

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Die Luftexpansions-Maschine

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1853

Bestimmung der Querschnitte des Expansionscyinders und
Luftverdichtungscyinders einer zu erbauenden Maschine

[urn:nbn:de:bsz:31-266528](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266528)

Dividirt man diese Gleichung durch die Gleichung (50), so findet man:

$$\frac{\left(\frac{Q}{1}\right) - \left(\frac{W}{1}\right)}{\left(\frac{Q}{1}\right)} = \frac{1 + \alpha t_1}{\alpha (t_1 - t_0)} \left\{ 1 - \frac{1 - \frac{p}{Q}}{\lognat. \frac{p}{Q}} \right\}$$

Setzen wir: $t_0 = 10^\circ$, $t_1 = 300^\circ$, $\alpha = 0.00375$, dann wird für $\frac{p}{Q} = \frac{L}{L_1}$. . . = 2 3 4 5

$$\frac{\left(\frac{Q}{1}\right) - \left(\frac{W}{1}\right)}{\left(\frac{Q}{1}\right)} = \begin{matrix} 0.54 & 0.77 & 0.90 & 0.98 \end{matrix}$$

$$\frac{\left(\frac{W}{1}\right)}{\left(\frac{Q}{1}\right)} \dots = \begin{matrix} 0.46 & 0.23 & 0.10 & 0.02 \end{matrix}$$

Hieraus ersieht man die Nothwendigkeit der expandirenden Wirkung der Luft. Denn selbst bei schwacher Verdichtung und schwacher Expansion ist die Wirkung einer Expansions-Maschine zwei Mal so günstig, als jene einer nicht expandirenden Maschine.

Bestimmung der Querschnitte des Expansionscylinders und Luftverdichtungscylinders einer zu erbauenden Maschine.

Die Querschnitte dieser Cylinder ergeben sich aus den bereits aufgefundenen Gleichungen.

Es folgt erstens aus der Gleichung (44), Seite 46:

$$A = \frac{E_n}{V p} \left\{ \begin{array}{l} + \frac{L_1}{L} + \left(\frac{L_1}{L} + M\right) \lognat. \frac{L + M L}{L_1 + M L} \\ - \frac{r}{p} - \left(\frac{L_1}{L} + M\right) \frac{1 + \alpha t_0}{1 + \alpha t_1} \lognat. \frac{p}{Q} \end{array} \right\} \quad (53)$$

Hat man vermittelst dieses Ausdrucks A berechnet, so findet man ferner aus Gleichung (42), Seite 45:

$$a = A \frac{L}{1} \frac{p}{\mathfrak{A}} \frac{\left(\frac{L_1}{L} + M\right) \frac{1 + \alpha t_0}{1 + \alpha t_1}}{1 - m \left(\frac{p}{\mathfrak{A}} - 1\right)} \dots \dots \dots (54)$$

Auch findet man die in jeder Sekunde zu erwärmende Luftmenge q . Es ist nämlich vermöge (45):

$$q = A V \left(\frac{L_1}{L} + M\right) \frac{p}{\mathfrak{A}} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \dots \dots \dots (55)$$

Der Ausdruck für A zeigt zunächst, dass der Querschnitt des Expansionscylinde rs der Kolbengeschwindigkeit (welche in dem Ausdruck für $\left(\frac{W}{1}\right)$ Gleichung 47 nicht erscheint) umgekehrt proportional ist. Man wird also diese Geschwindigkeit so gross annehmen, als es praktische Verhältnisse nur immer erlauben. Bei den feststehenden und Schiffsdampfmaschinen ist die Kolbengeschwindigkeit in der Regel 1 bis 1.3 Meter, bei den Lokomotiven dagegen 2 bis 3 Meter. Diese letztere Geschwindigkeit ist jedoch sowohl für die Wirkung des Dampfes auf die Maschine, als auch für den soliden Fortbestand der Maschine nachtheilig; es scheint daher rathsam zu sein, bei der Luftmaschine vorläufig nur eine Kolbengeschwindigkeit von 1 bis 1.3 Meter anzunehmen.

Aus der Gleichung (53) ersieht man ferner, dass der Cylinderquerschnitt von dem Grad der Luftherhitzung abhängt. Ist t_1 sehr gross, so fällt A klein aus. Am deutlichsten erkennt man den Einfluss von $t_1 - t_0$ auf A , wenn man in den Ausdruck für A , $M = 0$, $\frac{L_1}{L} = \frac{r}{p}$ und überdies $r = \mathfrak{A}$ setzt, also eine absolut vollkommene Maschine annimmt, dann wird:

$$A = \frac{E_n}{\alpha V \mathfrak{A} \log. \frac{p}{\mathfrak{A}}} \frac{1 + \alpha t_1}{t_1 - t_0} \dots \dots \dots (56)$$

und man sieht hieraus deutlich, dass der Cylinderquerschnitt bei starker Luftherhitzung klein ausfällt. Bei schwacher Erhitzung würde der Cylinder und dadurch die ganze Maschine eine ganz unausführbare Grösse erhalten. Obgleich also, wie wir gesehen haben, die Temperatur der Luft auf die Nutzwirkung, welche aus jeder im Brennstoff enthaltenen Wärmeeinheit gewonnen werden kann,

beinahe keinen Einfluss hat, daher in dieser Hinsicht beinahe gleichgültig ist, so muss man sich doch, damit die Maschine nicht übermässig gross ausfällt, eine starke Erhitzung der Luft gefallen lassen, was, wie wir später sehen werden, zu Schwierigkeiten führt, welche die allgemeine Anwendung der Maschine fast bezweifeln lassen.

Aus dem Ausdruck (56), der jedoch nur für eine vortheilhafte Expansion annähernd richtig ist, ersieht man auch die Nothwendigkeit einer starken Compression der Luft, indem dadurch der Cylinderquerschnitt abermals verkleinert wird.

Damit also die Maschine nicht zu gross ausfällt, muss die Luft stark verdichtet und stark erhitzt werden, und muss die Geschwindigkeit des Expansionskolbens gross sein. Dies sind aber Bedingungen, deren Erfüllung zu sehr grossen praktischen Schwierigkeiten führen wird.

Was die Grösse der Verdichtungspumpe betrifft, so belehrt uns die Gleichung (54) und kann man auch ohne alle Rechnung leicht einsehen, dass eine starke Verdichtung und heftige Erhitzung der Luft und eine grosse Kolbengeschwindigkeit vortheilhaft sein müssen; denn wenn die Luft wenig verdichtet und wenig erhitzt wird, ist zur Hervorbringung einer gewissen Wirkung natürlich eine sehr grosse Luftmenge und daher auch eine grosse Pumpe nothwendig. Dadurch ist nun abermals die Konstruktion der Maschine sehr erschwert; denn es ist keine leichte Sache, eine grosse Verdichtungspumpe herzustellen, welche für eine Spannung von 3 bis 4 Atmosphären einen dauernden Luftverschluss gewährt.

Vergleichung der Luftexpansions-Maschine mit einer Dampfexpansions-Maschine hinsichtlich des Brennstoffbedarfes.

Diese Luftexpansions-Maschine könnte natürlich nur dann von einer praktischen Bedeutung werden, wenn dieselbe hinsichtlich des Brennstoffverbrauches ein bedeutend günstigeres Resultat erwarten liesse als eine gut angeordnete Dampfmaschine. Eine Vergleichung dieser Maschine hinsichtlich ihres Brennstoffverbrauches ist daher von entscheidender Wichtigkeit. Das Einfachste und Ueberzeugendste was man in dieser Hinsicht auf dem Papier thun kann, sind numerische Rechnungen.

Erstes Beispiel.

Es sei für den Heizapparat:

$$\begin{array}{llll}
 t_0 = 10^\circ & A = 200^\circ & \lambda = 2 & k = \frac{1}{253} \\
 t_1 = 200^\circ & s = 0.2669 & \xi = 6000 &
 \end{array}$$