

beide nach innen liegen und man (beim Vorreißen der Exzenter für die Bearbeitung) beide Exzenterpaare entweder vom Einlaßexzenter oder vom Auslaß aus beschauen wird, ist für die Winkelabtragung der Deckelseite noch die Lage bei umgekehrter Beschaurichtung angegeben.

Ausgleich der Füllung bei gemeinsamem Einlaßexzenter für beide Zylinderseiten.

324. Einfacher in der Konstruktion, aber nicht ganz so vollkommen und in dem gedanklichen Zusammenhang schwieriger zu übersehen ist der Ausgleich bei nur einem Einlaßexzenter und einem Auslaßexzenter für beide Zylinderseiten.

Es soll hier vor allem der Ausgleich für den Einlaß (der Füllungsausgleich) besprochen werden, bei welchem die Schwierigkeiten größer werden, wenn die Füllung veränderlich ist und für mehrere Füllungen ein möglichst vollkommener Ausgleich erstrebt wird. Der Ausgleich für den Auslaß kann entweder wegen Art. 380 unterbleiben oder nach denselben Grundsätzen durchgeführt werden, wie sie im nachfolgenden für den Einlaß bei unveränderter Füllung erörtert sind.

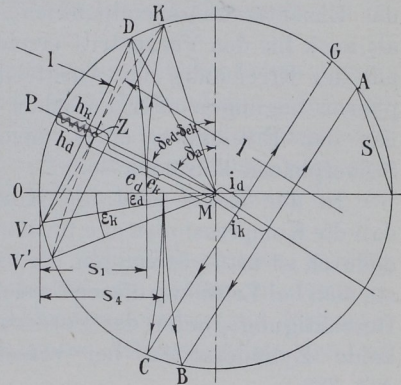
325. Die hier zu besprechende Form des Füllungsausgleichs kommt besonders für Ventilsteuerungen ohne Steuerwelle in Frage, deren Einlaßexzenter von einem unmittelbar auf der Hauptwelle sitzenden Flachregler verstellt wird; ferner bei zwangläufigen Corlißsteuerungen. Aber auch für Ventilsteuerungen mit Steuerwelle und Flachregler wird zuweilen der Ausgleich mit nur einem Einlaßexzenter ausgeführt (Art. 371).

326. Da das Exzenter für die Kurbelseite und Deckelseite gemeinsam sein soll, ist die Exzentrizität und bei zentraler Schubrichtung des Exzenterstangenführungspunktes auch der Voreilwinkel für beide Zylinderseiten der gleiche. Durch Schräkung der Schubrichtung (die Führungsbahn des Exzenterstangenendes geht in ihrer Verlängerung an der Exzenterwelle vorbei, steht zu ihr geschränkt senkrecht) kann man für eine Füllung zu einem vollkommeneren Ausgleich gelangen, weil hier zwar der Aufkeilungswinkel auch der gleiche ist, aber im Moment des Abschlusses und der Öffnung für beide Zylinderseiten verschiedene Diagrammvoreilwinkel zur Wirkung kommen. Zunächst möge der Ausgleich bei zentraler Schubrichtung des Exzenterstangenführungspunktes und langer Exzenterstange besprochen werden. Da Exzentrizität und Voreilwinkel gleich sind, kann der Ausgleich nur durch verschieden große Überdeckung erreicht werden.

Ausgleich durch verschieden große Überdeckung.

327. Man verzeichne, nachdem man zu dem Füllungsweg s_1 die zugehörigen Füllungswinkel OMD und OMK der Deckel- und Kurbelseite aufgesucht hat, für die Deckelseite die Deckungslinie VD unter Annahme des Voreinströmungswinkels ε_d für die Deckelseite, den man so klein wählt, wie bei den obwaltenden Verhältnissen (Höhe der Kompression, Größe des schädlichen Raumes) eben zulässig ist. Durch die Linie VD ist der Voreilwinkel für den Einlaß festgelegt und muß wegen der Identität des Exzenters für die Deckel- und Kurbelseite auch für die letztere beibehalten werden. Man ziehe also von K aus eine Parallele zu DV , welche den Schieberkreis in V' schneidet und durch den Schnittpunkt den Voreinströmungswinkel ε_k der Kurbelseite liefert.

Fig. 122.



328. Der Voreinströmungswinkel der Kurbelseite wird hiernach erheblich größer wie derjenige der Deckelseite und, wenn letzterer passend gewählt ist, übermäßig groß. Ähnliches gilt bezüglich des linearen Voröffnens. Der sichtbare Verlust an Indikatordiagrammfläche durch das vorzeitige Voreinströmen auf der Kurbelseite ist nicht groß. Dagegen ist der Einfluß einer übermäßigen Voreinströmung auf die Austauschverluste ziemlich bedeutend.¹⁾ Man sollte daher auf den Füllungsausgleich durch Verschiedenheit der Überdeckung ganz oder doch zum Teil verzichten und sich mit dem Ausgleich begnügen, welcher sich mit einem schätzungsweise einzuführenden, wesentlich kleineren Unterschied der Überdeckungen ergibt. Das ist um so eher zulässig, als die Bedeutung des Füllungsausgleichs, von einigen

¹⁾ Bei der Füllungsverstellung ausgeglichener Steuerungen mit verschiedenen Voreilwinkeln kommen zwar auch große Voreinströmungswinkel vor, jedoch, wenn die Erreichung absoluter Nullfüllungen erstrebt wird, nur für die kleinsten Füllungen und in Verbindung mit starker Drosselung beim Voreintritt, so daß der Dampf mit einer bei dem großen Voreinströmungswinkel erwünschten Verschleppung in den Zylinder eintritt mit der gleichen Wirkung wie ein kleinerer Voreinströmungswinkel mit größerer Öffnungsweite. Hier hat also der große Voreinströmungswinkel keine nennenswerten Nachteile.

wenigen Fällen abgesehen, gar nicht so groß ist, wie vielfach angenommen wird. Vgl. hierüber Art. 377 ÷ 379.

329. Wenn für den Auslaß ein Ausgleich verlangt wird, so kann derselbe bei den oben gemachten Annahmen (Art. 326, gemeinsames Auslaßexzenter für beide Zylinderseiten, zentrale Führungsrichtung des Exzenterstangenendpunktes) nicht sowohl für die Kompression als auch für den Voraustritt erreicht werden; man muß sich vielmehr mit der Erreichung des Ausgleichs für eine der beiden Steuerungsphasen begnügen oder zwischen den Anforderungen vermitteln und mit der Erreichung eines unvollständigen Ausgleichs für beide Steuerphasen zufrieden sein.

In der Regel wird die Kompression bevorzugt und verlangt, daß die Kompressionswege für Kurbel- und Deckelseite gleich werden; dadurch ist man gezwungen, die Vorausströmung so hinzunehmen, wie sie sich bei Erfüllung dieser Forderung ergibt. Von den verschiedenen Berechtigungsgraden der Forderung gleicher Kompressionswege für beide Zylinderseiten bei verschiedenen Maschinenarten handelt Art. 380.

Bezüglich der Forderung der Gleichheit der Vorausströmung gilt auch hier das in Art. 297 und 298 Gesagte.

330. Der Ausgleich für den Auslaß kann ebenso wie beim Einlaß bei zentraler Schubrichtung nur durch Verschiedenheit der Überdeckungen (hier der inneren Überdeckungen) erreicht werden. Wenn bei dem Ausgleich die Kompression bevorzugt wird, muß dafür gesorgt werden, daß der Vorausströmungswinkel auf der ungünstiger dastehenden Kurbelseite mindestens die erforderliche Größe erhält. Die Bestimmung des Vorausströmungswinkels möge mit Hilfe der Sehne des Vorausströmungsbogens nach Art. 4 ÷ 10 erfolgen. Man zieht dann (Fig. 122) die Deckungslinie AB für die Kurbelseite und von C aus eine Parallele zu AB als Deckungslinie für die Deckelseite.

Der Vorausströmungswinkel für die Deckelseite wird damit übermäßig groß. Da bei Zylindern mit Auslaß nach dem Kondensator der ökonomische Einfluß mäßig großer Abweichungen von dem günstigsten Kompressionsweg sehr gering ist, kann es eintreten, daß der durch den übermäßigen Vorausströmungswinkel der Deckelseite entstehende Verlust größer ist wie der Gewinn durch Kompressionsausgleich.

331. Für den Einlaß besteht beim Füllungsausgleich durch einfache Deckungsverschiedenheit außer der großen Ungleichheit der Voreinströmung noch eine weitere Schwierigkeit: die Öffnungsweite

h_d der Deckelseite ist erheblich kleiner wie die Öffnungsweite h_k der Kurbelseite (Fig. 122 S. 183). Der Unterschied ist hier noch erheblich größer wie bei dem vollkommeneren Ausgleich mittelst getrennter Exzenter (Art. 301). Dort war auch durch Anwendung zweier Exzenter von verschiedener Exzentrizität die Möglichkeit gegeben, die Unterschiede zu beseitigen. Diese Möglichkeit besteht hier, weil nur ein Exzenter vorhanden ist, nicht.

Es gibt jedoch ein sehr einfaches Mittel, auf beiden Seiten gleiche Öffnungsweiten zu erreichen, nämlich die Verwendung einer sehr kurzen Exzenterstange. Diese hat, wie noch gezeigt werden wird, bei ausgeglichenen Steuerungen mit veränderlicher Füllung noch eine weitere wichtige Bedeutung für die gleichzeitige Erreichung der absoluten Nullfüllung (Art. 335).

Hier soll zunächst nur die Aufgabe behandelt werden, wie für unveränderliche Füllung die Stangenlänge zu wählen ist, wenn in den äußersten Lagen bei zentraler Führungsrichtung und Füllungsausgleich auf beiden Seiten gleich große Öffnungsweiten erreicht werden sollen.

Für kurze Exzenterstangen erhält man bei zentraler Führungsrichtung bekanntlich die Öffnungsweiten, wenn man mit der Exzenterstangenlänge l einen Kreis schlägt, welcher durch den Öffnungspunkt V bzw. V' und den Schließungspunkt D bzw. K geht (Fig. 122 S. 183), und von dem Schieberkreis parallel der Führungsrichtung nach dem Bogen herübermißt (vgl. u. a. Leist, Steuerungen 2. Aufl. S. 94 bis 96; Seemann, Die Müllerschen Schieberdiagramme 2. Aufl. S. 23; Schorch, Zeitschr. d. V. d. I. 1876 S. 403).

Auf der einen Seite wird die größte Öffnungsweite um die Pfeilhöhe des über der geradlinigen Deckungslinie entstehenden Bogens vergrößert, auf der anderen um die von der ersten etwas abweichende Pfeilhöhe vermindert. Man kann die Stangenlänge l durch eine einfache Rechnung so bestimmen, daß die beiden (in Fig. 122 gestrichelten) Bögen sich gerade berühren, also die Steuerorgane in der äußersten Öffnungslage gleich große Querschnitte freigeben. Für eine Füllung von 30 Prozent und einen deckelseitigen Voreinströmungswinkel von 10^0 wird für eine Pleuelstangenlänge $L = 5 R$ die Exzenterstangenlänge $l = 3,6 r$.¹⁾ Einigermassen gilt das Verhältnis $l/r = 3,6$ bei $L/R = 5$ auch noch für Füllungs- und Voreinströmungsverhältnisse, welche von den angegebenen mehr oder weniger abweichen.

¹⁾ Man beachte, daß für den später behandelten vollkommeneren Ausgleich mit geschränkter Führungsbahn das Verhältnis l/r , welches gleiche Öffnungsweiten ergibt, erheblich größer ist (Art. 361).

332. Es ist zu beachten (vgl. Leist S. 100), daß beim Öffnen der ungünstiger dastehenden Deckelseite das Exzentergetriebe die Strecklage passieren muß (gedrückte Stange beim Öffnen). Das ist bei dem normalen Schieberantrieb nicht der Fall. Es muß daher zwischen Schieber und Exzenterstange ein Umkehrhebel eingeschaltet werden oder bei direktem Antrieb ein Schieber mit innen abschneidenden Einlaßkanten (Kolbenschieber mit innerer Einströmung oder E-Schieber) angewandt werden (vgl. auch Art. 263 und Fig. 99 b u. d).

Wenn das nicht beachtet wird, werden die Ungleichheiten durch Anwendung der kurzen Exzenterstange noch vergrößert.

Man erkennt aus Fig. 122, daß bei zentraler Führungsrichtung nur die Ungleichheiten der Öffnungsweiten durch die kurze Exzenterstange behoben werden können, daß aber die Schwierigkeiten der ungleichen und für die Kurbelseite zu großen Voreinströmung bestehen bleiben. Wenn hier ebenso, wie das für lange Exzenterstangen empfohlen wurde (Art. 328), der Füllungsausgleich nur teilweise durchgeführt wird, werden die Bogen VZD und $V'ZK$ flacher und damit das Verhältnis $1/r$ größer.

333. Von größerer Bedeutung ist die kurze Exzenterstange für Steuerungen mit veränderlicher Füllung durch ein Stellexzenter. Man wird bei solchen Steuerungen bemüht sein, auch für andere Füllungen einen möglichst vollkommenen Ausgleich der Arbeiten auf beiden Zylinderseiten zu erzielen.

Um die sich hierbei ergebenden Schwierigkeiten zu zeigen, werde wieder auf die lange Exzenterstange mit zentraler Führungsbahn zurückgegriffen: Wird für eine mittlere Füllung der Füllungsausgleich durch verschieden große Überdeckungen herbeigeführt, so treten, weil die einmal gewählten Überdeckungen nun auch für andere Füllungen beibehalten werden müssen, für kleine Füllungen sehr große Ungleichheiten in der Arbeitsverteilung auf beiden Zylinderseiten ein. Das zeigt sich besonders bei den Leerlauffüllungen und vor allem bei Erreichung der absoluten Nullfüllung auf der einen Seite. Auf der Deckelseite wird die absolute Nullfüllung zuerst erreicht, und zwar wenn die Exzentrizität $= e_d$ geworden ist. Dann öffnet der Schieber auf der Kurbelseite aber noch auf die Öffnungsweite $e_d - e_k$ und läßt bedeutende Mengen Dampf ein, wie das in Fig. 123 durch die Strichelung der Öffnungssichel angedeutet ist.

Besonders bei Einzylindermaschinen mit Kondensation wird wegen der relativ großen Arbeitsfähigkeit des in den schädlichen Raum

eingetretenen Dampfes die Arbeitsverteilung eine sehr ungleichmäßige bei kleinen Füllungen sein, wenn bei normaler Füllung der Ausgleich durch einfache Überdeckungsverschiedenheit herbeigeführt ist.

334. Die Veränderungen, welche die Füllungsverhältnisse und vor allem die Öffnungsweitenverhältnisse bei langer, zentral geführter Exzenterstange und Ausgleich durch Überdeckung erfahren, treten besonders deutlich in dem Müller-Seemannschen Schieberdiagramm¹⁾ mit veränderter Kolbenweglinie hervor (Fig. 123).

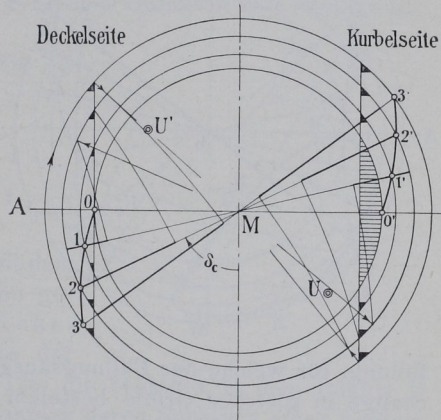
Dasselbe ist mit der Kolbenweglinie 22' für die gleichen Bedingungen am Einlaß aufgetragen wie Fig. 122. Dann ist unter Annahme eines passenden Mittelpunktes U für das Drehexzenter die Scheitellinie 0 1 2 3 gezeichnet. Dabei ist, nicht ganz ohne Willkür, aber doch für die vorliegende Betrachtung zweckmäßig, auf der Deckelseite die Kurve so gewählt, daß sie bei dem Voreilwinkel 90° in den Deckungskreis im Punkte 0 einläuft.²⁾

Wenn, wie das hier abweichend von den bisherigen Darstellungen dieser Anleitung geschehen ist, die Öffnungsweiten für die Deckel- und Kurbelseite auf verschiedenen Seiten des Diagramms (einander gegenüber liegend) verzeichnet sind, muß die Scheitellinie, obwohl sie bei Vorhandensein nur

eines Exzentes nur einmal in der Konstruktion auftritt, im Diagramm zweimal verzeichnet werden. Die Scheitellinie 0' 1' 2' 3' liegt dabei der Scheitellinie 0 1 2 3 diametral gegenüber.

Man erkennt, daß mit Erreichung der absoluten Nullfüllung auf der Deckelseite das Steuerorgan auf der Kurbelseite noch weit geöffnet wird und eine namhafte Füllung ergibt. Die Arbeitsverteilung wird bei abnehmender Füllung trotz des bei der normalen Füllung

Fig. 123.



¹⁾ Die Müllerschen Schieberdiagramme von Alfred Seemann, 2. Auflage, München 1906.

²⁾ Das ist gleichbedeutend mit dem Zusammenfallen von einfacher Nullfüllung und absoluter Nullfüllung.

