

Die Dampfschläge sind nicht härter als bei gewöhnlichen Lokomotiven. Die Feueranfachsung ist sehr reichlich, da die Ausströmenergie des Dampfes nicht wie sonst durch Stoß und Wirbelung auf den Auspuffwegen gebrochen wird. Blasrohr und Schornstein müssen wesentlich erweitert werden; denn der Blasrohrdruck ist 0, weil alle Pressungs- in Strömungsenergie verwandelt wird.

Der Kolben erhält keine vordere Führung. Mittlerer Tragring aus weichem Gußeisen, wie für Kolbenringe. Wandstärke 4 mm  $+ \frac{1}{80}$  Zylinderdurchmesser. Außendurchmesser 0,97 bis 0,965 des Zylinderdurchmessers. Länge der Tragfläche gleich  $\frac{1}{3}$  Kolbenhub; an den Enden kegelig Anschluss an den Durchmesser des Kolbenkörpers. Kolbenstange zur Gewichtersparnis zweckmäßig hohl gebohrt. Drei Schmierstellen in Zylindermitte; eine oben, zwei unten unter  $30^\circ$  versetzt.

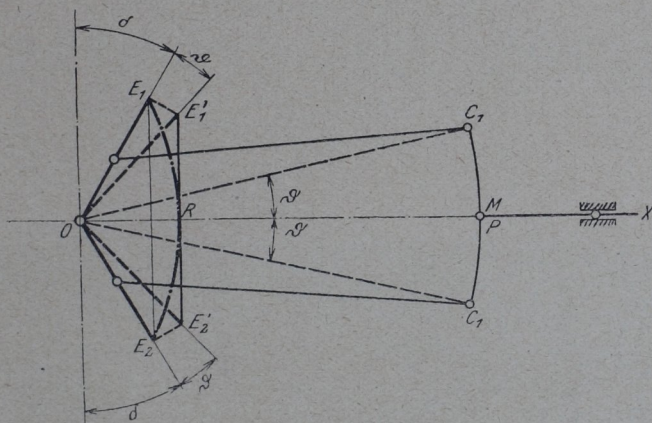


Abb. 291. Scheitellinie der Stephenson-Steuerung.

## b) Äußere Steuerung,

### I. Ausgeführte Steuerungen.

#### a) Stephenson-Steuerung (Abb. 290 bis 292).

Auf Welle O sitzen zwei Hubscheiben O E<sub>1</sub> und O E<sub>2</sub> von gleicher Größe, die unter gleichem Winkel zur Kurbel OK auf Welle O aufgekeilt sind. Von ihnen führen zwei gleich lange Schwingengstangen, die offen oder gekreuzt sein können, zu den Endpunkten C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> der Schwingen. Über den Schwingenstein P und die Schieberstange S wird die Bewegung der Schwingen auf den Schieber übertragen. Der Ableitungspunkt P mit seiner Führungsbahn bleibt stets in unveränderter Höhenlage. Lagenveränderung des Steines in der Schwinne und damit Verstellung der Füllung durch Heben und Senken der Schwinne. Je nach der relativen Lage des Steines P zu den Antriebspunkten C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> ist für den Schieber-

antrieb die eine oder andere Hubscheibe oder sind beide Hubscheiben gleichzeitig maßgebend. Die eine Hubscheibe allein bewirkt Vorwärtsgang, die andere Rückwärtsgang der Maschine. Führung der Schwinde in ihrem Mittelpunkt  $M$  oder in  $C_2$  durch eine Hänge- oder Stützstange auf einem flachen Bogen. Krümmung der Schwinde stets nach einem Halbmesser gleich der Schwingenstangenlänge, gleichgültig, ob die Steuerung mit offenen oder gekreuzten Schwingenstangen ausgeführt wird.

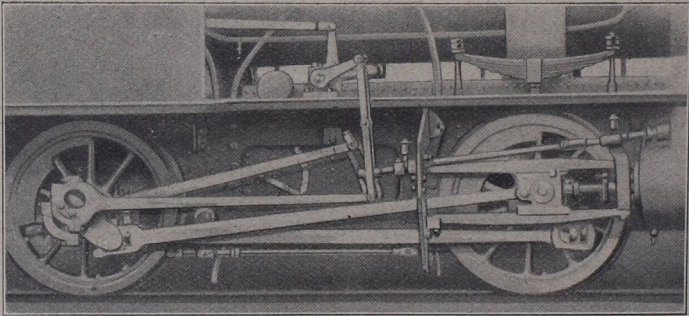
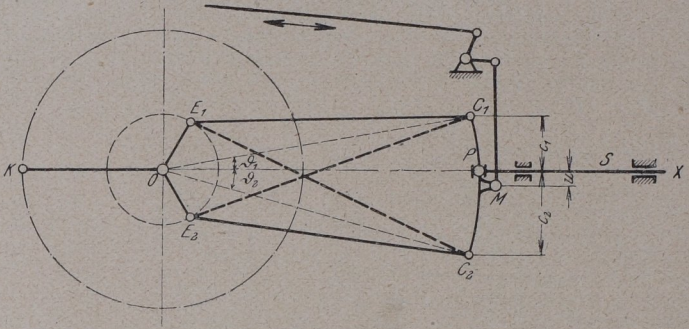


Abb. 292/293. Stephenson-Steuerung.

Die Scheitellinie ist eine Parabel mit dem Scheitel in  $R$  (Abb. 291). Bei ihrer flachen Form kann sie mit guter Annäherung durch einen durch die drei Punkte  $E_1$ ,  $R$  und  $E_2$  gehenden Kreis ersetzt werden, dessen Mittelpunkt auf  $OX$  liegt. Für die Steuerung mit offenen Schwingenstangen liegt der Krümmungsmittelpunkt der Scheitellinie über  $O$  hinaus auf der dem Schieber abgewendeten Seite. Bei einer Steuerung mit gekreuzten Stangen würde die Scheitellinie entgegengesetzt gekrümmt sein, d. h. der Krümmungsmittelpunkt würde auf der Seite des Schiebers liegen.

β) Gooch-Steuerung (Abb. 294 bis 296).

Von zwei auf Welle O unter gleichen Winkeln zur Kurbel OK aufgekeilten Hubscheiben  $O E_1$  und  $O E_2$  von gleicher Größe wird die Schwinde  $C_1 C_2$  angetrieben durch zwei gleich lange Schwingenstangen, die offen oder gekreuzt sein können. Von dem Schwingenstein P

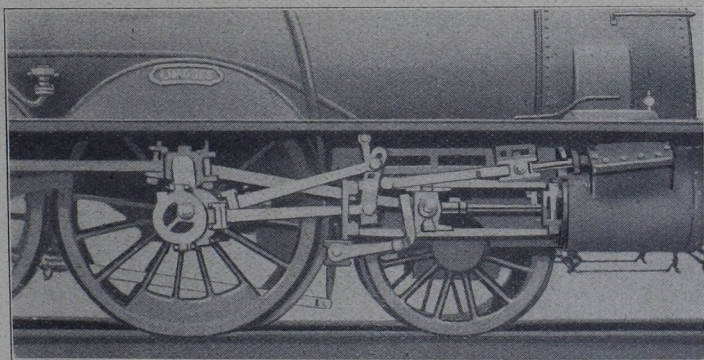
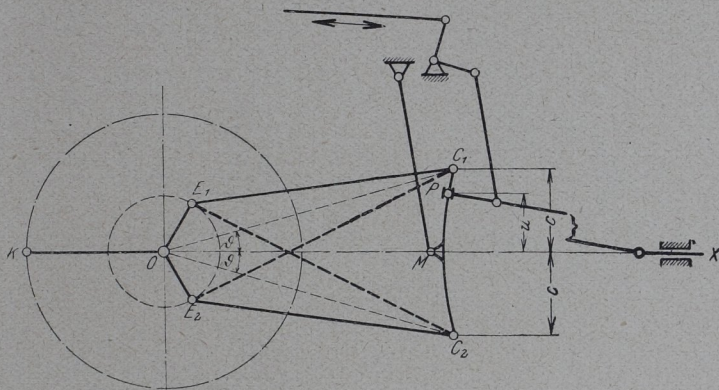


Abb. 294/295. Gooch-Steuerung.

aus wird die Bewegung der Schwinde mit Hilfe der Schieberschubstange auf den Schieber übertragen. Der geführte Punkt der Schwinde mit seiner Führungsbahn bleibt stets in unveränderter Höhenlage. Veränderung der Lage des Schwingensteines P gegenüber den beiden Schwingenantriebspunkten  $C_1$  und  $C_2$  durch Heben und Senken des Steines mit seiner Führungsbahn. Die eine Hubscheibe allein bewirkt Vorwärts-, die andere Rückwärtsgang der Maschine.

Je nach der relativen Lage des Steines P in der Schwinde ist die eine oder die andere Hubscheibe oder sind beide Hubscheiben gleichzeitig für den Antrieb des Schiebers maßgebend. Führung der Schwinde in ihrem Mittelpunkt M durch eine Hänge- oder Stützstange. Die

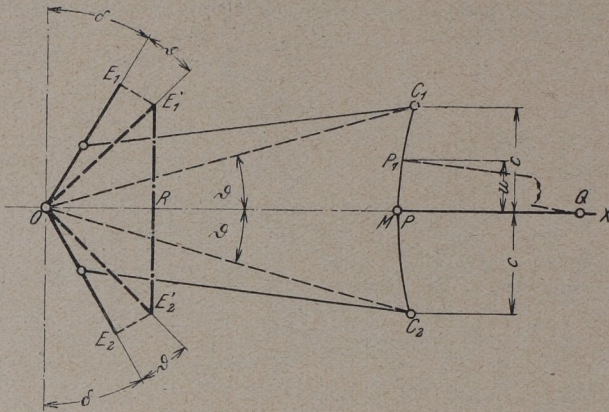


Abb. 296. Scheitellinie der Gooch-Steuerung.

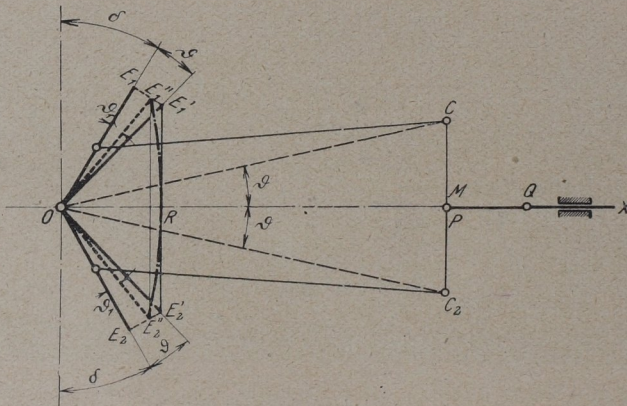


Abb. 297. Scheitellinie der Allan-Steuerung.

Schwinde ist stets nach einem Halbmesser gleich der Länge der Schieberschubstange gekrümmt.

Die Scheitellinie ist eine gerade, die bei der Grundstellung der Hubscheiben auf OX senkrecht steht und durch OX in zwei gleiche Teile geteilt wird (Abb. 296).

## 7) Allan-Steuerung (Abb. 297 bis 299).

Zwei gleich große Hubscheiben  $O E_1$  und  $O E_2$  sind unter gleichen Voreilwinkeln auf der Welle aufgekeilt. Von ihnen führen zwei gleich lange, offene oder gekreuzte Schwingenstangen zu den Schwingenantriebspunkten  $C_1$  und  $C_2$ . Die Schwinde ist geradlinig und wird mit ihrem Mittelpunkt  $M$  oder dem unteren Antriebspunkt  $C_2$  durch eine Hängestange  $MS$  auf einem flachen Bogen geführt.

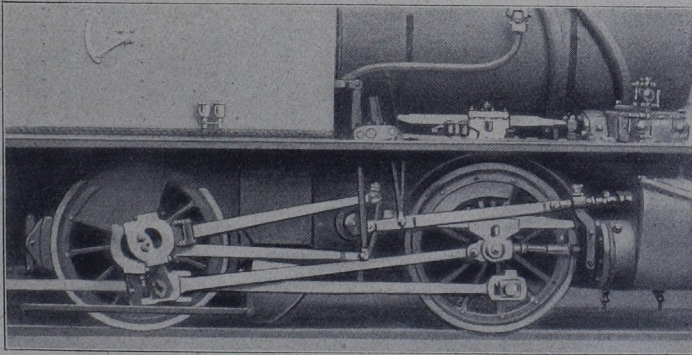
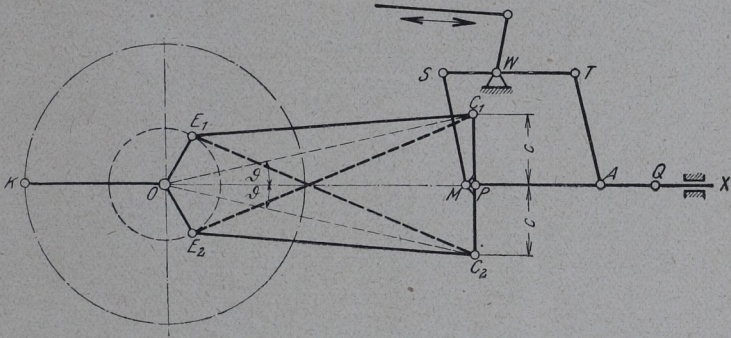
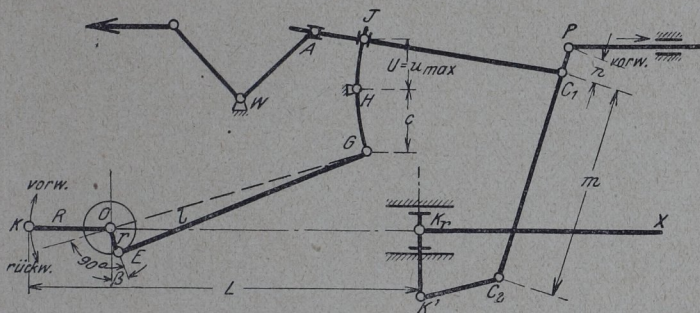


Abb. 298/299 Allan-Steuerung.

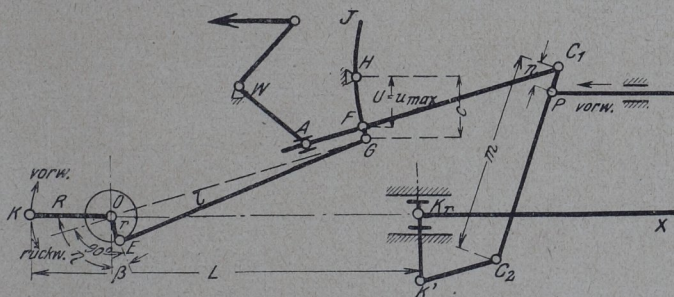
Übertragung der Schwingenbewegung durch die Schieberschubstange  $PQ$  auf die Schieberstange und hiermit auf den Schieber. Die Schieberschubstange wird in  $A$  durch eine Hängestange  $AT$  auf einem flachen Bogen geführt. Beide Hängestangen hängen am doppelarmigen Hebel  $SWT$ , der auf der Steuerwelle  $W$  aufgekeilt ist. Lagenveränderung des Steines in der Schwinde durch gleichzeitiges Heben der Schwinde und Senken des Steines oder umgekehrt. Die eine Hubscheibe dient für den Vorwärtsgang, die andere für den Rückwärtsgang der



Für alle Füllungen vor und hinter dem Kolben gibt die Heusingersteuerung gleich große Voröffnungen. Da ferner die vom Kreuzkopf und der Gegenkurbel abgeleiteten Einzelbewegungen sich bei Lokomotiven mit nur zwei Zylindern zu einer regelmäßig verlaufenden Schieberbewegung zusammensetzen, so genügt im allgemeinen ein Prüfen der Schieber auf gleiche Voröffnungen bei den am Steuerbock angegebenen Füllungsstufen. Es ist dann auch die



Punkt P außerhalb  $C_1, C_2$ , daher Außeneinströmung. Gegenkurbel nacheilend für Vorwärtsgang, daher HJ Schwingenteil für Vorwärtsgang bei Anwendung von Flachschieber.



Punkt P innerhalb  $C_1, C_2$ , daher Inneneinströmung. Gegenkurbel nacheilend für Vorwärtsgang, daher HG Schwingenteil für Vorwärtsgang bei Anwendung von Kolbenschieber.

Abb. 302/303 Heusinger-Steuerung mit nacheilender Gegenkurbel.

Dampfverteilung vor und hinter dem Kolben und die Dampfverdichtung annähernd gleichmäßig. Bei Vierzylinderlokomotiven, an denen für die Innenzylinder keine gesonderte Steuerung vorgesehen ist, sondern die Schieberbewegungen vom Gestänge der Außensteuerungen abgenommen werden, sind die Voröffnungen vor und hinter dem Kolben vielfach verschieden groß für Innen- und Außenschieber; sie verändern ihre Größen bei den verschiedenen Füllungen. Diese Unregelmäßigkeiten sind darin begründet, daß die für die Kolben der Außenzylinder günstigste Schieberbewegung nicht für die Innen-

zylinder verwendbar ist. Die Bewegung der Außenschieber ist deshalb absichtlich unregelmäßig gestaltet, um die Fehler in der Bewegung der Innenschieber in engeren Grenzen zu halten.

Die Scheitellinie ist eine gerade, die bei der Grundstellung der Kurbel auf der Hauptgetriebschubrichtung senkrecht steht und

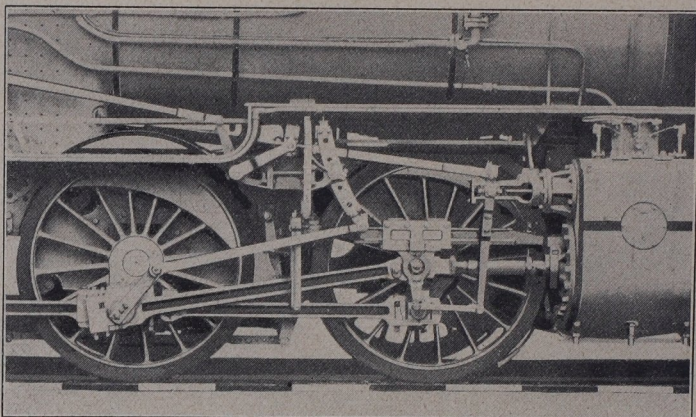


Abb. 304. Heusinger-Steuerung.

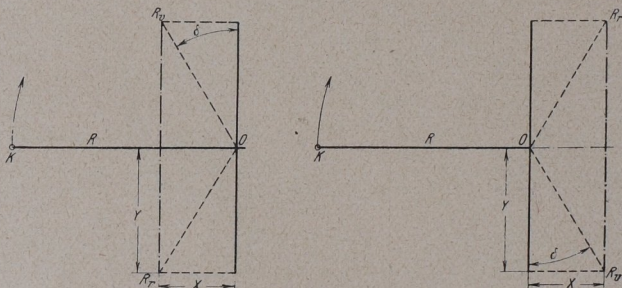


Abb. 305/306. Scheitellinie der Heusinger-Steuerung  
mit innen steuernder Schieberkante. mit außen steuernder Schieberkante.

hierdurch in zwei gleiche Teile geteilt wird. Für die Konstruktion der Scheitellinie ist folgendes zu beachten. Denkt man sich Gegenkurbel  $OE$  (vgl. Abb. 300) lose drehbar auf der Welle und unter Festhaltung des Punktes  $C_1$  in seiner Anfangslage die Kurbel aus ihrer linken Totlage um  $90^\circ$  gedreht, so ist der hierbei bewirkte Ausschlag des Punktes  $C_2$  gleich dem Kurbelhalbmesser  $R$ . Die Bewegung überträgt sich auf den Ableitungspunkt  $P$  in einem um das



Hebelarmverhältnis  $\frac{n}{m}$  verkleinerten Maße. Der Ausschlag des Punktes P und damit die Auslenkung des Schiebers aus seiner Mittellage ist also

$$X = R \cdot \frac{n}{m}$$

Wird nunmehr der Punkt C<sub>2</sub> in seiner jetzigen Lage festgehalten und die Gegenkurbel OE um den Winkel 90° nachgedreht, so ist der hierbei hervorgebrachte Ausschlag des Punktes C<sub>1</sub>

$$k = r \cdot \frac{u}{c}$$

Für  $u = U$  erhält  $k$  seinen größten Wert.

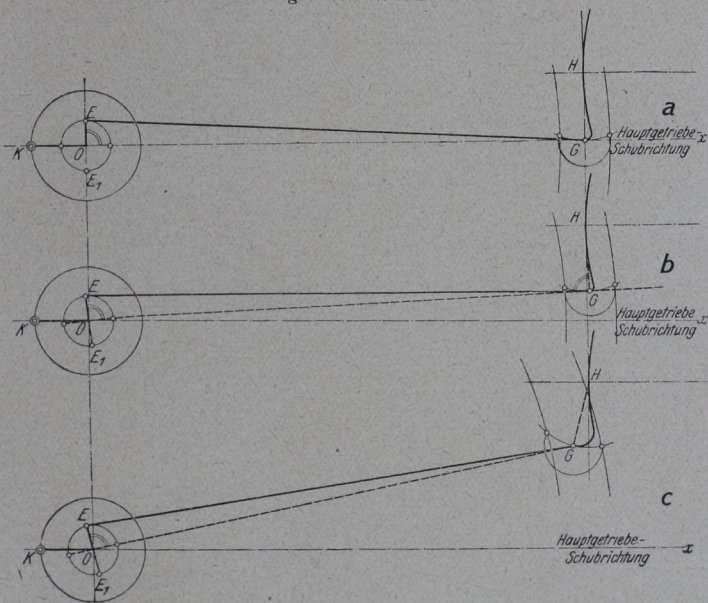


Abb. 307. Lage des Antriebspunktes G bei der Heusinger-Steuerung.

Der Ausschlag, den der Ableitungspunkt P dabei erfährt, ist um das Hebelarmverhältnis

$$\frac{m-n}{m} \text{ kleiner, also } Y = k \cdot \frac{m-n}{m} = r \cdot \frac{u}{c} \cdot \frac{m-n}{m}$$

Beide Bewegungen stehen aufeinander senkrecht und lassen sich durch das Kräfte-Parallelogramm zusammensetzen. Abb. 305 stellt die Scheitellinie einer Heusingersteuerung mit innen steuernden, Abb. 306 mit außen steuernden Schieberkanten dar. Die Komponenten des Ersatzexzentrers sind

$$X = R \cdot \frac{-n}{m} \quad Y = r \cdot \frac{U}{c} \cdot \frac{m+n}{m}$$

Das Minuszeichen auf der rechten Seite der Gleichung für X besagt, daß die Komponente X entgegengesetzt der Kurbelrichtung abzutragen ist. Aus einem Vergleich der beiden Gleichungen für Y bezüglich Innen- bzw. Außen-Einströmung geht hervor, daß die Exzentrizität  $OE = r$  im zweiten Falle kleiner auszuführen ist als im ersten, um eine gleich lange Scheitellinie zu erhalten.

Die Schwinde der Heusingersteuerung ist nach einem Kreisbogen mit dem Halbmesser gleich der Länge der Schieberschubstange zu krümmen. Bei Lokomotiven mit vorzugsweise Vorwärtsgang ist wegen der Entlastung des Schwingzapfens H der untere Schwingenteil für den Vorwärtsgang zu wählen (Stein F unterhalb Zapfen H).

Der Aufkeilwinkel der Gegenkurbel läßt sich am besten durch Konstruktion ermitteln. Damit die Schwinde in beiden Totlagen der Kurbel dieselbe Lage einnimmt, muß der Antriebspunkt G (Abb. 307) auf der Senkrechten liegen, die in O auf der Verbindungslinie der gegenüberliegenden Stellungen der Gegenkurbel E und  $E_1$  errichtet wird. Ferner ist es erforderlich, daß zur Erhaltung einer gleichmäßigen Schieberbewegung die Ausschläge der Schwinde aus

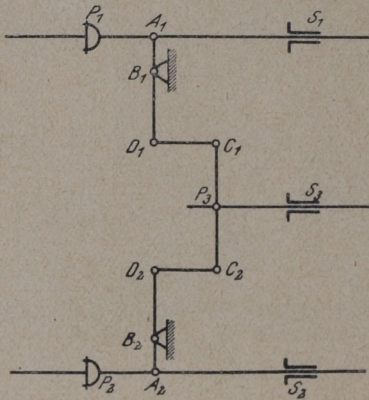


Abb. 308 Schieberbewegung für Innenzylinder der Drillinglokomotive Gattung  $S_{1102}$ .

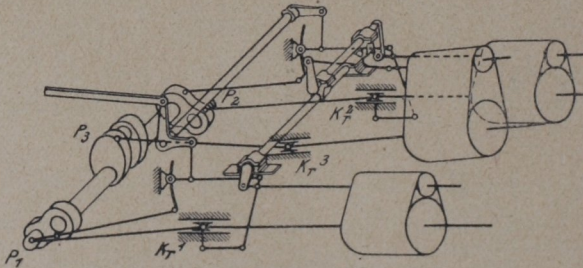


Abb. 309. Steuerung der Drillinglokomotive Gattung  $G_{12}$ .

ihrer Mittellage nach beiden Seiten gleich groß werden. Die richtige Lage des Punktes G läßt sich am besten durch Versuche ermitteln. Die drei vorkommenden Fälle: Punkt G fällt in die Haupttriebschubrichtung, Linie OG berührt den Schwingungskreis von G, Linie OG schneidet den Schwingungskreis von G, sind in Abb. 307 a, b und c dargestellt. Im ersten Falle steht OE senkrecht OX, im letzten Falle ist der Winkel KOE bei gleichem Halbmesser

des Schwingungskreises von G am kleinsten. Die Länge des Lenkeransatzes Kr K' und der Lenkerstange K' C<sub>2</sub> (vgl. Abb. 300 bis 303) ist so zu bestimmen, daß Punkt C<sub>2</sub> bei Mittelstellung des Kreuzkopfes in Mitte des Schwingungsbogens von C<sub>2</sub> liegt.

Bei den Drillinglokomotiven Gattung S<sub>10</sub><sup>2</sup> in Abb. 308 setzt sich die Schieberbewegung für den Innenzylinder zusammen aus den von den Schieberkreuzköpfen der Außensteuerung entnommenen Bewegungen, die durch im Rahmen drehbar gelagerte Übertragungs-

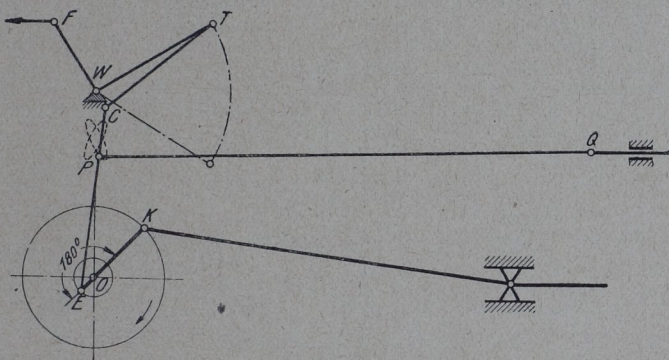


Abb. 310. Marshall-Steuerung.

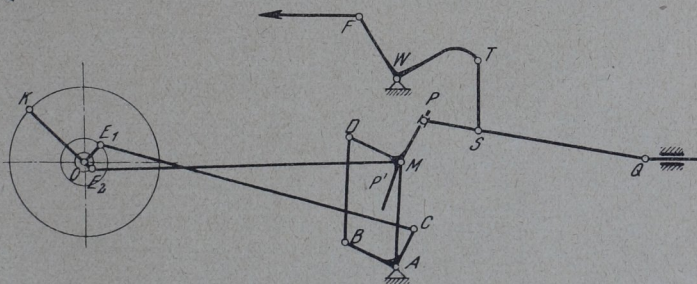


Abb. 311. Marshall-Steuerung mit zwei Hubscheiben.

hebel in Maschinenmitte zu einer Einzelbewegung vereinigt werden. Durch die beiden zweiarmigen Hebel A<sub>1</sub>D<sub>1</sub> und A<sub>2</sub>D<sub>2</sub> wird die Bewegung der beiden äußeren Schieberstangen P<sub>1</sub>S<sub>1</sub> und P<sub>2</sub>S<sub>2</sub> verdoppelt, da A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> = 1/2 B<sub>1</sub>D<sub>1</sub> und A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> = 1/2 B<sub>2</sub>D<sub>2</sub>. P<sub>3</sub> auf dem Verbindungshebel C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> beschreibt somit den gleichen Wege wie P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub>.

Abb. 309 Steuerung der Drillinglok. G<sub>12</sub>. Die Bewegung des Schiebers für den mittleren Zylinder wird durch eine im Rahmen fest gelagerte Welle und eine auf dieser schwingend gelagerte Welle abgeleitet. Erstere erhält ihre Drehbewegung von P<sub>1</sub>Kr', letztere

von  $P_2 Kr^2$ . Beide Außenbewegungen werden auf diese Weise zu einer gleichen, um  $120^\circ$  versetzten Bewegung vereinigt.

ε) Marshall-Steuerung (Abb. 310/311).

Von der auf Welle O (Abb. 310) der Kurbel OK um  $180^\circ$  nach-eilend aufgekeilten Gegenkurbel OE geht die Lenkerstange EC aus. Ihr Endpunkt C wird durch Lenker CT auf einem flachen Kreisbogen geführt. Die Ableitung der Bewegung geschieht im Punkt P der Lenkerstange EC, die Übertragung auf den Schieber erfolgt durch Schieberschubstange PQ, die durch das Gelenk Q mit der Schieberstange verbunden ist. Die Änderung der Füllung und die Drehrichtung der Maschine wird bewirkt durch Verlegen der Neigung der Führungsbahn des Punktes C. Änderung der Neigung der Führungsbahn wird dadurch bewirkt, daß die Führungsstange im Punkt T an einen um W drehbaren Winkelhebel angelenkt ist. Drehung des Winkelhebels TW F erfolgt mittels Steuerstange vom Führer-stand aus.

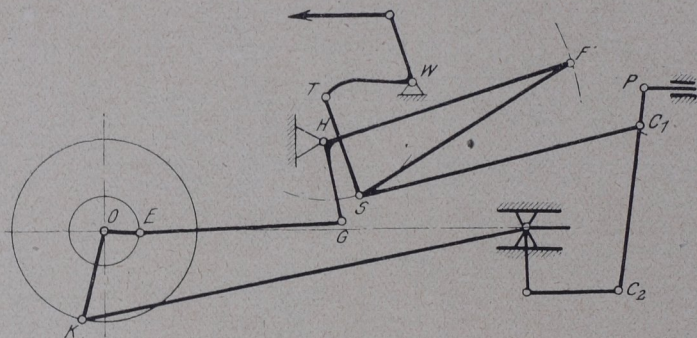


Abb. 312. Gölsdorf-Steuerung.

In England ist die Marshallsteuerung verschiedentlich mit zwei Hubscheiben ausgeführt (Abb. 311). Von der Hubscheibe  $OE_1$  wird der um den festen Punkt A drehbare Winkelhebel CAB angetrieben. In B greift Lenker BD an, der die Schwinge  $PP'$  bewegt. Auf die Schwinge wird ferner die Bewegung der Hubscheibe  $OE_2$  durch die Schwingenstange  $E_2M$  übertragen. Mittelpunkt M der Schwinge wird durch die Stützstange MA auf einem Bogen geführt. Die Bewegung der Schwinge wird von dem Punkt P durch die Schieberschubstange PQ auf die Schieberstange und somit auf den Schieber übertragen. Die Veränderung der Füllung und des Drehsinnes der Maschine wird bewirkt durch Verstellen des Schwingensteines in seiner Lage in bezug auf den Schwingenmittelpunkt M.

ζ) Winkelhebelsteuerung nach Gölsdorf.

Sie ähnelt der Heusingersteuerung, jedoch ist die Schwinge ersetzt durch einen in seinem Scheitel H drehbar gelagerten Winkelhebel GHF (Abb. 312). Am Punkt G des Winkelhebels greift die Schwingenstange an, während von Punkt F aus durch den Lenker FS

die Bewegung des Hebels auf die Schieberschubstange  $S C_1$  übertragen wird. Hebelarm  $H F$  und Lenker  $F S$  erfüllen die Aufgabe der Schwinge bei der Heusingersteuerung. Die zweite Bewegung des Punktes  $P$  wird vom Kreuzkopf abgeleitet. Veränderung der Füllung und des Drehsinnes der Maschine durch Veränderung der Schwingbahn des Punktes  $S$ .

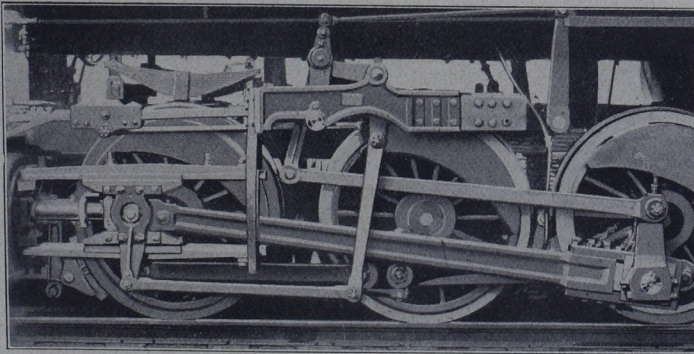
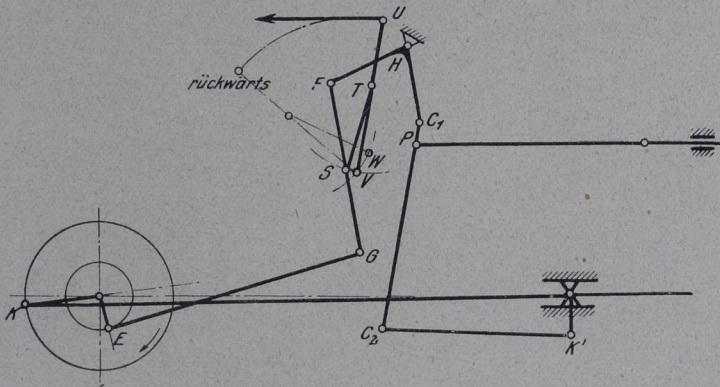


Abb. 313/314. Baker-Steuerung.

η) Baker-Steuerung (Abb. 313/314).

Sie ist in Amerika in den letzten Jahren zur Einführung gekommen und findet immer mehr Verbreitung. Das Steuergestänge ist, wie aus Abb. 314 ersichtlich, in einem Stahlgußrahmen gelagert, der an jeden Lokomotivrahmen angeschraubt werden kann. Wie bei der Heusingersteuerung wird die eine Bewegung für den Schieberweg vom Kreuzkopf abgeleitet, die zweite von einer um  $90^\circ$  gegen die

Kurbel versetzten Gegenkurbel. Der Kreuzkopf überträgt seine Bewegung (Abb. 313) mit Hilfe der Lenkerstange  $K'C_2$  auf den Voreilhebel  $C_2C_1$ . Die Gegenkurbel wirkt durch die Lenkerstange  $E G$  und die Stange  $G F$  auf den Hebel  $F H C_1$ , der in  $H$  drehbar gelagert ist und in  $C_1$  seine Bewegung auf den Voreilhebel  $C_1C_2$  überträgt. Beide

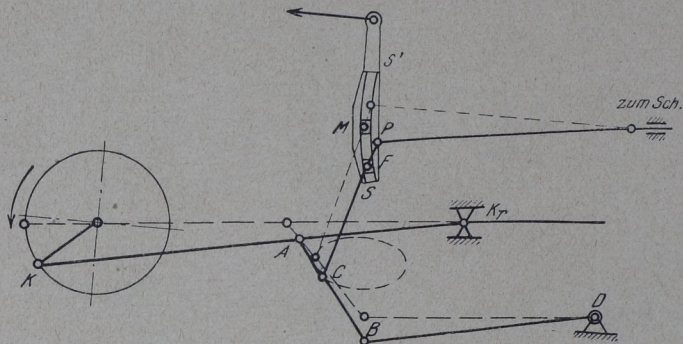


Abb. 315. Joy-Steuerung.

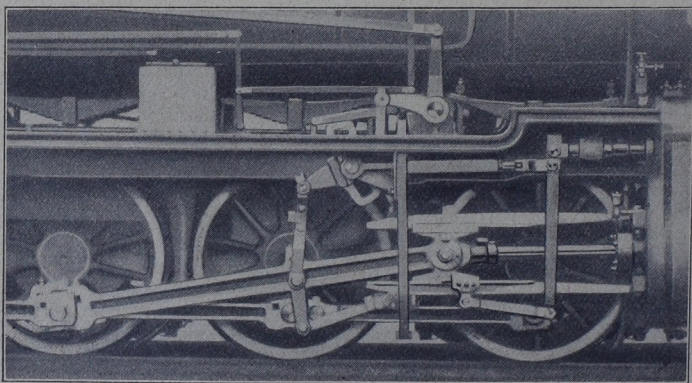


Abb. 316. Heusinger-Joy-Steuerung.

Bewegungen, die der Gegenkurbel und die des Kreuzkopfes werden in Punkt  $P$  zusammengesetzt und von hier aus auf den Schieber übertragen. Etwa in Mitte der Stange  $F G$  greift die Stange  $S T$  an, die an dem im Festpunkt  $V$  gelagerten Hebel  $V T U$  angelenkt ist. Die Lage dieses Hebels bestimmt die Größe der Füllung und den Drehsinn der Maschine.

ð) Joy-Steuerung, Klose-Steuerung (Abb. 315 bis 318).

Bei beiden ist jede Hubscheibe vermieden; die Bewegung des Schiebers wird von einem Punkt der Schubstange abgeleitet.

Im Punkt A der Triebstange K Kr (Abb. 315) greift bei Joy die Lenkerstange A B an, die mit der Lenkerstütze B D verbunden ist. Im Punkt C der Lenkerstange ist der Voreilhebel C F P angeschlossen. Die drei Stangen A B, B D und C F bilden zusammen den Ellipsenlenker. Punkt C bewegt sich auf einer ellipsenähnlichen Kurve.

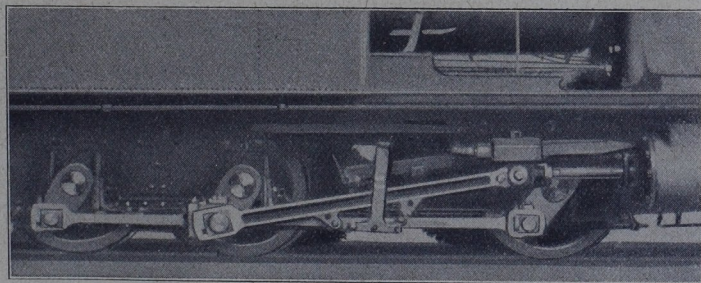
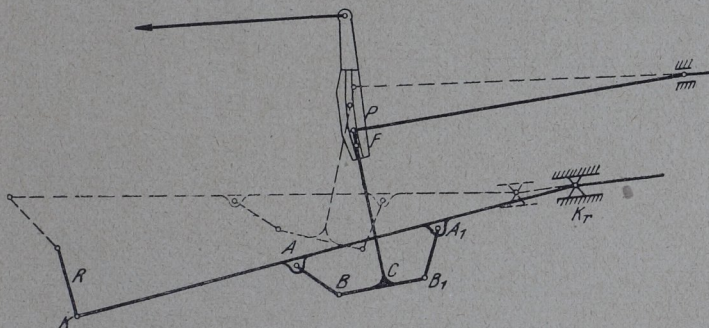


Abb. 317/318, Klose-Steuerung.

Stange C P wird in F durch die Steuersteinführung S S' in einem flachen Kreisbogen geführt. Die Steuersteinführung wird durch einen um den Punkt M drehbaren Hebel gehalten. Um Füllung und Gangart zu ändern, ist der Steuerhebel um M zu drehen, wodurch die Neigung der Steuersteinführung verändert wird.

Abb. 316 zeigt eine Heusinger-Joy-Steuerung, bei welcher der Schwingenantrieb von der Gegenkurbel durch einen Schwingenantrieb von einem Punkte der Triebstange nach Art der Joy-Steuerung e. setzt ist.

Eine Abart der Joy-Steuerung ist die Steuerung von Klose (Abb. 317/318), bei welcher der Voreilhebel  $B B_1 C F P$  mittels zweier Gelenke  $A A_1$  und zweier Lenkerstangen  $A B$  und  $A_1 B_1$  an der Triebstange befestigt ist.

#### 1) Redington-Steuerung.

Abb. 319 zeigt diese englische Steuerung mit nur einer Hubscheibe. Auf der Kurbelachse ist die Hubscheibe unter  $180^\circ$  gegen die Kurbel versetzt aufgekeilt. Die Bewegung ersterer wird einmal von der mit dem Hubscheibenring fest verbundenen Stange  $A$  auf den an Schwinge  $E$  befestigten Arm  $B$  und hierdurch auf die Schwinge selbst übertragen; ferner wird mit Hilfe der Lenkerstange  $C$  der in  $P$  angelenkte Hebel  $L$  von der Hubscheibe angetrieben. Hebel  $L$  und Schwinge  $E$  sind durch Gelenk  $Q$  miteinander verbunden. Im Schwingenstein  $F$  werden beide Bewegungen, die von  $A$  und von  $L$  herrührende vereinigt und von hier aus durch die Schieberschubstange  $F O$  auf den Schieber übertragen.

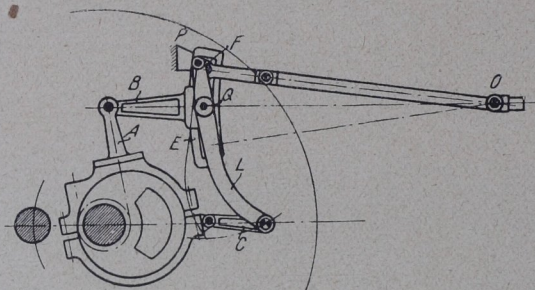


Abb. 319. Redington-Steuerung.

#### 2) Gresley-Steuerung.

Angewendet bei englischen Drillinglokomotiven. Die beiden Außensteuerungen werden nach Heusinger betrieben. An der vorderen Verlängerung der Schieberstange eines äußeren Kolbens ist ein ungleicharmiger wagerechter Hebel (2:1) angelenkt. Dessen entgegengesetzte Ende trägt die Mitte eines gleicharmigen Hebels, der einerseits an die Schieberstange des Mittelschiebers, andererseits an die des anderen Kolbens angelenkt ist. Alle drei Schieber müssen in einer Ebene liegen.

### II. Entwurf einer Heusinger-Steuerung.

Der Entwurf zerfällt in zwei Teile:  
in die Maßbestimmung der inneren und äußeren Steuerung.

#### a) Maßbestimmung der inneren Steuerung.

Erfolgte bereits in dem Abschnitt „Ermittlung der Hauptabmessungen von Schiebern“ auf Seite 340.



### β) Maßbestimmung der äußeren Steuerung.

Die Abmessungen können mit Hilfe der bei der Beschreibung der Heusingersteuerung angegebenen Gleichungen auf Seite 357 ermittelt werden.

Die für die größte Füllung erforderlichen Abmessungen  $X$  und  $Y$  lassen sich zeichnerisch folgendermaßen bestimmen. Man zeichne nach Abb. 320 mit dem Ersatzexzenter für die Entwurfsfüllung  $r_e = r_e' \cdot \frac{e}{e'}$  den Schieberkreis und mit der Einlaßdeckung  $e$  den Deckungskreis. Alsdann trage man den zu  $r_e$  gehörigen Voreilwinkel an und fälle von dem Schnittpunkt seines freien Schenkels mit dem Schieberkreis die Senkrechte auf den wagerechten Durchmesser. Diese Senkrechte ergibt die Richtung der Scheitellinie. Ihre Größe erhält man dadurch, daß man im Abstand der größten Füllung von der linken Kurbelotlage die Senkrechte auf den wagerechten Durchmesser errichtet. In ihrem Schnittpunkt mit dem äußeren Überdeckungskreis ziehe man an den Deckungskreis die Tangente, die auf der Scheitellinie die Größe  $Y$  abschneidet.

### γ) Beispiel.

Es ist für eine E-Heißdampf-Zwilling-Güterzuglokomotive die innere und äußere Steuerung (nach „Heusinger“) zu entwerfen. Bekannt seien aus dem Entwurf der Maschine:

Zylinderdurchmesser . . . . .	$d = 610$ mm
Kolbenhub . . . . .	$s = 660$ mm
Triebstrahldurchmesser . . . . .	$D = 1350$ mm
Größte zulässige Geschwindigkeit $V_{\text{gr}}$ . . . . .	$= 50$ km/st
Kesselüberdruck . . . . .	$p_k = 12$ at

### Entwurf der inneren Steuerung.

Es werde ein Kolbenschieber gewählt mit einfach öffnendem Einlaß und innen steuernden Schieberkanten. Für die vorliegende Lokomotive mit einem Schieberdurchmesser von 240 mm wird nach Seite 342 die Einströmdeckung 29 mm, die Kanalweite 35 mm, die Ausströmdeckung 2 mm. Mit diesen Angaben erfolgt der

### Entwurf der äußeren Steuerung.

Es werde das Zeuner'sche Diagramm angewendet, wobei beim Aufzeichnen am zweckmäßigsten alle Größen in doppeltem Maßstab dargestellt werden.

Zeichne um  $O$  den Kreis mit der Einlaßdeckung  $e$  als Halbmesser (Abb. 320). Trage in  $O$  an  $OA$  den Winkel  $\delta_e$  an und auf seinem freien Schenkel  $r_e$  bis  $P$  ab. Die von  $P$  auf die Kolbenweglinie gefällte Senkrechte  $PQ$  gibt die Richtung der Scheitellinie an. Nun bestimme man die zu der größten Füllung — die hier zu 76% gewählt werde — gehörige Kurbelstellung  $OF$  und lese in  $F$  an den mit  $e$  geschlagenen Kreis die Tangente, welche die Richtung der Scheitellinie in  $R$  schneidet.  $QR$  ist dann gleich der Länge der Scheitellinie bei 76% Füllung. Es ergibt sich aus der Abb. 320 abgemessen  $X = 34$  mm  $Y_{\text{max}} = 53,5$  mm. Nun ist

$$X = R \cdot \frac{n}{m}$$

In dieser Gleichung sind  $X$  und  $R$  bekannt;  $m^1)$  ist so groß zu nehmen, wie es mit Rücksicht auf den Mindestabstand des Voreilhebels von der Schiene möglich ist. Dies ist erforderlich, um für  $n$  ein ausführbares Maß (50 bis 125 mm) zu erhalten. Man wähle  $m = (1,2 \text{ bis } 1,4) \cdot s$ . Im vorliegenden Fall sei  $m = 1,4 \cdot s = 1,4 \cdot 660 = 924 \text{ mm}$ ; dann wird

$$n = \frac{m \cdot X}{R} = \frac{924 \cdot 34}{330} = 95 \text{ mm}$$

Der größte Ausschlag der Schwinge bei 76% Füllung ist

$$k = \frac{Y \cdot m}{m - n} \quad k = \frac{53,5 \cdot 924}{924 - 95} = 59,6 \text{ mm} \cong 60 \text{ mm}$$

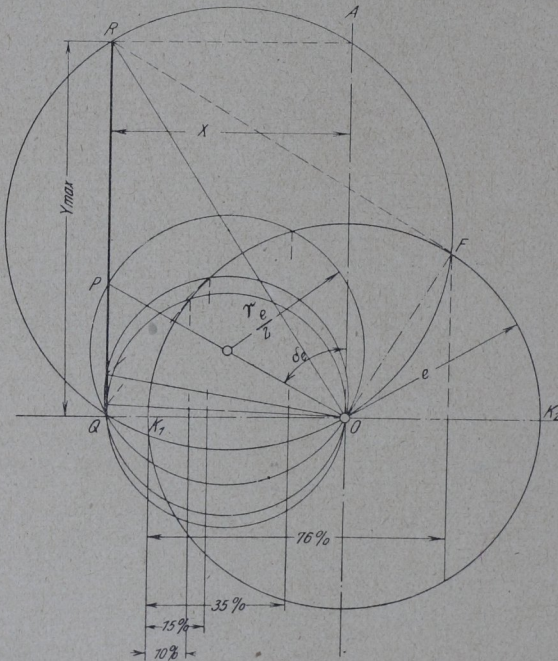


Abb. 320. Zeuner'sches Schieberdiagramm für den Entwurf einer Heusinger-Steuerung.

Die Entfernung des Schwingensteines vom Drehpunkt der Schwinge bei der größten Füllung ergibt sich aus der Beziehung

$$\frac{U}{k} = 2,6 \text{ bis } 3,2$$

<sup>1)</sup> Wegen der Benennungen vgl. Abb. 303.

Der größere Wert ist für vollkommenere Steuerungen zu wählen; kleinere Werte sind nicht zweckmäßig, da dann das Steinspringen zu stark anwächst. Es werde für die zu entwerfende Steuerung

$$\frac{U}{k} = 3,2 \text{ gewählt; dann ergibt sich } U = 3,2 \cdot k = 3,2 \cdot 60 = 192 \text{ mm.}$$

Der Halbmesser der Gegenkurbel werde gewählt zu

$$r = \frac{R}{2} = \frac{330}{2} = 165 \text{ mm}$$

Somit ist für die Entfernung des Angriffspunktes der Schwingenstange vom Schwingendrehpunkt:

$$c = r \cdot \frac{U}{k} = 165 \cdot 3,2 = 528 \text{ mm}$$

Der senkrechte Abstand des Schwingendrehpunktes von der Zylinderachse ist aus der Gleichung

$$h = z + \sqrt{n^2 - X^2}$$

zu berechnen, worin  $z$  der Abstand der Schieberstangen- von der Kolbenstangenmitte; hier z. B.  $z = 600$  mm. Also wird

$$h = 600 + \sqrt{95^2 - 34^2} = 689 \text{ mm.}$$

### 3. Steuerungs-Einzelheiten.

#### a) Zylinder.

##### I. Allgemeine Grundsätze.

Baustoff. Zylindergußeisen von  $k_z = 16$  bis 26 kg/qmm Zugfestigkeit; oft geringer Stahlzusatz.

Berechnung. Durchmesser  $d$  und Kolbenhub  $s$  wie früher auf Seite 68 bis 71 angegeben. Wandstärke  $\delta$  für den zylindrischen Teil errechnet sich nach Erfahrungswerten zu

$$\delta_{cm} = 0,015 d_{cm} + 1,5 \text{ für Niederdruckzylinder}$$

$$\delta_{cm} = 0,025 d_{cm} + 1,5 \text{ für Hochdruckzylinder.}$$

Eine stärkere Ausführung von  $\delta$  ist notwendig mit Rücksicht auf späteres Ausbohren der Zylinder. Die Wandstärken sonstiger Zylinderteile sind, je nach Zylindergröße, 18 bis 25 mm. Jedoch ist es, hauptsächlich bei großen ebenen Wänden, ratsam, die vordem angenommenen Wandstärken auf Festigkeit nachzuprüfen.

Die Form der Zylinder richtet sich im allgemeinen nach Lage zum Rahmen und nach Art der Steuerung. Man unterscheidet Innen- und Außenzylinder. Bei Zweizylinderlokomotiven liegen die Zylinder meist außen. Gegenüber Innenlage ist hierbei das Triebwerk gut zugänglich und die Beanspruchung der Triebachse günstiger. Innenzylinder in England und Belgien gebräuchlich. Vorteilhaft ist der ruhige Gang hierbei; nachteilig die schwere Zugänglichkeit des Triebwerkes, die Gestaltung der Kropfchse und die Beschränkung des Zylinderdurchmessers durch das Rahmenlichtmaß. Bei Zweizylinder doppelte Dehnung liegt der Hochdruckzylinder stets rechts.

Aus baulichen Gründen können Außen- und Innenzylinder geneigt liegen (Neigung etwa bis 1 : 6), und zwar Schräglage der Außenzylinder wegen des lichten Raumes, z. B. bei kleinen Raddurchmessern zwecks Unterbringung der Zylinderhähne. Schräglage der Innenzylinder, z. B. um über eine vordere Radachse hinwegzukommen, wegen Anbringung der Gleitbahnführung über der vorderen Kuppel-