiges Schleifen der Bremsklötze an den Rädern in Folge zu großer Nachgiebigkeit der Gestänge eintrat. Die Einführung stärkerer Bremsgestänge hatte indes erst Erfolg, nachdem auch der Bremszylinder größer gemacht und die Hebelübersetzung des Gestänges auf 1 : 7 verringert war.

Die Bremsgestänge sollen so stark sein, daß sie volle Sicherheit gegen Brüche und deren Folgen gewähren. Die Westinghouse-Gesellschaft hält für Stangen und Hebel eine Beanspruchung von 14 kg/qmm für empfehlenswert. Auch die neuen Ausführungen der Pennsylvania-Bahn weisen die gleiche Beanspruchung auf. Die New-York-Central-Bahn rechnet dagegen nur mit einer Beanspruchung von 12 kg/qmm.

Die Erfahrungen mit den Bremsschläuchen lehrten, daß eine Verstärkung der Schlauchwand nicht erforderlich sei. Die gewöhnlichen Bremsschläuche bewährten sich auch unter dem höhern Leitungsdrucke gut. Zwar führte die New-York-Central-Bahn für den »Empire State«-Zug an Stelle der bis dahin gebräuchlichen vier Einlagen einen aus fünf Lagen hergestellten Brems Schlauch ein. Nach einjährigem Gebrauche wurden diese Schläuche, auch wenn sie in bestem Zustande waren, ausgewechselt und im gewöhnlichen Zugdienste weiter verwendet. Dieses Verfahren wurde aber wieder aufgegeben und der vierlagige Brems Schlauch allgemein für jede Art des Zugdienstes eingeführt. Auch heute hat die New-York-Central-Bahn vierlagige Schläuche allein in Gebrauch, deren Güte allerdings die älteren Schläuche übertreffen dürfte.

Gut ausgeführte vierlagige Schläuche haben nie zu Betriebsstörungen Veranlassung gegeben. Es scheint, daß weniger die Wandstärke und die Anzahl der Lagen in Frage kommen, als die Güte der Gummi- und Hanfeinlagen und die auf die Herstellung verwendete Sorgfalt.

S—n.

## Technische Litteratur.

**Handbuch der Ingenieurwissenschaften.** V. Band. Der Eisenbahnbau, ausgenommen Vorarbeiten, Unterbau und Tunnelbau. 7. Abteilung. Schmalspurbahnen. Bearbeitet von A. Birk. Herausgegeben von F. Loewe, Professor an der technischen Hochschule zu München und Dr. H. Zimmermann, Geheimer Oberbaurat und vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten zu Berlin. Leipzig 1902, W. Engelmann. Preis 6,0 M.

Der auf dem Gebiete des Kleinbahnwesens bekannte Verfasser behandelt auf 157 Seiten die Grundmaße, die Spurwahl, den Bau, den Betrieb, die Betriebsmittel, die Bahnhöfe und die wirtschaftlichen Fragen der Schmalspurbahnen, sofern alle

diese Dinge der Schmalspur eigentümlich sind, oder doch für sie eine besondere Entwicklung erfahren haben. Auch die Mittel möglichst inniger Verbindung der Schmalspur mit der Regelspur werden eingehend erörtert. Der Verfasser sucht bei seiner Darstellung möglichst innigen Anschluß an die vorhandenen Ausführungen, um zu tunlichst sicheren und bestimmten Ergebnissen zu kommen, wobei ihm namentlich die österreichischen Schmalspurbauten in Bosnien Stoff boten.

Wir halten dieses Heft des großen Werkes für ein treffliches Mittel zur Raterholung über die Fragen des Kleinbahnwesens und machen auf das Erscheinen besonders aufmerksam.

**Erddruck-Tabellen mit Erläuterungen über Erddruck und Verankerungen.** Von Max Möller, Professor an der technischen Hochschule zu Braunschweig. Leipzig, S. Hirzel, 1902.

Das Buch ist etwas anderes, als man nach dem Titel erwartet, es enthält aufer den mit Gebrauchsanweisung nur wenig über ein Viertel des Buches einnehmenden Tabellen über die Gröfse des Erddruckes unter verschiedenen Verhältnissen eine eingehende Erörterung der Erddrucktheorien, wobei namentlich auf den Einfluss des Wassergehaltes im drückenden Erdreiche und auf Verankerungen des Erdkörpers hinter den stützenden Wänden in sich besondere Rücksicht genommen wird.

Wenn auch die erhaltenen Ergebnisse noch nicht überall feststehen, auch in manchen Punkten anfechtbar erscheinen, so bietet das Werk doch eine reiche Fülle von Anregungen auf diesem schwierigen Gebiete und wird, abgesehen von dem Nutzen, den diese Tabellenwerte an sich bieten, dem Leser nach verschiedenen Richtungen förderlich sein.

**Die Maschinen-Elemente\*).** Ein Hilfsbuch für technische Lehranstalten, sowie zum Selbststudium geeignet, mit Beispielen und zahlreichen Zeichnungen im Texte wie auf Tafeln. Bearbeitet von M. Schneider, Ingenieur und Lehrer am Technikum Altenburg. 5. und 6. Lieferung. Wellen und Kuppelungen. Mit 29 Tafeln. Braunschweig 1902, Vieweg u. Sohn. Preis 6 M.

Auch dieses Heft schließt sich den früheren nach Klarheit der Darstellung und Vorzüglichkeit der Ausführung ebenbürtig an. Besonders verdient hervorgehoben zu werden, daß auch die neuesten Erfindungen und Fortschritte in Einzelbeziehungen eingehende Berücksichtigung erfahren.

**Ziegler's graphische Darstellung der trigonometrischen Funktionen** nebst Tafeln zur Konstruktion bestimmter Winkel und Linien.

Ein praktisches Hilfsmittel beim geometrischen Zeichnen mit 6 Tafeln und 28 Textfiguren. Herausgegeben von Feodor Peters. Wiesbaden, C. W. Kreidel 1902. Preis 3,0 M.

Das handliche Heft mit sechs losen Tafeln auf starkem Karton verfolgt den Zweck, die trigonometrischen und sonstigen Zahlen-Bücher so zu ersetzen, daß dem Zeichner statt einer erst mit dem Maßstabe umzusetzenden Zahl gleich die Länge in übersichtlicher Weise an die Hand gegeben wird, deren er zum Auftragen bedarf. Da die kleinen Kartenblätter wenig Raum einnehmen und selbst auf einem kleinen Reifsbrette bereit liegen können, ohne zu stören, so ist dem durch Zeichnen Rechnenden wie auch dem Entwerfenden in der Tat ein Hilfsmittel geboten, das die viel unhandlicheren Zahlenlisten ersetzen kann, für die meisten Zwecke reichlich guten Genauigkeitsgrad besitzt und kaum ein nennenswertes Einarbeiten auf die Benutzung erfordert, da ein Blick in die knappen und deutlichen Erläuterungen die Bedeutung der Tafeln klar macht. Um von Fehlern aus den Verschiedenheiten des grade benutzten und des stets etwas falschen Maßstabes lithographierter Tafeln unabhängig zu machen, ist ein Blatt mit der auch den Tafeln zu Grunde liegenden Millimeterteilung beigegeben.

Wir sind überzeugt, daß sich das Hilfsmittel bewähren wird und empfehlen es allgemeiner Beachtung.

\*.) Organ 1902, S. 209.

**Betrieb, statistische Ergebnisse und wirtschaftliche Verhältnisse der Eisenbahnen.** Bearbeitet von v. Beyer, Blum, v. Borries, Clausnitzer, Grossmann, Leissner, Nitschmann, Zehme. Zweite Hälfte des dritten Bandes »Unterhaltung und Betrieb der Eisenbahnen« der »Eisenbahn-Technik der Gegenwart«, herausgegeben von Blum, v. Borries und Barkhausen. 326 Seiten mit 93 Abb. im Text und 1 lithogr. Tafel. 12 Mark. Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag. 1902.

Zwei Dritteile des vorliegenden Buches sind dem Betriebsdienste auf Haupt- und Nebenbahnen gewidmet, der wohl zum ersten Male eine so zusammenfassende und zugleich erschöpfende Behandlung gefunden hat. An die Besprechung der einschlägigen »Technischen Vereinbarungen«, der gesetzlichen Bestimmungen Deutschlands, dann Oesterreichs und zum Teile auch der anderen Länder, bearbeitet von Clausnitzer, schließt sich die Behandlung des eigentlichen Betriebsdienstes an: der Streckendienst, v. Beyer, der Stations- und Signaldienst, Nitschmann, der Fahrdienst, v. Borries, Clausnitzer, Leissner, und der Verschiebedienst, Blum. Jeder dieser Teile giebt einen gründlichen Einblick in die einschlägigen Bestimmungen, die Diensteinrichtung und in die besonderen Verhältnisse und technischen Aufgaben des betreffenden Dienstzweiges. Die Abschnitte über die Verwaltung der Stationen, über ihre Eintheilung in Einzelbezirke und deren Verständigung unter einander, über Zugbildung, über Fahrpläne, über die Vertheilung der Fahrzeiten auf einzelne Strecken, über den Lokomotivfahrdienst, über die Zusammensetzung und den Dienst der Begleitmannschaften, über die Hilfsmittel im Verschiebedienste seien als einige besonders hervorragende Beispiele einer Behandlung angeführt, welche neben der Fülle von Einzelheiten, die sie bringt, immer die leitenden Gesichtspunkte festhält, welche zur Erzielung eines gesicherten und wirtschaftlichen Betriebes in Betracht kommen müssen. Diese Hervorhebung des Grundsätzlichen, die knappe Darstellung und die Bezugnahme auf die Ergebnisse der Technik geben auch diesem Teile des großen Werkes seinen wissenschaftlichen Charakter und machen das Buch für den Ingenieur, der für die leitenden Aufgaben im Betriebsdienste bestimmt ist, zu einer äußerst wertvollen Hilfe.

Ueber den Betrieb der Kleinbahnen bringt v. Beyer, über den der elektrischen Bahnen Zehme eine eingehende Abhandlung. Grossmann giebt wertvolle Winke über Schmierung, Schmiermittel und Warmlaufen der Lager. v. Borries zeigt in anregender Weise, wie statistische Ergebnisse zur Aufklärung bestimmter Verhältnisse des Betriebes verwertet werden können und führt Beispiele für die Berechnung von Selbstkosten im Personen- und Güter-Verkehr und einzelner Züge vor. Mit Angaben über wirtschaftliche Verhältnisse der Kleinbahnen, v. Beyer, ferner über solche elektrischer Bahnen, Zehme, die auch mit ziffermäßigen Angaben über Anlagekosten, Betriebs-Ausgaben und -Einnahmen belegt sind, schließt dieser dritte Band des so groß angelegten und wertvollen Werkes über die Eisenbahn-Technik der Gegenwart ab.

Reitler.