

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Theorie der Woolf'schen Maschine mit zwei Cylindern

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

meisten praktischen Fällen ist es am angemessensten, die Maschine so anzuordnen, dass sie bei mässiger Dampfspannung und mässiger Expansion ihre normale Leistung hervorzubringen vermag, also nicht zu sehr angestrengt ist, wenn sie ihren normalen Dienst verrichtet. Für solche Fälle kann man nehmen, vorausgesetzt dass nicht condensirt wird: $r = 15000$, $p = 35000$, $\frac{v_1}{1} = \frac{1}{2}$, $v = 1^m$. Für den Fall aber, dass die Maschine nicht nur expandiren soll, sondern dass auch Condensation gebraucht wird, kann man setzen:

$$r = 6000, \quad p = 20000, \quad v = 1, \quad \frac{v_1}{1} = \frac{1}{2}$$

Will man ein möglichst günstiges Güteverhältniss erzielen, so muss man eine im Verhältniss zum schädlichen Widerstand sehr hohe Dampfspannung und eine starke Expansion in Anwendung bringen. Damit aber die Kesseleinrichtung nicht zu schwierig und die Herstellung guter Dampfdichtungen möglich wird, muss man durchaus die Condensation eintreten lassen, denn thut man dies, so wird selbst für einen mässigen Werth von p das Verhältniss $\frac{r}{p}$ klein und ist eine starke Expansion auch bei mässiger Dampfspannung möglich. Der Vortheil der Anwendung der Condensation besteht wesentlich nur darin, dass dadurch mit schwächeren Dampfspannungen den Bedingungen einer vortheilhaften Verwendung des Dampfes entsprochen werden kann. Die Nachteile der Condensation hestehen darin, dass die Condensationsmaschinen wegen des Condensationsapparates viel komplizirter sind als nicht condensirende Maschinen.

Theorie der Woolfschen Maschine mit zwei Cylindern. Diese Maschine ist zur Expansion des Dampfes mit zwei Cylindern, mit einem kleineren A und einem grösseren B versehen, und der Dampf wird zuletzt, nachdem er in den Maschinen gewirkt hat, condensirt. Der Dampf wirkt zuerst während des ganzen Schubes mit gleichförmiger Kraft (zuweilen auch mit Expansion) auf den Kolben der kleinen Maschine, entweicht hierauf nach der Dampfkammer der grossen Maschine und wirkt auf den Kolben dieser Maschine, zuletzt entweicht er nach dem Condensator. Der Raum hinter dem kleinen Kolben kommunizirt stets mit dem Dampfkessel. Der Raum vor dem grossen Kolben mit dem Condensator. Die Räume vor dem kleinen und hinter dem grossen Kolben sind stets in Kommunikation. Der Dampf, welcher am Anfang des Kolbenschubes in dem kleinen Cylinder vor dem Kolben eingeschlossen ist, be-

findet sich am Ende des Kolbenshubes in dem grossen Cylinder hinter dem Kolben, hat daher während des Kolbenshubes expandierend gewirkt, und zwar gegen den kleinen Kolben zurücktreibend, gegen den grossen Kolben vorwärts treibend. Um die Rechnungen nicht zu sehr auszudehnen, wollen wir uns erlauben, die schädlichen Räume und das Volumen des Verbindungsrohres zwischen den beiden Maschinen zu vernachlässigen.

Es sei, Tafel XXVI, Fig 10, o und l für den kleinen Cylinder, O , L für den grossen Cylinder der Querschnitt und die Länge des Kolbenshubes, p die Spannung des Dampfes hinter dem kleinen Kolben während des ganzen Schubes, y die variable Spannung zwischen den beiden Kolben, nachdem der kleine Kolben einen Weg x zurückgelegt hat, r der auf einen Quadratmeter des grossen Kolbens reduzierte schädliche Widerstand. Durch r wird also überwunden: 1) der vor dem grossen Kolben herrschende Druck, 2) die Reibungswiderstände der Maschine, 3) der Widerstand, den die verschiedenen Pumpen der Bewegung entgegensetzen.

Beim Beginn des Kolbenshubes ist der kleine Dampfzylinder vor dem Kolben mit Dampf von einer Spannung p erfüllt, beträgt also diese Dampfmenge $o l (\alpha + \beta p)$ Kilogramm. Nachdem der kleine Kolben einen Weg x und gleichzeitig der grosse Kolben einen Weg $x \frac{L}{l}$ zurückgelegt hat, ist diese Dampfmenge $o l (\alpha + \beta p)$ in einem Raum $o (l - x) + O x \frac{L}{l}$ eingeschlossen und seine Spannung ist y . Daher hat man:

$$o l (\alpha + \beta p) = \left[o (l - x) + O x \frac{L}{l} \right] (\alpha + \beta y) \quad \dots (1)$$

demnach:

$$y = \left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) \frac{1}{1 + \left(\frac{OL}{ol} - 1 \right) x} - \frac{\alpha}{\beta} \quad \dots (2)$$

Am Anfange des Kolbenshubes ist $y = p$, heben sich also die Pressungen gegen die beiden Flächen des kleinen Kolbens auf, wirkt also der kleine Kolben nicht treibend, wohl aber der grosse Kolben und zwar mit voller Kraft, denn hinter dem Kolben wirkt der Dampf mit einer Spannung p .

Am Ende des Kolbenshubes ist y sehr klein und kann selbst nur gleich r sein. Dann wird am Ende des Kolbenshubes der grosse Kolben nicht getrieben, wohl aber der kleine mit einer Kraft $o (p - r)$. Diese Expansionsmaschine ist also niemals ganz kraftlos, wie dies bei einer einzylindrischen Maschine am Ende des

Kolbenschubes der Fall sein kann. Daran kann man schon erkennen, dass die Woolf'sche Maschine eine grössere Gleichförmigkeit der Bewegung gewährt, als eine eincylindrige Expansionsmaschine.

Die nützliche Wirkung eines ganzen Schubes ist nun:

$$\int_0^1 \left[o(p-y) dx + O(y-r) \frac{L}{1} dx \right] =$$

$$\int_0^1 \left(o p - O r \frac{L}{1} \right) dx + \int_0^1 \left(O \frac{L}{1} - o \right) y dx =$$

$$\left(o p - O r \frac{L}{1} \right) 1 + \left(O \frac{L}{1} - o \right) \int_0^1 y dx$$

oder wenn man für y seinen Werth aus (2) einführt:

$$\left(o p - O r \frac{L}{1} \right) 1 + \left(O \frac{L}{1} - o \right) \int_0^1 \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) \frac{1}{1 + \left(\frac{OL}{o1} - 1 \right) x} - \frac{\alpha}{\beta} \right] dx$$

Dieser Ausdruck wird durch Integration und Reduktion:

$$o1 \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) \left(1 + \log \text{nat} \frac{OL}{o1} \right) - \frac{OL}{o1} \left(\frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right]$$

Nun ist $\frac{1}{v}$ die Zeit eines Schubes und $75 N$ der in Kilogr.-Meter ausgedrückte Nutzeffekt; daher erhält man:

$$75 N = o v \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) \left(1 + \log \text{nat} \frac{OL}{o1} \right) - \frac{OL}{o1} \left(\frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right] \quad (3)$$

Bei jedem Kolbenshub wird der kleine Cylinder vom Kessel aus mit Dampf gefüllt, man hat daher:

$$S = o v (\alpha + \beta p) + s \dots \dots \dots (4)$$

Es liegt in der Natur der Sache, dass es an und für sich ganz gleichgiltig ist, ob die Expansion des Dampfes mit einem Cylinder, oder mit zwei oder drei erfolgt. Vom rein prinzipiellen Standpunkt aus beurtheilt, sind also alle Expansionsmaschinen gleichwerthig. Da aber die Maschinen mit zwei oder mehreren Cylindern in ihrer Konstruktion komplizirter sind, dadurch etwas mehr Reibung verursachen und jedenfalls auch kostspieliger sind, so würde man den

eincylindrigen Maschinen den Vorzug geben müssen, wenn nicht der Umstand wäre, dass diese Woolf'sche zweicylindrige Maschine eine grössere Gleichförmigkeit der Bewegung gewährt. Um diesen Nachtheil der eincylindrigen Expansionsmaschine zu beseitigen, werden gegenwärtig sehr oft zwei gekuppelte Maschinen, von denen jede eincylindrig ist, angewendet und die Kupplung geschieht in der Art, dass die Schwungradswelle mit zwei unter rechtem Winkel gegeneinander gestellte Kurbeln versehen wird, auf welche die beiden Maschinen einwirken. Diese gekuppelten Maschinen sind zwar noch komplizirter als eine Woolf'sche Maschine, allein wir werden in der Folge in der Schwungradstheorie erfahren, dass bei gekuppelten Maschinen ungemein leichte Schwungräder ausreichen, um einen hohen Gleichförmigkeitsgrad zu erzielen.

Wir schliessen hiermit die allgemeine Theorie der Dampfmaschinen; die Theorie der sogenannten Wasserhaltungsmaschinen oder überhaupt der einfach wirkenden Dampfmaschinen mit Ventilsteuerung werden wir bei den Pumpwerken behandeln.

Wir gehen nun zum Studium der Dampfmaschinendetails über.

Die Steuerungen.

Einleitendes. Die Steuerungen sind Vorrichtungen, durch welche das geeignete und rechtzeitige Ueberströmen des Dampfes aus dem Kessel nach dem Cylinder und Abströmen aus dem Cylinder nach dem Condensator oder in die freie Luft bewirkt wird.

Die Steuerung geschieht 1) mit Schiebern, 2) mit Ventilen, 3) mit Schiebern und mit Ventilen. Wir werden in Folgendem nur die Schiebersteuerungen erklären und die Ventilsteuerungen erst bei den einfach wirkenden Wasserhaltungsmaschinen behandeln.

Schiebersteuerungen gibt es sehr viele. Wir beschränken uns aber nur diejenigen zu erklären, welche gegenwärtig noch im Gebrauch sind.

Einfache Schiebersteuerung für nicht expandirende Maschinen. Wir legen unserer Erklärung eine Maschine mit horizontalem Cylinder zu Grunde und nehmen an, dass der Schieber direkt von der Schwungradswelle aus bewegt werde.

Auf Tafel XXVI., Fig. 11 sind f, f_1 die Dampfkanäle, die nach den Cylinderenden führen, g ist der Kanal, welcher bei condensirenden Maschinen nach dem Condensator, bei nicht condensirenden Maschinen in's Freie führt, h ist der Steuerungsschieber in seiner