

## 2. Steuerungen.

Bedingungen einer Lokomotivsteuerung sind:

- richtige, d. h. der Bewegung des Kolbens entsprechende Dampfverteilung,
- wirtschaftliche Dampfverteilung, d. h. der Dampfverbrauch soll bei der meist gebrauchten Zugkraft ein möglichst geringer sein,
- möglichst gleiche Dampfverteilung auf Kurbel- und Deckelseite, Umsteuerbarkeit,
- ausreichende Füllungsverstellbarkeit.

Einteilung der Steuerungen:

- nach Art der Lage bezüglich des Rahmens in
  - innen liegende Steuerungen,
  - außen liegende Steuerungen,
  - Steuerungen mit Zwischenhebel,
- nach Art der Ausführungen in
  - Steuerungen mit zwei Hubscheiben,
  - Steuerungen mit einer Gegenkurbel,
  - Lenkersteuerungen.

Hauptteile einer Steuerung sind:

- innere Steuerung (Schieber, Ventile, Hähne),
- äußere Steuerung (verschiedene Steuerungen und ihre Führungen, wie Hängeeisen, Voreilhebel, Lenkerstange, Schwingenstange, Schieberschubstange, Steuerstangenhebel u. dgl., ferner Schwingen, Hubscheiben, Steuerbock und -Schraube).

### a) Innere Steuerung.

#### I. Steuerung mit Schiebern.

##### a) Flachschieber.

Meist mit Trickkanal versehen. Baustoff Rotguß oder weiches Gußeisen; zuweilen Weißmetalleingüsse zur Verminderung der Abnutzung. Durch Trickkanal Verdoppelung der Einströmquerschnitte. Hauptvorteil der Flachschieber ist die Möglichkeit des Abklappens bei Wasserschlägen. Andererseits nötigt diese Schieberbauart wegen der starken Schieber- und Stopfbuchsreibung zur Ausführung sehr kräftiger Steuerungsgestänge und Bolzen.

Abb. 267 zeigt einen Trickschieber der preußischen Staatsbahn mit Weißmetalleingüssen. Zur Verminderung der starken Schieberreibung werden auf größeren Schiebern häufig Entlastungsvorrichtungen angeordnet. Die Unmöglichkeit, Flachschieber auf die Dauer dicht zu halten und die kostspieligen Wiederherstellungsarbeiten ließen schon frühzeitig den Gedanken aufkommen, Kolbenschieber zu verwenden. Aber erst mit Einführung des Heißdampfes sind die vielfachen Schwierigkeiten beseitigt worden, die sich bei Anwendung von Kolbenschiebern anfangs ergaben.

##### β) Kolben- oder Rohrschieber.

Sind auszuführen, wenn Überhitzungstemperatur etwa 270° C überschreitet. Es wird meist innere Einströmung angewandt. Kolbenschieber besitzen gegen innere Drucksteigerung (Wasserschlag) keine Nachgiebigkeit. Daher Notwendigkeit der Anbringung von Sicher-

heitsventilen an Zylindern. Ferner sind Luftsaugeventile und Druckausgleichsvorrichtungen an den Zylindern vorzusehen.<sup>1)</sup>

An den ältesten Heißdampflokomotiven wurden Kolbenschieber von 260 mm Durchmesser mit breiten federnden Dichtungsringen benutzt. Infolge des hohen Gewichts und der Reibung der federnden Ringe ging man zu ungedephten Ringen über, die in geheizten Buchsen liefen und mit doppelter Einströmung versehen waren. Ihr Durchmesser wurde nach und nach bis auf 150 mm verkleinert. Die Unmöglichkeit, die Schieber auf die Dauer vor Abnutzung zu schützen,<sup>2)</sup> führte zu wachsender Dampfverschwendung im Betriebe. Die preußische Staatsbahn ging daher seit 1909 dazu über, Kolbenschieber mit schmalen federnden Ringen zu verwenden.

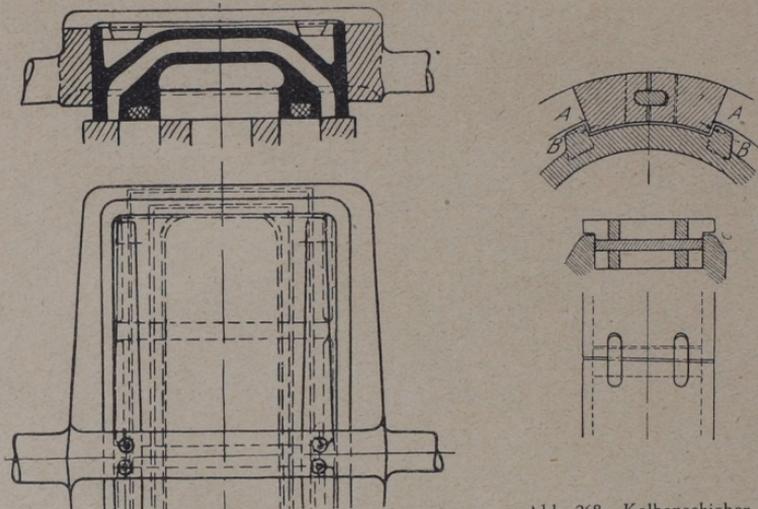


Abb. 267. Flachschieber mit Trickkanal.

Abb. 268. Kolbenschieber Bauart „Fester“.

1. Kolbenschieber mit breiten federnden Ringen. Bauart „Schmidt“ mit einfacher Einströmung (Abb. 269).

Nachteile sind dadurch beseitigt, daß infolge eigenartiger Bauart ein zu starkes Anpressen und Zusammendrücken des Ringes verhindert wird. Hierzu sind hinter dem Ring mehrere dampfdichte Räume geschaffen, die durch strahlenförmig im Ring angebrachte Löcher von 5 mm Durchmesser mit dem äußeren Dampfkanal in Verbindung stehen, so daß auf beiden Seiten des Ringes der gleiche Druck vorhanden ist und der Ring durch die Federspannung allein zum besseren Dichten gegen die Wandungen gedrückt wird. Um

<sup>1)</sup> Diese Vorrichtungen sind an dem neuerdings bei der Reichsbahn verwendeten Koch-Schieber unnötig, weil die beiden Tellerventile in den Schieberkörpern sich bei Leerlauf selbsttätig öffnen.

<sup>2)</sup> Vgl. Becher, Vorschläge zur Erzielung der Entlastung von Kolbenschiebern Z. V. D. I. 1913, S. 184,

den dampfdichten Abschluß zwischen Deckel und Ring, sowie zwischen Ring und Schieberkörper zu erzielen und um zu verhindern, daß der Ring zwischen Schieberkörper und Deckel festgeklemmt wird, ist der Schieberdeckel etwas federnd ausgebildet und nur mit dem inneren Rand gegen den Schieberkörper festgeschraubt, während der äußere Rand nur durch den auf den Deckel ausgeübten Überdruck angepreßt wird. Die Lage der Ringe am

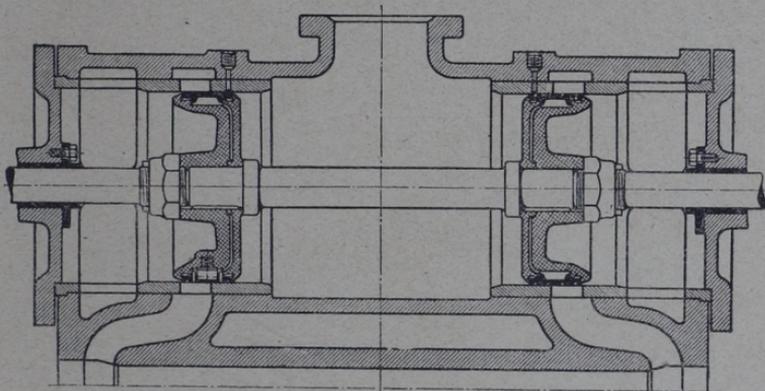


Abb. 269. Kolbenschieber mit breiten federnden Ringen Bauart „Schmidt“.

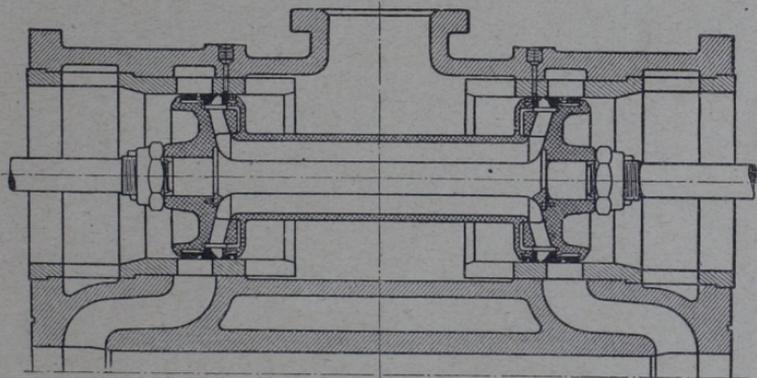


Abb. 270. Kolbenschieber mit Trickkanal Bauart „Schmidt“.

Kolbenkörper ist derart festgelegt, daß die Schnittfuge immer über den breiten Steg im Kanal der Buchse hinweggleitet, so daß durch die Schnittfuge keine Undichtigkeit entstehen kann. Die äußeren Schnittfugen des Ringes werden durch besondere Verschlußstücke überdeckt, die am Schieberkörper bzw. am Deckel angebracht sind. Werden diese Verschlußstücke angeschraubt, so sichern sie gleichzeitig den Ring gegen Drehung, sind sie aber angegossen, so ist in der mittleren Schnittfuge ein Feststellstift angeordnet.

Bauart „Schmidt mit Trickkanal“ (Abb. 270).

Die Anwendung des Trickkanals hat den Vorteil, daß infolge der doppelten Einströmung ein kleinerer Schieberdurchmesser bzw. bei gleichem Durchmesser eine größere Kolbengeschwindigkeit erreicht werden kann als beim Schieber mit einfacher Einströmung.

Bauart „Fester“ (Abb. 268).

Ausgeführt bei Lokomotiven der sächsischen Staatsbahn, bei italienischen und bei Lokomotiven für Java. Der breite

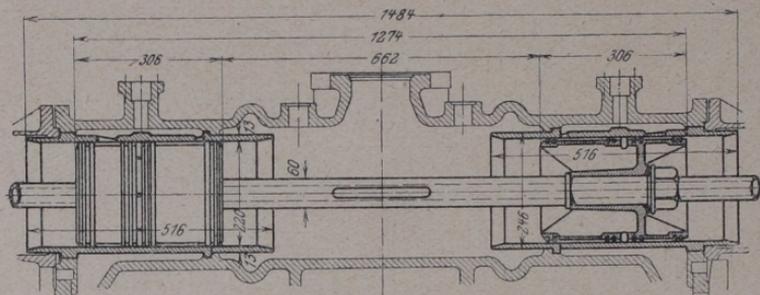


Abb. 271. Kolbenschieber Bauart „Schichau-Wolf“ mit doppelter Einströmung.

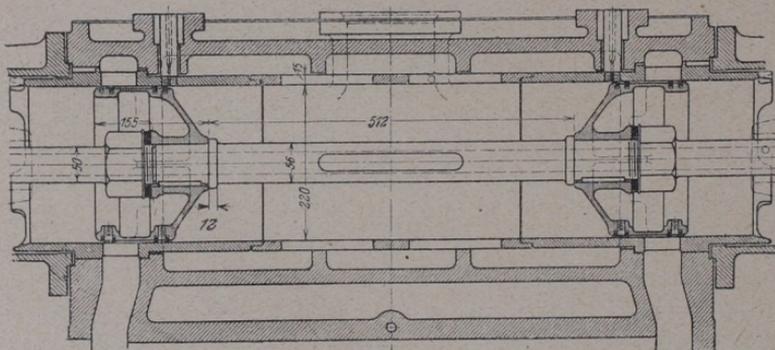


Abb. 272. Kolbenschieber Bauart „Schichau-Wolf“ mit einfacher Einströmung.

federnde Dichtungsring hat ein Dichtungsschloß, das die ebene Schnittfuge durch eine Quer- und zwei Längseinlagen (Keile) verschließt. Die Ringe werden mit nur geringer Spannung eingesetzt; sind sie infolge Abnutzung so weit auseinandergedefert, daß die Ansatzflächen A des Ringes gegen die Nocken B des Schieberkörpers zur Anlage gekommen sind, so hat sich erfahrungsgemäß der Schieber so eingelaufen, daß bei guter Abdichtung der Bewegungswiderstand desselben nur ganz gering ist. Die Nocken B verhüten gleichzeitig ein Verdrehen des Schieberringes. Die Einströmungskanäle der Büchsen haben schräge Verbindungstege, wodurch ein Einlaufen derselben in die Schieberringe vermieden wird.

2. Kolbenschieber mit schmalen federnden Ringen. Bauart „Schichau-Wolf“ (Abb. 271/272).

Der Schieberdurchmesser ist 220 mm, die Dichtungsringe sind 6 mm breit und 8 mm hoch. Zwischen Schieberkörper und Schieberbuchse sind 0,75 mm Spiel vorgesehen. Der Schieberkörper wird durch die Schieberstange schwimmend in der Schieberbuchse gehalten. Die Tragstange ist in Führungen gelagert, die aus einem dichtenden und einem aus dem Heißdampf entfernten tragenden Teil bestehen. Zur Erzielung geringsten Gewichts ist die Schieberstange durchbohrt, während die Schieberkörper möglichst leicht gehalten sind. Die Dichtungsringe sind aus Spezialgußeisen, das vermöge einer besonderen Verarbeitung hohe Elastizität, geringe Härte und gleichmäßiges Anliegen gewährleistet. Mit Rücksicht auf die starken Temperaturschwankungen ist es zweckmäßig, die Ringe mit etwas Spiel in den Nuten einzusetzen, wodurch ein Festklemmen des Ringes beim Verziehen des Schieberkörpers oder auch durch Ölverkrustungen verhindert wird.

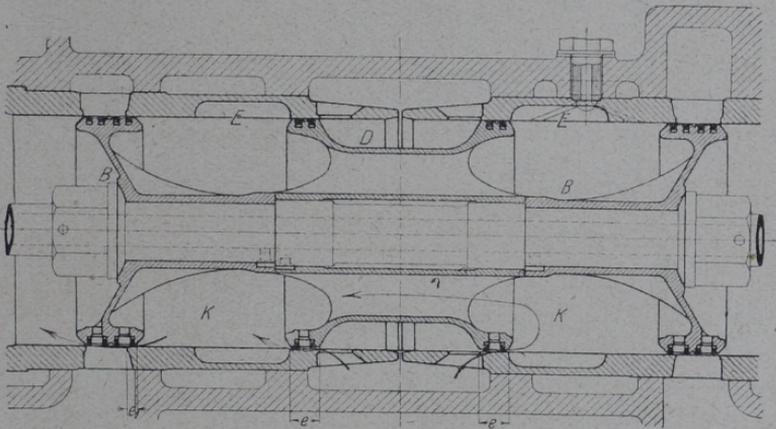


Abb. 273. Kammerschieber Bauart „Hochwald“.

Ursprünglich wurden derartige Kolbenschieber nur mit doppelter Einströmung gebaut (vgl. Abb. 271). Seit dem Jahre 1913 wurden gleichartige Schieber jedoch mit einfacher Einströmung zunächst für Güterzuglokomotiven ausgeführt. Nachdem sie sich auch bei Schnellzuglokomotiven gut bewährt hatten, erhalten alle Lokomotiven der preußischen Staatsbahn seit dem Jahre 1915 den Kolbenschieber nach Abb. 272 mit schmalen federnden Dichtungsringen und einfacher Einströmung.

### 3. Kammerschieber Bauart „Hochwald“

Der Kammerschieber in Abb. 273 besteht aus den Köpfen B B, einer dazwischen angeordneten Muschel D und hat einen von der Muschel, den Köpfen und dem Schieberspiegel begrenzten Kammerraum K K. Die Stege der Schieberköpfe steuern mit den Innenkanten die Kammer und mit den Außenkanten den Abdampf; die Stege der Muschel steuern die Ein-

strömung und tragen zu diesem Zwecke die Einströmdeckung  $e$ . Die Kammerdeckung  $e_1$  ist kleiner als die Einströmdeckung  $e$ , so daß die Kammer schon vor Beginn der Einströmung, während der Verdichtung, Anschluß an den Zylinderkanal erhält. Durch diesen Eintritt der Kammer in die Dampfverteilung wird die Bildung eines zweiten Einströmspaltes ermöglicht und gleichzeitig die Verdichtung beeinflußt. Bei der Bildung des zweiten Einströmspaltes arbeiten die Einströmstege der Muschel mit Aussparungen  $E$  in der Schieberbuchse so zusammen, wie es die Pfeile in der Abb. 273 erkennen lassen. Sobald die Muschelstege beginnen, den Frischdampfkanal zu öffnen, ist der Zylinderkanal bereits weit geöffnet und der an den beiden Eröffnungskanten der Muschel eintretende Frischdampf kann ungehindert in den Zylinderkanal strömen. Die freie Weite des Zylinder-

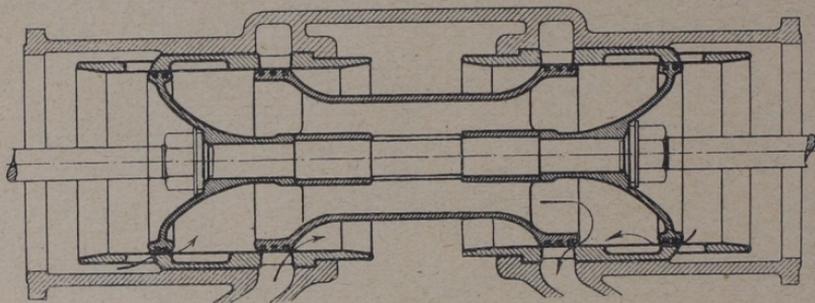


Abb. 274. Kammerschieber Bauart „Hochwald“ für Niederdruckzylinder, mit äußerer Einströmung.

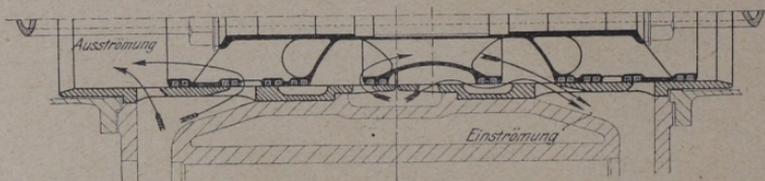


Abb. 275. Kammerschieber Bauart „Hochwald“ mit doppelter Ausströmung.

kanals in der Einströmstellung des Schiebers ist hierbei gleich dem Unterschied zwischen der Einströmdeckung  $e$  und der Kammerdeckung  $e_1$ , und die doppelte Eröffnung hält deshalb solange an, bis der Schieber aus seiner Mittelstellung  $2$  ( $e - e_1$ ) hinausgegangen ist.

Einfachere Kanalführung wegen erhält bei Verbundanordnung der Niederdruckzylinder im allgemeinen äußere Einströmung. Hierbei sind die im Kammerraum liegenden muldenförmigen Aussparungen des Schieberspiegels nach außen verlegt (Abb. 274). Sie arbeiten mit den Stegen der Schieberköpfe und nicht, wie bei der inneren Einströmung mit den Stegen der inneren Muschel zusammen.

Der Kammerschieber kann auch zur Vergrößerung des Anfahrmentes dienen. Er hat zwei Deckungen, die der Frischdampf bestreichen muß: die eigentliche Einströmdeckung an den Muschel-

kanten und die zweite kleinere Deckung an den Eröffnungsstegen der Kammer. Führt man den Frischdampf mit Umgehung der inneren Muschel unmittelbar in die Kammer ein, so erhält man entsprechend der kleineren Kammerdeckung eine vergrößerte Füllung, ohne an der Steuerung selbst etwas geändert zu haben. Eine derartige Ausführung wurde u. a. bei der 2C-Heißdampf-Drilling-Schnellzuglokomotive der preußischen Staatseisenbahn angewendet.

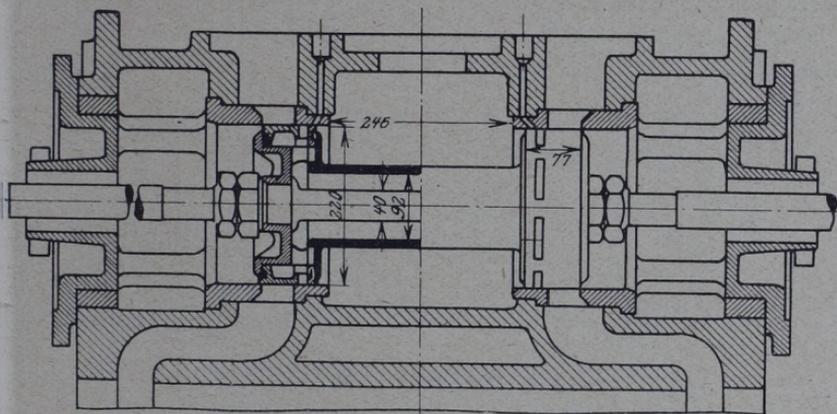


Abb. 276. Kolbenschieber Bauart „Schwedische Staatsbahn“.

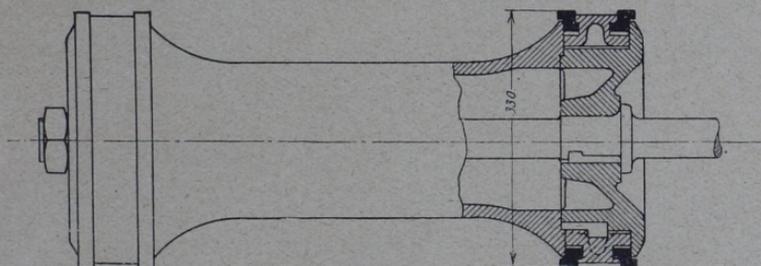


Abb. 277. Kolbenschieber amerikanische Bauart „Player“.

Abb. 275 zeigt einen Hochwaldschieber mit doppelter Ausströmung, wie er bei Lokomotiven wohl nur ausnahmsweise zur Anwendung gelangt.

#### 4. Verschiedene bemerkenswerte sonstige Schieberbauarten.

Kolbenschieber für Zwillingslokomotiven.

Bauart der schwedischen Staatsbahn (Abb. 276); mit doppelter innerer Einströmung. Jeder Schieber trägt einen breiten Ring, der mit zwei seitlichen Stählringen versehen ist.

Bauart „Player“ (Abb. 277/278); dreiteiliger Schieber mit beiderseits aufgesetzten Deckelkörpern und breiten, mehrteiligen Kolbenringen. Eine Gruppe von drei Ringen bildet den Schieberlappen, und zwar zwei äußere hochkantige (etwa nach Vaucrain-Art), sowie dazwischen zurückstehend ein U-förmiger, mit den beiden ersten verzahnter breiter fester Ring. Mittels eines eingelegten Keiles wird der Ring gegen Verdrehung festgehalten. Eine unverzahnte neuere Ringform zeigt Abb. 279, wonach die drei Ringe glatt aneinander anschließen. Eine innere Verspannung ist in beiden Fällen nicht vorhanden. Höhe der Ringe 19 mm, Breite unten 15,8 und oben 12,7 mm, Spaltbreite 0,8 mm.

Bauart der belgischen Staatsbahn (Abb. 280); der Schieber hat einfache innere Einstromung. Der Kolbenring ist drei-

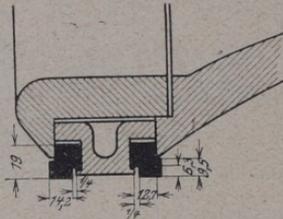


Abb. 278. Ring für Kolbenschieber Bauart „Player“.

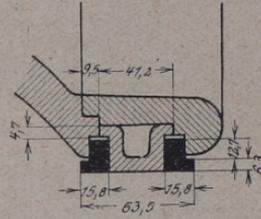


Abb. 279. Amerikanischer Kolbenschieberring.

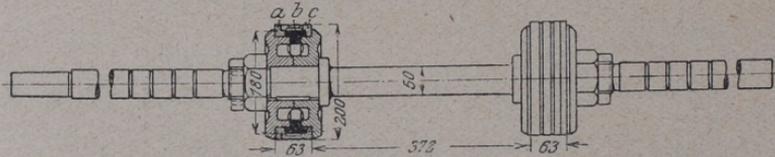


Abb. 280. Kolbenschieber Bauart „Belgische Staatsbahn“.

teilig (a, b, c). Zusammenklappen desselben während der Verdichtung wird verhindert durch eine Anzahl Bohrungen auf dem Umfang des größten Ringes, die den Dampfdruck ausgleichen.

Doppelschieber für Vierlinglokomotiven.

Bauart „Maffei“ (Abb. 281); zwei gewöhnliche Kolbenschieber sitzen auf einer Stange nebeneinander. Je zwei Zylinder einer Seite werden durch solch einen Doppelschieber gesteuert. Schieberdurchmesser 270 mm. Die Schieberstopfbüchsen stehen nur unter dem Druck des ausströmenden Dampfes. Die Kanäle zu den Zylindern brauchen sich nicht zu überkreuzen. Die Dampfführung ist durch Pfeile kenntlich gemacht. Abdichtung der Kolbenschieber durch Ringe an vier Stellen.

Doppelschieber für Vierzyl.-Verbundlokomotiven.

Bauart „Vaucrain“ (Abb. 282); es ist ein dreifacher Rohrschieber. Der innere steuert mit innerer Einstromung den Hochdruckzylinder;

der ausströmende Verbinderdampf strömt in den Hohlraum und durch die beiderseitigen äußeren Steuerkanten in den Niederdruckzylinder. Der auf den Büchsen aufliegende (also nicht entlastete) Schieberkörper besteht aus einem Stück. Er hat schmale hochkantige Kolbenringe von T-Querschnitt mit gleicher, gezahnter Stoßfuge, damit die Kanten der Ringe steuern können.

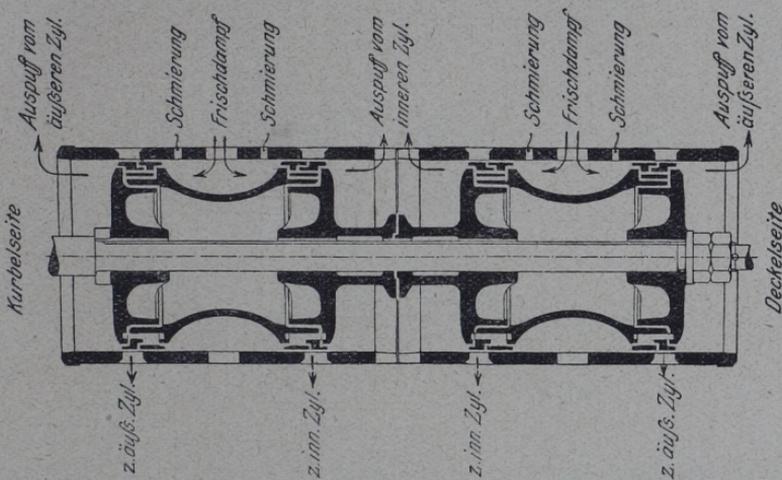


Abb. 231. Kolbenschieber Bauart „Maffei“ für Vieringlokomotiven.

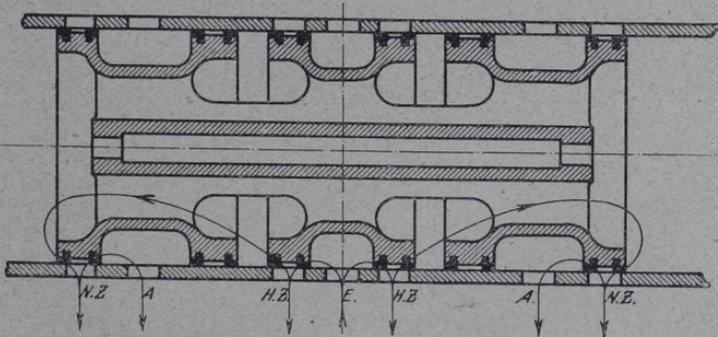


Abb. 232. Kolbenschieber Bauart „Vauclain“ für Vierzylinder-Verbundlokomotiven.

Bauart „Hanomag“ (Abb. 283/284); drei gewöhnliche Kolbenschieber sind auf einer Stange zusammengebaut. Der mittlere Teil steuert den Hochdruckzylinder mit innerer, die beiden Außenteile den Niederdruckzylinder mit äußerer Einströmung. Für die Steuerung des Hoch- und Niederdruckzylinders einer Seite dient also solch ein Doppelschieber. Beiderseits abwechselnd strömt der Dampf mit

äußere Einströmung zum Niederdruckzylinder und entweicht hierauf durch den ringförmigen Raum der beiden Niederdruckschieber in einen in das Blasrohr führenden Verbindungskanal. Die Kolbenschieberdurchmesser sind mit 320 bzw. 440 mm ungewöhnlich groß. Entsprechend dem größeren Rauminhalt des Niederdruckdampfes haben die äußeren Niederdruckschieber größeren Durchmesser. Das gemeinsame Schiebergehäuse für die drei Rohrschieber ist länger als der Zylinder.

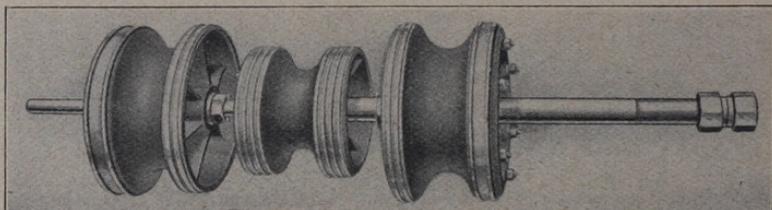
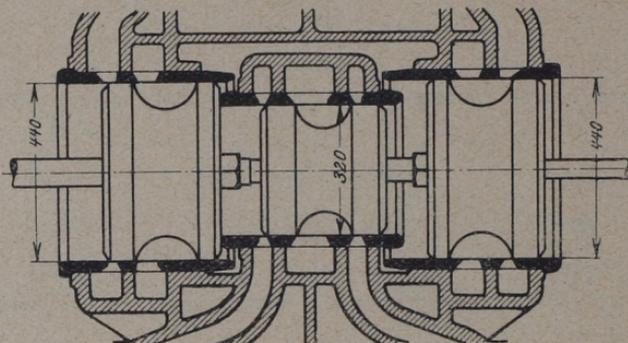


Abb. 283/284. Kolbenschieber Bauart „Hanomag“ für Vierzylinder-Verbundlokomotiven.

## II. Ermittlung der Hauptabmessungen von Schiebern.

Nach Graßmann<sup>1)</sup> mache man die Einströmdeckung bei Lokomotiven mit einfacher oder doppelter Einströmung und einfacher Ausströmung

$$e = \frac{F \cdot c}{y \cdot b}$$

Hierin ist

F die Kolbenfläche in qcm,

$c = \frac{n'}{30}$  die mittlere Kolbengeschwindigkeit in m/sek. Es ist zu setzen  $n' = 0,7 n$ , wobei n die größte zulässige Drehzahl der Triebäder in 1 sek,

<sup>1)</sup> Graßmann, Geometrie und Maßbestimmung der Kulissensteuerungen, 1916. Springer, Berlin,

b die senkrecht zur Schieberschubrichtung gemessene Kanalbreite in cm.

$b = \beta \pi \delta$  bei Lokomotiven mit Kolbenschiebern; hierin bedeutet  $\beta$  den durch Stege hervorgerufenen Verengungsfaktor ( $\beta = 0,7$  bis  $0,75$ ) und  $\delta$  den inneren Durchmesser der Schieberlaufbüchse ( $\delta = 0,4$  bis  $0,5 d$ , wobei  $d$  der Zylinderdurchmesser).

y ist ein Erfahrungswert, der aus Zusammenstellung 33 zu entnehmen ist.

Kanalbreite a in Schieberschubrichtung ermittle man aus der Beziehung

$$a = \frac{F \cdot c}{w \cdot b}$$

Hierin gelten für F, c und b die eben bezeichneten Größen. w gibt die mittlere Ausströmgeschwindigkeit in m/sek an und ist aus Zusammenstellung 33 zu entnehmen.

## Zusammenstellung 33.

## Werte von y und w

Schieberbauart	einfache Dehnung		doppelte Dehnung			
			Hochdruckzylinder		Niederdruckzylinder	
	y	w m/sek	y	w m/sek	y	w m/sek

## S a t t d a m p f

Muschelflachschieber mit einfacher Einströmung	60 ÷ 70	43 ÷ 50	48 ÷ 56	35 ÷ 40	57 ÷ 66	40 ÷ 45
	65 ÷ 75	43 ÷ 50	53 ÷ 62	35 ÷ 40	63 ÷ 73	40 ÷ 45
Kolbenschieber mit einfacher Einströmung	45 ÷ 55	38 ÷ 45	40 ÷ 45	30 ÷ 36	50 ÷ 58	36 ÷ 42
	50 ÷ 60	38 ÷ 45	—	—	—	—

## H e i ß d a m p f

Muschelflachschieber mit einfacher Einströmung	70 ÷ 80	50 ÷ 57	55 ÷ 65	40 ÷ 45	65 ÷ 75	43 ÷ 50
	75 ÷ 85	50 ÷ 57	61 ÷ 72	40 ÷ 45	71 ÷ 82	43 ÷ 50
Kolbenschieber mit einfacher Einströmung	50 ÷ 60	45 ÷ 52	50 ÷ 55	36 ÷ 42	55 ÷ 65	42 ÷ 48
	55 ÷ 65	45 ÷ 52	55 ÷ 65	—	—	—

Bei Lokomotiven mit einfacher Dampfdehnung hat sich als brauchbarer Wert für die Ausströmdeckung erwiesen

$$i = (0 \div 0,1) r_e$$

wenn  $r_e$  die Exzentrizität der Entwurfsfüllung ist. Diese wird, nachdem  $e$  wie oben angegeben gefunden ist, mit Hilfe von Zusammenstellung 34 ermittelt. Als Entwurfsfüllung  $f$  ist für einfache Dehnung 35% anzunehmen; der Voreinströmungswinkel  $\varepsilon$  soll bei doppelt öffnendem Einlaß 11 bis 12°, bei einfach öffnendem 15 bis 16° betragen.

## Zusammenstellung 34.

Werte von  $r_{e/e}$ .

Füllung f 35 %	Voreinströmungswinkel $\varepsilon$					
	11°	12°	13°	14°	15°	16°
	$r_{e/e} = 1,3409$	1,3514	1,3624	1,3735	1,3849	1,3966

Für doppelte Dehnung sind allgemein gültige Angaben bezüglich der Ausströmdeckung nicht möglich. Hier ist die Entscheidung an Hand des jeweilig zu entwerfenden Steuerungsdiagrammes zu treffen (vgl. hierzu Graßmann S. 100 ff.).

## Beispiel:

Der Zylinderdurchmesser einer Lokomotive mit einfacher Dampfdehnung sei 610 mm, der Kolbenhub 660 mm, der Triebraddurchmesser 1350 mm, die größte Geschwindigkeit 50 km/st, entsprechend einer größten Umdrehungszahl in der Minute von rund 200. Die Kolbenschieber sollen einfache Einströmung erhalten. Wie groß ist die Einströmdeckung, die Kanalbreite und die Ausströmdeckung zu machen?

Durchmesser des Kolbenschiebers

$$\delta = 0,4 d = 0,4 \cdot 61 \cong 24 \text{ cm}$$

Einströmdeckung  $e = \frac{F \cdot c}{y \cdot b}$

$$\text{Hierin ist } F = \frac{610^2 \cdot \pi}{4} = 2920 \text{ qcm}$$

$$c = \frac{0,7 \cdot 200 \cdot 0,66}{30} = 3,08 \text{ m/sek}$$

$$y \cong 55 \text{ (vgl. Zusammenstellung 33)}$$

$$b = 0,75 \cdot \pi \cdot 24 = 56,6 \text{ cm}$$

$$\text{Also } e = \frac{2920 \cdot 3,08}{55 \cdot 56,5} \cong 2,9 \text{ cm} = 29 \text{ mm}$$

Kanalbreite  $a = \frac{F \cdot c}{w \cdot b}$

$$\text{Hierin ist } w \cong 45 \text{ m/sek (vgl. Zusammenstellung 33)}$$

$$\text{Also } a = \frac{2920 \cdot 3,08}{45 \cdot 56,6} \cong 3,5 \text{ cm} = 35 \text{ mm}$$

Ausströmdeckung  $i = 0,05 \cdot r_e$

Bei 35 % Entwurfsfüllung und 15° Voreinströmungswinkel wird nach Zusammenstellung 34.

$$\frac{r_e}{e} = 1,3849 \text{ oder, da } e = 29 \text{ mm}$$

$$r_e = 1,3849 \cdot 29 \cong 40 \text{ mm}$$

$$\text{Also } i = 0,05 \cdot 40 = 2 \text{ mm.}$$

## III. Steuerung mit Ventilen.

Bei Mangel an gutem Heißdampföl hat sich gezeigt, daß Kolbenschieber stark verkrusten, so daß die Ringe in den Nuten festsitzen und ihre Federkraft verlieren. Sie halten alsdann nicht mehr dicht, und hoher Dampfverbrauch ist die weitere Folge. Infolgedessen hat man sich im Lokomotivbau den Ventilsteuerungen zugewandt, die seit Jahren im ortsfesten Dampfmaschinenbau mit bestem Erfolg Verwendung finden. Neben unbedingter Betriebssicherheit, die die Ventilsteuerung auf Grund wesentlicher Verbesserungen erfahren hat, ist die Ersparnis an Zylinderöl bis zu 60% gegenüber gleichartigen Kolbenschieberlokomotiven zu nennen. Ventilmaschinen können auch mit wesentlich höheren Überhitzungen arbeiten, da eine Rücksichtnahme auf den Entflammungspunkt des Schmieröles entfällt.

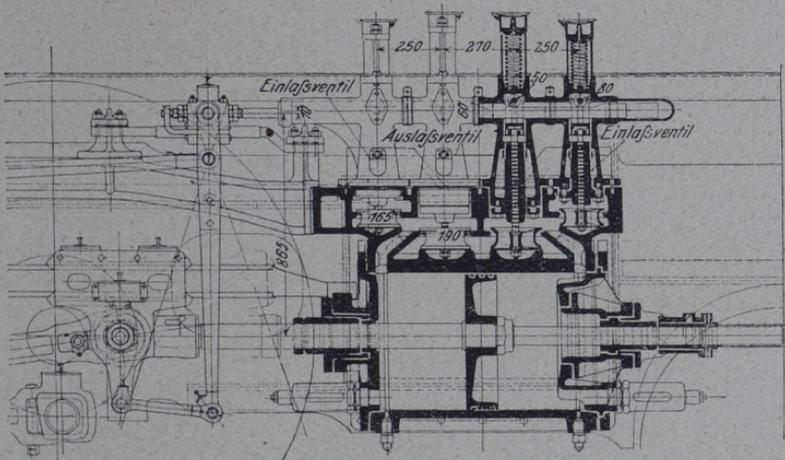


Abb. 285. Lenz-Ventilsteuerung für die oldenburgische 1C1-S-Lokomotive.

## a) Lenz-Steuerung für Oldenburg.

Abb. 285 zeigt die von der Hanomag für die oldenburgische 1C1-Schnellzuglokomotive ausgeführte Lenz-Ventilsteuerung. Die Ventile für den Einlaß sind an den Enden, die für den Auslaß in der Mitte des Zylinders angeordnet. Als Baustoff findet Stahlguß oder neuerdings gepreßtes Stahlblech Anwendung. Alle Ventile, die als Doppelsitzventil ausgebildet sind, werden durch den Zylinderüberdruck auf Schließen beansprucht. Sie sind an Stahlspindeln angeschraubt, die in besonders langen Führungen mit eingesetzten Buchsen arbeiten. Die Abdichtung des Dampfes wirkt als sogenannte Labyrinthdichtung mittels eingedrehter Rillen. Die Spindeln enden in Köpfen, in denen Rollen leicht drehbar angeordnet sind. Diese laufen unmittelbar auf der Nocken- oder Hubkurvenstange, die ihren Antrieb von der äußeren Steuerung erhält. Die einzelnen Ventilköpfe sind getrennt gehalten, so daß jedes einzelne Ventil mit Führung, nachdem

Zusammen-  
Steuerungsverhältnisse der 1C1-Schnellzug-

	Vorwärtsgang											
	Voreilung	Größter Weg der Hubkurvenstange	E-Ventilhub	A-Ventilhub	Springen des Schwingensteines	Prozente vom Kolbenweg während					der Kompression des Gegen-dampfes	
						der Dampf-füllung	der Dehnung	des Dampf-aus-trittes				
						der Dehnung	Hin	Zu-rück	Kompression	des Gegen-dampfes		
vor dem Kolben	6	56	4	16	0	Steuerung auf Mitte	5½	46	48½	48	47	5
hinter	6	56	4	16	0	10	5½	47½	47	46	48½	5½
v.	6	57	5	16	0	10½	49	41	55½	42	2½	2½
h.	6	57	5	16	0	19	50½	39	54½	43	2½	2½
v.	6	59	7	16	1	20	48½	32½	64½	34½	1	1
h.	6	59	7	16	1	20	49	31	62½	36	1½	1½
v.	6	63	9	16	4	28½	45	26½	72	27½	½	½
h.	6	63	9	16	4	31½	44½	24	69	30½	½	½
v.	6	68½	11½	16	7	38½	40½	21	78	21¾	¼	¼
h.	6	68	11½	16	7	43	38	19	75	24¾	¼	¼
v.	6	73½	13	16	9	48	35	17	82	18	—	—
h.	6	73½	13	16	9	52½	32½	15	79½	20½	—	—
v.	6	84	14	16	11	58	29	13	86	14	—	—
h.	6	83	14	16	11	62½	25½	12	84	16	—	—
v.	6	99½	14	16	12	68½	22	9½	90	10	—	—
h.	6	98	14	16	12	72	19½	8½	89	11	—	—
v.	6	122	14	16	14	79	15	6	93½	6½	—	—
h.	6	122	14	16	14	80½	14	5½	92½	7½	—	—

Größter Weg der Hubkurvenstange nach vorn 122 mm,  
nach hinten 122 mm; gesamt 244 mm.

Größter Ausschlag des Schwingensteines (einschl. Springen)  
nach unten 195 mm.

die Nockenstange nach vorn herausgezogen ist, ohne an der äußeren Steuerung irgend etwas zu lösen, herausgenommen werden kann. Die Federn aller Ventile sind gleich, nur unterscheiden sie sich für Ein- und Ausströmung in der Vorspannung. Zusammenstellung 35 enthält die Steuerungsergebnisse der oldenburgischen 1C1-Lokomotive.<sup>1)</sup>

In Zusammenstellung 36 sind die Einstromungsverhältnisse der preußischen 2C-Drilling-Schnellzuglokomotive (Kolbenschieber) mit denen der oldenburgischen 1C1-Zwilling-Schnellzuglokomotive (Ventilsteuerung) verglichen. Man ersieht hieraus die Überlegenheit der Ventilsteuerung bezüglich der Dampfeintrittsquerschnitte, die sich namentlich bei sehr kleinen Füllungen zeigt.

<sup>1)</sup> Vgl. Hanomag-Nachrichten 1917, Heft 3, S. 45.

stellung 35.

lokomotive für Oldenburg mit Ventilsteuerung.

	Rückwärtsgang										
	Voreilung	Größter Weg der Hubkurvenstange	E-Ventilhub	A-Ventilhub	Springen des Schwingensteines	Prozente vom Kolbenweg während					der Kompression des Gegen-dampfes
						der Dampf-füllung	der Dehnung	des Dampf-aus-trittes			
						der Hin	der Zurück				
vor dem Kolben	6	56	4	16	0	5	47	48	50	46	4
hinter	6	56	4	16		Steuerung auf Mitte					
v.	6	57	5	16		5 1/2	49	45 1/2	47	48	5
h.	6	57	5	16	3	10 1/2	51 1/2	38	58	40	2
v.	6	59	7	16		11	52	37	57	41	2
h.	6	59	7	16	6	20	51 1/2	28 1/2	67 1/2	31 1/2	1
v.	6	62 1/2	8 1/2	16		20 1/2	52	27 1/2	67	32	1
h.	6	62	8 1/2	16	8	30	48	22	74	25 1/2	1/2
v.	6	66	10 1/2	16		30	48	22	74	25 1/2	1/2
h.	6	66	10 1/2	16	11	40	42	18	79	20 1/2	1/2
v.	6	69	12	16		40 1/2	42	17 1/2	79	20 1/2	1/2
h.	6	70	12	16	13	50	35 1/2	14 1/2	85 1/2	14 1/4	1/4
v.	6	75	13	16		50	35	15	82 1/2	17 1/2	1/4
h.	6	76	13	16	15	59	29 1/2	11 1/2	86	14	—
v.	6	84	14	16		62 1/2	26	11 1/2	86	14	—
h.	6	86	14	16	24	69	21 1/2	9 1/2	89	11	—
v.	6	92	14	16		72	18 1/2	9 1/2	89	11	—
h.	6	94	14	16	32	73 1/2	18 1/2	8	91	9	—
						77	15	8	90	10	—

Größter Weg der Hubkurvenstange nach vorn 92 mm, nach hinten 94 mm; gesamt 186 mm.

Größter Ausschlag des Schwingensteines (einschl. Springen) nach oben 165 mm.

Zusammenstellung 36.

Einströmungsverhältnisse der preußischen 2C-Drilling- und der Oldenburgischen 1C1-Lokomotive.

Füllung	10 %		20 %		30 %	
	Preußen	Oldenburg	Preußen	Oldenburg	Preußen	Oldenburg
Größter Einströmungsquerschnitt . . . qcm	30	50	45	70	60	90
Zylinderquerschnitt qcm	1960	2640	1960	2640	1960	2640
Verhältnis . . . . .	1/65	1/53	1/44	1/38	1/33	1/30

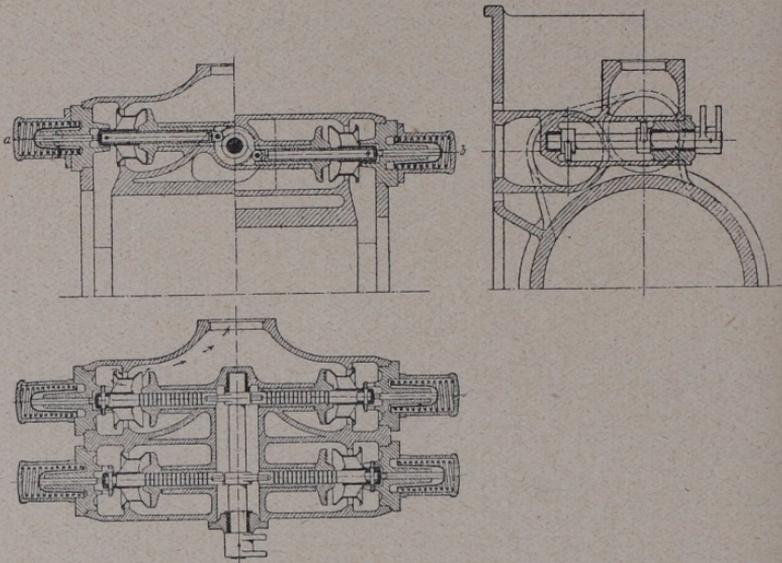


Abb. 286/287. Lenz-Ventile für eine österreichische Lokomotive.

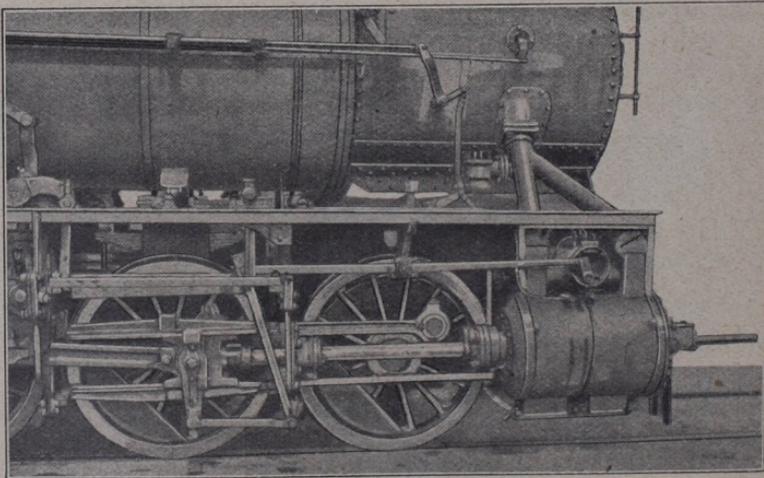


Abb. 288. Lenz-Ventilsteuerung für eine österreichische E-G-Lokomotive.

β) Lentz-Steuerung für Österreich.

Nachdem erkannt war, daß nur ein sehr leichtes Ventil den besonderen Anforderungen des Eisenbahnbetriebes entsprechen könne, wurden von Lentz für eine 1920 in Betrieb genommene E-Güterzuglokomotive der österreichischen Bundesbahnen Ventile entworfen, die durch ein Preßverfahren aus 3 mm starkem Stahlblech hergestellt wurden. Ein Einströmventil dieser Lokomotiven von 150 mm Durchmesser wog 1,3 kg, ein Ausströmventil von 170 mm Durchmesser 1,5 kg; mit Spindel und Rolle waren die entsprechenden Gewichte 2,6 und 3,2 kg. Demgegenüber war das Gewicht des Kolbenschiebers einer gleichartigen Lokomotive 143 kg. Vergleicht man die Beschleunigungskräfte bei größter Füllung (Leerfahrt mit ausgelegter Steuerung), so findet man für das Einlaßventil 13,7 kg, für

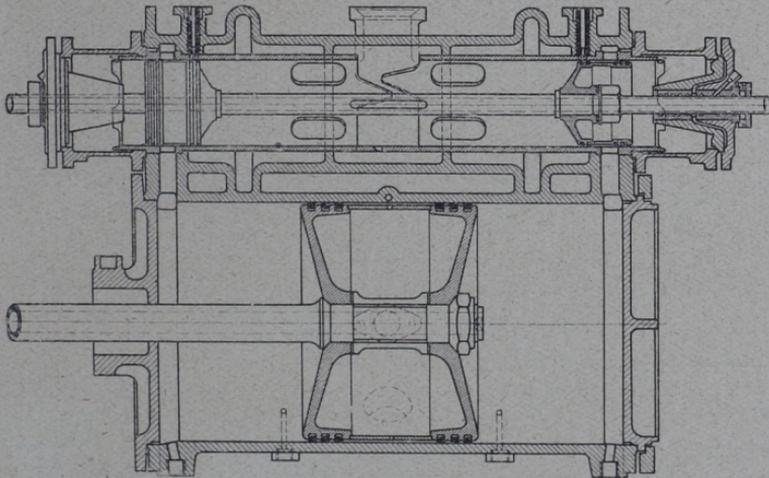


Abb. 289. Gleichstromzylinder nach „Stumpf“.

das Auslaßventil 19 kg, für den Kolbenschieber dagegen 750 kg. Bemerkenswert ist die Anordnung der Ventile. Wie die Abb. 286/287 erkennen läßt, sind die Ventile liegend angeordnet, und zwar liegt je ein Einlaß- und ein Auslaßventil nebeneinander. Der Antrieb der Ventile erfolgt durch eine Welle, auf der je zwei Schwingdaumen angeordnet sind. Die Welle wird durch einen außen aufgekeilten Hebel in Bewegung gesetzt, mit dem die Ventilzugstange (Schieber-schubstange) in Verbindung steht (Abb. 288).

#### IV. Steuerung der Stumpf'schen Gleichstromlokomotive.

Die Gleichstromlokomotive entstand 1908 bei der Moskau-Kasan-Bahn (Kolomna) und bei der preußischen Staatsbahn (Vulkan). Ihr Vorteil liegt in der Vermeidung der Innenkondensation, da die Deckel nicht durch Abdampf gekühlt, sondern durch Kompressionswärme ge-



