

Formelsammlung

Beilage zu Grundwissen des Meisters, 4. Auflage

Band I: Mathematik, Physik, Chemie

VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG

Formelsammlung Mathematik

Rechenarten der 1. und 2. Stufe

(1) Vertauschbarkeit

$$a + b = b + a$$

Addieren und Subtrahieren

(2.1)

$$\pm a + (+b) = \pm a + b$$

(2.2)

$$\pm a + (-b) = \pm a - b$$

(2.3)

$$\pm a - (+b) = \pm a - b$$

(2.4)

$$\pm a - (-b) = \pm a + b$$

(3.1)

$$a + a = 2a$$

(3.2)

$$a - a = 0$$

(4)

$$(a + b) + c = a + (b + c)$$

Multiplizieren

(5)

$$a \cdot b = b \cdot a$$

(6.1)

$$(+a) \cdot (+b) = +ab$$

(6.2)

$$(+a) \cdot (-b) = -ab$$

(6.3)

$$(-a) \cdot (+b) = -ab$$

(6.4)

$$(-a) \cdot (-b) = +ab$$

(7)

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

(8)

$$(a \pm b) \cdot c = ac \pm bc$$

Binomische Formeln

(9.1)

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

(9.2)

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

(9.3)

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$$

Dividieren

(10)

$$a : b = \frac{a}{b}$$

(11)

$$a : b \neq b : a$$

(12.1)

$$(+a) : (+b) = + \frac{a}{b}$$

$$\begin{aligned}
 (12.2) \quad & (+a) : (-b) = -\frac{a}{b} \\
 (12.3) \quad & (-a) : (+b) = -\frac{a}{b} \\
 (12.4) \quad & (-a) : (-b) = +\frac{a}{b} \\
 (13) \quad & (a + b - c) : d = \frac{a}{d} + \frac{b}{d} - \frac{c}{d}
 \end{aligned}$$

Prozentrechnung

$$\begin{aligned}
 (14) \text{ Prozentwert} \quad & P = \frac{G \cdot p}{100\%} \\
 (15) \text{ Prozentsatz} \quad & p = \frac{P \cdot 100\%}{G} \\
 (16) \text{ Grundwert} \quad & G = \frac{P \cdot 100\%}{p}
 \end{aligned}$$

Potenzieren

$$\begin{aligned}
 (17) \text{ Vertauschbarkeit} \quad & a^n \neq n^a, \text{ wenn } a \neq n \\
 (18.1) \text{ negative Basis} \quad & (-a)^{2n} = a^{2n} \\
 (18.2) \text{ negative Basis} \quad & (-a)^{2n-1} = -a^{2n-1}
 \end{aligned}$$

Potenzgesetze

$$\begin{aligned}
 (19) \quad & a^n \cdot a^m = a^{n+m} \\
 (20) \quad & a^n \cdot b^n = (ab)^n \\
 (21) \quad & \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \\
 (22) \text{ 1. Erweiterung des Potenzbegriffs} \quad & \frac{1}{a^n} = a^{-n} \\
 (23) \text{ Sonderfall} \quad & a^0 = 1 \\
 (24) \quad & \frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n \\
 (25) \quad & (a^n)^m = a^{n \cdot m}
 \end{aligned}$$

Radizieren

$$\begin{aligned}
 (26) \text{ Begriff} \quad & \sqrt[n]{a^n} = a \\
 (27) \text{ 2. Erweiterung des Potenzbegriffs} \quad & \sqrt[n]{a^m} = a^{m/n}
 \end{aligned}$$

Wurzelgesetze

- (28) $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$
- (29) $\sqrt[n]{a \pm b} \neq \sqrt[n]{a} \pm \sqrt[n]{b}$
- (30) $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[m]{a} = \sqrt[mn]{a^{m+n}}$
- (31) $\sqrt[n]{a} : \sqrt[n]{b} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$
- (32) $\sqrt[n]{a} : \sqrt[m]{a} = \sqrt[mn]{a^{m-n}}$
- (33) $(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m}$
- (34) $\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[mn]{a}$
- (35) $\sqrt[n]{\sqrt[m]{\sqrt[p]{a}}} = \sqrt[nmp]{a}$

Logarithmieren**Begriff**

- (36) $\log_a b = n$
- (37) $\log_a a^n = n$

Sonderfälle

- (38) $\log_a a = 1$
- (39) $\log_a 1 = 0$

Logarithmengesetze

- (40) $\log_a (u \cdot v) = \log_a u + \log_a v$
- (41) $\log_a \frac{u}{v} = \log_a u - \log_a v$
- (42) $\log_a u^n = n \cdot \log_a u$
- (43) $\log_a \sqrt[n]{u} = \frac{1}{n} \log_a u$

Gleichungslehre

- (44) Normalform der linearen Gleichungen $mx + b = 0$

Quadratische Gleichungen

- (45) Allgemeine Form $Ax^2 + Bx + C = 0$
- (46) Normalform $x^2 + px + q = 0$

Reinquadratische Gleichungen

(47) Allgemeine Form

$$Ax^2 + C = 0$$

(48) Normalform

$$x^2 + q = 0$$

Quadratische Gleichungen ohne Absolutglied

(49) Allgemeine Form

$$Ax^2 + Bx = 0$$

(50) Normalform

$$x^2 + px = 0$$

Wurzelsatz von VIETA

(51.1)

$$x_1 + x_2 = -p$$

(51.2)

$$x_1 \cdot x_2 = q$$

Lösungsformeln**für reinquadratische Gleichungen**

(52)

$$x_{1/2} = \pm \sqrt{-q}$$

für quadratische Gleichungen ohne Absolutglied

(53.1)

$$x_1 = 0$$

(53.2)

$$x_2 = -p$$

für gemischtquadratische Gleichungen

(54)

$$x_{1/2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

Funktionslehre

(55) lineare Funktion

$$y = mx + b$$

(56) quadratische Funktion

$$y = Ax^2 + Bx + C$$

(57) Scheitelpunktskoordinaten der Parabel

$$\left\{ \begin{array}{l} x_s = -\frac{p}{2} \\ y_s = -\left[\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q\right] \end{array} \right.$$

Planimetrie**Quadrat**

(58) Fläche

$$A = a^2$$

(59) Umfang

$$l_u = 4a$$

Rechteck

(60) Fläche

$$A = a \cdot b$$

(61) Umfang

$$l_u = 2(a + b)$$

Rhombus

(62) Fläche

$$A = a \cdot b$$

(63) Umfang

$$l_u = 4a$$

Rhomboid

(64) Fläche

$$A = a \cdot h$$

(65) Umfang

$$l_u = 2(a + b)$$

Trapez

(66) Fläche

$$A = \frac{a + b}{2} \cdot h$$

(67) Umfang

$$l_u = a + b + c + d$$

Dreieck

(68) Fläche

$$A = \frac{a \cdot h}{2}$$

(69) Fläche

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

(70) Umfang

$$l_u = a + b + c$$

(71) Lehrsatz des PYTHAGORAS

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Regelmäßiges Vieleck

(72) Fläche

$$A = \frac{1}{2} n \cdot a \cdot r$$

(73) Umfang

$$l_u = n \cdot a$$

Unregelmäßiges Vieleck

(74) Fläche

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

(75) Umfang

$$l_u = l_1 + l_2 + \dots + l_n$$

Kreis

(76) Umfang

$$l_u = \pi \cdot d$$

(77) Fläche

$$A = \pi \cdot r^2$$

(78) Fläche

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Kreisring

(79) Fläche

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

Kreisteile

- (80) Bogenlänge $s = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$
- (81) Sektorfläche $A = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \alpha}{360^\circ}$
- (82) Sektorfläche $A = \frac{s \cdot r}{2}$
- (83) Bogenmaß $\hat{\alpha} = \frac{\pi \cdot \alpha}{180^\circ}$
- (84) Sektorfläche $A = \frac{r^2 \cdot \hat{\alpha}}{2}$
- (85) Segmentfläche $A = \frac{1}{2} [sr - l_s(r - h)]$

Stereometrie und Massenberechnungen

- (86) Volumen, allgemein $V = A \cdot h$
- (87) Volumen $V = a^3$
- (88) Oberfläche $O = 6a^2$

Prismen

- (89) Volumen $V = A \cdot h$
- (90) Oberfläche $O = 2A + A_M$

Zylinder und Hohlzylinder

- (91) Volumen; Zylinder $V = \pi r^2 h$
- (92) Volumen; Zylinder $V = \frac{\pi d^2}{4} h$
- (93) Volumen; Hohlzylinder $V = \pi h (R^2 - r^2)$
- (94) Volumen; Hohlzylinder $V = \frac{\pi h}{4} (D^2 - d^2)$
- (95) Oberfläche; Zylinder $O = \pi d \left(\frac{1}{2} d + h \right)$
- (96) Oberfläche; Hohlzylinder $O = \frac{\pi}{2} (D^2 - d^2) + \pi h (D + d)$

Pyramiden und -stumpf

- (97) Volumen; Pyramide $V = \frac{A \cdot h}{3}$

(98) Volumen; Stumpf $V = \frac{h}{3} (A + A_D + \sqrt{A \cdot A_D})$

(99) Oberfläche; Pyramide $O = A + A_M$

(100) Oberfläche; Stumpf $O = A + A_D + A_M$

Kegel und -stumpf

(101) Volumen; Kegel $V = \frac{1}{12} \pi d^2 h$

(102) Volumen; Stumpf $V = \frac{1}{12} \pi h (D \cdot d + D^2 + d^2)$

(103) Oberfläche; Kegel $O = \frac{\pi}{2} \left(\frac{D^2}{2} + D \cdot L \right)$

(104) Oberfläche; Stumpf $O = A + A_D + A_M$

Kugel und Hohlkugel

(105) Volumen; Kugel $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

(106) Volumen; Kugel $V = \frac{\pi}{6} d^3$

(107) (Material-)Volumen der Hohlkugel $V = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3)$

(108) (Material-)Volumen der Hohlkugel $V = \frac{\pi}{6} (D^3 - d^3)$

(109) Oberfläche; Kugel $O = 4\pi r^2$

Massenberechnungen

(110) Masse $m = V \cdot \rho$

Trigonometrie

Definition der trigonometrischen Funktionen

(Tabelle 4)

$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$$

$$\cot \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}}$$

Winkel im Dreieck

(111) Winkelsumme im Dreieck $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$

(112) Winkel im rechtwinkligen Dreieck $\alpha + \beta = 90^\circ$

Zurückführung des Winkels α' im II. Quadranten in den Winkel α im I. Quadranten

(113) $\alpha = 180^\circ - \alpha'$

Berechnung des schiefwinkligen Dreiecks

(114) Sinussatz $a : b : c = \sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma$

(115) Sinussatz $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$

(116) Cosinussatz $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$

$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$

$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$

(117) Cosinussatz $\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$

$\cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$

$\cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$

Formelsammlung Physik**Mechanik der festen Körper**

(1) Druck $p = \frac{F}{A}$

(2) Dichte $\varrho = \frac{m}{V}$

(3) Geschwindigkeit bei gleichförmig geradliniger Bewegung $v = \frac{s}{t}$

(4) Beschleunigung (Verzögerung) $a = \frac{v_e - v_0}{t}$

(5) wie (4)

wenn $v_0 = 0$ Beschleunigungwenn $v_e = 0$ Verzögerung

$a = \frac{v}{t}$

(6) Zurückgelegter Weg $s = \frac{v \cdot t}{2}$

- (7) wie (6) wenn $v = at$ eingesetzt $s = \frac{1}{2} at^2$
- (8) Endgeschwindigkeit $v = \sqrt{2as}$
- (9) Endgeschwindigkeit $v_e = v_0 + at$
- (10) Weg der Beschleunigung $s = v_0 t + \frac{a}{2} t^2$
- (11) Fallhöhe $h = \frac{1}{2} gt^2$
- (12) Fallzeit $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
- (13) Endgeschwindigkeit (freier Fall) $v = \sqrt{2gh}$
- (14) Endgeschwindigkeit (Wurf) $v_e = v_0 \pm gt$
- (15) Weg $h = v_0 t \pm \frac{1}{2} gt^2$
- (16) Endgeschwindigkeit
(bei gegebener Höhe) $v_e = \sqrt{v_0^2 \pm 2gh}$
- (17) Steighöhe $h = \frac{v_0^2}{2g}$
- (18) Umfangsgeschwindigkeit
(meistens gemessen in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$) $v = \frac{2\pi r n}{60} \quad \frac{v}{\text{m/s}} \mid \frac{r}{\text{m}} \mid \frac{n}{\text{min}^{-1}}$
- (19) Formel für Riementreibe
(statt r kann auch d gesetzt werden) $\frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1}$
- (20) Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{\alpha}{t}$
- (21) Winkelgeschwindigkeit
= Umfangsgeschwindigkeit
wenn $r = 1$ (Einheitskreis) $\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad \frac{\omega}{\text{rad/s}} \mid \frac{n}{\text{min}^{-1}}$
- (22) $v = \omega r$ oder $\omega = \frac{v}{r}$
- (23) Arbeit $W = Fs$
- (24) $W = Gh$
- (25) Leistung $P = \frac{W}{t}$
- (26) Wirkungsgrad $\eta = \frac{P_e}{P_1}$
- (27) Grundgesetz der Dynamik $F = ma$
- (28) $G = mg$

- (29) $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ Newton (N)}$
- (30) Potentielle Energie $W_{\text{pot}} = Gh$
- (31) Kinetische Energie $W_{\text{kin}} = \frac{m}{2} v^2$
- (32) Radialbeschleunigung $a = \frac{v^2}{r}$ oder $a = \omega^2 r$
- (33) Zentripetalkraft $F = \frac{mv^2}{r}$ oder $F = m\omega^2 r$
- (34) Trägheitsmoment $I = mr^2$
- (35) Rotationsenergie $W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} I \omega^2$
- (36) Impuls $ft = mv - mv_0$
- (37) Geschwindigkeit nach dem unelastischen Stoß $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
- (38) Geschwindigkeit nach dem elastischen Stoß $c_1 = 2v - v_1$
 $c_2 = 2v - v_2$

Mechanik der Flüssigkeiten und Gase

- (39) Schweredruck $p = h \cdot \rho \cdot g$
- (40) $p = h \cdot \gamma$
- (41) Boden-, Seiten- und Aufdruckkraft $F = A \cdot h \cdot \rho \cdot g$
- (42) Auftrieb $F_A = V \cdot \rho \cdot g$
- (43) $760 \text{ Torr} = 1033 \text{ p/cm}^2 = 1,033 \text{ kp/cm}^2 = 1,033 \text{ at} = 1 \text{ atm}$
- (44) $1 \text{ at} = 735,6 \text{ Torr}$
- (45) $760 \text{ Torr} = 1013,25 \text{ Millibar (mbar)}$
- (46) Wenn die Temperatur konstant ist
Gesetz von BOYLE-MARIOTTE $pV = \text{const.}$
- (47) Strömungsmenge $W = Av$
- (48) Kontinuitätsgleichung $A_1 v_1 = A_2 v_2$
- (48a) Folgerung aus (42) $v_1 : v_2 = A_2 : A_1$
- (49) Ausflußgeschwindigkeit (theoret.)
(auch TORRICELLISches Gesetz) $v = \sqrt{2gh}$
- (50) Ausflußgeschwindigkeit (wirklich)
(mit μ als Ausflußziffer) $v = \mu \sqrt{2gh}$
- (51) Ausflußmenge $W = At\mu \sqrt{2gh}$

Wärmelehre

- (52) Bei Erwärmung um 1 grad
 α lineare Wärmeausdehnungszahl $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0}$
- (52a) Längenänderung (Verlängerung) $\Delta l = l_0 \alpha \Delta t$
- (53) Gesamtlänge nach Erwärmung $l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$
- (54) Rauminhalt nach der Erwärmung
 (mit $\gamma = 3\alpha$) $V = V_0 (1 + \gamma \Delta t)$
- (55) Scheinbare Ausdehnungszahl für
 Flüssigkeiten in Gefäßen $\gamma_{\text{sch}} = \gamma_{\text{Fl}} - \gamma_{\text{G}}$
- (56) Gesetz von GAY-LUSSAC $V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273,2 \text{ grad}} \right)$
 für konstanten Druck
- (57) $p = p_0 \left(1 + \frac{t}{273,2 \text{ grad}} \right)$
 für konstantes Volumen
- (58) Zustandsgleichung der Gase
 (Vereinigung der Gesetze von
 BOYLE-MARIOTTE und GAY-LUSSAC) $\frac{p_t V_t}{T_t} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$
- (59) Wärmemenge $W = c m (t_e - t_a)$
- (60) Spezifische Wärme
 (siehe [8.4.2.1.]) $c_2 = \frac{(c_1 m_1 + c_k m_k) (t_m - t_1)}{m_2 (t_2 - t_m)}$
- (61) Mechan. Wärmeäquivalent $1 \text{ kcal} = 4186,8 \text{ Nm}$
- (62) Wärmemenge, die bei vollständiger
 Verbrennung frei wird $W = H_u \cdot m$
- (63) Wärmemenge, die durch Wärmeleitung
 übertragen wird $W = \frac{\lambda A \tau (t_1 - t_2)}{l}$

Akustik

- (64) Eine Schwingung je Sekunde $= 1 \text{ Hertz (Hz)}$
- (65) Schallgeschwindigkeit $c/\text{ms}^{-1} = (331,6 + 0,6 t/^{\circ}\text{C})$

Optik

- (66) Brechungsgesetz $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
- (67) Linsenformel $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
- (68) Vergrößerung der Lupe $V = \frac{250 \text{ mm}}{f \text{ (in mm)}}$

(69) Vergrößerung der Linsen	$V = \frac{b}{a} = \frac{B}{G}$
(70) Vergrößerung von Systemen	$V = V_1 \cdot V_2$
(71) Gangunterschied bei Interferenz	$\Delta s = \frac{n}{2} \cdot \lambda$
(72) Kaliberprüfung durch Interferenz	$2d = n \cdot \frac{\lambda}{2}$
Elektrizitätslehre	
(73) Definition der elektr. Stromstärke	$I = \frac{P}{U} \quad \text{und} \quad I = \frac{Q}{t}$
(74) Ohmscher Widerstand	$R = \frac{U}{I}$
(75) Ohmscher Widerstand (abhängig von den Abmessungen des Leiters und seinem spez. Widerstand bzw. Leitfähigkeit)	$R = \frac{\varrho \cdot l}{A} \quad \text{und} \quad R = \frac{l}{\kappa A}$
(76) Leitwert	$G = \frac{1}{R}$
(77) Widerstandsänderung bei Temperaturänderung (R_{20} Widerstand bei 20 °C)	$\Delta R = \alpha R_{20} \Delta t$
(78a) Spannungsabfall	$U_v = E - U \quad \text{oder} \quad U_v = E - I \cdot R$
(78b)	$U_v = \frac{E - U}{U} \cdot 100\%$
(79) Reihenschaltung	} von Widerständen
(80) Parallelschaltung	
(81) Gesamtleitwert bei Parallelschaltung von Widerständen	$R = R_1 + R_2 + R_3$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
(82) KIRCHHOFFSche Gesetze	$G = G_1 + G_2 + G_3$ $\sum I_{\text{zufl}} = \sum I_{\text{abfl}}$
(83)	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}; \quad \frac{I_1}{I_3} = \frac{R_3}{R_1}; \quad \frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2}$
(84) Stromwärme	$W = I^2 R t$
(85) Elektr. Arbeit (in Ws oder J)	$W = U \cdot I \cdot t$
Elektr. Arbeit (in kcal)	$W = U \cdot I \cdot t \cdot 0,24 \cdot 10^{-3}$
Elektr. Arbeit (in kpm)	$W = U \cdot I \cdot t \cdot 0,24 \cdot 10^{-3} \cdot 427$
(86) Elektr. Leistung	$P = U I$
(87) Maximalstromstärke	$I_{\text{max}} = I_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$
Maximalspannung	$U_{\text{max}} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$

(88) Generatordrehzahl	$n = \frac{f \cdot 60}{p}$
(89) Scheinleistung	$P_s = U \cdot I$
Wirkleistung	$P_w = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
Blindleistung	$P_b = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
(90)	$P_s^2 = P_w^2 + P_b^2$
(91) Leistungsfaktor	$\cos \varphi = \frac{P_w}{P_s}$
(92) Phasenspannung	$U_p = \frac{1}{\sqrt{3}} U_v$
(93) Stromstärke an der Wicklung	$I_p = \frac{1}{\sqrt{3}} I$
(94) Leistung des Drehstromes	$P_w = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$
(95) Übersetzung des Umspanners	$U_1 : U_2 \approx N_1 : N_2$
(96)	$U_1 : U_2 \approx I_2 : I_1$
(97) Motordrehzahl	$n = \frac{f \cdot 60}{p}$

Formelsammlung Chemie

(1)	$N_{\max} = 2 \cdot n^2$
(2)	$n_A \cdot W_A = n_B \cdot W_B$
(3)	$A_g = N_A \cdot m_A$
(4) Grammäquivalent	$\check{A}_g = \frac{A_g}{W}$
(5) Litermasse	$m_l = \frac{M_g}{V_M}$
(6) Verdünnungsgleichung	$c(m_1 + m_2) = c_1 m_1$
(7) Ionenprodukt des Wassers	$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad \frac{\text{Mol}^2}{\text{l}^2}$
(8) pH-Wert	$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$
(9) FARADAYSches Gesetz	$m = k I t$

Formelsammlung

Beilage zu Grundwissen des Meisters

**Band II : Technische Mechanik, Festigkeitslehre,
Technisches Zeichnen**

VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG

Formelsammlung Technische Mechanik

Statik

Resultierende von Kräften

- | | |
|--------------------------------------|--|
| (1) mit gemeinsamer Wirkungslinie | $F_R = \Sigma F$ |
| (2) mit verschiedenen Wirkungslinien | $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha}$ |
| (3) mit parallelen Wirkungslinien | $F_R = \Sigma F$ |

Kräftezerlegung

- | | |
|--|--------------------------------------|
| (4a) | $F_{Rx} = \Sigma F_x$ |
| (4b) Resultierende der Komponenten | $F_{Ry} = \Sigma F_y$ |
| (5) Resultierende | $F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$ |
| (6a) | $\cos \alpha_R = \frac{F_{Rx}}{F_R}$ |
| (6b) Richtung der Resultierenden | $\sin \alpha_R = \frac{F_{Ry}}{F_R}$ |
| (7) Statisches Moment | $M = Fl$ |
| (8) Moment des Kräftepaares | $M = Fa$ |
| (9) Moment des resultierenden Kräftepaares | $M = \Sigma Fa$ |

Gleichgewichtsbedingungen

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| (10) | $\Sigma F_x = 0$ |
| (11) Summe der Kraftkomponenten | $\Sigma F_y = 0$ |
| (12) Summe der Momente | $\Sigma M = 0$ |

- | | |
|--|---|
| (13) Hebelgesetz | $F a = F_L b$ |
| (14) Kurbelkraft, einfache Winde | $F = F_L \frac{R}{a}$ |
| (15) Kurbelkraft, Winde mit mehrstufigem Vorgelege | $F = F_L \frac{R}{a} \frac{r_1}{r_2} \frac{r_3}{r_4}$ |
| (16) Feste Rolle | $F = F_L$ |
| (17) Lose Rolle | $F = \frac{F_L}{2}$ |
| (18) Faktorenflaschenzug | $F = \frac{F_L}{n}$ |
| (19) Differentialflaschenzug | $F = \frac{F_L}{2} \frac{R - r}{R}$ |

Schwerpunkt

- | | |
|----------------------------|--|
| (20) | $x_0 = \frac{\Sigma(lx)}{\Sigma l}$ |
| Gebrochener Linienzug | |
| (21) | $y_0 = \frac{\Sigma(ly)}{\Sigma l}$ |
| (22) Kreisbogen | $y_0 = \frac{rs}{b}$ |
| (23) Halbkreisbogen | $y_0 = \frac{2r}{\pi}$ |
| (24) Dreieckfläche | $y_0 = \frac{1}{3} h$ |
| (25) Trapezfläche | $y_0 = \frac{h}{3} \frac{a + 2b}{a + b}$ |
| (26) Kreissektor | $y_0 = \frac{2}{3} \frac{rs}{b}$ |
| (27) Halbkreisfläche | $y_0 = \frac{4}{3} \frac{r}{\pi}$ |
| (28) Halbe Kreisringfläche | $y_0 = \frac{4}{3\pi} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$ |

$$(29) \quad x_0 = \frac{\Sigma (A_T x)}{A}$$

Zusammengesetzte Flächen

$$(30) \quad y_0 = \frac{\Sigma (A_T y)}{A}$$

Erste GULDINSche Regel

$$(31) \text{ Mantelfläche eines Rotationskörpers} \quad A = L_{\text{ges}} \cdot 2\pi x_0$$

$$(32) \text{ Oberfläche der Kugel} \quad O = 4\pi r^2$$

$$(33) \text{ Mantelfläche des Kreiskegels} \quad M = \pi r \sqrt{r^2 + h^2}$$

Zweite GULDINSche Regel

$$(34) \text{ Volumen eines Rotationskörpers} \quad V = A \cdot 2\pi x_0$$

$$(35) \text{ Volumen der Kugel} \quad V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$(36) \text{ Volumen des Kreiskegels} \quad V = \frac{h}{3} \pi r^2$$

Standicherheit

$$(37) \text{ Standsicherheitsgrad} \quad S = \frac{M_{\text{st}}}{M_{\text{K}}}$$

$$(38) \text{ Dynamische Standsicherheit} \quad W = G h_s$$

Reibung

$$(39) \text{ Reibungszahl} \quad \mu = \frac{F_{\text{W}}}{F_{\text{N}}}$$

$$(40) \text{ Haftreibung} \quad F_{\text{W0}} = \mu_0 F_{\text{N}}$$

$$(41) \text{ Gleitreibung} \quad F_{\text{W}} = \mu F_{\text{N}}$$

$$(42) \text{ Reibungswinkel} \quad \tan \varrho = \mu$$

Schiefe Ebene

- (43) Zugkraft, aufwärts $F_Z = G (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)$
 (44) Haltekraft $F_{HK} = G (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$
 (45) Selbsthemmung $\alpha < \varrho; \quad \tan \alpha < \mu$
 (46) Zugkraft, abwärts $F_Z = G (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$

Schraube

- (47) Umfangskraft $F_U = F_L \tan (\alpha + \varrho)$
 (48) Erforderliche Kraft $F = F_L \frac{r}{l} \tan (\alpha + \varrho)$
 (49) Umfangskraft $F_U = F_L \frac{h + \mu \cdot 2\pi r}{2\pi r - \mu h}$
 (50) Erforderliche Kraft $F = F_L \frac{r}{l} \frac{h + \mu \cdot 2\pi r}{2\pi r - \mu h}$
 (51) Normalkraft $F_N = \frac{F_L}{\cos \frac{\beta}{2}}$
 (52) Reibungszahl $\tan \varrho' = \mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}}$

Keil

- (53) Reibungswiderstand $F_w = \frac{\mu}{\sin \alpha} F = \mu_k F$
 (54) Keilreibungszahl $\mu_k = \frac{\mu}{\sin \alpha}$

Zapfenreibung

- (55) Zapfenreibung $F_w = \mu_1 F$
 (56) Zapfenreibungsmoment $M = F_w r = \mu_1 F r$
 (57) Reibungsarbeit $W = \mu_1 F \cdot 2\pi r n$
 (58) Reibungsleistung $P_R = \mu_1 F \frac{2\pi r n}{60}$

Spurzapfen

(59) Reibungsmoment

$$M_R = \frac{2}{3} \mu_2 F r$$

(60) Reibungsleistung
(in PS)

$$P_R = \frac{2}{3} \frac{1}{75} \mu_2 F \frac{2\pi r n}{60}$$

(61) Reibungsmoment, eingelaufene Zapfen

$$M_R = \frac{1}{2} \mu_2 F r$$

(62) Reibungsleistung, eingelaufene Zapfen

$$P_R = \frac{1}{2} \mu_2 F \frac{2\pi r n}{60}$$

Ringspurzapfen

(63) Reibungsmoment

$$M_R = \mu_2 F \frac{R + r}{2} = \mu_2 F r_m$$

(64) Reibungsleistung
(in PS)

$$P_R = \frac{1}{75} \mu_2 F \frac{2\pi r_m n}{60}$$

Rollreibung

(65) Zugkraft in Achsmitte

$$F = G \frac{f}{r}$$

(66) Zugkraft am Umfang

$$F = \frac{G}{2} \frac{f}{r}$$

(67) Zugkraft bei Verwendung einer Walze

$$F = F_L \frac{f}{r}$$

(68) Wälzlager, Reibungsmoment

$$M = \mu F r$$

(69) Fahrwiderstand

$$F = \frac{\mu_1 F_L r_1 + (F_L + G)f}{r}$$

(70) Fahrwiderstand bei sehr kleinem Radgewicht

$$F = F_L \frac{\mu_1 r_1 + f}{r}$$

(71) Fahrwiderstand

$$F = F_L \mu_F$$

Seilreibung

(72) Reibungswiderstand

$$F_W = F_{S2} (e^{\mu\alpha} - 1)$$

(73) Hebekraft

$$F_{S1} = F_{S2} e^{\mu\alpha}$$

(74) Reibungswiderstand

$$F_W = F_{S1} \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}}$$

Bandbremse

- (75) Umfangskraft
$$F_U = F_W = F_{s1} \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}} = F_{s2} (e^{\mu\alpha} - 1)$$
- (76) Bremskraft
$$F = F_{s2} \frac{a}{l}$$

Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad

- (77) Arbeit
$$W = F s$$
- (78; 79; 80) Leistung
$$P = \frac{W}{t} = \frac{F s}{t} = F v$$
- (81) Beziehungen zwischen kW und PS
$$1 \text{ kW} = 102 \text{ kpm/s} = 1,36 \text{ PS}$$

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ kpm/s} = 0,736 \text{ kW}$$
- (82) Leistung (Wasserkraftmasch. u. Pumpen)
 (in PS)
$$P = \frac{Q \cdot h}{75}$$
- (83) Leistung, Dampfmaschinen
 (in PS)
$$P = F_m \frac{2 s n}{60 \cdot 75}$$

Leistung, Verbrennungskraftmaschinen (in PS)

- (84) Zweitakt
$$P = \frac{1}{2} F_m \frac{2 s n}{60 \cdot 75}$$
- (85) Viertakt
$$P = \frac{1}{4} F_m \frac{2 s n}{60 \cdot 75}$$
- (86) Wirkungsgrad
$$\eta = \frac{P_e}{P_i}$$

Kinematik

Gleichförmige Bewegung

- (87) Geschwindigkeit
$$v = \frac{s}{t}$$
- (88) Umfangsgeschwindigkeit
$$v = \frac{\pi d n}{60}$$

(89) Winkelgeschwindigkeit	$\omega = \frac{\pi n}{30}$
(90) Umfangsgeschwindigkeit	$v = r\omega$
(91) Riementrieb, Übersetzung	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$
(92) Zahnradtrieb, Übersetzung	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{02}}{d_{01}} = \frac{z_2}{z_1}$

Beschleunigte Bewegung

(93) Beschleunigung	$a = \frac{v_e - v_0}{t}$
(94) Endgeschwindigkeit	$v_e = v_0 + at$
(95) mittlere Geschwindigkeit	$v_m = \frac{v_0 + v_e}{2}$
(96) Beschleunigungsweg	$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0$

(97) Endgeschwindigkeit	$v_e = at$
(98) mittlere Geschwindigkeit	$v_m = \frac{v_e}{2}$
(99) Beschleunigungsweg	$s = \frac{at^2}{2}$

Freier Fall

(100; 102) Endgeschwindigkeit	$v = gt;$	$v = \sqrt{2gh}$
(101) Fallhöhe	$h = \frac{gt^2}{2}$	
(103) Fallzeit	$t = \frac{\sqrt{2gh}}{g} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	

Verzögerte Bewegung

(104) Endgeschwindigkeit

$$v_e = v_0 - at$$

(105) Verzögerungsweg

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

Verzögerung bis zum Stillstand

(106) Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = at$$

(107; 108) Verzögerungsweg

$$s = \frac{at^2}{2}; \quad s = \frac{v_0 t}{2}$$

Wurf senkrecht aufwärts(109) Geschwindigkeit nach der Zeit t

$$v_e = v_0 - gt$$

(110) Weg nach der Zeit t

$$s = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

(111; 114) Steigzeit

$$t_s = \frac{v_0}{g}; \quad t_s = \frac{\sqrt{2gh}}{g} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

(112) Steighöhe

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

(113) Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

Dynamik

(115) Dynamisches Grundgesetz

$$F = ma$$

(116) Gewicht

$$G = mg$$

(117) mechanisches Wärmeäquivalent

$$1 \text{ kcal} = 427 \text{ kpm}$$

(118) Bewegungsenergie

$$W = \frac{mv^2}{2}$$

(119) potentielle Energie

$$W = Gh$$

Beschleunigte Drehbewegung

(120; 121) Winkelbeschleunigung

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t}; \quad \varepsilon = \frac{v}{rt}$$

(122) Umfangsbeschleunigung

$$a = r\varepsilon$$

(123) Drehmoment

$$M = J\varepsilon$$

(124) Massenträgheitsmoment

$$J_{\text{ges}} = \Sigma (mr^2)$$

Massenträgheitsmomente

(125) Prismatischer Stab

$$J = \frac{ml^3}{3}$$

(126) Vollzylinder

$$J = \frac{mr^2}{2}$$

(127) Hohlzylinder

$$J = \frac{m}{2} (R^2 + r^2)$$

(128) Bewegungsenergie (Drehung)

$$W = J \frac{\omega^2}{2}$$

(129) Arbeitsabgabe

$$W = J \frac{\omega_0^2 - \omega_e^2}{2}$$

(130) Arbeitsaufnahme

$$W = J \frac{\omega_e^2 - \omega_0^2}{2}$$

(131) Winkelbeschleunigung

$$\varepsilon = \frac{\omega_e - \omega_0}{t}$$

(132) Winkelverzögerung

$$\varepsilon = \frac{\omega_e - \omega_0}{t}$$

(133)

Zentripetalkraft; Zentrifugalkraft

$$F_Z = ma_n = m \frac{v^2}{r}$$

(134)

$$F_Z = mr\omega^2$$

Formelsammlung Festigkeitslehre

a) Formeln zur Berechnung der Spannungen

- | | |
|--|--|
| (15) Wärmespannung | $\sigma = E \cdot \alpha_t \cdot \Delta t$ |
| (17) Zug- oder Druckspannung | $\sigma = \frac{F}{A}$ |
| (19) Flächenpressung | $p = \frac{F}{A}$ |
| (20) Flächenpressung in Gleitlagern | $p = \frac{F}{d \cdot l}$ |
| (21) Flächenpressung in Gewinden | $p = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)}$ |
| (28) Scherspannung | $\tau = \frac{F}{A}$ |
| (30) Lochleibungsdruck | $\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}}$ |
| (31) Scherspannung in Nietverbindungen | $\tau_a = \frac{F}{n \cdot a \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}}$ |
| (88) Biegespannung | $\sigma_b = \pm \frac{M_b}{M_w}$ |
| (92) Verdrehspannung | $\tau_t = \frac{M_t}{M_{wp}}$ |
| (115) Unelastisches Knicken (TETMAJER) | $\sigma_k = C - C_1 \cdot \lambda + C_2 \cdot \lambda^2$ |
| (117) Knickspannung nach dem ω -Verfahren | $\sigma_\omega = \frac{\omega \cdot F}{A}$ |

b) Formeln zur Berechnung zulässiger Kräfte

- | | |
|--------------------------------------|---|
| (23) Zulässige Kettenlast | $F_{zul} = \frac{d^2 \pi}{2} \cdot \sigma_{zul}$ |
| (24) Zulässige Seillast (Drahtseile) | $F_{zul} = \frac{F_B}{\nu}$ |
| (26) Zulässige Seillast (Hanfseil) | $F_{zul} \leq 70 \cdot d^2 \left \frac{F_{zul}}{\text{kp}} \right \left \frac{d}{\text{cm}} \right $ |

(112) Zulässige Druckkraft beim Elastischen Knicken $F_{kzul} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{\nu \cdot s_k^2}$
(EULER)

c) *Formeln zur Berechnung der Verformungen*

(5) Dehnung $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$

(9) Dehnung infolge Normalspannung $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$

(10) Längenänderung durch Zug- oder Druckkräfte $\Delta l = \frac{\sigma}{E} l_0$

(13) Dehnung infolge Temperatur $\varepsilon_t = \alpha_t \cdot \Delta t$

(14) Längenänderung durch Temperaturänderung $\Delta l_t = \alpha_t \cdot \Delta t \cdot l_0$

(100) Verdrehung einer Welle (im Gradmaß) $\vartheta = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{l \cdot M_t}{G \cdot I_p}$

Durchbiegung von Trägern nach Tabelle 3 (siehe Seite 189)

d) *Formeln zur Berechnung von Schnittgrößen*

(96) Verdrehungsmoment $M_t = F \cdot R$

(97) Torsionsmoment (in kpcm, wenn Leistung
in PS; Umdrehungszahl je Minute) $M_t = 71620 \frac{P}{n} \frac{M_t}{\text{kpcm}} \left| \frac{P}{\text{PS}} \right| \frac{n}{1/\text{min}}$

(98) Torsionsmoment (in kpcm, wenn Leistung
in kW; Umdrehungszahl je Minute) $M_t = 97370 \frac{P}{n} \frac{M_t}{\text{kpcm}} \left| \frac{P}{\text{kW}} \right| \frac{n}{1/\text{min}}$

Schnittgrößen der Trägerberechnung nach Tabelle 3 (siehe Seite 189)