

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-

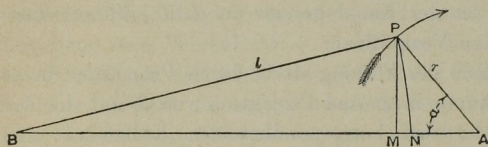


Fig. 98.

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

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

Pleuelstange  $BP$ ; wenn sich die Kurbel um einen Winkel  $a$  aus der Totlage im Sinne des Pfeiles gedreht hat, dann ist die Entfernung des Kolbens 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 Kurbel mit  $\mu$  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  $\mu$ .

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

Zwischen den beiden Drehungswinkeln  $a$  (für die Kurbel) und  $a'$  (für das Excenter) besteht die Beziehung  $a' = a + 90^\circ + \theta$ , wenn  $\theta$  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 Kurbel annimmt, welche dem geänderten Drehungssinn der Ma-

schine entspricht. Das Excenter muß der Kurbel im Sinne der Bewegung um den Winkel  $90^\circ + \theta$  voreilen; steht dasselbe daher in der Richtung  $CE$  Fig. 99, während sich die Kurbel in  $CK$  befindet, dann dreht sich die Maschine in der Richtung des Pfeiles  $A$ ; damit die Maschine umgekehrt, im Sinne des Pfeiles  $A'$ , läuft, ist das Excenter, bei gleichbleibender Voreilung, in die Stellung  $CE'$  zu drehen. Bei älteren Maschinen benützte man tatsächlich diese Methode des Umsteuerns, indem man die Schieberstange vorübergehend außer Verbindung mit dem Excenter setzte und den Schieber nun von Hand aus derart verstellte, daß die Maschine rückwärts zu gehen begann; nachdem sich die Kurbel um einen Winkel gleich dem Winkel  $ECE'$  Fig. 99 zurückgedreht hatte, wurde die Schieberstange in das während dieser Drehung der Maschinenwelle ruhende Excenter eingehängt und nun nahm die Maschine den Schieber wieder mit. Damit das Excenter während der Rückdrehung der Kurbelwelle um den Winkel  $ECE'$  nicht von dieser mitgenommen wird, sitzt die Excenterscheibe nur lose auf der Welle, ohne mit dieser verkeilt zu sein und trägt zwei Anschläge oder Nocken, gegen welche sich abwechselnd ein auf der Welle befestigter Anschlag anlegt; wenn sich daher die Kurbelwelle rückzudrehen beginnt, nimmt sie anfänglich die Excenterscheibe nicht mit; erst nach einer Drehung der Welle um einen Winkel, welcher der Entfernung der beiden Anschläge der Excenterscheibe entspricht, läuft diese mit der Welle mit.

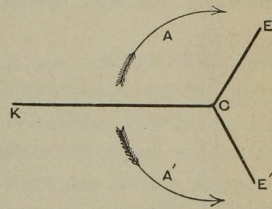


Fig. 99.

Die Methode des Umsteuerns durch lose Excenter findet zwar noch fallweise Verwendung, so z. B. bei den Niederdruckeylindern von Webbs Compoundlokomotivmaschinen, bei welchen jedoch der Beginn des Rücklaufes durch den Hochdruckeylinder eingeleitet wird, daher das Aushängen der Schieberstange des Niederdruckeylinders entfällt, doch sind heutzutage fast alle modernen Maschinen, welche Bewegungsumkehr erfordern, entweder mit Coulissensteuerungen oder irgend einer Form der sogenannten Lenker- oder Verbundsteuerungen ausgeführt.

Bei den Coulissensteuerungen wird die Bewegung des Schiebers stets von zwei Excentern, welche mit der Welle derart fix verbunden sind, daß sie die gegenseitige Position  $CE$  und  $CE'$  Fig. 99 einnehmen, abgeleitet; die Excenterstangen sind mit den Enden einer Schwinde oder Coulisse verbunden, von welcher die Bewegung auf den Schieber übertragen wird.

Gibt die Richtung des Pfeiles  $A$  Vorwärtsgang der Maschine an, dann nennt man Excenter  $CE$  das Vorwärtsexcenter,  $CE'$  hingegen das Rückwärtsexcenter.

Die älteste, heute jedoch noch gebräuchlichste Form der Coulissensteuerung ist jene von Stephenson. Die Coulisse der Stephenson'schen Steuerung, Fig. 100, ist gekrümmt und zwar nach einem Kreisbogen, dessen mittlerer Halbmesser gleich oder nahezu gleich der Länge der Excenterstangen ist; die Coulisse ist entweder an einem der beiden Enden oder in der Mitte an einer Pendelstange aufgehängt und wird durch Vermittelung derselben, sowie des übrigen Stellzeuges gehoben und gesenkt; Fig. 100 zeigt die Coulisse in ihrer mittleren Stellung. Die Aufhängung der Coulisse gestattet auch ohne weiteres die seitliche Bewegung derselben infolge der rotierenden Bewegung der Excenter.

Die geradlinig geführte Schieberstange trägt an ihrem Ende ein mit derselben scharnnierartig verbundenes Gleitstück, über welches sich die

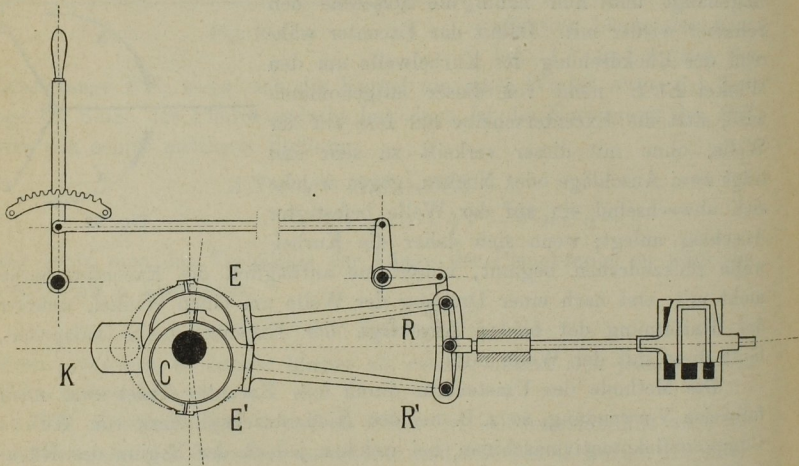


Fig. 100.

Coulisse mit ihrem inneren Ausschnitte verschiebt. Bei ganz gesenkter Coulisse fällt das Mittel des Gleitstückes mit der Mittellinie der Stange *R* des Vorwärtsexcenter nahezu zusammen; der Schieber bewegt sich in dieser Stellung der Steuerung derart, als ob er von dem Vorwärtsexcenter allein betätigt wäre; diese Stellung entspricht „Vollampf vorwärts“. Wird die Coulisse hingegen soweit gehoben, daß das Mittel des Gleitstückes mit der Mittellinie der Stange *R'* des Rückwärtsexcenter nahezu zusammenfällt, dann erscheint die Bewegung des Schiebers von diesem Excenter allein betätigt; diese Stellung entspricht „Vollampf rückwärts“. Die Coulisse vermittelt daher auf die einfachste Weise die Umkehr der Bewegungsrichtung der Maschine, sie dient aber auch gleichzeitig dazu,

um ebenso einfach und präzise den Füllungsgrad, somit die Leistung der Maschine zu verändern. Stellt man nämlich die Coulissee in irgend eine Zwischenstellung ein, dann erhält der Schieber eine Bewegung nahezu jener, welche er erhalten würde, wenn er von einem Excenter von kleinerer Excentricität und größerem Voreilwinkel betätigt wäre; die Füllung wird kleiner, die Expansions- und Kompressionsdauer somit größer als bei den Stellungen der Coulissee auf Volldampf. Steht die Coulissee in der Mittelstellung, wie in Fig. 100 gezeichnet, dann ist die resultierende Excentricität am kleinsten, der Voreilwinkel am größten ( $\theta = 90^\circ$ , Kurbel und ideales Excenter stehen sich gerade gegenüber), die Dampfverteilung infolgedessen so ungünstig, daß verhältnismäßig sehr wenig Arbeit im Cylinder verrichtet wird. Dies ist somit die Stellung der Coulissee für Abstellen der Maschine und muß beim Umsteuern derselben jedesmal passiert werden.

Das Verstellen der Coulissee erfolgt von Hand aus mittelst Handhebel (Reversierhebel) oder Schraube, bei großen Maschinen jedoch durch eigene Umsteuerungsmaschinen. Fig. 100 zeigt die gewöhnliche Anordnung des Stellzeuges mit Umsteuerhebel für sogenannte „offene“ Stangen; wenn sich die Stangen  $R$  und  $R'$  bei der gezeichneten Totlage der Kurbel kreuzen, so daß die Stange  $R$  an dem unteren,  $R'$  hingegen an dem oberen Ende der Coulissee angreift, dann nennt man die Steuerung Coulissee-Steuerung mit „gekreuzten“ Stangen. Diese Bezeichnung gilt auch für die beiden anderen, noch zu besprechenden Coulissee-Steuerungen von Gooch und Allan.

Die Coulissee-Steuerung von Gooch unterscheidet sich von der Stephenson'schen Steuerung dadurch, daß zwischen dem Gleitstück und der Schieberstange eine Lenkerstange eingeschaltet ist, mit deren Länge als Radius die Coulissee nach einem Kreisbogen gekrümmt ist, wie aus der

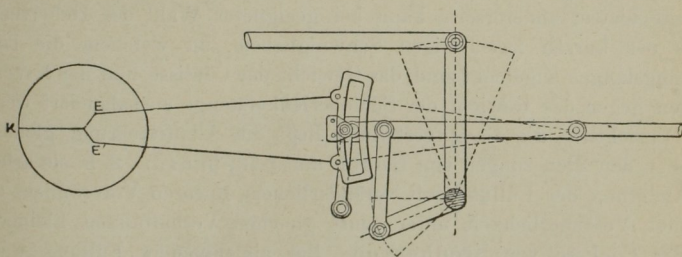


Fig. 101.

schematischen Skizze Fig. 101 zu ersehen. Die Coulissee ist an einer Pendelstange mit fixem Drehpunkt aufgehängt, ändert somit beim Umsteuern und Einstellen auf veränderliche Füllung ihre Höhenlage nicht;

hingegen wird die Schieberlenkerstange und somit auch das Gleitstück in der Coulissee gehoben und gesenkt. Die Steuerung ist bei sonst gleichen Dimensionsverhältnissen infolge der Lenkerstange länger gebaut wie die Stephenson'sche Steuerung, also auch mehrgliedriger wie diese, hat jedoch, wie die Theorie der Steuerung ergibt, den Vorteil konstanten linearen Voreröffnens für alle Füllungsgrade, während bei der Stephenson'schen Coulissee-Steuerung das Voreröffnen bei abnehmender Füllung und offenen Stangen zunimmt, bei gekreuzten Stangen hingegen abnimmt. Dieser Nachteil der Stephenson'schen Steuerung reduziert sich jedoch bei gleicher Baulänge mit der Gooch-Steuerung, infolge der größeren Länge der Excenterstangen, auf ein nahezu belangloses Minimum.

Bei der Coulissee-Steuerung von Allan, Fig. 102, wird zum Zwecke des Umsteuerns sowie des Einstellens auf geänderte Füllung nicht

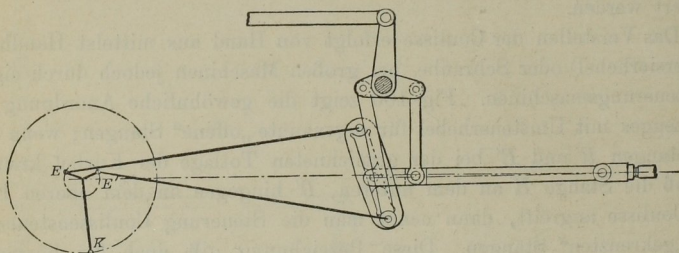


Fig. 102.

nur die Coulissee (wie bei Stephenson), sondern gleichzeitig auch die Schieberlenkerstange, beziehungsweise das Gleitstück (wie bei Gooch) gehoben und gesenkt; die Coulissee hat infolgedessen ebene, beziehungsweise gerade Arbeitsflächen, was für die Exaktheit der Ausführung gewisse Vorteile bietet; andererseits kann bei geeigneter Wahl des Hebelverhältnisses des kurzen zweiarmigen Schwinghebels, an welchem die beiden Aufhängstangen angelenkt sind, das Gewicht der Coulissee und der Excenterstangen gegen das Gewicht der Schieberlenkerstange ausbalanciert werden.

Hinsichtlich der Dampfverteilung liegt die Allansteuerung gleichsam zwischen den Steuerungen von Gooch und Stephenson, d. h. sie arbeitet bei Änderung der Füllung mit veränderlichem linearem Voreröffnen, doch ist diese Veränderlichkeit unter sonst gleichen Verhältnissen kleiner als bei der Coulissee von Stephenson. Bei abnehmender Füllung wächst auch hier das lineare Voreröffnen bei offenen Stangen und nimmt ab bei gekreuzten Stangen.

**139. Graphische Darstellung der Coulisseebewegung.** Die Bewegung des Schiebers einer Coulissee-Steuerung kann nur dadurch mit