

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Resultate für den Maschinenbau**

[Hauptband]

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1848**

Theoretische Resultate

[urn:nbn:de:bsz:31-282867](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-282867)

## Neunter Abschnitt.

### Dampfmaschinen.

252.

#### *Allgemeine Formeln für die verschiedenen Arten von Dampfmaschinen.*

Diese Formeln dienen zur Beantwortung der verschiedenen Fragen, welche über die Bewegung und den Bau der Dampfmaschinen gestellt werden können. Um die Anzahl der Formeln nicht zu sehr zu vermehren, sind für die verschiedenen Arten von Dampfmaschinen die Hauptformeln so gestellt, wie wenn es sich immer nur darum handelte, den Nutzeffect der Maschinen und den Dampfverbrauch zu berechnen. Für den Fall, dass nach anderen Grössen gefragt wird, muss man die unbekanntenen Grössen erst aus jenen zwei Hauptgleichungen aufsuchen, was keiner Schwierigkeit unterliegt.

253.

#### *Bedeutung der Buchstaben in den Formeln für Maschinen mit einem Cylinder.*

- S Dampfmenge in Kilg., welche per 1'' auf die Maschine wirkt.
- O Querschnitt des Dampfeylinders in Quadratmetre.
- D Durchmesser des Dampfeylinders.
- l Länge des Kolbenschubes.
- $l_1$  Weg, den der Kolben bei Expansionsmaschinen zurücklegt, bis die Absperrung eintritt.
- v Mittlere Geschwindigkeit des Kolbens.
- m In der Regel = 0.05 der Coefficient für den schädlichen Raum, d. h. das Verhältniss zwischen dem Volumen eines Dampfkanals + dem Volumen zwischen Deckel und Kolben, wenn letzterer am Ende des Schubs steht, zu dem Volumen, welches der Kolben bei einem Schub beschreibt.
- p Druck des Dampfes auf 1 Quadratmetre im Cylinder und hinter dem Kolben, so lange der Cylinder mit dem Kessel communicirt.

r Der totale auf 1 Quadratmetre der Kolbenfläche reducirte schädliche Widerstand, welcher der Bewegung des Kolbens entgegen wirkt. Dieser Druck r ist nahe derjenige Druck, welcher hinter dem Kolben wirken muss, um eine Maschine zu bewegen, wenn dieselbe keinen nützlichen Widerstand überwindet.

$\alpha$ ,  $\beta$  Zahlen, welche zur Berechnung des Gewichtes von 1 Kubikm. Dampf dienen; es ist:

Für Niederdruckmaschinen  $\alpha = 0.0610$   $\beta = 0.000051$   $\frac{\alpha}{\beta} = 1196$

Für Hochdruckmaschinen'.  $\alpha = 0.1427$   $\beta = 0.00004729$   $\frac{\alpha}{\beta} = 3018$

$\alpha + \beta p$  das Gewicht von einem Kubikm. Dampf, dessen Druck auf 1 Quadratmetre gleich p ist. Die Werthe von  $\alpha + \beta p$  sind in der Tabelle Nr. 223 angegeben.

s Der Dampfverlust in Kilg. und per 1 ~~Stunde~~ <sup>Stunde</sup> zwischen Kolben und Cylinder.

$\Omega$  Querschnitt der Dampfkanäle.

N Pferdekraft der Maschine.

k Eine Grösse, durch welche der Einfluss der Expansion in Rechnung gebracht wird.

h Bei Condensations-Maschinen die Tiefe, aus welcher die Kaltwasserpumpe zu heben hat.

254.

*Bedeutung der Buchstaben in den Formeln für Woolf'sche Maschinen mit zwei Cylindern.*

	Für den grössern Cylinder.	Für den kleinern Cylinder.
Querschnitt des Cylinders . . . . .	O	o
Kolbenshub . . . . .	L	l
Coefficient für den schädlichen Raum . . . . .	$m_1$	m
Geschwindigkeit des Kolbens . . . . .	V	v
p Druck des Dampfes hinter dem kleinen Kolben auf 1 Quadratmetre.		
r Der auf 1 Quadratmetre des kleinen Kolbens reducirte schädliche Widerstand der Maschine.		

$\alpha = 0.1427$ .  $\beta = 0.00004729$ ,  $\frac{\alpha}{\beta} = 3018$ .

s ~~Stündlicher~~ <sup>per 1 Stunde</sup> Dampfverlust zwischen Kolben und Cylinder.

$\mathfrak{B}$  Das Volumen des Verbindungsrohres zwischen den beiden Dampfkammern + das Volumen der Dampfkammer des grossen Cylinders.

255.

*Formeln für Waltsche Niederdruck-Maschinen.*

$$75 N = 0 (p - r) v.$$

$$S = 0 v (1 + m) (\alpha + \beta p) + s.$$

$$r = 1758 + 30 \frac{0}{\Omega} v + 45 h + 269 D + \frac{367}{D}.$$

$$s = 0.064 D (\alpha + \beta p).$$

Wenn unter den zu suchenden Grössen D vorkommt, muss man zur Berechnung von r, vorläufig für D einen Schätzungswert annehmen, was wohl erlaubt ist, da der Einfluss von D auf r nicht sehr gross ist.

256.

*Formeln für Hochdruck-Maschinen ohne Condensation, ohne Expansion.*

$$75 N = 0 v (p - r).$$

$$S = 0 v (1 + m) (\alpha + \beta p) + s.$$

$$\alpha = 0.1427. \quad \beta = 0.00004729, \quad \frac{\alpha}{\beta} = 3018.$$

Die Werthe von r und s

für p = 20000	ist r = 10652 + 42 $\frac{0}{\Omega}$ v + 531 D + $\frac{414}{D}$	und s = 0.076 D
" p = 30000	" r = 11044 + 38 $\frac{0}{\Omega}$ v + 635 D + $\frac{621}{D}$	" s = 0.107 D
" p = 40000	" r = 11469 + 71 $\frac{0}{\Omega}$ v + 1090 D + $\frac{828}{D}$	" s = 0.138 D
" p = 50000	" r = 12450 + 114 $\frac{0}{\Omega}$ v + 1610 D + $\frac{1005}{D}$	" s = 0.157 D

257.

Formeln für Hochdruck-Maschinen ohne Condensation mit Expansion.

$$75 N = 0 \cdot v \left\{ \left( \frac{\alpha}{\beta} + p \right) k - \left( \frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right\}.$$

$$S = 0 \cdot v \left( \frac{1}{l} + m \right) (\alpha + \beta p) + s.$$

$$\alpha = 0.1427, \quad \beta = 0.00004729, \quad \frac{\alpha}{\beta} = 3018.$$

Die Werthe von r und s

$$\text{für } p = 20000 \text{ ist } r = 10652 + 16.66 \frac{0}{\Omega} v \left( 2.1 \frac{1}{l} - 1 \right)^{1.64} + 531 D + \frac{414}{D} \quad \text{und } s = 0.076 D$$

$$, \quad p = 30000 \text{ ist } r = 11044 + 16.66 \frac{0}{\Omega} v \left( 3.0 \frac{1}{l} - 1 \right)^{1.64} + 635 D + \frac{621}{D} \quad \text{und } s = 0.107 D$$

$$, \quad p = 40000 \text{ ist } r = 11469 + 16.66 \frac{0}{\Omega} v \left( 3.6 \frac{1}{l} - 1 \right)^{1.64} + 1090 D + \frac{828}{D} \quad \text{und } s = 0.138 D$$

$$, \quad p = 50000 \text{ ist } r = 12450 + 16.66 \frac{0}{\Omega} v \left( 4.2 \frac{1}{l} - 1 \right)^{1.64} + 1610 D + \frac{1005}{D} \quad \text{und } s = 0.157 D.$$

Werthe von k.

$$k = \frac{1}{l} + \left( \frac{1}{l} + m \right) \log \text{nat.} \frac{1 + m l}{l + m l} \left[ 1 - \frac{0.08}{v D} \log \text{nat.} \frac{l + m l}{l + m} \right].$$

Setzt man  $D = 0.5$ ,  $v = 1.3$ ,  $m = 0.05$  so wird:

$$\text{für } \frac{1}{l} = \frac{3}{4} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5}$$

$$k = 0.958 \quad 0.846 \quad 0.685 \quad 0.568 \quad 0.535.$$

258.

*Formeln für Mitteldruck-Maschinen mit einem Cylinder mit Expansion, mit Condensation.*

$$75 N = 0 v \left\{ \left( \frac{\alpha}{\beta} + p \right) k - \left( \frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right\}$$

$$S = 0 v (\alpha + \beta p) \left( \frac{1}{1} + m \right) + s$$

$$\alpha = 0.1427 \quad \beta = 0.00004729 \quad \frac{\alpha}{\beta} = 3018$$

Werthe von r und von s.

$$\text{für } p = 15000 \text{ ist } r = 1800 + 16.66 \left( 5 \frac{1}{1} - 1 \right)^{1.64} + 45 h + 269 D + \frac{367}{D} \text{ und } s = 0.057 D$$

$$, p = 20000 \text{ ist } r = 2000 + 16.66 \left( 8 \frac{1}{1} - 1 \right)^{1.64} + 90 h + 579 D + \frac{555}{D} \text{ und } s = 0.076 D$$

$$, p = 30000 \text{ ist } r = 2540 + 16.66 \left( 11 \frac{1}{1} - 1 \right)^{1.64} + 135 h + 1058 D + \frac{744}{D} \text{ und } s = 0.107 D$$

$$, p = 40000 \text{ ist } r = 3196 + 16.66 \left( 14 \frac{1}{1} - 1 \right)^{1.64} + 180 h + 1697 D + \frac{1028}{D} \text{ und } s = 0.157 D$$

Werthe von k.

$$k = \frac{1}{1} + \left( \frac{1}{1} + m \right) \lognat. \frac{1}{1} + \frac{m}{1} \left[ 1 - \frac{0.08}{v D} \lognat. \frac{1}{1} + \frac{m}{1} \right]$$

Für  $D = 0.5$ ,  $v = 1.3$ ,  $m = 0.05$  findet man:

$$\text{für } \frac{1}{1} = \frac{3}{4} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5}$$

$$, k = 0.958 \quad 0.846 \quad 0.685 \quad 0.568 \quad 0.535$$

259.

Formeln für Woolf'sche Maschinen mit 2 Cylindern, mit Condensation, mit Expansion.

$$75 N = 0 v \left\{ \left( \frac{\alpha}{\beta} + p \right) k - \left( \frac{OL}{0.1} \frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right\}$$

$$S = 0 v \left( \frac{OL}{m \cdot 0.1 + OL} \right) (1 + m) (1 + m_1) (\alpha + \beta p) + s$$

$$\alpha = 0.1427, \quad \beta = 0.00004729, \quad \frac{\alpha}{\beta} = 3018$$

für  $p = 15000$  ist  $r = \frac{OL}{0.1} \left[ 1800 + 16.66 \left( 5 \frac{0.1}{OL} - 1 \right)^{1.64} \right] + 45 h + 269 D + \frac{367}{D} + \frac{360}{d}, s = 0.057 D$

„  $p = 20000$  ist  $r = \frac{OL}{0.1} \left[ 2000 + 16.66 \left( 8 \frac{0.1}{OL} - 1 \right)^{1.64} \right] + 90 h + 579 D + \frac{555}{D} + \frac{480}{d}, s = 0.076 D$

„  $p = 30000$  ist  $r = \frac{OL}{0.1} \left[ 2540 + 16.66 \left( 11 \frac{0.1}{OL} - 1 \right)^{1.64} \right] + 135 h + 1058 D + \frac{744}{D} + \frac{720}{d}, s = 0.107 D$

„  $p = 40000$  ist  $r = \frac{OL}{0.1} \left[ 3196 + 16.66 \left( 14 \frac{0.1}{OL} - 1 \right)^{1.64} \right] + 135 h + 1058 D + \frac{1028}{D} + \frac{960}{d}, s = 0.157 D$

$$k = 1 + (1 + m) \left( 1 + \frac{\frac{2S}{0.1} + \frac{OL}{0.1} m_1}{m + \frac{OL}{0.1}} \right) \text{lognat.} \quad \frac{\frac{OL}{0.1} (1 + m_1) + \frac{2S}{0.1} + m}{1 + m + \frac{2S}{0.1} + \frac{OL}{0.1} m_1}$$

260.

*Bestimmung des Gewichtes eines Schwungrades.*

Die folgende Regel zur Bestimmung des Gewichtes eines Schwungrades kann nur dann gebraucht werden, wenn die Arbeitsmaschinen, welche durch die Dampfmaschine getrieben werden sollen, einen vollkommen oder wenigstens nahe unveränderlichen Widerstand verursachen. Die Bestimmung des Gewichtes der Schwungräder für Arbeitsmaschinen, die einen veränderlichen Widerstand verursachen, oder bei deren Betrieb Massenstöße vorkommen, wird bei den speziellen Arbeitsmaschinen angegeben werden.

Nennt man:

N die Pferdekraft der Maschine;

P das Gewicht in Kilg. des Schwungrades;

V die Umfangsgeschwindigkeit des Rades;

n die Anzahl der Umdrehungen des Schwungrades per 1 Minute;

s das Verhältniss zwischen der Länge der Kurbel und jener der Schubstange;

x den Expansionscoefficienten, d. h. die Zahl, welche angibt, wie oft-mal der Dampf in der Maschine sich ausdehnt. Für Maschinen ohne Expansion ist  $x = 1$ , für Expansionsmaschinen mit einem Cylinder ist x gleich dem Verhältniss aus der Länge des Kolbenschubes zur Länge des Weges, den der Kolben zurücklegt, bis die Absperrung eintritt;

i ein Coefficient, durch welchen ausgedrückt wird, wie gross die Ungleichförmigkeit der Bewegung des Schwungrades sein darf. Es ist nämlich i das Verhältniss aus der Differenz zwischen der grössten und kleinsten Geschwindigkeit des Schwungrades und der mittleren Geschwindigkeit desselben.

Dies vorausgesetzt, hat man:

$$P V^2 = \alpha \frac{i N}{n}$$

wobei  $\alpha = 4647 (1 + s) \{ 0.77 + 0.23 x - 0.017 x^2 \}$

Die Werthe von  $\alpha$  für verschiedene Werthe von s und x sind in folgender Tabelle enthalten.

	x=1	x=2	x=3	x=4	x=5	x=6	x=7
$s = \frac{1}{4}$	5716	6740	7610	8250	8771	9004	9120
$s = \frac{1}{5}$	5487	6470	7305	7920	8420	8643	8755
$s = \frac{1}{6}$	5335	6290	7103	7700	8186	8403	8512

Für  $i$  sind folgende Werthe zu nehmen:

- $i = 20$  bis  $30$  für Arbeitsmaschinen, die einige Ungleichförmigkeit der Bewegung erlauben;  
 $i = 30$  bis  $40$  für Arbeitsmaschinen, die ziemlich gleichförmig arbeiten sollen;  
 $i = 40$  bis  $60$  für Arbeitsmaschinen, welche einen hohen Grad von Gleichförmigkeit erfordern.

261.

*Abmessungen des Schwungrades.*

Nennt man:

- $P$  das Gewicht des Schwungrades;  
 $R$  den Halbmesser desselben;  
 $b$  die Breite des Schwungringes, parallel mit der Axe gemessen;  
 $a$  die radiale Dimension des Ringes;  
 $l$  die Länge des Kolbenshubes der Maschine;

so hat man, wenn das Schwungrad mit der Kurbelwelle verbunden ist:

$$R = 1.5 l \text{ bis } 2 l \text{ Metres.}$$

$$b = \frac{1}{300} \sqrt{\frac{P}{R}} \quad "$$

$$a = 2 b \quad "$$

Resultate zur praktischen Bestimmung der Dimensionen  
für neu zu erbauende Dampfmaschinen.

262.

*Erklärung des Inhaltes der folgenden Nummern 263 bis 272.*

Die Resultate, welche in diesen Nummern zusammengestellt sind, geben alle wesentlicheren Daten und Dimensionen für neu zu erbauende Maschinen.

Die Nummern 263, 265, 267, 269, 271, enthalten die Hauptdaten für die Construction von verschiedenartigen Dampfmaschinen bis zu 100 oder 140 Pferdekraft. Nämlich Durchmesser des Dampfzylinders, Länge des Kolbenschubes, Geschwindigkeit des Kolbens, Anzahl der Umdrehungen der Kurbelwelle per 1', Dampfverbrauch, Heizfläche des Kessels per 1 Pferdekraft, Kohlenverbrauch. Diese Resultate sind vermitteltst der in den vorhergehenden Nummern 255 bis 259 zusammengestellten Formeln berechnet worden.

Die Nummern 264, 266, 268, 270, 272 geben für verschiedene Arten von Maschinen die Dimensionen aller Bestandtheile, durch den Durchmesser des Dampfzylinders ausgedrückt. Diese Bestimmungsart für die Dimensionen beruht auf dem Grundsatz, dass Maschinen der gleichen Art geometrisch ähnlich gebaut werden dürfen, vorausgesetzt, dass die Spannung des Dampfes bei allen Maschinen der gleichen Art einerlei Werth haben soll.

Die nominalen Pferdekräfte entsprechen den Dampfspannungen und Kolbengeschwindigkeiten, welche in den Tabellen angegeben sind.