

lichste. Mit dem Ausdrucke Woolfsche Maschine bezeichnet man heutzutage nur jene Compoundmaschinen, welche mit direkter Überströmung, also ohne Receiver arbeiten.

121. Receivermaschinen. Wenn die Kolben einer Compoundmaschine gegenseitig derart versetzt sind, daß sie nicht gleichzeitig ihre Totlage erreichen, wird die Anwendung eines Receivers notwendig, damit der dem Hochdruckcylinder entströmende Dampf so lange zurückgehalten werden kann, bis sich der Kolben des Niederdruckcylinders in einer aufnahmefähigen Lage befindet. Der Receiver selbst ist entweder ein unabhängiges, mit den Cylindern durch Rohre verbundenes Gefäß, und in diesem Falle gewöhnlich mit Heizmantel versehen; sehr häufig wird jedoch durch die Gehäuse der in Betracht kommenden Steuerorgane und die Verbindungsrohre der Cylinder ein hinreichendes Aufnahmevermögen geschaffen, so daß eine eigentliche Zwischenkammer nicht erforderlich ist.

Die Anwendung eines Receivers ist jedoch bei Compoundmaschinen des Woolfsystems, also bei Tandem- und Balanciermaschinen, nicht ausgeschlossen, sondern in vielen Fällen geradezu vorteilhaft, indem die Verbindung zwischen Hoch- und Niederdruckcylindern nicht während der ganzen Hubdauer aufrecht erhalten bleiben muß, daher die Admission im Niederdruckcylinder vor Hubende unterbrochen und der in demselben enthaltene Dampf unabhängig expandieren kann. Der nach Abschluß der Verbindung mit dem Niederdruckcylinder im Hochdruckcylinder noch verbleibende Dampf wird in den Receiver gedrückt. Jeder der beiden Cylinder arbeitet dann mit einer bestimmten Füllung; durch Änderung der Füllung des Niederdruckcylinders kann die Aufteilung der summarischen Leistung auf beide Cylinder nach Belieben reguliert werden. Gewöhnlich belastet man bei Compoundmaschinen die Cylinder gleichmäßig oder wenigstens nahezu gleichmäßig, was den Vorteil bietet, daß bei Zweikurbelcompoundmaschinen die auf die Kurbeln übertragenen Drehmomente gleich oder nahezu gleich sind.

Die Regulierung wird auch in der Weise durchgeführt, daß man das Temperaturgefälle in den einzelnen Cylindern gleich groß macht; zumeist ist bei gleicher Arbeitsaufteilung auf die einzelnen Cylinder auch das Temperaturgefälle in denselben ziemlich gleich.

122. Spannungsabfall im Receiver. Compounddiagramme. Bei Anwendung eines Receivers muß darauf geachtet werden, daß durch den Druck in demselben bei Eröffnung des Auslaßorganes des Hochdruckcylinders weder die Expansion des Dampfes infolge Überdruckes im Aufnehmer zurückgehalten noch ein wesentlicher Spannungsabfall, welcher sich im Indikatordiagramm durch eine plötzliche Senkung der Ex-

pansionslinie des Hochdruckcylinders kenntlich macht, verursacht wird; dieser Abfall ist vom thermodynamischen Standpunkte betrachtet nicht umkehrbar, daher schädlich. Ein kleiner Spannungsabfall ist jedoch aus denselben praktischen Gründen, welche es vorteilhaft erscheinen lassen, die Expansion einer Einzylindermaschine nicht bis zur Grenze der Vollständigkeit zu führen, wünschenswert.

Der Spannungsabfall kann durch geeignete Wahl des Füllungsverhältnisses im Niederdruckcylinder beliebig reduziert oder auch gänzlich vermieden werden, wie sich aus der nachfolgenden Erörterung ergibt.

Wenn kein Spannungsabfall vorhanden ist und die Übergangsverluste infolge Reibungen des Dampfes beim Übertritt desselben aus einem Cylinder in den anderen vernachlässigbar sind, dann ist es hinsichtlich des Effectes ganz gleichgiltig, ob sich dieselbe Gesamtexpansion in einem, in zwei oder mehreren Cylindern vollzieht. Im einen wie in dem anderen Falle ist die geleistete Arbeit nur von dem Verhältnisse des Druckes zum Volumen während des Processes abhängig und so lange dieses Verhältnis ungeändert bleibt, ist es theoretisch belanglos, ob sich dieser Prozeß in einem oder in mehreren Gefäßen abspielt. In Wirklichkeit bietet jedoch die Compoundexpansion, wie bereits in Abschnitt V § 93 erörtert, in thermodynamischer Beziehung wesentliche Vorteile gegenüber einer mit derselben Anfangsspannung und Expansion arbeitenden Einzylindermaschine, insofern sie den schädlichen Wärmeaustausch zwischen Dampf und Cylinderwandung vermindert und den Expansionsprozeß dem adiabatischen näher bringt. Die Compoundexpansion bietet andererseits auch einen rein mechanischen Vorteil hinsichtlich der Druckverteilung im Gestänge der Maschine, worauf jedoch erst im nachfolgenden § 127 näher eingegangen werden soll.

Das Gesamtexpansionsverhältnis irgend einer Verbundmaschine ist das Verhältnis des Volumens des Niederdruckcylinders zu jenem Dampfvolumen, welches im Momente des Füllungsschlusses im Hochdruckcylinder vorhanden ist. Fig. 67 zeigt die vereinigte Wirkungsweise der beiden Cylinder einer theoretisch reinen Woolfmaschine, worin der Einfluß des schädlichen Raumes sowie der Spannungsverlust beim Übergang des Dampfes von einem Cylinder zu dem anderen der Einfachheit wegen vernachlässigt wurde.

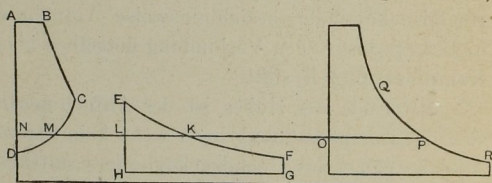


Fig. 67.

$ABCD$ ist das Diagramm des Hochdruckcylinders. Die Ausströmlinie CD zeigt eine abfallende Spannung infolge der Vergrößerung des

Volumens bei fortschreitender Bewegung des Niederdruckkolbens. $EFGH$ ist das Diagramm des Niederdruckzylinders; es ist in der Verlängerung des Hochdruckdiagrammes gezeichnet, zur Erleichterung der nachfolgenden Konstruktion. Dieses Diagramm hat keinen ausgeprägten Füllungsabschluß; die Admissionslinie desselben ist die kontinuierliche Expansionslinie EF , deren Spannung in jedem beliebigen Punkte gleich ist der Spannung in dem korrespondierenden Punkte der Ausströmlinie CD . In irgend einem Punkte K ist daher das wirksame Volumen des Dampfes $KL + MN$. Trägt man auf die Gerade NK eine Strecke $OP = KL + MN$ auf, so daß OP das summarische Volumen beider Cylinder im Punkte K darstellt, und wiederholt man dieselbe Operation an anderen Punkten des Diagrammes, dann erhält man die Kurve QPR , deren obere Partie identisch mit der Expansionslinie BC ist, und durch weitere Vervollständigung das einfache Diagramm zur rechten Seite, welches die in Wirklichkeit auf zwei Cylinder verteilte Expansion in einem Cylinder vereint darstellt. Die Fläche dieses Diagrammes ist gleich der Summe der Flächen des Hochdruck- und Niederdruckzylinders.

Die Diagramme einer Tandemcompoundreceiver-Maschine nehmen einen Verlauf, wie durch die Fig. 68 dargestellt. Von CD (korrespondierend mit FG) findet nach Verbindung beider Cylinder durch den Receiver fortgesetzte Expansion im Niederdruckzylinder statt. D und G markieren den Moment des Abschlusses des Niederdruckzylinders. In diesem Cylinder beginnt nun die unabhängige Expansion GH ; im

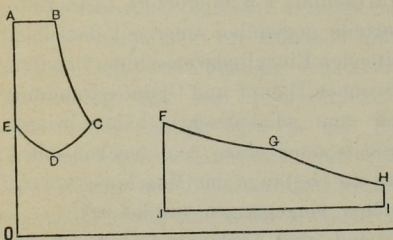


Fig. 68.

Hochdruckzylinder beziehungsweise Aufnehmer findet jedoch infolge der nicht unterbrochenen Verbindung derselben bis gegen das Hubende steigende Kompression DE statt.

Mit Ende des Hubes ist der Aufnehmerdruck OE ; dieser muß gleich sein der Dampfspannung in C , wenn kein Spannungsabfall bei Eröffnung des Auslaßorgans des Hochdruckzylinders stattfinden soll. In dem skizzierten theoretischen Diagramm wurde kein Abfall angenommen.

Ein Spannungsabfall würde im Diagramme dadurch zum Ausdruck gelangen, daß die Ecke bei C durch eine vertikale Linie abgeschnitten erscheint, welche in irgend einem Punkte der Kurve BC beginnend, den direkten Übergang zur Kurve CD vermittelt.

Der Entwurf gleichartiger Diagramme einer Compoundreceivermaschine mit versetzten Kurbeln dürfte wohl keinen Schwierigkeiten begegnen.

Die Zwischenkammer hat bei den vorstehend betrachteten Maschinen den Vorteil, daß durch Anwendung derselben das Temperaturgefälle, somit auch die Kondensationsverluste im Hochdruckcylinder vermindert werden. Dies ergibt ein Vergleich der beiden Diagramme Fig. 67 und 68. Die niedrigste Temperatur, welche in diesem Cylinder erreicht wird ist jene, welche der Spannung im Punkte *D* entspricht und ist somit in dem Diagramme Fig. 68 wesentlich höher, wie in jenem ohne Receiver Fig. 67.

123. Einstellung der Arbeitsaufteilung auf beide Cylinder, sowie des Spannungsabfalles. Graphische Methode. Durch früheren Abschluß des Niederdruckcylinders wird die mittlere Spannung im Receiver erhöht; die Leistung des Hochdruckcylinders wird infolge dessen vermindert, jene des Niederdruckcylinders entsprechend erhöht, denn die totale Arbeit, abhängig vom Anfangsdruck und dem totalen Expansionsverhältnisse, bleibt durch den Wechsel in der Arbeitsverteilung nahezu oder gänzlich unberührt. Wir haben hier somit das von der Regel abweichende Resultat, daß die verringerte Füllung des Niederdruckcylinders eine Erhöhung der in demselben geleisteten Arbeit zur Folge hat.

Diese Reduktion der Füllung des großen Cylinders dient auch, wie bereits erwähnt, dem Zwecke, den Spannungsabfall bei Eröffnung der Ausströmseite des Hochdruckcylinders zu vermindern oder zu vermeiden. Durch passende Wahl des gegenseitigen Verhältnisses der Cylinder- und des Aufnehmvolumens, sowie durch geeignete Annahme des Füllungsschlusses im Niederdruckcylinder ist es möglich, gleiche Arbeitsaufteilung auf beide Cylinder bei Vermeidung des in Rede stehenden Spannungsabfalles zu erreichen.

Die Bestimmung jener Füllung des Niederdruckcylinders, durch welche bei gegebenen Volumsverhältnissen zunächst ein Spannungsabfall vermieden werden kann, läßt sich sehr leicht durch nachstehendes Verfahren graphisch durchführen. Dieses Verfahren beruht auf der Konstruktion der Druck-Volumenkurve *EF* Fig. 69 (s. S. 268) für die Admission des Niederdruckcylinders bis zu ihrer Begegnung mit der beiden Cylindern gemeinschaftlichen Expansionslinie *BG*.

In Fig. 67 stellt *AB* die Admissionslinie und *BC* die Expansionslinie im Hochdruckcylinder dar; der Vereinfachung wegen wurde der Einfluß des schädlichen Raumes vernachlässigt. In *C* beginnt der Austritt; von *C* bis *D* findet Dampfaufnahme seitens des Niederdruckcylinders statt. *D* korrespondiert mit dem Füllungsschluß im großen Cylinder, also mit dem gesuchten Punkte der Dampfeinströmlinie. Von *D* nach *E* wird der im Hochdruckcylinder rückständige Dampf in den Receiver gedrückt; um einen Spannungsabfall zu vermeiden, muß die Receiver-