

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Maschine ohne Expansion mit Condensation

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

die beiden Seiten des Kolbens) durch Ordinaten auf, so ist $w =$ Flächeninhalt von $a \alpha b \beta$ die Wirkung des Dampfes bis zum Eintritt der Expansion, $w_1 =$ Flächeninhalt von $b \beta c \gamma$ die Wirkung während der Expansion. Nennt man s die Dampfmenge in Kilogrammen, die bis zum Beginn der Expansion eingetreten ist, so ist $\frac{w + w_1}{s}$ die nützliche Wirkung, welche durch Ein Kilogramm

Dampf entsteht, während $\frac{w}{s}$ die nützliche Wirkung wäre, die durch Ein Kilogramm entstände, wenn keine Expansion statt fände. Der Vortheil der Expansion ist also augenscheinlich, und zwar um so grösser, je stärker expandirt wird. Doch darf die Expansion nicht so weit getrieben werden, dass gegen das Ende des Kolbenschubes die Dampfspannung hinter dem Kolben kleiner würde als der atmosphärische Vorderdruck, weil sonst durch den letzten Rest des Kolbenschubes eine negative Wirkung entstände.

Ein zweites Mittel, durch welches man eine Expansion des Dampfes veranlassen kann, besteht in der Anwendung zweier Cylinder von ungleichem Volumen, einem kleinen und einem grossen, von denen jeder mit einer Steuerung versehen ist, ähnlich derjenigen einer nicht expandirenden Maschine, die aber so eingerichtet sind, dass der Dampf, nachdem er während des ganzen Schubes gegen den Kolben des kleinen Cylinders gewirkt hat, in den grossen Cylinder eintritt, dann auf den grossen Kolben durch einen ganzen Schub wirkt und dann erst aus der Maschine entlassen wird. Nur ist diese Art von Expansion nicht so unmittelbar einleuchtend.

Maschine ohne Expansion mit Condensation. Wir wollen nun sehen, was durch die Condensation geleistet werden kann. Denken wir uns, dass wir den Raum vor dem Kolben nicht mit der freien Atmosphäre, sondern mit einem ganz geschlossenen Gefäss, das ganz leer ist, also weder Luft noch Dampf enthält (dem Condensator), in Kommunikation setzen, dieses Gefäss aber stets durch Einspritzen von kaltem Wasser gut abkühlen, so wird der Dampf, wenn er aus dem Cylinder in den Condensator entweicht, beinahe urplötzlich grösstentheils zu Wasser, so dass dann im Condensator und folglich auch in dem Cylinderraum vor dem Kolben nur eine ganz schwache Spannung eintritt. Sind wir im Stande diesen Zustand des Condensators dauernd zu erhalten, so haben wir bewirkt, dass die Kraft, mit welcher der Kolben fortgetrieben wird, grösser ist, als wenn der Dampf, nachdem er auf den Kolben gewirkt hat, in die Atmosphäre entweicht. Bevor wir untersuchen, welcher Vortheil daraus entsteht, wollen wir erst zu ermitteln suchen, auf welche

Weise wir im Condensator jenen Zustand mit schwacher Spannung dauernd erhalten können. Bei jedem Kolbenshub gelangt eine Cylinderfüllung Dampf in den Condensator und wird zu Wasser. Bei jedem Schub muss eine gewisse Wassermenge eingespritzt werden, um die Condensation des Dampfes fort und fort zu erhalten, der Condensator wird daher nach kurzer Zeit ganz mit Wasser gefüllt sein, wird daher bald wirkungslos. Wir müssen ihn daher durch eine Pumpe zu entleeren suchen; diese Pumpe ist die Luftpumpe genannt worden, weil das Condensationswasser viel Luft enthält, die im Condensator vermöge des in ihm herrschenden schwachen Druckes frei wird. Auch diese Luft muss nebst dem Wasser herausgepumpt werden. Allein mit dieser Luftpumpe ist die Sache noch nicht abgethan, die Condensation erfordert sehr grosse Wassermengen (20 bis 30^{Kilogramm} für 1^{Kilogramm} Dampf), die oftmals aus einem tiefen Brunnen gehoben, herbeigeschafft und in den Condensator und die denselben zur Abkühlung der Wände umgebende Wassercisterne gebracht werden müssen. Hierzu ist nun abermals eine Pumpe erforderlich (die sogenannte Kaltwasserpumpe). Der vollständige Condensationsapparat besteht also aus folgenden Theilen: 1) Condensator mit Vorrichtungen zum Einspritzen des Wassers; 2) Kaltwassercisterne, in welcher der Condensator aufgestellt wird und die fortwährend mit kaltem Wasser genährt wird; 3) der Luftpumpe zur Entleerung des Condensators; 4) der Kaltwasserpumpe, welche das zur Condensation des Dampfes erforderliche Wasser hebt und herbeischafft. Die zum Betriebe der beiden Pumpen erforderliche Kraft muss natürlich die Dampfmaschine liefern, wodurch deren Nutzleistung nicht wenig geschwächt wird. — Nun haben wir zu überlegen, ob und welche Vortheile das Condensationsprinzip gewährt. Abstrahiren wir vorläufig ganz und gar von den Reibungswiderständen der Maschine, so wie auch von dem Kraftaufwand, welcher zum Betrieb der Luftpumpe, der Kaltwasserpumpe und der Warmwasserpumpe nothwendig ist, und richten unsere Aufmerksamkeit nur auf die hinter dem Kolben und vor demselben herrschenden Pressungen. Nehmen wir beispielsweise an, im Condensator und folglich auch im Cylinder vor dem Kolben herrsche eine Spannung von $\frac{1}{4}$ einer Atmosphäre. Die Spannung des Dampfes hinter dem Kolben sei $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{5}{4}$. . . einer Atmosphäre, dann wird im ersten Falle die Hälfte, im zweiten Falle ein Drittel, im dritten ein Viertel etc. des Dampfdruckes zur Ueberwindung des schädlichen Vorderdruckes noth-

wendig sein, wird daher im ersten Falle die Hälfte, im zweiten Falle

$$\frac{\frac{3}{4} - \frac{1}{4}}{\frac{3}{4}} = \frac{2}{3}, \text{ im dritten Falle } \frac{\frac{4}{4} - \frac{1}{4}}{\frac{4}{4}} = \frac{3}{4} \text{ u. s. w. von der}$$

ganzen Kraft des Dampfes günstig verwendet. Abgesehen von dem Reibungswiderstande gibt daher eine solche Condensationsmaschine mit Dampf von nur $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{5}{4}$ Atmosphären Spannkraft eben so günstige Resultate, als eine nicht expandirende Hochdruckmaschine mit Dampf von 2, 3, 4, 5 Atmosphären Spannkraft. Berücksichtigt man aber die grösseren Widerstände, die eine Condensationsmaschine wegen der Condensatorpumpe veranlasst, so sieht man, dass bei einerlei Verhältniss zwischen Vorderdruck und Hinterdruck eine Condensationsmaschine minder gute Leistungen hervorbringt als eine Hochdruckmaschine. Hinsichtlich der Verwendung des Dampfes und des Brennstoffes sind daher im Allgemeinen diese Condensationsmaschinen gar nicht vortheilhaft, allein sie gewähren allerdings nicht unbedeutende praktische Vortheile und Annehmlichkeiten und Erleichterungen, dass man mit Dampf von sehr geringer Spannung nahezu das Gleiche erreicht, was nur durch hochgespannten Dampf erzielt werden kann, wenn nicht condensirt wird. Diese mit schwach gespanntem Dampf arbeitenden Condensationsmaschinen werden „Niederdruckmaschinen“ genannt, sie sind von *Watt* eingeführt worden, werden heut zu Tage zum Fabrikbetrieb nicht mehr gebraucht, wohl aber zum Betrieb der Dampfschiffe, 1) weil die reichliche Zubringung des Condensationswassers ohne Pumpe geschehen kann; 2) weil die gute Instandhaltung der Dichtungen bei Dampf von schwacher Spannkraft ungemein leicht erzielt werden kann; 3) weil die Anfertigung und Unterhaltung von grossen Dampfkesseln für Dampf von schwacher Spannkraft keinerlei Schwierigkeit verursacht; 4) weil diese Niederdruckdampfkessel weniger gefährlich sind als die Hochdruckkessel.

Die Mitteldruckmaschine mit Expansion mit Condensation. Wir haben gesehen, dass das Expansionsprinzip, insbesondere wenn es in einem hohen Grade angewendet wird, zu einer vortheilhaften Verwendung des Dampfes und mithin auch zu einer vortheilhaften Benutzung des Brennstoffs führt, dass dagegen das Condensationsprinzip Maschinen liefert, die mancherlei wichtige praktische Nebenvortheile gewähren, es liegt daher die Folgerung vor Augen, dass durch die gleichzeitige Anwendung beider Prinzipien Maschinen hergestellt werden, die bei einer niedrigen oder doch mässigen Dampf-