

**124. Algebraische Methode.** Unter Zugrundelegung der einfachen Beziehung zwischen Druck und Volumen, welche durch die gewöhnliche Hyperbel als Expansionslinie graphisch dargestellt wird und unter Annahme des Cylinder- und Receivervolumsverhältnisses, bietet die rechnerische Bestimmung jener Füllung des Niederdruckcylinders, bei welcher kein Spannungsabfall eintritt, keine Schwierigkeiten.

Es sei hier zunächst der einfachste Fall der Tandemaschine beziehungsweise einer Compoundmaschine mit parallel liegenden Cylindern und gleich- oder entgegengesetzt laufenden Kolben angenommen. Da der zu bestimmende Abschlußpunkt von den Volumsverhältnissen abhängig ist, sei der Abkürzung wegen das Volumen des Hochdruckcylinders als Einheit, also gleich Eins angenommen. Bezeichne  $R$  das Volumsverhältnis des Receivers und Hochdruckcylinders;  $L$  das Volumsverhältnis des Niederdruck- und Hochdruckcylinders;  $x$  jenen Teil des Kolbenhubes, welcher der Füllung im Niederdruckcylinder entspricht; und  $p$  den Druck im Hochdruckcylinder mit Beginn der Ausströmung. Wenn kein Spannungsabfall stattfinden soll, dann ist der Druck im Receiver zu Beginn der Admission des großen Cylinders auch gleich  $p$ ; während dieser Admission ändert sich der Druck entsprechend dem Volumen; das Volumen ändert sich von

$$1 + R \text{ auf } 1 + R - x + xL;$$

somit ist der Druck mit Ende der Füllung im Niederdruckcylinder

$$p \frac{(1 + R)}{(1 + R - x + xL)}.$$

Der im Hochdruckcylinder zurückgebliebene Dampf wird nun in den Receiver gedrückt, somit dessen Volumen

$$1 - x + R \text{ auf } R$$

vermindert. Der Druck steigt daher auf

$$p \frac{(1 + R)}{(1 + R - x + xL)} \cdot \frac{(1 - x + R)}{R},$$

und dieser Wert muß nach der gemachten Annahme gleich  $p$  sein. Daraus ergibt sich

$$(1 + R)(1 - x + R) = R(1 + R - x + xL),$$

somit

$$x = \frac{R + 1}{RL + 1}.$$

Für  $R = 1$  und  $L = 3$  ergibt sich das Füllungsverhältnis im Niederdruckcylinder mit  $\frac{1}{2}$  (Diagramm Fig. 68); bei einem größeren Cylindervolumenverhältnis wird das Füllungsverhältnis kleiner als  $\frac{1}{2}$ , wie dies beispielsweise in dem Diagramm Fig. 69 zum Ausdruck gebracht ist.

Eine gleichartige Rechnung\*) für eine Compoundmaschine mit unter  $90^\circ$  versetzten Kurbeln durchgeführt, bei welcher der Dampfabschluß im Niederdruckcylinder vor halbem Hube stattfindet, zeigt, daß ein Spannungsabfall vermieden werden kann, wenn der Bedingung Genüge geleistet wird, daß

$$2R(xL - 1) = 1 - 2\sqrt{x(1-x)}.$$

Die Kombination zweier Hochdruckcylinder mit einem gemeinschaftlichen Receiver, sowie zweier Niederdruckcylinder mit einem Receiver, beziehungsweise einem oder zwei Hochdruckcylindern wird in vielen Fällen für Großleistungen mit Vorteil verwendet. Bei diesen kombinierten Anordnungen kann der Druck im Aufnehmer viel leichter konstant oder doch nahezu konstant erhalten werden, als bei der gewöhnlichen Anordnung mit zwei Cylindern\*\*).

**125. Verhältnis des Cylindervolumens.** Aus der gegebenen Maschinenleistung, der angenommenen Kolbengeschwindigkeit und Kesselspannung, sowie dem gewählten totalen Expansionsverhältnisse bestimmt sich die Größe des Niederdruckcylinders; die Größe des Hochdruckcylinders ist noch, durch andere Rücksichten bedingt, dem freien Ermessen überlassen; wenn das totale Expansionsverhältnis  $r$  ist, dann kann man irgend ein Verhältnis  $L$  kleiner als  $r$  für das Volumverhältnis des Niederdruck- und Hochdruckcylinders wählen. Damit das Endvolumen des Dampfes, wenn derselbe den ganzen Niederdruckcylinder füllt, das  $r$ -fache seines Anfangsvolumens (Volumen des Hochdruckcylinders mit Ende der Füllung) sei, muß der Dampfabschluß im kleinen Cylinder bei dem Bruchteile  $\frac{L}{r}$  seines Kolbenhubes erfolgen. Es kann daher bei gleichbleibendem Cylindervolumsverhältnis  $L$ , durch früheren oder späteren Dampfabschluß im Hochdruckcylinder, also durch kleinere oder größere Füllung desselben, jedes beliebige gewünschte totale Expansionsverhältnis  $r$  erreicht werden.

Andererseits kann man, wie oben begründet, durch entsprechende Wahl des Füllungsverhältnisses des Niederdruckcylinders, unabhängig von

\*) Rechnungsbeispiele dieser Art, für verschiedene Anordnungen von Zwei- und Dreifachexpansionsmaschinen durchgeführt, finden sich in dem Anhange zu R. Sennetts „*Treatise on the Marine Steam-Engine*“.

\*\*\*) Eine ausführliche Abhandlung über diesen Gegenstand siehe „*Methode der graphischen Behandlung mehrcylindriger Dampfmaschinen*“ von Prof. M. Schröter, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Jhrg. 1884, S. 191; eine für die Praxis bequemere Lösung dieser Aufgabe siehe „*Die graphische Berechnung mehrcylindriger Dampfmaschinen*“ von J. Illeck, ebenda, Jhrg. 1899, S. 14. Ferner „*Die Mittel zur Erzielung des gewünschten Diagrammverlaufes bei der Konstruktion des Diagrammes einer Verbunddampfmaschine*“ von H. Lynen, ebenda, Jhrg. 1899, S. 488.