

SAMMLUNG GÖSCHEN BAND 579

Technische Tabellen und Formeln

Von Prof. Dr.-Ing. W. Müller

Mit 105 Figuren

Vierte, verbesserte und erweiterte Auflage

bearbeitet von

Dr.-Ing. Erich Schulze

Oberingenieur a. d. Techn. Universität Berlin



W a l t e r d e G r u y t e r & C o .

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag, Verlags-
buchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.

Berlin 1951

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten

Archiv-Nr. 110579

Druck von Walter de Gruyter & Co., Berlin W 35

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis.

I. Kapitel.

Wärme.

	Seite
§ 1. Allgemeines der mechanischen Wärmetheorie	5
§ 2. Zustandsänderungen der Gase	9
§ 3. Arbeitsprozesse	11
§ 4. Wärmewirkungsgrade von Kesseln, Gaserzeugern und Kraftmaschinen	14
§ 5. Ausfluß der Gase und Dämpfe aus Öffnungen	15
§ 6. Wasserdampf tabel	16
§ 7. Spez. Wärme fester, flüssiger und gasförmiger Körper	18
§ 8. Schmelz- oder Gefrier- und Siedepunkte	20
§ 9. Schmelzwärme	21
§ 10. Kältemischungen	22
§ 11. Verdampfungswärme	22
§ 12. Wärmeausdehnung	23
§ 13. Längenschwindmaße von Metallen und Hölzern	25
§ 14. Wärmeleitung und Wärmestrahlung	27
§ 15. Chemische Zusammensetzung der wichtigsten Brennstoffe	30
§ 16. Heizwerte	32
§ 17. Glühfarben und Glühtemperaturen des Eisens	34

II. Kapitel.

Festigkeit.

§ 1. Zeichenerklärung	34
§ 2. Zug und Druck	35
§ 3. Schub (Scherung)	37
§ 4. Festigkeitszahlen	38
§ 5. Chemische Zusammensetzung von Gußeisen	39
§ 6. Zulässige Beanspruchung	39
§ 7. Trägheitsmomente und Widerstandsmomente	46
§ 8. Normalprofile	51
§ 9. Biegung	59
§ 10. Knickung	64
§ 11. Verdrehung	65
§ 12. Zusammengesetzte Festigkeit	68
§ 13. Federn	68
§ 14. Festigkeit von Platten	71
§ 15. Festigkeit von Gefäßen	73
§ 16. Belastungsannahmen und Eigengewichte für Hochbau	75
§ 17. Spez. Gewichte fester, flüssiger und gasförmiger Körper	80
§ 18. Reibung	83.

III. Kapitel.

Maschinenelemente.

	Seite
§ 1. Keile	85
§ 2. Schrauben	88
§ 3. Nieten	92
§ 4. Zahnräder	96
§ 5. Reib- und Keilräder	99
§ 6. Riemen- und Seiltrieb	100
§ 7. Ketten	105
§ 8. Zapfen	106
§ 9. Kugellager	108
§ 10. Wellen und Achsen	109
§ 11. Bremsvorrichtungen	112
§ 12. Einfache Maschinen	114
§ 13. Dampfkessel	116
§ 14. Gußeiserne Rohre	121

IV. Kapitel.

Elektrotechnik.

§ 1. Maßeinheiten	123
§ 2. Magnetismus	124
§ 3. Selbstinduktion	127
§ 4. Gegenseitige Induktion	129
§ 5. Hysterisis	129
§ 6. Ohmsches Gesetz; Widerstand	131
§ 7. Kirchhoffsche Gesetze	135
§ 8. Joulesches Gesetz	136
§ 9. Faradaysches Gesetz	136
§ 10. Atomgewichte und chemische Konstanten der wichtigsten Elemente	138
§ 11. Kapazität (Kondensator)	139
§ 12. Durchschlagwiderstand	142
§ 13. Batterien	143
§ 14. Leitungen	144
§ 15. Wechselstromkreise	148

Anhang.

Maße und Gewichte von Deutschland, England und Vereinigten Staaten von Amerika	152
---	-----

Literatur.

- W. Müller, Materialprüfung und Baustoffkunde für den Maschinenbau (Verlag R. Oldenbourg, München).
 Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch.
 Hütte, Taschenbuch für Eisenhüttenleute.
 Hütte, Taschenbuch der Stoffkunde.
 Deutsche Industrie-Normen.
 Foehrster, Taschenbuch für Bauingenieure.
 v. Rziha und Sidener, Starkstromtechnik, Taschenbuch für Elektrotechniker.
 Uhlund, Kalender für Maschineningenieure.
 Schultz, Mathematische und Technische Tabellen.
 Uppenborn, Deutscher Kalender für Elektrotechniker.
 Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik.
 Freytag, Hilfsbuch für den Maschinenbau.
 D u b e l, Taschenbuch für den Maschinenbau.
-

I. Kapitel.

Wärme.

§ 1. Allgemeines der mechanischen Wärmetheorie.

Als wichtigstes Gesetz für vollkommene Gase gilt die Zustandsgleichung, welche zugleich das Gay-Lussac-Boyle'sche, sowie das Mariottesche Gesetz in sich vereinigt.

Es sei

P der absolute Druck des Gases in kg/m^2 ,

V der Rauminhalt in m^3 ,

G das Gewicht in kg ,

$v = \frac{V}{G}$ der Rauminhalt (spez. Volumen) in m^3/kg ,

t Temperatur in $^{\circ}\text{C}$,

$T = 273 + t$ die absolute Temperatur ($^{\circ}\text{Kalvin}$),

R die Gaskonstante,

dann besteht die Gleichung

$$P \cdot v = R \cdot T$$

oder

$$P \cdot V = G \cdot R \cdot T.$$

Nach dem Avogadroschen Gesetz, wonach gleiche Räume bei gleichem Druck und gleicher Temperatur für alle Gase dieselbe Anzahl Moleküle enthalten, folgt, daß R umgekehrt proportional ist dem Molekulargewicht m bzw. dem spez. Gewicht γ des Gases

$$R = \frac{848}{m},$$

während das spez. Gewicht $\gamma = \frac{m}{22,4}$ ist.

Wärme.

Gas	Chem. Zeichen	Atomzahl	Molekulargewicht m	Spez. Gewicht $\text{kg./N}^m\text{s}^2$	Dichte bez. auf Luft	Gas-Konstante R	Spez. Wärme für 1 kg		$x = \frac{c_p}{c_v}$
							c_p	c_v	
Luft	—	—	28,96	1,293	1,000	29,27	0,239	0,171	1,40
Sauerstoff	O ₂	2	32,00	1,429	1,1053	26,5	0,219	0,157	1,40
Stickstoff	N ₂	2	28,02	1,25	0,9721	30,26	0,2482	0,177	1,40
Wasserstoff	H ₂	2	2,016	0,0899	0,0695	420,6	3,4	2,415	1,41
Stickoxyd	NO	2	30,01	1,34	1,0367	28,25	0,238	0,172	1,40
Kohlensoxyd	CO	2]	28,01	1,25	0,9669	30,29	0,248	0,177	1,40
Kohlensäure	CO ₂	3	44,01	1,977	1,529	19,27	0,1957	0,1505	1,30
Stickoxydul	N ₂ O	3	44,02	1,978	1,530	19,26	0,213	0,168	1,27
Schweflige Säure	SO ₂	3	64,06	2,926	2,263	13,24	0,1453	0,1143	1,27
Ammoniak	NH ₃	4	17,03	0,7714	0,5967	49,79	0,491	0,374	1,31
Azetylen	C ₂ H ₂	4	26,04	1,171	0,9057	32,59	0,361	0,2904	1,26
Methan	CH ₄	5	16,04	0,717	0,5545	52,9	0,576	0,391	1,32
Äthylen	C ₂ H ₄	6	28,05	1,26	0,975	30,25	0,385	0,308	1,25

*) 1 $N^m\text{s}^2 = 1 m^2$ bei 0° 760 mm Q. S.

Bei Gasen ist zwischen der spez. Wärme bei konstantem Druck c_p und derjenigen bei konstantem Volumen c_v zu unterscheiden; hierbei ist stets

$$c_p - c_v = AR \approx \frac{2}{m},$$

wobei $A = \frac{1}{427}$ das mechanische Wärmeäquivalent ist.

Für zweiatomige Gase berechnet sich

$$\frac{c_p}{c_v} = \kappa = 1,4,$$

$$c_v = \frac{5}{m},$$

$$c_p = \frac{7}{m}.$$

Während sich die Größen c_p und c_v auf 1 kg des Gases beziehen, geschieht die Umrechnung der spez. Wärmen auf 1 Nm³ (Norm-Kubikmeter = 1 m³ bei 0° C und 760 mm Q. S.) nach den folgenden Gleichungen:

$$C_p = \gamma \cdot c_p = \frac{m}{22,4} \cdot c_p,$$

$$C_v = \gamma \cdot c_v = \frac{m}{22,4} \cdot c_v,$$

$$C_p - C_v = 0,089.$$

Liegen Gasmischungen aus Gasen von den Gewichtsanteilen $g_1, g_2, g_3 \dots$, den Raumanteilen $r_1, r_2, r_3 \dots$ und den Teildrücken $P_1, P_2, P_3 \dots$ vor, so gelten als Beziehung zwischen den Gewichts- und Raumanteilen die Formeln:

$$g_1 = \frac{r_1 m_1}{\sum(r_i m_i)},$$

$$g_2 = \frac{r_2 m_2}{\sum(r_i m_i)}.$$

Nach dem Gesetz von Dalton setzt sich der Gesamt-

druck einer Mischung aus den Teildrücken der einzelnen Gase zusammen. Da diese sich wie ihre Raumteile verhalten, ist

$$P_1 : P_2 : P_3 \cdots = r_1 : r_2 : r_3 \cdots$$

Es ist

$$P_1 + P_2 + P_3 \cdots = P,$$

somit

$$r_1 = \frac{P_1}{P},$$

$$r_2 = \frac{P_2}{P} \text{ usw.}$$

Die Gaskonstante für Mischungen berechnet sich aus der Gleichung

$$R_m = \Sigma(g_i R_i) = 848 \Sigma \left(\frac{g_i}{m_i} \right) = \frac{848}{\Sigma(r_i m_i)}.$$

Die spez. Wärme von Gasgemischen ist gleich der Summe der Produkte aus den Gewichtsteilen mit den spez. Wärmen der Einzelgase:

$$c_{pm} = \Sigma(g_i c_{pi}),$$

$$c_{vm} = \Sigma(g_i c_{vi}).$$

Das Gewicht von 1 m³ eines Gases bzw. eines Gasgemisches in kg berechnet sich, falls P und t gegeben sind, nach der Formel

$$\frac{1}{v} = \gamma = \frac{P}{R T},$$

oder wenn der spez. Druck P als H mm Q.S. bekannt ist,

$$\gamma = 13,596 \frac{H}{R} \frac{1}{(273 + t)}.$$

Hieraus ergibt sich das Gewicht G kg von V m³ trockener Luft von t° zu

$$G = 0,465 \frac{H V}{273 + t}.$$

Ist $P = 10\,000 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2$, so ist

$$G = \frac{1,252}{1 + \alpha t} V,$$

wobei $\frac{1}{273} = \alpha$ gesetzt ist.

Feuchte Luft wird nach den Formeln für Gasgemische berechnet.

§ 2. Zustandsänderungen der Gase.

Im folgenden sind die wichtigsten Formeln für Zustandsänderungen von Gasen zur Berechnung der Wärmemenge und der geleisteten Arbeit angegeben.

Es bezeichne

Q die Wärmemenge in kcal,

P den absoluten Druck in kg/m^2 ,

p den Druck in kg/cm^2 ,

$T = 273 + t$ die absolute Temperatur,

t die Temperatur in $^{\circ}\text{C}$,

V den Rauminhalt in m^3 ,

G das Gewicht in kg,

$v = \frac{V}{G}$ das spez. Volumen in m^3/kg ,

$A = \frac{1}{427}$ das mechanische Wärmeäquivalent
(1 kcal = 427 mkg),

L die geleistete Arbeit.

Zwischen den beiden Gaszuständen 1 und 2 mögen folgende Zustandsänderungen stattfinden:

1. V konstant (Isochore):

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2},$$

$$Q = Gc_v(t_2 - t_1) = \frac{A}{x-1} V(P_2 - P_1).$$

2. P konstant (Isobare):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2},$$

$$L = P(V_2 - V_1) = GR(t_2 - t_1),$$

$$Q = Gc_p(t_2 - t_1) = \frac{x}{x-1} AL.$$

3. T konstant (Isotherme):

$$PV = \text{konstant},$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1},$$

$$L = GR T \ln \frac{P_1}{P_2} = P_1 V_1 \ln \frac{P_1}{P_2},$$

$$Q = AL.$$

4. $Q = 0$ (Adiabate):

$$PV^x = \text{konstant},$$

$$TV^{x-1} = \text{konstant},$$

$$\frac{T}{P^{\frac{x-1}{x}}} = \text{konstant}$$

oder

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^x,$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{x-1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{x-1}{x}}.$$

$$L = \frac{Gc_v}{A}(t_1 - t_2) = \frac{P_1 V_1}{x-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right).$$

5. Polytrope:

$$PV^n = \text{konstant}, \quad 1 < n < x,$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^n,$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{n-1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{n-1}{n}},$$

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{GR}{n-1} (t_1 - t_2) = \frac{P_1 V_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n-1} \right] \\
 &= \frac{P_1 V_1}{n-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = \frac{P_1 V_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right] \\
 Q &= \frac{x-n}{x-1} AL.
 \end{aligned}$$

§ 3. Arbeitsprozesse.

1. Carnotscher Kreisprozeß.

Der Carnotsche Kreisprozeß wird gebildet durch 2 Isothermen 1—2 und 3—4, sowie 2 Adiabaten 2—3 und 4—1. Für die isothermische Expansion 1—2 ist T_1 konstant; die Temperatur sinkt jedoch während der folgenden adiabatischen Expansion von 2—3 auf T_2 . Von Punkt 3 aus

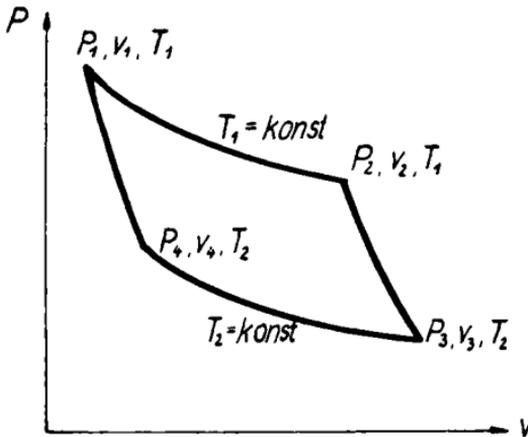


Fig. 1.

geschieht nun eine Kompression unter konstanter Temperatur T_2 bis zum Punkt 4, woselbst eine adiabatische Kompression bis zum Punkt 1 unter einer Temperaturerhöhung von T_2 auf T_1 einsetzt. (Fig. 1.)

Es bestehen für ihn die Gleichungen

$$P_1 : P_2 = P_4 : P_3 \text{ oder } P_1 P_3 = P_2 P_4,$$

$$T_1 : T_2 = T_4 : T_3 \text{ oder } T_1 T_3 = T_2 T_4,$$

$$v_1 : v_2 = v_4 : v_3 \text{ oder } v_1 v_3 = v_2 v_4,$$

$$v_1 P_1 = v_2 P_2,$$

$$\left(\frac{P_1}{P_4}\right)^{\frac{x-1}{x}} = \left(\frac{P_2}{P_3}\right)^{\frac{x-1}{x}} = \left(\frac{v_4}{v_1}\right)^{x-1} = \left(\frac{v_3}{v_2}\right)^{x-1} = \frac{T_1}{T_2},$$

$$L = GR(T_1 - T_2) \ln \left(\frac{P_1}{P_2}\right) = P_4 v_4 \left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right) \ln \left(\frac{P_1}{P_2}\right).$$

Der Wirkungsgrad η ist gleich $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$.

2. Kreisprozeß gebildet aus 2 Polytropen mit gleichem Exponenten n und 2 Kurven $V = \text{konstant}$. (Fig. 2.)

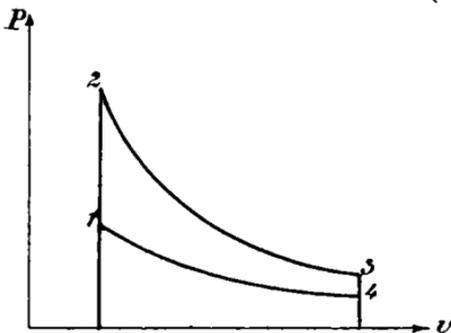


Fig. 2.

Dieser Kreisprozeß gilt für Gasmaschinen. Es bestehen die Gleichungen

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_4}{T_3} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_4}{P_3},$$

$$\frac{T_1}{T_4} = \frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{P_1}{P_4}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{P_2}{P_3}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{V_{4(3)}}{V_{1(2)}}\right)^{n-1},$$

$$L = \frac{P_4 V_4}{n-1} \left(\frac{P_2}{P_1} - 1\right) \left[\left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{n-1} - 1 \right].$$

Wenn die Kurven 1 — 4 und 2 — 3 Adiabaten sind, so ist n durch x zu ersetzen. Für diesen Fall gelten dann noch die Formeln

$$L = \frac{Gc_v}{A} (T_2 - T_1 - T_3 + T_4) = \frac{Gc_v}{A} T_4 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) \left[\left(\frac{V_4}{V_1} \right)^{x-1} - 1 \right],$$

$$\eta = 1 - \frac{T_3}{T_2} = 1 - \left(\frac{V_3}{V_2} \right)^{x-1}.$$

3. Arbeitsprozeß eines Kompressors. (Fig. 3.)

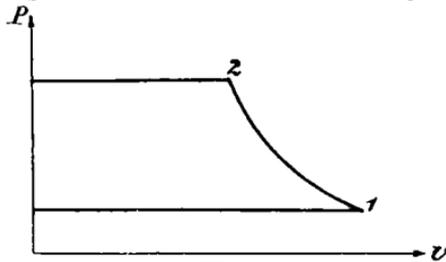


Fig. 3.

Der schädliche Raum sei vernachlässigt und die Kompression erfolge vom Punkt 1 bis 2:

a) nach einer Isotherme:

dann ist

$$L = G R T_1 \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = P_1 V_1 \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right),$$

$$T_1 = T_2, \quad P_1 V_1 = P_2 V_2,$$

$$Q_{12} = A L;$$

b) nach einer Adiabate:

$$L = G \frac{x}{x-1} R (T_2 - T_1) = P_1 V_1 \frac{x}{x-1} \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

$$= P_1 V_1 \frac{x}{x-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} - 1 \right].$$

Für die Polytrope ist x durch n zu ersetzen.

$$Q_{12} = \frac{x-n}{x-1} \frac{1}{n} A L.$$

§ 4. Wärmewirkungsgrade von Kesseln, Gas- erzeugern und Kraftmaschinen.

Betriebsmäßige Belastung; hochwertige Brennstoffe.

Betriebsart	Kessel oder Gaserzeuger	Kraftmaschine	
		ausschl. Kessel oder Gaserzeuger	einschl. Gaserzeuger
Kessel mit Überhitzer und Was- servorwärmer (Kohlenfeuerung)	70÷80	—	—
Kessel (Gasfeuerung)	70÷85	—	—
Abstichgaserzeuger mit Koks und voller Wärmeausnützung	82÷89	—	—
Gewöhnlicher Gaserzeuger mit vol- ler Wärmeausnützung und ohne Gewinnung von Nebenerzeugen- nissen	75÷85	—	—
Kaltgaserzeuger mit Teergewin- nung	65÷80	—	—
Kaltgaserzeuger mit Teer- und Ammoniakgewinnung	50÷60	—	—
Hochofen als Gaserzeuger	45÷55	—	—
Koksöfen mit Kaltgas- und Koka- gewinnung	75÷80	—	—
Gasanstalt mit Kaltgas- und Koksgewinnung	60÷75	—	—
Dampflokomotive	—	—	3÷7
Kleine Auspuffmaschine, Dampf- pressen und -scheren (ungleich- mäßiger Betrieb)	—	—	3÷6
Auspuffdampfmaschine bei Vollast	—	—	7÷9
Kolbenmaschine mit Kondensator	—	—	9÷16
Dampfturbine mit Großkraftwerk	—	—	13÷17
Großgasmaschine	—	20÷24	—
Großgasmaschine mit Abhitze- kessel	—	23÷28	—
Großgasmaschine mit Abhitze- kessel und Kühlwasserverdamp- fung	—	25÷31	—
Großgasmaschine mit Abhitze- kessel	—	—	18÷22
Großgasmaschine mit Abhitze- kessel und Teergewinnung	—	—	17÷21
Großgasmaschine mit Abhitze- kessel, Teer- und Ammoniak- gewinnung	—	—	13÷17
Großgasmaschine mit Abhitze- kessel, Kühlwasserverdampfung und Ausnutzung des Dampfes für Heizzwecke	—	—	55
Dampfmaschine mit Ab- und Zwischendampfverwertung	—	—	÷ 70
Dieselmachine ohne Abhitze- und Kühlwasserverwertung	—	28÷35	—

§ 5. Ausfluß der Gase und Dämpfe aus Öffnungen.

Es bezeichne

F den Querschnitt der Ausflußöffnung in m^2 ,

P_1 den konstanten Druck im Ausflußgefäß in kg/m^2 ,

P_2 den Druck in der Mündungsebene in kg/m^2 ,

t_1 die Temperatur im Ausflußgefäß in $^\circ\text{C}$,

v_1 das spez. Volumen in m^3/kg bei dem Druck P_1
und der Temperatur t_1 ,

α den Kontraktionskoeffizienten,

φ den Geschwindigkeitskoeffizienten,

$\mu = \alpha\varphi$ den Ausflußkoeffizienten,

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$,

$x = \frac{c_p}{c_v}$,	für Luft	$x = 1,41$,
	für ges. Wasserdampf	$x = 1,135$,
	für überh. Wasserdampf	$x = 1,33$.

Nach Zeuner ist die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases

$$w = \varphi \sqrt{2g \frac{x}{x-1} P_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} \right]} \text{ m/s}$$

und die Ausflußmenge

$$Q = \mu F \sqrt{2g \frac{x}{x-1} \frac{P_1}{v_1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{2}{x}} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{x+1}{x}} \right]} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Die Reibung kann statt durch Einführung des Wertes φ durch passende Annahme von m (statt x) berücksichtigt werden. m heißt Ausflußexponent und ist $< x$. Dann wird

$$Q = \alpha F \sqrt{2g \frac{x}{x-1} \frac{P_1}{v_1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{2}{m}} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m+1}{m}} \right]}.$$

Hierin ist

$$m = \frac{x(1 + \zeta)}{1 + x\zeta}.$$

ζ heißt Widerstandszahl.

Koeffizienten nach Grashof und Weisbach:

Art der Ausfluß- mündung	$\frac{P_1}{P_2}$	α	φ	ζ	m	μ
Kreisförmig (14 mm \varnothing) in dünner Wand	1,05	0,654	0,981	0,04	1,388	0,641
	1,09	0,651	0,981	0,04	1,388	0,638
	1,36	0,649	0,981	0,04	1,388	0,635
Kurzes zylindr. Ansatzrohr (14 mm \varnothing)	1,08	1	0,821	0,490	1,243	0,815
	1,41	1	0,838	0,444	1,252	0,813
	1,70	1	0,866	0,362	1,271	0,831
Kurzes konisches Ansatz- rohr (10 mm \varnothing an Mündung)	1,24	1	0,983	0,034	1,392	0,981
	1,38	1	0,990	0,022	1,398	0,988
	1,60	1	0,975	0,054	1,381	0,969

§ 6. Wasserdampf tabel.

Dampfdruck		Temperatur t	Flüssigkeits- wärme i'	Verdampfungswärme r			Gesamt- wärme i''	Spez. Gewicht γ''	Spez. Volumen v''
p	h			innere e	äußere $A \cdot P \cdot (v'' - v')$				
kg/cm ²	mm Q.S.	°C	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kg/m ³	m ³ /kg	
0,1	73,6	45,45	45,41	536,6	35	617,0	0,0669	14,95	
0,2	147,1	59,67	59,61	527,0	36,5	623,1	0,1283	7,795	
0,4	294,2	75,42	75,36	516,0	38,1	629,5	0,2458	4,069	
0,6	441,3	85,41	85,41	508,9	39,1	633,4	0,3594	2,783	
0,8	588,4	92,99	92,99	503,4	39,8	636,2	0,4705	2,125	
1,0	735,5	99,09	99,12	499,0	40,4	638,5	0,5797	1,725	
1,2	882,6	104,25	104,32	495,1	40,9	640,3	0,6875	1,455	
1,4	1030	108,74	108,85	491,9	41,2	642,0	0,7942	1,259	
1,6	1177	112,73	112,89	489,0	41,6	643,5	0,8999	1,111	
2,0	1471	119,62	119,87	483,7	42,2	645,8	1,109	0,9016	
2,5	1839	126,77	127,2	478,3	42,8	648,3	1,367	0,7327	
3,0	2206	132,88	133,4	473,7	43,2	650,3	1,622	0,6166	
3,5	2574	138,18	138,8	469,4	43,7	651,9	1,874	0,5339	
4,0	2942	142,92	143,6	465,8	44,0	653,4	2,125	0,4706	
4,5	3310	147,20	148,0	462,4	44,3	654,7	2,374	0,4213	
5,0	3678	151,11	152,1	459,1	44,6	655,8	2,621	0,3816	
5,5	4045	154,71	155,8	456,3	44,8	656,9	2,817	0,3489	
6,0	4413	158,08	159,3	453,5	45,0	657,8	3,112	0,3213	

(Fortsetzung.)

Dampfdruck		Temperatur t °C	Flüssigkeitswärme i' kcal/kg	Verdampfungswärme r		Gesamtwärme i'' kcal/kg	Spez. Gewicht γ'' kg/m ³	Spez. Volumen v'' m ³ /kg
p kg/cm ²	h mm Q. S.			innere e kcal/kg	äußere $A \cdot P \cdot (v'' - v')$ kcal/kg			
6,5	4781	161,15	162,6	451,0	45,2	658,7	3,356	0,2980
7,0	5149	164,17	165,6	448,4	45,4	659,4	3,600	0,2778
7,5	5516	166,96	168,5	446,2	45,5	660,2	3,842	0,2602
8,0	5884	169,61	171,3	443,8	45,7	660,8	4,085	0,2448
8,5	6252	172,11	173,9	441,7	45,8	661,4	4,327	0,2311
9,0	6620	174,35	176,4	439,7	45,9	662,0	4,568	0,2189
9,5	6987	176,82	178,9	437,6	46,0	662,5	4,809	0,2080
10	7355	179,04	181,2	435,7	46,1	663,0	5,049	0,1981
11	8091	183,20	185,6	432,0	46,3	663,9	5,530	0,1808
12	8826	187,08	189,7	428,6	46,4	664,7	6,010	0,1664
13	9562	190,71	193,5	425,3	46,6	665,4	6,488	0,1541
14	10297	194,13	197,1	422,2	46,7	666,0	6,967	0,1435
15	11033	197,36	200,6	419,2	46,8	666,6	7,446	0,1343
16	11768	200,43	203,9	416,3	46,9	667,1	7,925	0,1262
20	14710	211,38	215,8	405,7	47,0	668,5	9,846	0,1016
25	18388	222,97	228,4	393,9	47,1	669,4	12,27	0,0817
30	22065	232,76	239,5	383,3	46,9	669,7	14,70	0,0680
35	25743	241,41	249,4	373,4	46,8	669,6	17,18	0,0583
40	29421	249,18	258,2	364,4	46,4	669,0	19,69	0,0508
50	36776	262,70	274,2	347,5	45,6	667,3	24,85	0,0402
60	44130	274,29	288,4	331,9	44,7	665,0	30,21	0,0331
70	51486	284,48	300,9	317,6	43,6	662,1	35,78	0,0279
80	58842	293,62	312,6	303,8	42,5	658,9	41,60	0,0240
90	66197	301,92	323,6	290,3	41,2	655,1	47,71	0,0210
100	73550	309,53	334,0	277,3	39,8	651,1	54,21	0,0185
120	88260	323,15	353,9	251,2	36,8	641,9	68,42	0,0146
150	110326	340,56	381,7	211,6	31,6	624,9	93,90	0,0106
200	147100	364,08	431,5	131,2	19,6	582,3	161,2	0,0062
225,6	165929	374,2	505	0	0	505	329	0,0030

Die gesamte Wärmemenge i'' , welche zur Verwandlung von 1 kg Wasser von 0° in Dampf von t° erforderlich ist, setzt sich zusammen: