

Excenterstangen bedeutet. Befindet sich das Gleistück im Punkte  $B$ , dann bestimme man auf dem Kreisbogen  $EE'$  einen Punkt  $F$  so gelegen, daß  $EF:EE' = eB:ee'$ ;  $CF$  gibt sodann die resultierende Excentricität ihrer Größe nach; die Lage von  $CF$  zur Kurbel bestimmt zugleich den Voreilwinkel derselben.

Bei gekreuzten statt offenen Stangen ist der Bogen  $EFE'$  verkehrt zu schlagen, sodaß seine konvexe Seite dem Wellenmittel  $C$  zugekehrt ist.

Ist auf diese Weise die resultierende Excentricität ermittelt, dann kann die Bewegung des Schiebers unter Zugrundelegung des Zeunerschen Schieberwegdiagrammes oder einer der anderen bereits beschriebenen Methoden untersucht werden.

Der durch  $EE'$  gelegte Kreisbogen bildet den geometrischen Ort der Mittelpunkte der resultierenden imaginären Excenter, von welchen der Schieber für alle Füllungen von Volldampf vorwärts bis Volldampf rückwärts gesteuert erscheint; man nennt diese Kurve daher auch, in diesem Sinne aufgefaßt, Mittelpunktskurve oder, da durch dieselbe die Eigenheiten der Steuerung zum Ausdrucke gebracht werden, die Charakteristik derselben. Diese Kurve ist für die Couliissensteuerung von Gooch, nachdem das lineare Voreröffnen konstant ist, eine zur Totpunktstellung der Kurbel senkrechte gerade Linie; für die Steuerung von Allan hingegen kann sie gleichfalls durch einen Kreisbogen ersetzt werden, welcher, dem Charakter dieser Steuerung entsprechend, flacher verläuft wie jener der Stephenson'schen Steuerung. Sind die beiden Endpunkte dieser Kurven und deren Entfernung vom Wellenmittel bestimmt, dann ermittelt man auch hier die imaginäre Excentricität für verschiedene Füllungsgrade ihrer Lage und Größe nach auf gleiche Weise, wie dies für die Stephenson'sche Coulisie im vorhergehenden gezeigt wurde. Es sei hier, des Zusammenhanges wegen, nochmals erwähnt, daß bei diesen beiden Steuerungen der Schieber auch bei den Maximalfüllungen von einem imaginären Excenter gesteuert erscheint, dessen Excentricität und Voreilwinkel bei offenen Stangen größer ist als Excentricität und Voreilwinkel der wirklichen Excenter; bei gekreuzten Stangen hingegen ist nur die ideale Excentricität größer, der Voreilwinkel jedoch kleiner. (Näheres hierüber siehe die an späterer Stelle zitierten Bücher über Steuerungen.) Für eine genaue Studie der Schieberbewegung ist jedoch stets die graphische Methode nach § 139 oder die Benützung eines Modelles vorzuziehen.

**141. Lenkersteuerungen.** Verschiedene Anordnungen von Steuerungen zum Zwecke des Umsteuerns und der Füllungsänderung wurden erdonnen, welche sich zur Aufgabe stellten, bei Vermeidung der Anwendung zweier Excenter eine vollkommenerere Dampfverteilung zu erzielen, als durch

die Coulissensteuerung im allgemeinen erreicht werden kann. Diese Steuerungen lassen sich in drei Gruppen teilen und zwar in solche, bei welchen die Bewegung des Schiebers abgeleitet wird a) von einem Excenter allein;

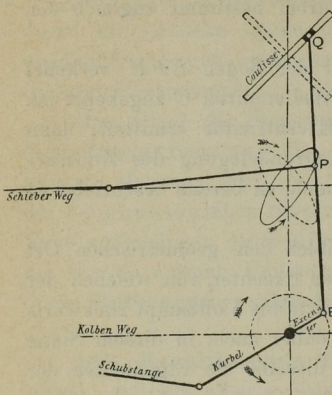


Fig. 105.

b) von irgend einem Punkte der Pleuelstange ohne Anwendung eines Excenters und c) von einem Excenter sowie dem Kreuzkopfe der Maschine; in diesem Falle erhält der Schieber somit eine kombinierte Bewegung. Aus diesen drei Gruppen sollen nur jene Konstruktionen, welche sich wirklich bewährten, also in erster Linie für Schiffs- und Lokomotivmaschinen ausgedehnte Verwendung gefunden haben, soweit es das Verständnis derselben erfordert, nachstehend in Kürze besprochen werden.

Unter den Steuerungen mit nur einem Excenter ist die Hackworthsteuerung, welche auch anderen als Vorbild diente, die

wichtigste. Wie aus der Linien-skizze Fig. 105, welche den kinematischen Zusammenhang der Steuerung darstellt, zu ersehen, steht hier das Excenter  $E$  der Kurbel gerade gegenüber. Die Excenterstange  $EQ$  trägt an ihrem Ende, gelenkartig mit derselben verbunden, ein Gleitstück  $Q$ , welches sich längs einer geneigten Gleitbahn oder Coulisse verschiebt; die Bewegung des Schiebers wird von irgend einem Punkte  $P$  dieser Stange durch Ver-

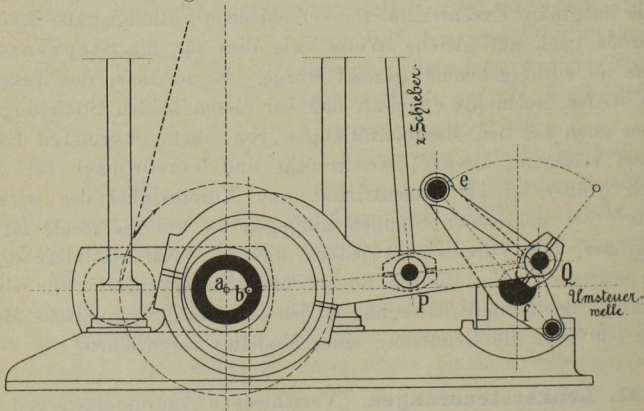


Fig. 106.

mittlung einer Lenkerstange abgeleitet. Indem Punkt  $E$  sich im Kreise bewegt,  $Q$  längs einer Geraden gleitet, beschreibt  $P$  eine ellipsenförmige



Bahn. Die Mitte der Gleitbahn liegt in einer Vertikalen über dem Wellenmittel; die Gleitbahn selbst, um eine fixe Achse drehbar, steht für ein und dieselbe Füllung bei gegebener Umlaufsrichtung der Maschine fix. Zum Zwecke des Umsteuerns wird die Gleitbahn über die Vertikale hinaus in die punktierte Stellung gedreht; Zwischenstellungen derselben entsprechen Zwischenfüllungen der Maschine; die vertikale Lage ergibt die kleinste Füllung und ungünstigste Dampfverteilung.

Die Bahn des Punktes  $P$  kommt bei Umkehr der Drehungsrichtung in die punktierte Lage. Nachdem die Länge der Schieberlenkerstange im Verhältnisse zum Schieberhub zumeist sehr groß ist, die mit derselben als Halbmesser beschriebenen innerhalb die elliptische Bahn des Punktes  $P$  fallenden Kreisstücke somit als gerade Linien angesehen werden können, ergibt sich die Dampfverteilung sehr einfach in der Weise, daß man in Entfernungen gleich der äußeren und inneren Deckung Parallele zur vertikalen Mittellinie zieht. Die diese Deckungslinien überragenden Teile der Wegkurven des Punktes  $P$  geben die Kanaleröffnungen; die Durchschnittpunkte entsprechen Beginn und Ende der Einströmung auf der einen, Beginn und Ende der Ausströmung auf der anderen Seite. Das lineare Voreröffnen bleibt für alle Füllungen konstant.

Für Untersuchungen, welche Anspruch auf die weitgehendste Genauigkeit erheben, müssen die geraden Deckungslinien durch Kreisbögen vom Halbmesser gleich der Länge der Lenkerstange ersetzt werden; das lineare Voreröffnen bleibt wohl für ein und dieselbe Cylinderseite konstant, ist jedoch nicht für beide Cylinderseiten vollkommen gleich.

Die Dampfverteilung der Hackworthsteuerung ist eine vorzügliche; der Dampfabschluß ist schärfer wie bei den Coullissensteuerungen, nur die Abnutzung des Gleitstückes und der Gleitbahn ist als ein Nachteil dieser Steuerung anzusehen.

Um dem Punkte  $Q$  ohne Gleitstück und Gleitbahn die erforderliche Bewegung zu erteilen, wird die Steuerung in der Weise ausgeführt, daß man die Excenterstange im Punkte  $Q$  an einen Schwinghebel anhängt, dessen Drehungspunkt für ein und dieselbe Füllung und Umlaufsrichtung der Maschine fix ist, bei Veränderung der Füllung sowie Umkehr der Be-

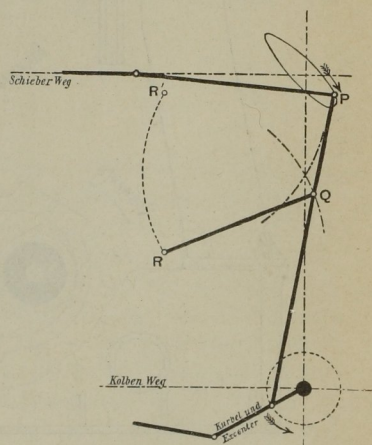


Fig. 107.

wegungsrichtung jedoch verstellt wird (siehe Fig. 106). Der Punkt  $Q$  beschreibt infolge dieser Anordnung keine geraden Linien mehr, sondern

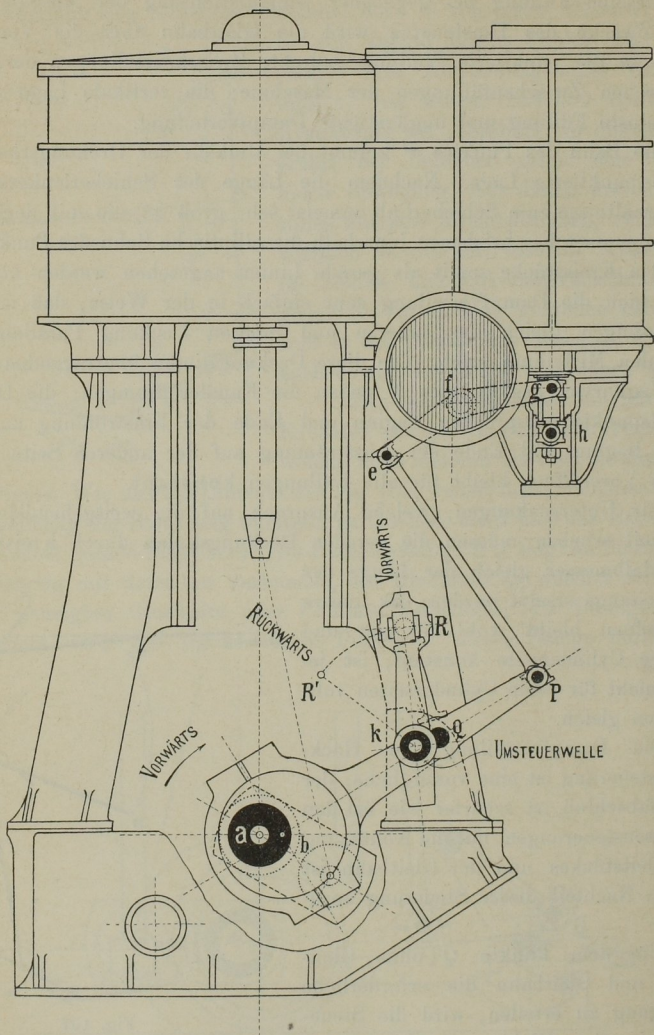


Fig. 108.

Kreisbögen vom Halbmesser gleich der Länge des Schwinghebels, wodurch die Symmetrie der Dampfverteilung zum Teil verloren geht.



Eine von der Hackworthschen abweichende Anwendung dieser Steuerung, wie sie von Marshall, Klug, Bremme u. a. angewendet wurde, zeigt Fig. 107 und 108.

Die in dieser Konstruktion zum Ausdrucke gebrachte Abänderung besteht darin, daß die Bewegung des Schiebers vom Endpunkte *P* der Excenterstange abgeleitet wird, diese daher in einem Zwischenpunkte *Q* angelenkt ist. Bei dieser Anordnung fallen, wenn die Excenterstange in ihrer Mittellage senkrecht zur Bewegungsrichtung des Kolbens steht, wie in Skizze Fig. 107, selbstverständlich Kurbel und Excenter zusammen; bei einer Anordnung nach Fig. 108 muß jedoch das Excenter um den gleichen Winkel zurückgedreht sein, um welchen die Stangenrichtung von der Horizontalen abweicht.

Um die Maschine umzusteuern, wird der Drehungspunkt *R* des Schwinghebels *RQ* in die Lage *R'* gebracht; die strichpunktierten Kreisbögen geben die

Bahnen des Punktes *Q* für diese beiden Grenzstellungen. Zwischenlagen des Punktes *R* ergeben Zwischenfüllungen. Die Untersuchung der Dampfverteilung erfolgt in gleicher

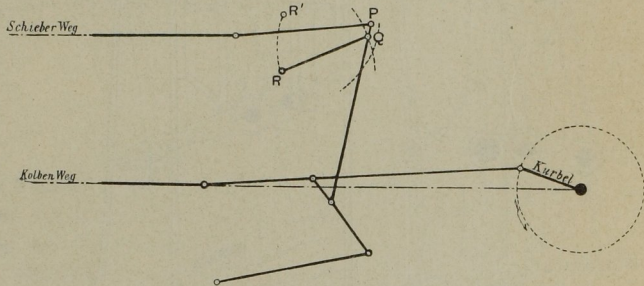


Fig. 109.

Weise, wie dies bei Besprechung der Hackworthsteuerung angedeutet wurde. Diese Steuerungen wurden bei vielen Schiffsmaschinen angewendet.

Unter jenen Steuerungen, welche ohne Excenter arbeiten, ist die bewährteste die Steuerung von Joy, welche namentlich für Lokomotiv- und Schiffsmaschinen eine sehr ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Die Bewegung des Schiebers wird von einem Punkte der Pleuelstange durch Vermittlung der aus Fig. 109 und 110 ersichtlichen Glieder abgeleitet. Die an Stelle der Excenterstange der Hackworthsteuerung tretende Stange ist entweder wie bei der Marshallsteuerung im Punkte *Q* an einen Schwinghebel mit verstellbarem Drehpunkt *R* angehängt oder wie bei der Originalkonstruktion von Hackworth durch Gleitstück und Gleitbahn geführt; die Bahn des Punktes *Q* ist hierdurch bedingt entweder ein Kreisbogen oder eine gerade Linie, und dem entsprechend die Bahn des Punktes *P*, beziehungsweise die Bewegung des Schiebers. Punkt *P* beschreibt eine ellipsenähnliche Kurve, aus welcher sich unter Eintragung

der äußeren und inneren Überdeckung in gleicher Weise wie bei der Hackworthsteuerung die Dampfverteilung ergibt.

Fig. 110 zeigt eine ausgeführte Joysteuerung.

Aus der Gruppe jener Steuerungen, bei welchen die Bewegung des Schiebers aus der vereinten Bewegung eines Excenters (Gegenkurbel) und des Kreuzkopfes der Maschine abgeleitet wird, sei hier die gleichfalls zur Steuerung von Lokomotiv- und Schiffsmaschinen vielfach verwendete

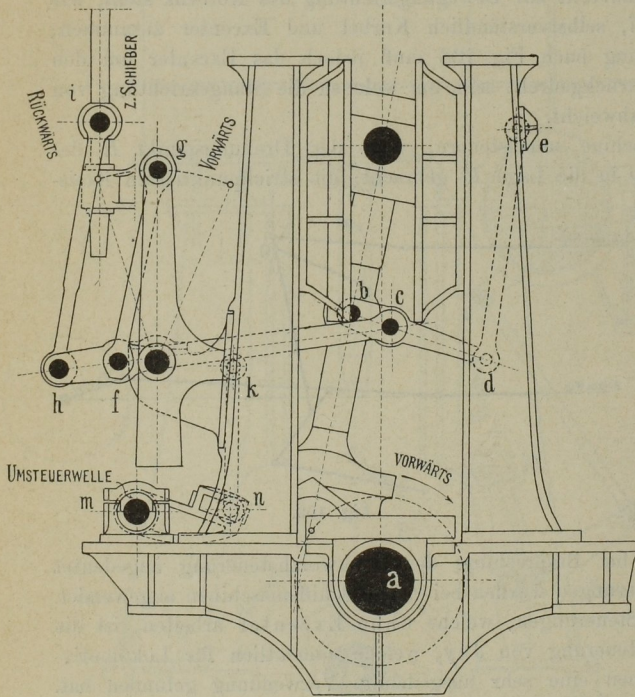


Fig. 110.

Steuerung von Heusinger-Waldegg in Kürze besprochen; das Prinzip derselben gibt die Linienskizze Fig. 111.

Das Excenter ist unter  $90^\circ$  gegen die Kurbel versetzt; der Voreilwinkel desselben ist somit Null; der Antriebsseits des Excenters ist veränderlich, während jener seits des Kreuzkopfes konstant bleibt. Die Excenterstange  $bc$  greift an dem Ende  $k$  einer Coullisse an, welche um einen festliegenden Drehpunkt  $d$  schwingt; die Bewegung der Coullisse wird durch eine im Punkte  $e$  an der Pendelstange  $hef$  angreifende Stange auf die geradlinig geführte Schieberstange übertragen und vereint sich dort mit jener Bewegung der Pendelstange, welche diese durch Vermittelung des Lenkers  $gh$  vom Kreuzkopfe empfängt. Die Pendelstange erhält somit eine Doppelbewegung: einerseits die im Verhältnisse der Hebellängen  $l'$  bzw.  $l''$  zu  $l$  reduzierte Excenterbewegung; hierbei bildet der Endpunkt  $h$  der



Pendelstange den Stützpunkt; andererseits die im Verhältnisse der Pendelstangenlänge  $ch = w$  zu  $ef$  reduzierte Bewegung des Kreuzkopfes, wobei  $e$  den Drehpunkt bildet. Durch Verschiebung des Gleitstückes der Stange  $pe$  in der Coulisse, also durch Veränderung des Übersetzungsverhältnisses der Excenterbewegung, wird Veränderung der Füllung sowie Umkehr der Bewegung der Maschine erreicht. Steht das Gleitstück in  $d$ , dann ist

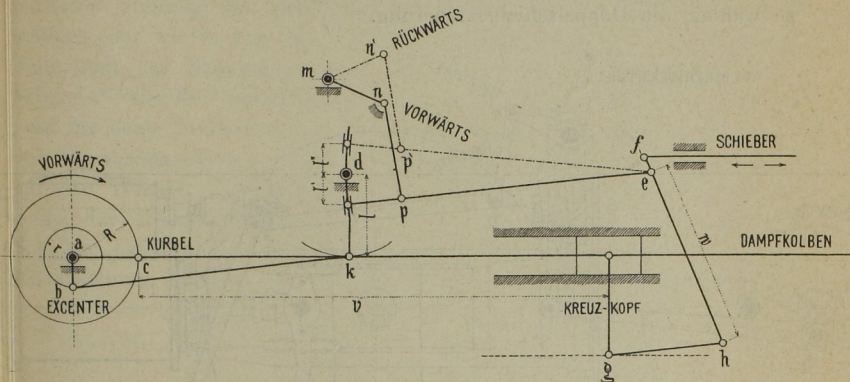


Fig. 111.

die Bewegung des Punktes  $e$  gleich Null und die Bewegung des Schiebers wird nur von jener des Kreuzkopfes allein abgeleitet.

Die Bewegung des Kreuzkopfes gibt somit die Voreilbewegung, jene die Excenters die Abschlußbewegung.

Die Coulisse ist nach einem Kreisbogen vom Halbmesser gleich der Länge der in  $e$  angreifenden Stange gekrümmt; andererseits ist der kinematische Zusammenhang so gewählt, daß in den Totlagen der Kurbel der Krümmungsmittelpunkt der Coulisse mit dem Punkte  $e$  zusammenfällt. Infolgedessen bleibt der Punkt  $e$  bei einer Verstellung der Stange  $ep$  bzw. des Gleitstückes derselben in der Coulisse unbewegt, d. h. das lineare Voreilen ist konstant. Die Scheitelkurve dieser Steuerung ist eine zur Kurbelrichtung senkrechte Gerade.

Die für Lokomotivmaschinen übliche Ausführung dieser Steuerung ist aus Fig. 112 (s. S. 316) ersichtlich\*).

**142. Doppelschiebersteuerungen.** Wenn die Dampfverteilung nur durch einen Schieber allein besorgt wird, mag derselbe wie immer gesteuert werden, dann ist der Kurbeldrehungswinkel der Kompressions-

\*) Die Dispositionsskizzen Fig. 106, 108, 110 und 112, sowie einige an späterer Stelle folgende Steuerungsskizzen wurden unter Benützung des Werkes von Prof. C. Leist „Die Steuerungen der Dampfmaschinen“, ausgeführt.