

laufe nach einer Ellipse, doch ist sie infolge des Einflusses der endlichen Länge der Pleuelstange einseitig ausgebaucht, also kein reines Oval. Zur Ermittlung der wichtigsten Momente der Dampfverteilung sind in einem Abstände gleich der äußeren und inneren Deckung über beziehungsweise unter der Grundlinie AB die beiden parallelen Geraden EE und II zu ziehen. Die Durchschnittspunkte a, b, c und d dieser beiden Deckungslinien mit der Schieberwegkurve markieren die vier Momente der Dampfverteilung (Beginn und Ende der Einströmung, Beginn und Ende der Ausströmung) für die korrespondierende Cylinderseite.

Für die andere Cylinderseite ist die äußere Deckungslinie $E'E'$ unterhalb und die innere Deckungslinie $I'I'$ oberhalb der Grundlinie zu ziehen.

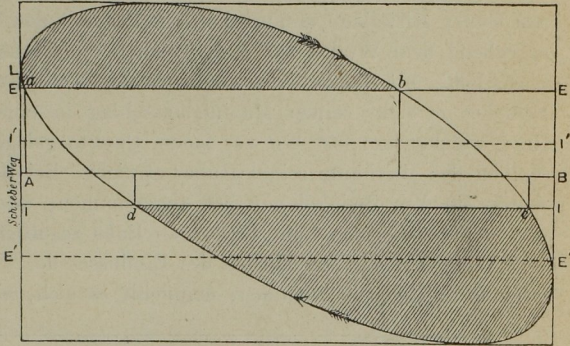


Fig. 96.

Die zwischen der Schieberellipse und den Deckungslinien liegenden Abschnitte der Ordinaten geben für jede beliebige Kolbenstellung die entsprechende Eröffnung des Dampf einlaß- und Auslaßkanales. Das lineare Voreröffnen (z. B. EL für die Einströmung) ist in diesem Diagramm nicht genügend scharf ausgeprägt.

Die Schieberellipse gibt nach dem vorstehenden eine übersichtliche bildliche Darstellung des Zusammenhanges der Kolben- und Schieberbewegung, wie solche aus den Schieberwegdiagrammen von Reuleaux, Müller, Zeuner etc. allein nicht erlangt werden kann; sie bildet daher bei Untersuchungen der Schieberbewegung in vielen Fällen eine nützliche zusätzliche Konstruktion.

137. Sinoidendiagramm. Ein viel instruktiveres Diagramm erhält man, indem man den Kolben- beziehungsweise Schieberweg in Beziehung zu dem Kurbeldrehungswinkel durch eigene Kurven darstellt. Im Sinoidendiagramm werden, wie bei der Schieberellipse, die Wege des Schiebers aus seiner Mittellage nach rechts und links durch die nach oben und unten aufzutragenden Ordinaten der Schieberwegkurve dargestellt; Abscissen sind aber hier nicht die Kolben-, sondern die korrespondierenden Kurbelwege. Desgleichen sind die Kolbenwege aus der Mittellage gemessen als Ord-

naten über beziehungsweise unter den aufgerollten Kurbelkreis als Abszisse aufgetragen und ergeben als zweite Kurve die Kolbenwegkurve.

Die Grundlinie des Diagrammes bildet die Länge des aufgerollten Kurbelwarzenkreises; die Kolbenwegkurve *ABCD* repräsentiert durch ihre Ordinaten die Verschiebung des Kolbens aus der Hubmitte für alle Kurbelstellungen zwischen den Kurbeldrehungswinkeln 0° und 360° . Die Kurve *EFIJ*, deren Ordinaten (immer von der Grundlinie gemessen) in einem beliebig vergrößerten Maßstabe gezeichnet den Ausschlägen des Schiebers aus seiner Mittellage entsprechen, stellt somit den Schieberweg dar. Entsprechend dem Winkel $90^{\circ} + \theta$, welchen die Excentricität mit der Kurbel einschließt, eilt die Schieberwegkurve der Kolbenwegkurve vor, d. h. der Schieber erreicht seinen Maximalausschlag in einem Punkte der Grundlinie, welcher um $90^{\circ} + \theta$ vor jenem Punkte gelegen ist, in welchem der Kolben das Maximum seines Hubes erreicht. Bei Konstruktion der Fig. 97 wurde ein Voreilwinkel von 30° angenommen, woraus eine Verschiebung der Schieberwegkurve um 120° nach links resultiert.

Wenn Fragen hinsichtlich des Einflusses der Veränderung des Voreilwinkels in Betracht kommen, empfiehlt es sich, eine der beiden Kurven

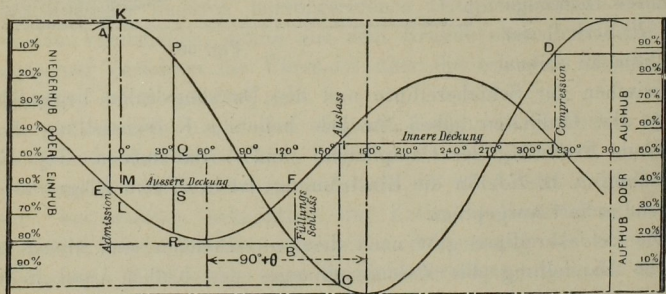


Fig. 97. Sinuoidendiagramm für den Schieber.

auf Pauspapier zu zeichnen, um dieselbe über die andere Kurve in jene Stellung verschieben zu können, welche irgend einem verlangten Voreilwinkel entspricht.

Zieht man eine beliebige Linie *PQR* senkrecht zur Grundlinie, welche die Kolbenwegkurve in *P* und die Schieberwegkurve in *R* schneidet, dann gibt die Teilstrecke *PQ* die Verschiebung des Kolbens, *QR* (im Ordinatenmaßstabe der Schieberkurve) hingegen jene des Schiebers. Der Kolbenhub aus der Totlage wird bestimmt, indem man *P* auf die linke Anfangsline des Diagrammes projiziert, welche mit einer Skala von Anfangshub in Prozenten des ganzen Kolbenhubes angeht. Zieht man ferner die beiden Linien *EF* und *IJ* parallel zur Grundlinie und zwar

erstere in einem Abstände gleich der äußeren Deckung unterhalb, letztere in einem Abstände gleich der inneren Deckung oberhalb derselben, dann gibt die Strecke SR die korrespondierende Eröffnung des Einstromkanales. Im Punkte E beginnt die Einstömung; durch Projektion von E auf die Kolbenwegkurve in A und Projektion dieses Punktes auf die Anfangsskala erhält man die Stellung des Kolbens vor Hubende bei Beginn der Einstömung. Die vertikale Entfernung von K bis A gibt den Betrag der Voreinstömung in Prozenten des Kolbenhubes. In der Totlage K des Kolbens ist der Kanal bereits um LM eröffnet; diese Strecke gibt daher das lineare Voreröffnen.

Im Punkte F findet Schluß der Füllung statt; durch Projektion dieses Punktes auf die Kolbenwegkurve in B und Projektion von B auf die Anfangsskala erhält man wieder den korrespondierenden Kolbenhub. In gleicher Weise entsprechen die Punkte I und J (Durchschnittspunkte der Kolbenwegkurve und inneren Deckungslinie) dem Beginne der Ausströmung sowie dem Ende derselben, beziehungsweise dem Beginne der Kompression.

Die im vorstehenden erörterten Momente der Dampfverteilung beziehen sich nur auf die eine Cylinderseite. Die Momente für die andere Cylinderseite erhält man sinngemäß, indem man die äußere Deckungslinie oberhalb, die innere Deckungslinie hingegen unterhalb der Grundlinie zieht und die entsprechenden Durchstoßpunkte dieser Linien mit der Kolbenwegkurve auf die zur rechten Seite der Fig. 97 gezogene vertikale, als Skala ausgeführte Anfangslinie projiziert.

Die für eine symmetrische Dampfverteilung erforderliche Ungleichheit der Deckung und linearen Voreröffnung, sowie andere ähnliche Aufgaben lassen sich mit Hilfe des Sinoidendiagrammes sehr leicht, in klarer und übersichtlicher Weise lösen, daher dasselbe speziell für solche Studien empfohlen werden kann. Das Konstruieren der Kurven ist allerdings eine zeitraubende Arbeit, doch kann man sich auch diese Mühe bei jedesmaligem Gebrauche derselben ersparen, indem man eine Serie Kurven für die verschiedenen vorkommenden Verhältnisse der Kurbel- und Pleuelstangenlänge ein für allemal entwirft.

(An dieser Stelle sei auch einer diesbezüglichen Arbeit von Prof. W. E. Dalby, *Engineering*, April 7, 1893 erwähnt. Ferner sei hier bemerkt, daß ein weiteres Beispiel des Nutzens dieses Diagrammes bei Besprechung der Doppelschiebersteuerungen § 143 folgen wird.)

Die Ordinaten der in Rede stehenden Kurven können entweder auf graphischem Wege oder im Wege der Rechnung ermittelt werden. Bezüglich der Schieberwegkurve sei erwähnt, daß die Länge der Excenterstange im Verhältnisse zur Excentricität gewöhnlich so groß ist, daß ihr

Einfluß vernachlässigt und der Schieberweg aus der Mittelstellung nach der Gleichung gerechnet werden kann

$$y' = r' \cos a',$$

worin r' die Excentricität und a' den Winkel bedeutet, um welchen sich das Excenter aus jener Stellung gedreht hat, welche der äußersten Stellung des Schiebers entspricht.

Der Einfluß der Schubstangenlänge auf den Verlauf der Kolbenweg-

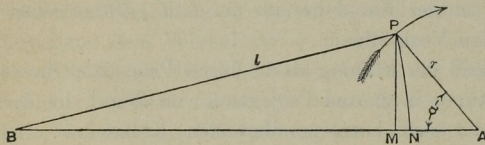


Fig. 98.

kurve ist jedoch so bedeutend, daß derselbe nicht vernachlässigt werden kann.

In Fig. 98 sei r die effektive Länge der Pleuelstange AP und l jene der

Pleuelstange BP ; wenn sich die Pleuelstange um einen Winkel a aus der Totlage im Sinne des Pfeiles gedreht hat, dann ist die Entfernung des Pleuels von seiner mittleren Stellung

$$\begin{aligned} AN = y &= AM + MB - l \\ &= r \cos a + \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 a} - l, \end{aligned}$$

oder wenn man das Verhältnis der Länge der Pleuelstange zu jener der Pleuelstange mit μ bezeichnet.

$$y = r(\cos a + \sqrt{\mu^2 - \sin^2 a} - \mu).$$

Dieser Ausdruck ist immer kleiner als $r \cos a$, nähert sich jedoch diesem Werte mit wachsendem μ .

Ein Ausdruck von derselben Form ist selbstverständlich auch auf die Bewegung des Schiebers anwendbar und soll bei so kurzen Pleuelstangen, deren Längeneinfluß bereits merkbar wird, auch stets bei Konstruktion der Schieberwegkurve benützt werden.

Zwischen den beiden Drehungswinkeln a (für die Pleuelstange) und a' (für das Excenter) besteht die Beziehung $a' = a + 90^\circ + \theta$, wenn θ den Voreilwinkel bedeutet.

138. Umsteuerungen. Die Coulissensteuerung. Lokomotiv- und Schiffsmaschinen, Fördermaschinen, Dampfwinden und andere Transportmaschinen erfordern eine Umkehrung des Drehungssinnes der Maschine derart, daß die Umlaufsrichtung derselben nach Belieben geändert werden kann. Dieses Umsteuern kann in einfacher Weise dadurch erreicht werden, daß man das Excenter so lange auf der Welle dreht, bis es jene relative Lage zur Pleuelstange annimmt, welche dem geänderten Drehungssinn der Ma-