1	2	3	4	5	6
Seite 6	Seite 28	Seite 53	Seite 88	Seite 93	Seite 118
MATHEMATIK	PHYSIK	WERKSTOFF- UND FERTIGUNGSTECHNIK	ZEICHNUNGSTECHNIK	ELEKTRO- UND STEUERUNGSTECHNIK	TABELLEN UND SACHWORTVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis

1 MATHEMATIK 6

Algebra - Grundrechnungsarten . . . 6
Bruchrechnen und Zahlenmengen . . . 7
Potenzieren, Radizieren, Proportionen . . . 8
Gleichungen . . . 9
Vektoren . . . 13
Flächen, Umfang . . . 14
Teilflächen, zusammengesetzte Längen . . . 16
Anwendungsrechnen . . . 17
Flächenschwerpunkte . . . 18
Körper . . . 19
Rechtwinkliges Dreieck . . . 23
Winkelfunktionen . . . 24
Koordinatensystem . . . 26
Schlussrechnung, Prozentrechnung, Zinsrechnung . . . 27

2 PHYSIK 28

Kurbeltrieb; freier-, senkrechter Fall; Kraft und Beschleunigung . . . 28
Einheitliche geradlinige Bewegung, Weg, Zeit, Geschwindigkeit . . . 29
Weg, Zeit, Geschwindigkeit für Beschleunigen und Bremsen . . . 30
Rotation . . . 31
Masse, Kraft . . . 32
Kraftvektoren, Kraft . . . 33
Drehmoment, Hebel . . . 34
Drehmoment, Auflagerkräfte . . . 35
Mechanische Arbeit, Energie . . . 36
Leistung . . . 37
Wirkungsgrad . . . 40
Reibung . . . 41
Flaschenzug . . . 43
Schraube, Keil . . . 44
Schiefe Ebene, Winden, Getriebe . . . 45
Druck, Auftrieb . . . 46
Druck . . . 47
Temperatur . . . 48
Wärmelehre . . . 49
Wärmelehre, Mischung zweier Flüssigkeiten . . . 51

3 WERKSTOFF- UND FERTIGUNGSTECHNIK 53

Zug, Druck, Biegung, Torsion, Flächenpressung . . . 53
Scherung, Schneiden, zulässige Spannungen . . . 54
Belastungsfälle, Zugversuch . . . 55
Zugproben, Zugversuch . . . 56
Härteprüfung nach Brinell . . . 57
Härteprüfung nach Rockwell . . . 58
Härteprüfung nach Martens . . . 59
Kunststoffprüfung . . . 60
Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm . . . 61
Statik: Biege-Belastungsfälle . . . 62
Trägheitsmoment, Widerstandsmoment . . . 63
Drehen . . . 64
Bohren und Gewindeschneiden . . . 66
Fräsen . . . 67
Schleifen . . . 68
Geschwindigkeiten an Maschinen . . . 69
Teilen mit dem Teilkopf . . . 70
Zahnradmasse . . . 72
Übersetzungen . . . 77
Anwendungsgrössen Biegen . . . 78
Biegen . . . 80
Vergleich verschiedener Querschnittsformen . . . 81
Winkelstahl . . . 82
Stahlträgerprofile . . . 83

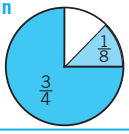
Inhaltsverzeichnis

4 ZEICHNUNGSTECHNIK 88
Geometrische Grundkonstruktionen . . . 88

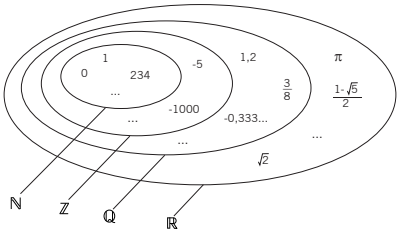
5 ELEKTRO- UND STEUERUNGSTECHNIK 93
Grundlagen Elektrotechnik . . . 93
Nichtlineare Widerstände . . . 100
Optoelektronik . . . 102
Dioden . . . 103
Bipolarer Transistor . . . 105
Magnetische Wirkung des elektrischen Stroms . . . 106
Elektromotorische Kraft (EMK) . . . 108
Unstetige und digitale Regler . . . 109
Steuerungstechnik, Digitaltechnik . . . 110
Programmiersprachen . . . 111
Stromlaufpläne . . . 113
Sensoren . . . 114
Schutzmassnahmen . . . 115
Leiter und Anschlüsse . . . 117

6 TABELLEN UND SACHWORTVERZEICHNIS 118
Umrechnung von Einheiten . . . 118
Formelzeichen, mathematische Zeichen, griechisches Alphabet . . . 119
SI-Einheiten . . . 120
Teile und Vielfache von Einheiten, Umrechnungen . . . 121
Stoffe, Stoffeigenschaften . . . 122
Chemische Elemente, Metalle, Legierungen . . . 123
Wärmeleitfähigkeit, Heizwert, Blech, Schwindmasse . . . 126
Elastizitätsmodul, Spezifischer elektrischer Widerstand . . . 127
Periodensystem der Elemente . . . 129
Werte der Winkelfunktionen Sinus und Cosinus . . . 130
Neue Farbkennzeichnung von Gasflaschen . . . 132
Sicherheitsfarben, Verbotszeichen . . . 133
Warnzeichen . . . 134
Sicherheitskennzeichnung . . . 135
Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen . . . 137
Gefahrstoffe, R-Sätze . . . 138
Gefahrstoffe, S-Sätze . . . 139

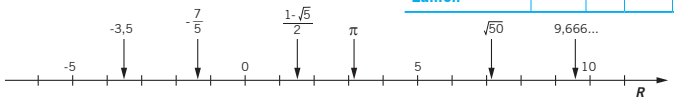
Bruchrechnen und Zahlenmengen

Methode	Erklärung	Beispiele
Allgemein 	Ein Bruch ist ein Teil einer ganzen Einheit. Der Nenner bezeichnet die Grösse der Teilstücke, der Zähler die Anzahl der Teilstücke. *x* Zähler *y* Nenner	$\frac{3}{4}$; $\frac{1}{8}$; ... $\frac{x}{y}$
Erweitern	Zähler und Nenner mit der gleichen Zahl multiplizieren.	$\frac{a}{b} = \frac{a \cdot c}{b \cdot c} = \frac{a\,c}{b\,c}$
Kürzen	Zähler und Nenner durch die gleiche Zahl dividieren.	$\frac{a\,b}{b\,c} = \frac{a\,\cancel{b}}{\cancel{b}\,c} = \frac{a}{c}$
Addieren und Subtrahieren	Bei gleichnamigen Brüchen Zähler addieren bzw. subtrahieren. Ungleichnamige Brüche zuerst gleichnamig machen, d.h. Hauptnenner suchen.	$\frac{x}{a} + \frac{y}{a} = \frac{x+y}{a}$ $\frac{a}{b} + \frac{2}{a} + \frac{b}{c} = \frac{a^2 \cdot c + 2 \cdot b \cdot c + a \cdot b^2}{a \cdot b \cdot c}$
Multiplizieren Bruch mit ganzer Zahl	Zähler mit der Zahl multiplizieren.	$a \cdot \frac{b}{c} = \frac{a \cdot b}{c} = \frac{ab}{c}$
Bruch mit Bruch	Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multiplizieren.	$\frac{a}{b} \cdot \frac{x}{y} = \frac{a \cdot x}{b \cdot y} = \frac{a\,x}{b\,y}$
Dividieren Bruch durch ganze Zahl	Zähler mit der Zahl teilen oder Nenner mit der Zahl multiplizieren.	$\frac{a}{b} : x = \frac{(\frac{a}{b})}{x} = \frac{a}{b \cdot x}$
Bruch durch Bruch	Bruch mit Kehrwert des Divisors multiplizieren.	$\frac{a}{b} : \frac{x}{y} = \frac{a}{b} \cdot \frac{y}{x} = \frac{a\,y}{b\,x}$ $\frac{(\frac{a}{b})}{(\frac{x}{y})} = \frac{a}{b} : \frac{x}{y} = \frac{a}{b} \cdot \frac{y}{x} = \frac{a\,y}{b\,x}$
Ganze Zahl durch Bruch	Ganze Zahl mit Kehrwert des Bruches multiplizieren.	$x : \frac{a}{b} = \frac{x}{(\frac{a}{b})} = \frac{x\,b}{a}$ $3 : \frac{a}{b} = \frac{3}{(\frac{a}{b})} = \frac{3\,b}{a}$
Umwandeln Bruch in Dezimalzahl	Zähler durch Nenner dividieren.	$\frac{3}{4} = 3 : 4 = 0{,}75$
Dezimalzahl in Bruch	Dezimalbruch als Bruch mit Nenner 1 schreiben und mit dem Vielfachen von 10 erweitern.	$0{,}314 = \frac{0{,}314}{1} = \frac{0{,}314 \cdot 1000}{1 \cdot 1000} = \frac{314}{1000}$

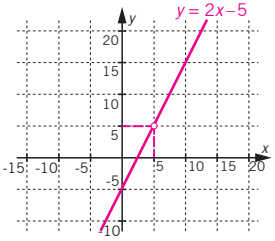
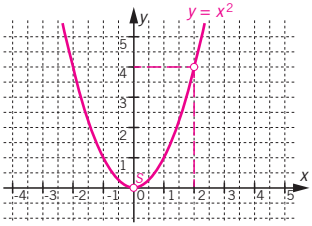
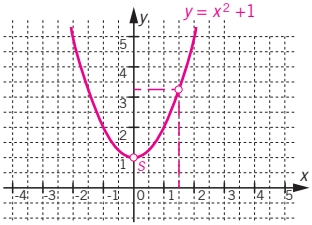
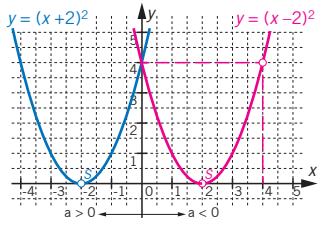
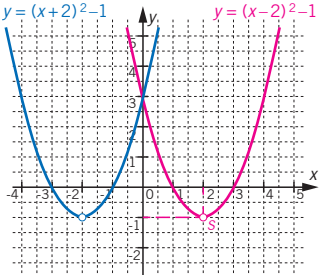
Zahlenmengen



Zahlenmenge	Symbol	Beispiele								
Positive ganze Zahlen	ℕ	0	1	6	18	2076	...	...	...	...
Ganze Zahlen	ℤ	– 74	– 36	– 2	0	6	473	...	...	...
Rationale Zahlen	ℚ	– 13	$-\frac{7}{4}$	$-\frac{2}{3}$	0	0,333	$\frac{5}{7}$	11	15,3	...
Reelle Zahlen	ℝ	– 28	– 3,7	$-\sqrt{2}$	0	$\frac{5}{3}$	2	π	$\sqrt{20}$	...

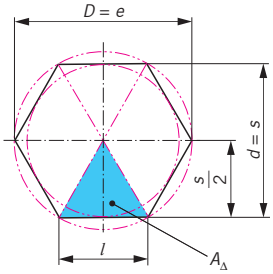


Gleichungen

Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung
Grafische Darstellungen von Funktionen			
Lineare Funktionen	$y = mx + b$	m b	Steigungsfaktor y-Achsenabschnitt
			Jede Funktionsgleichung der Form $y = mx + b$ stellt eine Gerade dar, die im Koordinatensystem liegt.
Quadratische Funktionen		S	Scheitelpunkt
	$y = x^2$		Jede Funktionsgleichung der Form $y = x^2$ stellt eine Normalparabel dar, deren Scheitelpunkt S im Nullpunkt liegt.
	$y = x^2 + b$		Jede Funktionsgleichung der Form $y = x^2 + b$ stellt eine Normalparabel dar, die um b-Einheiten gegenüber der Parabel $y = x^2$ verschoben ist. Die Verschiebung erfolgt längs der y-Achse. Das Vorzeichen von b bestimmt die Richtung der Verschiebung. Der Scheitelpunkt S hat die Koordinaten $S(0/b)$.
	$y = (x + a)^2$		Jede Funktionsgleichung der Form $y = (x + a)^2$ stellt eine Normalparabel dar, die um a-Einheiten gegenüber der Parabel $y = x^2$ verschoben ist. Die Verschiebung erfolgt längs der x-Achse. Das Vorzeichen von a bestimmt die Richtung der Verschiebung. Der Scheitelpunkt S hat die Koordinaten $S(-a/0)$ und $S(+a/0)$.
	$y = (x + a)^2 + b$		Liegt der Scheitelpunkt einer Normalparabel nicht auf den Achsen, so haben diese Parabeln die Funktionsgleichung $y = (x + a)^2 + b$. Die Werte a und b bewirken eine Verschiebung der Normalparabel $y = x^2$ im Koordinatensystem.

Flächen, Umfang

Regelmässiges Vieleck



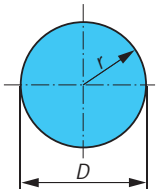
$$A = A_\Delta \cdot n$$

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4} \qquad l = D \cdot \sin\left(\frac{180°}{n}\right)$$

Eckenzahl	A =			d =
3	$0{,}325 \cdot D^2$	$1{,}299 \cdot d^2$	$0{,}433 \cdot l^2$	$0{,}500 \cdot e$
4	$0{,}500 \cdot D^2$	$1{,}000 \cdot d^2$	$1{,}000 \cdot l^2$	$0{,}707 \cdot e$
5	$0{,}594 \cdot D^2$	$0{,}908 \cdot d^2$	$1{,}721 \cdot l^2$	$0{,}809 \cdot e$
6	$0{,}650 \cdot D^2$	$0{,}866 \cdot d^2$	$2{,}598 \cdot l^2$	$0{,}866 \cdot e$
8	$0{,}707 \cdot D^2$	$0{,}828 \cdot d^2$	$4{,}828 \cdot l^2$	$0{,}924 \cdot e$
10	$0{,}735 \cdot D^2$	$0{,}812 \cdot d^2$	$7{,}964 \cdot l^2$	$0{,}951 \cdot e$
12	$0{,}750 \cdot D^2$	$0{,}804 \cdot d^2$	$11{,}196 \cdot l^2$	$0{,}966 \cdot e$

Formel-Zeichen	Erklärung
A	Gesamtfläche
A_Δ	Teilfläche
n	Eckenzahl
l	Seitenlänge
d, s	Inkreisdurchmesser bzw. Schlüsselweite bei gerader Eckenzahl
D, e	Umkreisdurchmesser bzw. Eckenmass

Kreisfläche



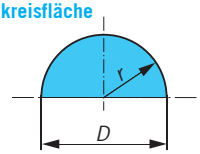
$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

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

$$U = \pi \cdot D$$

A	Fläche	in mm^2
D	Durchmesser	in mm
r	Radius $r = \frac{D}{2}$	in mm
U	Umfang	in mm

Halbkreisfläche

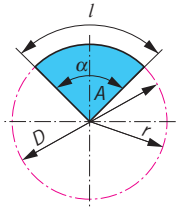


$$A = \frac{\pi \cdot r^2}{2}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{8}$$

A	Fläche	in mm^2
r	Radius	in mm

Bogenlänge, Kreisausschnitt



$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360°}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360°}$$

$$A = \frac{l \cdot r}{2}$$

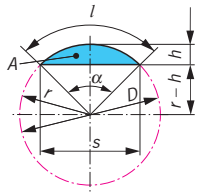
$$\hat{l} = \frac{\pi \cdot \alpha}{180°}$$

Radiant:

$$\alpha = \frac{r}{180°}\,(\text{rad})$$

l	Bogenlänge	in mm
α	Zentriwinkel	in °
	360° = 21 600'	
A	Kreisausschnittsfläche	in mm^2
D	Durchmesser	in mm
r	Radius $r = \frac{D}{2}$	in mm
$\hat{l}$	Bogenmass = Länge des Kreisbogens am Radius $r = 1$	in rad

Sehnenlänge, Bogenhöhe, Kreisabschnitt



$$s = D \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 2 \cdot r \cdot \sin\frac{\alpha}{2} = 2\sqrt{h\,(2r - h)}$$

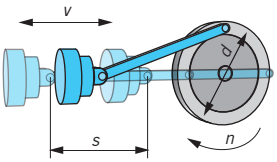
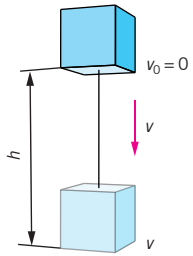
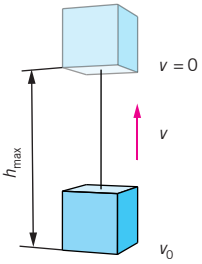
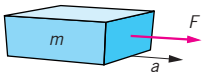
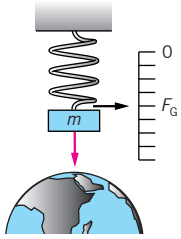
$$h = \frac{D}{2} \cdot \left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) = r - \sqrt{r^2 - \frac{s^2}{4}}$$

$$A = \frac{l \cdot r - s\,(r - h)}{2}$$

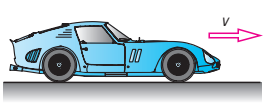
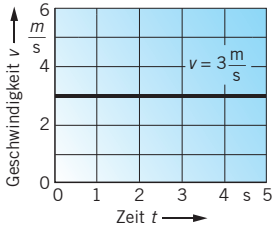
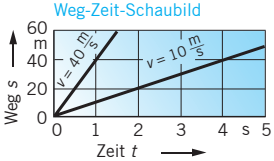
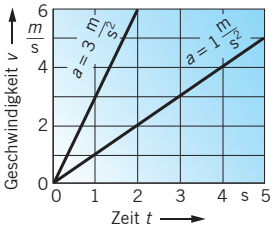
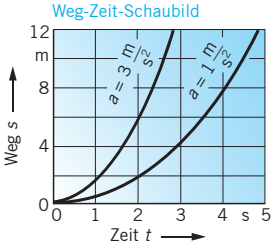
$$A \approx \frac{2}{3} \cdot s \cdot h \quad ; \qquad l = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360°}$$

s	Sehnenlänge	in mm
l	Bogenlänge	in mm
h	Bogenhöhe	in mm
α	Bogenwinkel	in °
r	Radius $r = \frac{D}{2}$	in mm
A	Kreisabschnittsfläche	in mm

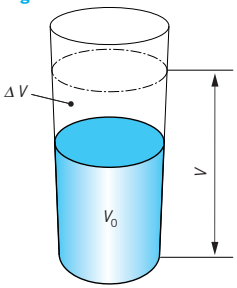
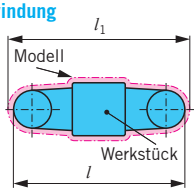
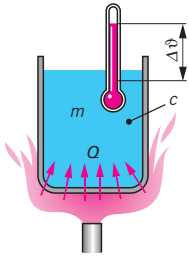
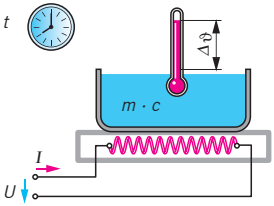
Kurbeltrieb; freier-, senkrechter Fall; Kraft und Beschleunigung

Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung
Kurbeltrieb (Hin- und Herbewegung am Kurbeltrieb)  	Masse $v = 2 \cdot s \cdot \frac{n}{60}$ $s = d$ $n = \frac{60 \cdot v}{2 \cdot s}$ $h = \frac{60 \cdot v}{2 \cdot n}$	d s n v	Kurbelkreisdurchmesser in m Hub in m Kurbeldrehzahl in $\frac{1}{\text{min}}$ mittlere Kolbengeschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Freier Fall $v_0 = 0$  	$v = g \cdot t = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ $h = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{v \cdot t}{2}$ $t = \frac{v}{g} = \frac{2 \cdot h}{v} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$	g h t v	Gravitationsbeschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (Erde: 9,81 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; Mond: 1,62 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) Höhe in m Zeit (Fallzeit) in s Endgeschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Senkrechter Wurf nach oben  	$h_{max} = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$ $t = \frac{v_0}{g} = \frac{2 \cdot h_{max}}{v_0}$ $v_0 = g \cdot t = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{max}}$ $v_0 = \frac{2 \cdot h_{max}}{t}$	g h_{max} t v_0	Gravitationsbeschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (Erde: 9,81 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; Mond: 1,62 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) Maximale Steighöhe in m Zeit (Steigzeit) max. in s Anfangsgeschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Kraft und Beschleunigung Allgemein  	$F = m \cdot a$ $m = \frac{F}{a}$ $a = \frac{F}{m}$	a m F	Beschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Masse in kg Kraft in N
Gewichtskraft/Gravitation  	$F_G = m \cdot g$ $g = \frac{F_G}{m}$ $m = \frac{F_G}{g}$	g m F_G	Gravitationsbeschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (Erde: 9,81 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; Mond: 1,62 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) Masse in kg Gewichtskraft/Gravitation in N

Einheitliche geradlinige Bewegung, Weg, Zeit, Geschwindigkeit

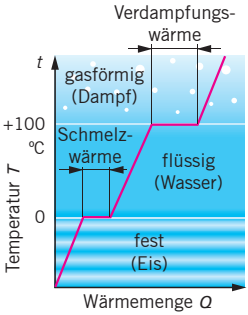
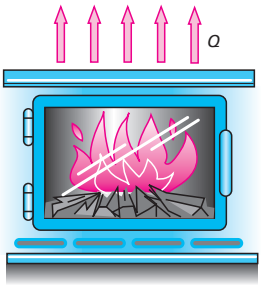
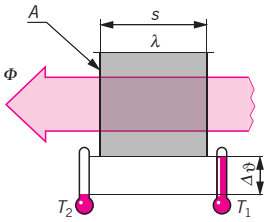
Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung
Gleichförmig geradlinige Bewegung  Geschwindigkeit-Zeit-Schaubild  Weg-Zeit-Schaubild  	$s = v \cdot t$ $v = \frac{s}{t}$ $t = \frac{s}{v}$	v s t	Geschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ Weg in m Zeit in s $1\,\frac{m}{min} = \frac{1}{60}\,\frac{m}{s} = 0{,}06\,\frac{km}{h}$ $1\,\frac{m}{s} = 60\,\frac{m}{min} = 3{,}6\,\frac{km}{h}$
Geschwindigkeit bei gleichförmig beschleunigter geradliniger Bewegung Geschwindigkeit-Zeit-Schaubild  Weg-Zeit-Schaubild  	End- oder Anfangsgeschwindigkeit beim Anfahren oder Anhalten $v = a \cdot t$ $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$ $a = \frac{v}{t}$ $\quad t = \frac{v}{a}$ $a = \frac{v^2}{2 \cdot s}$ $\quad s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$ Beschleunigungs- oder Verzögerungsweg beim Anfahren oder Anhalten $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$ $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$ $v = \frac{2 \cdot s}{t}$ $\quad t = \frac{2 \cdot s}{v}$ $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$ $\quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$	v s t a	Die Zunahme der Geschwindigkeit je Zeiteinheit heisst Beschleunigung, die Abnahme Verzögerung. Endgeschwindigkeit bei Beschleunigung oder Anfangsgeschwindigkeit bei Verzögerung in $\frac{m}{s}$ Beschleunigungs- oder Verzögerungsweg in m Beschleunigungszeit oder Verzögerungszeit in s Beschleunigung oder Verzögerung in $\frac{m}{s^2}$
			Der freie Fall ist eine gleichförmig beschleunigte Bewegung, bei der die Gravitationsbeschleunigung g wirkt. $g = 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \approx 10\,\frac{m}{s^2}$

Wärmelehre

Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung
Volumenausdehnung bei Flüssigkeiten 	**Volumenausdehnung** $\Delta V = \alpha_V \cdot V_0 \cdot \Delta\vartheta$ **Gesamtvolumen** $V = V_0 \cdot (1 + \alpha_V \cdot \Delta\vartheta)$ **Änderung der Dichte ϱ** $\varrho = \frac{\varrho_0}{1 + \alpha_V \cdot \Delta\vartheta}$	α_v $\Delta\vartheta$, ΔT ΔV V_0 V ϱ ϱ_0	Volumenausdehnungskoeffizient in $\frac{1}{K}; \frac{1}{°C}$ Temperaturänderung in K, °C Volumenänderung in m^3 Anfangsvolumen in m^3 Gesamtvolumen nach Volumenänderung in m^3 Dichte nach Volumenänderung in $\frac{kg}{m^3}$ ursprüngliche Dichte in $\frac{kg}{m^3}$
Schwindung 	Modelllänge $l_1 = \frac{l \cdot 100\%}{100\% - S}$ $l = \frac{l_1 \cdot (100\% - S)}{100\%}$	S l l_1	Schwindmass in % Werkstücklänge in mm Modelllänge in mm
Wärmemenge bei Temperaturänderung 	Wärmemenge $Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$ $\Delta\vartheta = \Delta T$	Q m c ΔT, $\Delta\vartheta$	Wärmemenge in kJ Masse in kg spezifische Wärmekapazität in $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ Temperaturänderung in K, °C 1 kWh = 3,6 MJ = 3 600kJ = 3 600 000 J 1 J = 1 Ws 1 MJ = $\frac{1}{3,6}$ kWh
Wärme aus elektrischer Arbeit 	$Q = W \cdot \eta$ $m \cdot c \cdot t = P \cdot t \cdot \eta$ $P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{t \cdot \eta}$ 1 Wh = 3 600 Ws = 3 600 J 1 kWh = 3 600 000 J	W P η Q ΔT t m c	elektrische Arbeit in Wh elektrische Leistung in kW Wirkungsgrad $\eta < 1$ – (erzeugte) Wärmemenge in kJ Temperaturdifferenz in K Zeit in s Masse in kg spezifische Wärmekapazität in $\frac{kJ}{kg \cdot K}$

Notizen

Wärmelehre

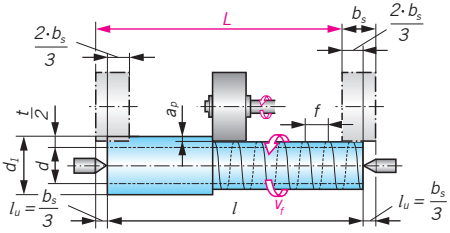
Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung
Wärme beim Schmelzen und Verdampfen 	Schmelzwärme $Q = m \cdot q$ Verdampfungswärme $Q = m \cdot c$	Q q c m	Schmelzwärme oder Verdampfungswärme in kJ spezifische Schmelzwärme in $\frac{kJ}{kg}$ spezifische Verdampfungswärme in $\frac{kJ}{kg}$ Masse in kg 1 kWh = 3,6 MJ = 3 600 kJ = 3 600 000 J 1 J = 1 Ws 1 MJ = $\frac{1}{3,6}$ kWh
Wärme durch Verbrennen 	Verbrennungswärme fester und flüssiger Brennstoffe $Q = m \cdot H$ Verbrennungswärme von Gasen $Q = V \cdot H_u$	Q H H_u m V	Verbrennungswärme in MJ spezifischer Heizwert fester und flüssiger Brennstoffe in $\frac{MJ}{kg}$ spezifischer Heizwert von Gasen in $\frac{MJ}{m^3}$ Masse fester und flüssiger Brennstoffe in kg Volumen von Brenngasen in m^3 1 kWh = 3,6 MJ = 3 600kJ = 3 600 000 J 1 J = 1 Ws 1 MJ = $\frac{1}{3,6}$ kWh
Wärmestrom 	$\Phi = A \cdot U \cdot \Delta T$ $\quad U = \frac{\lambda}{s}$ $\Phi = A \cdot \frac{\lambda}{s} \cdot \Delta T$ $\quad R = \frac{1}{U}$ $Q = \Phi \cdot t$ Der Wärmestrom «fliesst» immer zum Bereich mit niedriger Temperatur.	Φ λ s A ΔT U R Q t	Wärmestrom in W Wärmeleitfähigkeit in $\frac{W}{m \cdot K}$ Bauteildicke in m Bauteilfläche in m^2 Temperaturdifferenz in K Wärmedurchgangs-koeffizient in $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ Wärmedurchlass-widerstand in $\frac{m^2 \cdot K}{W}$ Wärmeenergie in Wh Zeit in h

Notizen

Schleifen

Längs-Rundschleifen

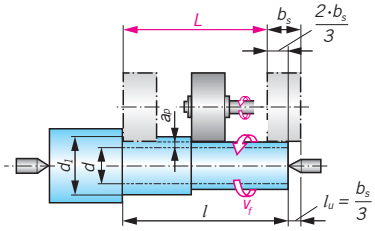
Werkstück ohne Ansatz



Vorschubweg $L = l - \frac{1}{3} \cdot b_s$

t_h	Hauptnutzungszeit	b_s	Schleifscheibenbreite
L	Vorschubweg	d_1	Ausgangsdurchmesser des Werkstücks
i	Anzahl der Schnitte	d	Fertigdurchmesser des Werkstücks
n	Drehzahl des Werkstücks	l_u	Überlauf
f	Vorschub je Umdrehung des Werkstücks		
v_f	Vorschubgeschwindigkeit		
a_p	Schnitttiefe		
t	Schleifzugabe		
l	Werkstücklänge		

Werkstück mit Ansatz



Vorschubweg $L = l - \frac{2}{3} \cdot b_s$

Hauptnutzungszeit

$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$

Drehzahl des Werkstücks

$n = \frac{v_f}{\pi \cdot d_1}$

Anzahl der Schnitte für Aussenrundschleifen

$i = \frac{d_1 - d}{2 \cdot a} + 2$ [1]

Anzahl der Schnitte für Innenrundschleifen

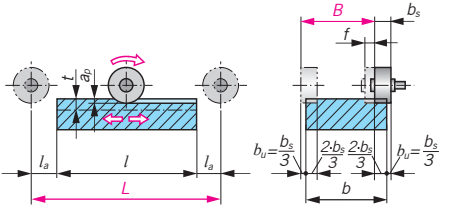
$i = \frac{d - d_1}{2 \cdot a} + 2$ [1]

[1] 2 Schnitte zum Ausfeuern, bei niedrigem Toleranzgrad sind zusätzliche Schnitte erforderlich.

Vorschub beim Schruppen	$f = \frac{2}{3} \cdot b_s$ bis $\frac{3}{4} \cdot b_s$
Vorschub beim Schlichten	$f = \frac{1}{4} \cdot b_s$ bis $\frac{1}{2} \cdot b_s$

Umfangs-Planschleifen (Flachschleifen)

Werkstück ohne Ansatz

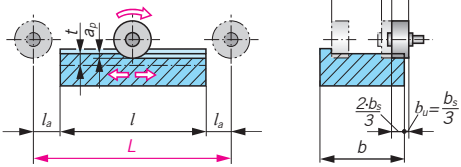


Vorschubweg $L = l + 2 \cdot l_a$

$B = b - \frac{1}{3} \cdot b_s$

t_h	Hauptnutzungszeit	b_s	Schleifscheibenbreite
L	Vorschubweg	b	Werkstückbreite
i	Anzahl der Schnitte	b_u	Überlaufbreite
n	Hubzahl je Minute	B	Schleifbreite
f	Quervorschub je Hub	l_u	Anlauf, Überlauf
v_f	Vorschubgeschwindigkeit		
a_p	Schnittiefe		
t	Schleifzugabe		
l	Werkstücklänge		

stück mit Ansatz



Vorschubweg $L = l + 2 \cdot l_a$

$B = b - \frac{1}{3} \cdot b_s$

Hauptnutzungszeit

$t_h = \frac{i}{n} \cdot \left(\frac{B}{f} + 1\right)$

Drehzahl des Werkstücks

$n = \frac{v_f}{L}$

Anzahl der Schnitte

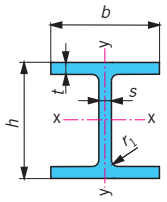
$i = \frac{t}{a} + 2$ [1]

[1] 2 Schnitte zum Ausfeuern

Quervorschub beim Schruppen	$f = \frac{2}{3} \cdot b_s$ bis $\frac{4}{5} \cdot b_s$
Vorschub beim Schlichten	$f = \frac{1}{2} \cdot b_s$ bis $\frac{2}{3} \cdot b_s$

Stahlträgerprofile

warmgewalzte I-Träger (Breite I -Träger) IPB 220 DIN 1025-2



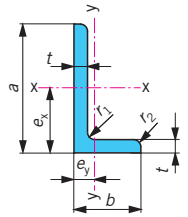
$r_1 \approx 2 \cdot s$

Beispiel: I-Profil DIN 1025 – S235JR - IPB360
oder I-Profil DIN 1025 – 1.0112 - IPB360

Höhe	h = 360 mm
Breite	b = 300 mm
Querschnittsfläche	A = 18100 mm²
Trägheitsmoment	I_x = 43190 · 10^4 mm⁴
Widerstandsmoment	W_x = 2400 · 10^3 mm³

Kurz-zeichen	Abmessungen				Quer-schnitts-fläche	für die Biegeachsen x – x		für die Biegeachsen y – y		längenbezogene Gewichtskraft
	h	b	s	t	A	I_x	W_x	I_y	W_y	m
IPB	mm	mm	mm	mm	mm²	cm⁴	cm³	cm⁴	cm³	N/m
100	100	100	6	10	2600	450	89,3	167	33,5	200,12
120	120	120	6,5	11	3400	864	144	318	52,9	261,93
140	140	140	7	12	4300	1510	216	550	78,5	330,60
160	160	160	8	13	5430	2490	311	889	111	417,91
180	180	180	8,5	14	6530	3830	426	1360	151	502,27
200	200	200	9	15	7810	5700	570	2000	200	601,35
220	220	220	9,5	16	9100	8090	736	2840	258	701,42
240	240	240	10	17	10600	11260	938	3920	327	816,19
260	260	260	10	17,5	11800	14920	1150	5130	395	912,33
280	280	280	10,5	18	13100	19270	1380	6590	471	1010,43
300	300	300	11	19	14900	25170	1680	8560	571	1147,77
320	320	300	11,5	20,5	16100	30820	1930	9240	616	1245,87
340	340	300	12	21,5	17100	36660	2160	9690	646	1314,54
360	360	300	12,5	22,5	18100	43190	2400	10140	676	1393,02
400	400	300	13,5	24	19800	57680	2880	10820	721	1520,55
450	450	300	14	26	21800	79890	3550	11720	781	1677,51
500	500	100	14,5	28	23900	107200	4290	12620	842	1834,47

ungleichschenkliger Winkelstahl EN 10056-1



r_1 = Übergangsradius
r_2 = Rundungsradius der Kanten

Beispiel:
L-Profil EN 10056–1–30 x 20 x 4–S235JRG1

Schenkelbreite	a =	30 mm
	b =	20 mm
Schenkeldicke	t =	4 mm
Querschnittsfläche	A =	1,86 cm²
Trägheitsmoment	I_x =	1,59 cm⁴
Widerstandsmoment	W_x =	0,807 cm³

Kurzzeichen	Abmessungen				Quer-schnitt	Abstände der Achsen		für die Biegeachsen x – x		für die Biegeachsen y – y		Masse
	a	b	t	r_1	A	e_x	e_y	I_x	W_x	I_y	W_y	m
L	mm	mm	mm	mm	cm²	cm	cm	cm⁴	cm³	cm⁴	cm³	kg/m
30 x 20 x 3	30	20	3	4	1,43	0,990	0,502	1,25	0,621	0,437	0,292	1,12
30 x 20 x 4	30	20	4	4	1,86	1,03	0,541	1,59	0,807	0,553	0,379	1,46
40 x 20 x 4	40	20	4	4	2,26	1,47	0,480	3,59	1,42	0,600	0,393	1,77
40 x 25 x 4	40	25	4	4	2,46	1,36	0,623	3,89	1,47	1,16	0,619	1,93
50 x 30 x 5	50	30	5	5	3,78	1,73	0,741	9,36	2,86	2,51	1,11	2,96
60 x 30 x 5	60	30	5	5	4,28	2,17	0,684	15,6	4,07	2,63	1,14	3,36
60 x 40 x 5	60	40	5	6	4,79	1,96	0,972	17,2	4,25	6,11	2,02	3,76
60 x 40 x 6	60	40	6	6	5,68	2,00	1,101	20,1	5,03	7,12	2,38	4,46
80 x 40 x 6	80	40	6	7	6,89	2,85	0,884	44,9	8,73	7,59	2,44	5,41
80 x 40 x 8	80	40	8	7	9,01	2,94	0,963	57,6	11,4	9,61	3,16	7,07
100 x 50 x 6	100	50	6	8	8,71	3,51	1,05	89,9	13,8	15,4	3,89	6,84
100 x 50 x 8	100	50	8	8	11,40	3,60	1,13	116,6	18,2	19,7	5,08	8,97

Stahlträgerprofile

gezogene Flach-, Rund-, Vierkant-, Sechskantstäbe (Gewichtskräfte)

Breite b in mm	längenbezogene Gewichtskraft F'_G in N/m bei Dicke h in mm									
	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
5	1,16	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	1,38	1,84	–	–	–	–	–	–	–	–
8	1,84	2,46	3,08	3,70	–	–	–	–	–	–
10	2,32	3,08	3,88	4,62	–	–	–	–	–	–
12	2,78	3,70	4,62	5,54	7,40	–	–	–	–	–
14	3,24	4,32	5,40	6,46	8,62	10,8	–	–	–	–
16	3,70	4,92	6,16	7,40	9,81	12,4	–	–	–	–
18	4,16	5,54	6,94	8,32	11,1	13,8	16,7	–	–	–
20	4,62	6,16	7,70	9,42	12,4	15,4	18,4	24,6	–	–
22	5,08	6,78	8,48	10,2	13,5	17,0	20,3	–	–	–
25	5,78	7,70	9,62	11,6	15,4	19,2	23,2	30,8	38,6	–
28	6,46	8,62	10,8	12,9	17,3	21,6	25,9	234,5	43,2	–
32	7,40	9,81	12,4	14,8	19,7	24,6	29,5	239,4	49,2	**61,6**
36	8,32	11,10	13,8	16,7	22,2	27,8	33,3	44,3	55,4	–
40	9,24	12,40	15,4	18,4	24,6	30,8	37,0	49,2	61,6	77,0
45	10,4	13,80	17,4	20,8	27,8	34,6	41,6	55,4	69,4	86,6
50	11,6	15,40	19,2	23,2	30,8	38,6	46,2	61,6	77,0	96,2
56	**12,9**	**17,30**	**21,6**	–	**34,5**	**43,2**	**51,8**	**69,0**	**86,2**	**107,8**
63	14,5	19,40	24,2	29,1	38,8	48,6	58,2	**77,6**	97,0	**121,6**
70	–	21,60	27,0	32,4	43,2	54,0	64,6	86,2	107,9	134,4
80	–	–	30,8	37,0	49,2	61,6	74,0	98,1	123,6	154,0
90	–	–	34,6	41,6	55,4	69,4	83,2	110,9	138,3	173,6
100	–	–	38,6	46,2	61,6	77,0	92,4	123,8	154,0	192,3
125	–	–	**48,2**	**57,8**	**77,0**	**96,2**	**115,8**	**154,0**	**192,2**	**240,3**
140	–	–	–	64,6	86,2	107,9	129,5	–	–	–
160	–	–	–	–	–	123,6	–	–	246,2	308,0
180	–	–	–	–	–	138,3			277,6	346,3
200	–	–	–	–	–	154,0			308,0	385,5

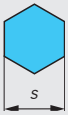
Fettgedruckte Werte sind in den Normzahlreihen R10, R20 nach DIN 323 nicht enthalten.

Anmerkung: Werden längenbezogene Gewichte für andere Werkstoffe aus ○, □, ⬡, ▯ – Profilen gewünscht, so können die Tabellenwerte mittels der allgemeinen Formel umgerechnet werden:

$$F'_{Gx} = \frac{F'_G \cdot \varrho_x}{\varrho_{St}} \text{ in } \frac{N}{m}$$

Beispiel: Aluminium Fl 20 x 10; $\varrho_{Al} = 2{,}7$ kg / dm³

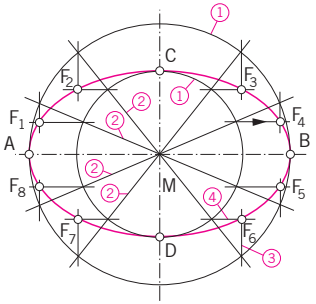
$$F'_{GAl} = \frac{15{,}4 \text{ N/m} \cdot 2{,}7}{7{,}85} = 5{,}3 \frac{N}{m}$$

Abmessungen in mm $d = a = s$	längenbezogene Gewichtskraft F'_G in $\frac{N}{m}$		
	 d	 a	 s
2	0,242	0,308	0,267
3	0,544	0,694	0,600
4	0,967	1,24	1,07
5	1,51	1,92	1,67
6	2,18	2,78	2,40
8	3,87	4,92	4,27
10	6,05	7,70	6,67
12	8,71	11,1	9,60
13	10,2	13,0	11,3
14	11,9	15,1	13,0
15	13,6	17,4	15,0
16	15,5	19,7	17,1
18	19,6	24,9	–
20	24,2	30,8	–
22	29,2	37,3	32,3
24	34,8	44,3	38,5
26	37,8	–	–
28	44,1	56,1	–
30	54,4	69,4	60,0
32	61,9	78,8	68,3
36	78,4	100,1	86,4
38	87,3	–	96,3
40	96,7	123,6	–
45	122,6	156,0	–
50	151,1	192,3	166,8
55	183,4	232,5	202,1
60	217,8	277,6	240,3
65	255,1	325,7	281,5
70	296,3	377,7	326,7
75	340,4	433,6	374,7
80	387,5	492,5	426,5
90	489,5	–	540,5
100	605,3	770,1	667,1

Notizen

Geometrische Grundkonstruktionen

Ellipsenkonstruktionen



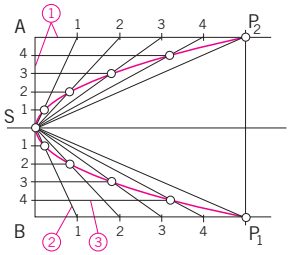
Mit konzentrischen Kreisen

$\overline{AB} \triangleq$ grosse Ellipsenachse

$\overline{CD} \triangleq$ kleine Ellipsenachse

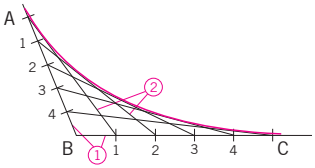
1. Man zeichnet um den Mittelpunkt M zwei konzentrische Kreise mit den Radien $\frac{\overline{CB}}{2}$ und $\frac{\overline{AB}}{2}$.
2. Man trägt unter beliebigen Winkel mehrere Durchmesser ab.
3. Von ihren Schnittpunkten mit dem kleinen Kreis trägt man waagerecht, von dem grossen Kreis senkrecht Geraden ab.
4. Die waagrechten und senkrechten Geraden schneiden sich in den Ellipsenpunkten F_1, F_2, F_3, ...

Parabel



Parabel, wenn Scheitelpunkt *S* und Parabelpunkte P_1, P_2 gegeben sind

1. Die Rechteckseiten $\overline{AP_2}$, $\overline{BP_1}$, und die Strecken $\overline{AS}$, $\overline{BS}$ werden in gleiche Teile eingeteilt. Verbindet man die Teilpunkte mit den gleichen Zahlen, so erhält man die Punkte der Parabel.
2. Verbinden der Punkte auf $\overline{AP_2}$ und $\overline{BP_1}$ mit S.
3. Horizontale Linien durch die Teilpunkte auf $\overline{AS}$ und $\overline{BS}$ ergeben die Parabelpunkte.

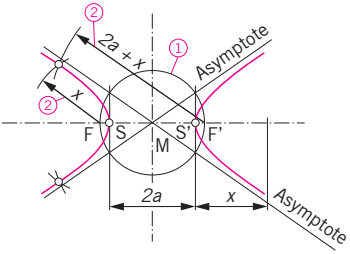


Parabel, wenn Tangenten gegeben sind (Hüllkonstruktion)

1. Die Tangenten $\overline{AB}$ und $\overline{BC}$ werden in gleiche Teile geteilt.
2. Verbindet man die gleichen Teilpunkte (1/1, 2/2 ...), so erhält man die Tangenten der Parabel.

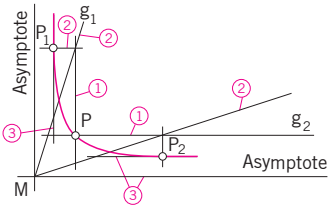
Die Parabel berührt die Tangenten in den Punkten A und C nicht.

Hyperbel



Hyperbel, wenn die Brennpunkte F, F' und die Asymptoten gegeben sind

1. Die Schnittpunkte des Kreises (um M durch F und F' mit Asymptoten werden auf die Achse projiziert und ergeben die Hyperbelscheitel S und S'.
2. Die Punkte der Hyperbel erhält man durch die Schnittpunkte zweier Kreisbögen um F bzw. F' mit den beliebig gewählten Radien *x* bzw, *x* + 2*a*.

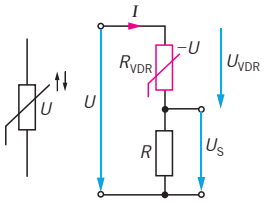


Gleichseitige Hyperbel, wenn Hyperbelpunkt P und Asymptoten gegeben sind

1. Durch Punkt P wird je eine Parallele g_1 und g_2, zu den Asymptoten gezogen.
2. Beliebige Strahlen schneiden die Parallelen g_1 und g_2.
3. Durch die Schnittpunkte werden wiederum Parallelen zu den Asymptoten gezogen, die die Punkte P_1, P_2 usw. der Kurve ergeben.

Nichtlineare Widerstände

Varistor (VDR-Widerstand) [1]



Der VDR-Widerstand sinkt, wenn die Spannung steigt.

$$I = k \cdot (U_{VDR})^{\alpha}$$

$$R_{VDR} = \frac{U_{VDR}}{I} = \frac{1}{k \cdot (U_{VDR})^{\alpha}}$$

$$P_{VDR} = U_{VDR} \cdot I = k \cdot (U_{VDR})^{\alpha+1}$$

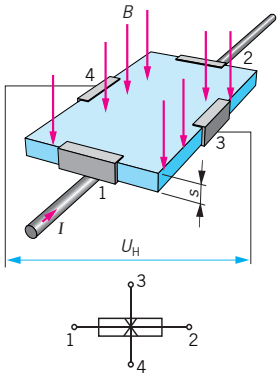
$$\alpha = \frac{\log I_2 - \log I_1}{\log U_2 - \log U_1}$$

$$U_S = U \cdot \frac{R}{R + R_{VDR}}$$

Formel-Zeichen	Erklärung	
I	Strom durch den Varistor	in A
U_{VDR}	Spannung am Varistor	in V
k	Elementkonstante (von der Geometrie abhängig)	in $\frac{A}{V}$
α	Nicht-Linearitäts-Exponent	
U_1, U_2	Spannung zweier Funktionspunkte	in V
I_1, I_2	Strom zweier Funktionspunkte	in A
P_{VDR}	Varistor-Leistung	in W
R	Widerstand	in Ω
R_{VDR}	Widerstand des VDR	in Ω

[1] Voltage Dependent Resistor (engl.) = Spannungsabhängige Widerstand

Hall-Generator



Die abgegebene Hallspannung U_H hängt vom Erregerstrom und von der magnetischen Flussdichte (Magnetfeld) ab.

$$U_H = R_H \cdot \frac{I \cdot B}{s}$$

Formel-Zeichen	Erklärung			
U_H	Hallspannung			in V
I	Erregerstrom			in A
B	Magnetische Flussdichte			in T
s	Plattendicke			in m
R_H	Hall-Konstante			in $\frac{m^3}{A \cdot s}$
R_H	Germanium:	$R_H =$	$1 \cdot 10^{-3}$	$\frac{m^3}{A \cdot s}$
	Bismut:	$R_H =$	$0{,}5 \cdot 10^{-6}$	$\frac{m^3}{A \cdot s}$
	Indium-Antimon:	$R_H =$	$240 \cdot 10^{-6}$	$\frac{m^3}{A \cdot s}$
	Indium-Arsen:	$R_H =$	$120 \cdot 10^{-6}$	$\frac{m^3}{A \cdot s}$

Notizen

Unstetige und digitale Regler

Schaltende Regler (unstetige Regler)

Grundbegriffe

Steuern

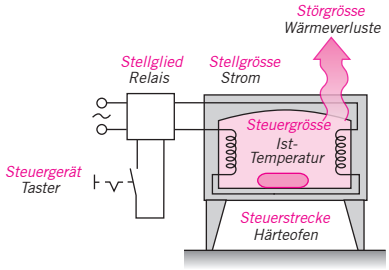
Beim Steuern wird die Ausgangsgrösse, z.B. die Temperatur in einem Härteofen, von der Eingangsgrösse, z.B. dem Strom in der Heizwicklung, beeinflusst. Die Ausgangsgrösse wirkt auf die Eingangsgrösse nicht zurück. Die Steuerung hat einen offenen Wirkungsweg.

Regeln

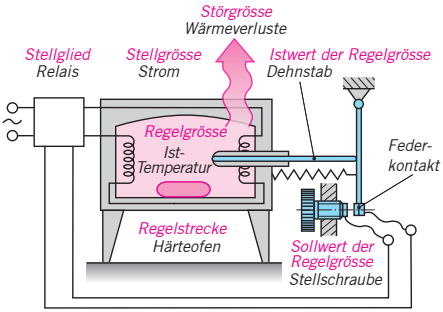
Beim Regeln wird die Regelgrösse, z.B. die Ist-Temperatur in einem Härteofen, fortlaufend erfasst, mit der Soll-Temperatur als Führungsgrösse verglichen und bei Abweichungen an die Führungsgrösse angeglichen. Die Regelung hat einen geschlossenen Wirkungskreislauf.

Beispiel Härteofen

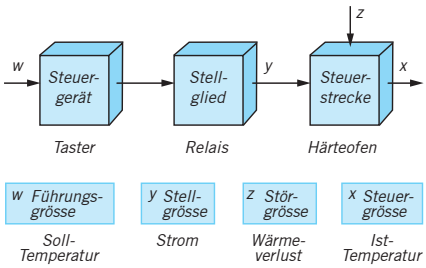
Schemadarstellung



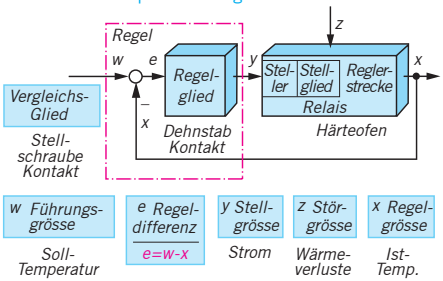
Schemadarstellung



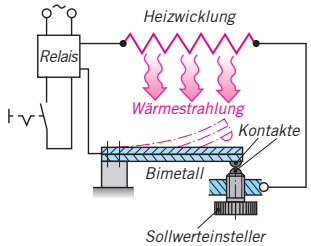
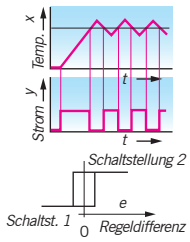
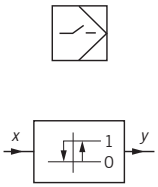
Wirkungsweise der Steuerkette



vereinfachter Wirkplan des Regelkreises

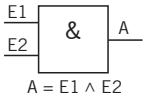
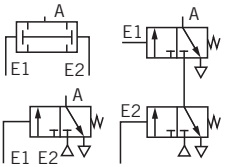
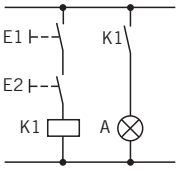
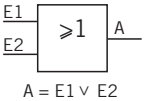
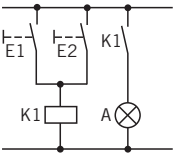
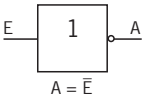
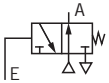
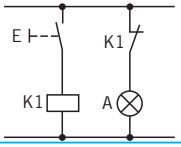
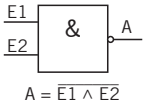
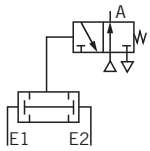
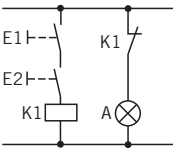
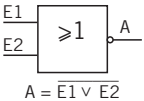
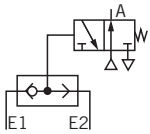
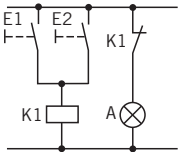
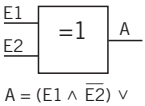
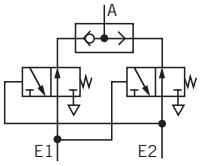
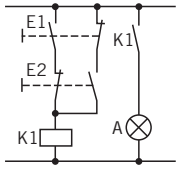
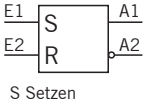
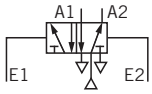
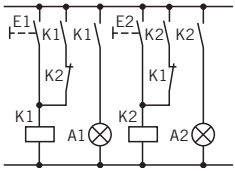


Schaltende Regler verändern die Stellgrösse y unstetig durch Schalten in mehreren Stufen.

Reglerart	Beispiel, Beschreibung	Übergangsfunktion	Sinnbild Blockdarstellung
Zweipunktregler			

Steuerungstechnik, Digitaltechnik

Binäre Verknüpfungen

Funktion	Schaltzeichen Logische Gleichung	Funktionstabelle	Technische Realisierung pneumatisch	 elektrisch
UND (AND)	 A = E1 ∧ E2	E1 E2 A 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1		
ODER (OR)	 A = E1 ∨ E2	E1 E2 A 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1		
NICHT (NOT)	 A = Ē	E A 0 1 1 0		
UND-NICHT (NAND)	 A = $\overline{E1 \wedge E2}$	E1 E2 A 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0		
ODER-NICHT (NOR)	 A = $\overline{E1 \vee E2}$	E1 E2 A 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0		
exklusiv **ODER** (XOR)	 A = (E1 ∧ $\overline{E2}$) ∨ ($\overline{E1}$ ∧ E2)	E1 E2 A 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0		
Speicher (RS-FlipFlop)	 S Setzen R Rücksetzen	E1 E2 A1 A2 0 0 • • 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 □ □ • Zustand unverändert □ Zustand unbestimmt		

E und A verwendet man in neutralen Logikdarstellungen. In technischen Darstellungen werden, abweichend zu den Grafiken in der Tabelle, die verwendeten Symbole dargestellt, z.B. V (Ventile), S_1 (Schalter) statt E und A

Chemische Elemente, Metalle, Legierungen

Stoffwerte

Stoff	Dichte ϱ kg/dm³	Schmelztemperatur ϑ °C	Siede-temperatur ϑ °C	Wärmeleit-fähigkeit λ W/(m · K)	spez. Wärme-kapazität (0 ... 100 °C) c kJ/(kg · K)	Spezifischer Widerstand bei 20 °C ϱ Ω·mm²/m	Längenausdeh-nungskoeffizient (0 ... 100 °C) α K⁻¹
Aluminium (Al)	2,7	659	2467	204	0,94	0,028	$2{,}38 \cdot 10^{-5}$
Antimon (Sb)	6,69	630,5	1637	22	0,21	0,39	$1{,}08 \cdot 10^{-5}$
Asbest	2,1 ... 2,8	≈ 1300	–	–	0,81	–	–
Beryllium (Be)	1,85	1280	≈ 3000	165	1,02	0,04	$1{,}23 \cdot 10^{-5}$
Beton	1,8 ... 2,2	–	–	≈ 1	0,88	–	$1 \cdot 10^{-5}$
Bismut (Bi)	9,8	271	1560	8,1	0,12	1,25	$1{,}25 \cdot 10^{-5}$
Blei (Pb)	11,3	327,4	1751	34,7	0,13	0,208	$2{,}9 \cdot 10^{-5}$
Cadmium (Cd)	8,64	321	765	91	0,23	0,077	$3 \cdot 10^{-5}$
Chrom (Cr)	7,2	1903	2642	69	0,46	0,13	$8{,}4 \cdot 10^{-5}$
Cobalt (Co)	8,9	1493	2880	69,1	0,43	0,062	$1{,}27 \cdot 10^{-5}$
CuAl-Legierungen	7,4 ... 7,7	1040	2300	61	0,44	–	$1{,}95 \cdot 10^{-5}$
CuSn-Legierungen	7,4 ... 8,9	900	2300	46	0,38	0,02 ... 0,03	$1{,}75 \cdot 10^{-5}$
CuZn-Legierungen	8,4 ... 8,7	900 ... 1000	2300	105	0,39	0,05 ... 0,07	$1{,}85 \cdot 10^{-5}$
Eis	0,92	0	100	2,3	2,09	–	$5{,}1 \cdot 10^{-5}$
Eisen, rein (Fe)	7,87	1536	3070	81	0,47	0,13	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$
Eisenoxid (Rost)	5,1	1570	–	0,58 (pulv.)	0,67	–	–
Fette	0,92 ... 0,94	30 ... 175	≈ 300	0,21	–	–	–
Gips	2,3	1200	–	0,45	1,09	–	–
Glas (Quarzglas)	2,4 ... 2,7	520 ... 550 [1]	–	0,8 ... 1,0	0,83	10^{18}	$0{,}9 \cdot 10^{-5}$
Gold (Au)	19,3	1064	2707	310	0,13	0,022	$1{,}42 \cdot 10^{-5}$
Graphit (C)	2,26	≈ 3550	≈ 4800	168	0,71	–	$0{,}78 \cdot 10^{-5}$
Gusseisen	7,25	1150 ... 1200	2500	58	0,50	0,6 ... 1,6	$1{,}05 \cdot 10^{-5}$
Hartmetall (K 20)	14,8	> 2000	≈ 4000	81,4	0,80	–	$0{,}5 \cdot 10^{-5}$
Holz (lufttrocken)	0,20 ... 0,72	–	–	0,06 ... 0,17	2,1 ... 2,9	–	≈ $4 \cdot 10^{-5}$ [2]
Iridium (Ir)	22,4	2443	> 4350	59	0,13	0,053	$0{,}65 \cdot 10^{-5}$
Iod (I)	5,0	113,6	183	0,44	0,23	–	–
Kohlenstoff (Diamant)	3,51	≈ 3550	–	–	0,52	–	$0{,}118 \cdot 10^{-5}$
Koks	1,6 ... 1,9	–	–	0,18	0,83	–	–
Konstantan	8,89	1260	≈ 2400	23	0,41	0,49	$1{,}52 \cdot 10^{-5}$
Kork	0,1 ... 0,3	–	–	0,04 ... 0,06	1,7 ... 2,1	–	–
Korund (Al_2O_3)	3,9 ... 4,0	2050	2700	12 ... 23	0,96	–	$0{,}65 \cdot 10^{-5}$
Kupfer (Cu)	8,96	1083	≈ 2595	384	0,39	0,0179	$1{,}68 \cdot 10^{-5}$
Magnesium (Mg)	1,74	650	1120	172	1,04	0,044	$2{,}6 \cdot 10^{-5}$
Magnesium Legierung	≈ 1,8	≈ 630	1500	46 ... 139	–	–	$2{,}45 \cdot 10^{-5}$
Mangan (Mn)	7,43	1244	2095	21	0,48	0,39	$2{,}3 \cdot 10^{-5}$
Molybdän (Mo)	10,22	2620	4800	145	0,26	0,054	$0{,}52 \cdot 10^{-5}$
Natrium (Na)	0,97	97,8	890	126	1,3	0,04	$7{,}1 \cdot 10^{-5}$
Nickel (Ni)	8,91	1455	2730	59	0,45	0,095	$1{,}3 \cdot 10^{-5}$
Niob (Nb)	8,55	2468	≈ 4800	53	0,273	0,217	$0{,}71 \cdot 10^{-5}$
Phosphor, gelb (P)	1,82	44	280	–	0,80	–	–
Platin (Pt)	21,5	1769	4300	70	0,13	0,098	$0{,}9 \cdot 10^{-5}$
Polystyrol	1,05	–	–	0,17	1,3	10^{10}	$7 \cdot 10^{-5}$
Porzellan	2,3 ... 2,5	≈ 1600	–	1,6 [3]	1,2 [3]	10^{12}	$0{,}4 \cdot 10^{-5}$
Quartz, Flint (SiO_2)	2,1 ... 2,5	1480	2230	9,9	0,8	–	$0{,}8 \cdot 10^{-5}$
Schaumgummi	0,06 ... 0,25	–	–	0,04 ... 0,06	–	–	–
Schwefel (S)	2,07	113	344,6	0,2	0,70	–	–
Selen, rot (Se)	4,4	220	688	0,2	0,33	–	–
Silber (Ag)	10,5	961,5	2180	407	0,23	0,015	$1{,}93 \cdot 10^{-5}$

[1] Transformationstemperatur [2] quer zur Faser [3] bei 800 °C

Periode	Hauptgruppen I A	Hauptgruppen II A	Hauptgruppen III A	Hauptgruppen IV A	Hauptgruppen V A	Hauptgruppen VI A	Hauptgruppen VII A	Hauptgruppen VIII A
1	1 H Wasserstoff 1,01							2 He Helium 4,0
2	3 Li Lithium 6,94 0,53	4 Be Beryllium 9,01 1,86	5 B Bor 10,81 2,4	6 C Kohlenstoff 12,01 3,5	7 N Stickstoff 14,01 1,03	8 O Sauerstoff 16,0 1,429	9 F Fluor 19,0 1,11	10 Ne Neon 20,18
3	11 Na Natrium 22,99 0,97	12 Mg Magnesium 24,31 1,75	13 Al Aluminium 26,98 2,7	14 Si Silicium 28,09 2,49	15 P Phosphor 30,97 1,83	16 S Schwefel 32,07 2,06	17 Cl Chlor 35,45 1,.56	18 Ar Argon 39,95

11	Ordnungszahl
Na	Kurzzeichen
Natrium	Elementname
22,99	Relative Atommasse (g/mol)
0,97	Dichte (g/cm³)

Periode	Hauptgruppen III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			I B	II B
4	21 Sc Scandium 44,96 2,5	22 Ti Titan 47,87 4,5	23 V Vanadium 50,94 5,96	24 Cr Chrom 52,00 7,1	25 Mn Mangan 54,94 7,4	26 Fe Eisen 55,84 7,9	27 Co Cobalt 58,93 8,7	28 Ni Nickel 58,69 8,9	29 Cu Kupfer 63,54 8,92	30 Zn Zink 65,39 7,1
5	39 Y Yttrium 88,91 5,5	40 Zr Zirconium 91,22 6,53	41 Nb Niob 92,91 8,4	42 Mo Molybdäne 95,94 10,4	43 Tc Technetium 98,91 11,5	44 Ru Rutenium 101.07 12,2	45 Rh Rhodium 102,91 12,4	46 Pd Palladium 106,42 11,9	47 Ag Silber 107,87 10,5	48 Cd Cadmium 112,41 8,6
6	57-71 Lanthanoide	72 Hf Hafnium 178,49 13,07	73 Ta Tantal 180,95 16,6	74 W Wolfram 183,84 19,3	75 Re Rhenium 186,21 20,5	76 Os Osmium 190,20 22,5	77 Ir Iridium 192,22 22,4	78 Pt Platin 195,08 21,4	79 Au Gold 197,97 19,3	80 Hg Quecksilber 200,59 13,6
7	89-103 Actinoide	104 Rf Rutherfordium 261,11	105 Db Dubnium 262,11	106 Sg Seaborgium 263,12	107 Bh Bohrium 264,12	108 Hs Hassium 265,13	109 Mt Meitnerium 268			

Periode	Hauptgruppen III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A
4	31 Ga Gallium 69,72 5,93	32 Ge Germanium 72,61 5,36	33 As Arsen 74,92 5,7	34 Se Selen 78,96 4,8	35 Br Brom 79,90 3,12	36 Kr Krypton 83,80
5	49 In Indium 114,82 7,29	50 Sn Zinn 118,71 7,3	51 Sb Antimon 121,75 6,6	52 Te Tellur 127,60 6,2	53 I Iod 126,90 4,93	54 Xe Xenon 131,29
6	81 Tl Thallium 204,38 11,85	82 Pb Blei 207,20 11,3	83 Bi Bismut 208,98 9,8	84 Po Polonium 208,98 9,5	85 At Astat 209,99	86 Rn Radon 222,02
7						

Für die Elemente 104 bis 109 bestehen nur Namensvorschläge
Element 104: auch Kurschatovium (Ku) oder Dubnium (Db)
Element 105: auch Joliotium
Element 106: auch Unhilhexium (Unh)
Element 107: auch Bohrium (Bh) oder Unilspitum (Uns)
Element 108: auch Hahnium (Hn) oder Unilocticum (Uno)
Element 109: auch Unilenneadium (Une)

Lanthanoide	57 La Lanthan 138,91 6,2	58 Ce Cer 140,12	59 Pr Praseodym 140,91	60 Nd Neodym 144,24	61 Pm Promethium 144,91	62 Sm Samarium 150,36	63 Eu Europium 151,96	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium 158,93	66 Dy Dysprosium 162,50	67 Ho Holmium 164,93	68 Er Erbium 167,26	69 Tm Thulim 168,93	70 Yb Ytterbium 173,04	71 Lu Lutetium 174,97
Actinoide	89 Ac Actinium 227,03	90 Th Thorium 232,04	91 Pa Protactinium 231,04	92 U Uran 238,03	93 Np Neptunium 237,05	94 Pu Plutonium 244,06	95 A Americum 243,06	96 Cm Curium 247,07	97 Bk Berkelium 247,07	98 Cf Californium 251,08	99 Es Einsteinium 252,08	100 Fm Fermium 257,10	101 Md Mendelevium 258,10	102 No Nobelium 259,10	103 Lw Lawrencium 262,11

- Nichtmetalle
- Halbmetalle
- Leichtmetalle
- Schwermetalle
- Edelmetalle
- Halogene
- Edelgase

Neue Farbkennzeichnung von Gasflaschen

Industrielle Gase

Gasart		Farben [1] Alt	Neu [2]
Acethylen	C_2H_2	orange	RAL 3009 oxydrot
Ammoniak	NH_3	violett	RAL 1018 zinkgelb
Argon	Ar	braun/grün	RAL 6001 smaragdgrün
Chlor	Cl_2	gelb	RAL 1018 zinkgelb
Chlorwasserstoff	HCl	gelb/rot	RAL 1018 zinkgelb
Distickstoffoxid	N_2O	grün/silber/grün	RAL 5010 enzianblau
Helium	He	gelb/grün	RAL 8008 olivbraun
Kohlendioxid	CO_2	schwarz	RAL 7037 staubgrau
Krypton, Neon, Xenon	Kr/Ne/Xe	schwarz grau	RAL 6018 gelbgrün
Luft		braun	RAL 6018 gelbgrün
Luft synthetisch		grau	RAL 6018 gelbgrün
Methan	CH_4	rot/braun	RAL 3000 feuerrot
Sauerstoff	O_2	blau	RAL 9010 reinweiss
Stickstoff	N_2	grün	RAL 9005 tiefschwarz
Wasserstoff	H_2	rot	RAL 3000 feuerrot

[1] Die Farbe des zylindrischen Flaschenkörpers ist in der Norm **nicht** festgelegt und kann weitgehend frei gewählt werden.
[2] Während der Dauer der Umstellung zusätzlich zweimal mit einem «N» (diametral versetzt) gekennzeichnet.

Sicherheitsfarben, Verbotszeichen

Sicherheitsfarben

Farbe	Bedeutung	Kontrastfarbe	Farbe des Bildzeichen	Anwendungsbeispiele
rot	**Halt, Verbot**	weiss	schwarz	Haltezeichen, NOT-AUS, Verbotszeichen, Material zur Feuerbekämpfung
gelb	**Vorsicht, mögliche Gefahr**	schwarz	schwarz	Hinweise auf Gefahren (z.B. Feuer, Explosion, Strahlen), Hinweise auf Hindernisse (z.B. Schwellen, Gruben)
grün	**Gefahrlosigkeit, erste Hilfe**	weiss	weiss	Kennzeichnung von Rettungswegen und Notausgängen, Erste-Hilfe- und Rettungsstationen
blau	**Gebotszeichen, Hinweise**	weiss	weiss	Verpflichtung zum Tragen persönlicher Schutzausrüstung, Standort eines Telefons

Verbotszeichen

Zeichen	Bedeutung	Zeichen	Bedeutung	Zeichen	Bedeutung
	Verbot		Berühren verboten		Mobilfunk verboten
	Rauchen verboten		Fotografieren verboten		Sitzen verboten
	Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten		Schalten verboten		Kein Zutritt für Personen mit Implantaten aus Metall
	für Fussgänger verboten		Verbot für Personen mit Herzschrittmacher		Mitführen von Hunden verboten
	mit Wasser löschen verboten		Abstellen oder Lagern verboten		Verbot, das gekennzeichnete Gerät in der Badewanne, Dusche oder im Waschbecken zu benutzen
	kein Trinkwasser		Personenbeförderung verboten		Hineinfassen verboten
	Keine schwere Last		Betreten der Fläche verboten		Aufzug im Brandfall nicht benutzen
	für Flurförderzeuge verboten		mit Wasser spritzen verboten		Nicht zulässig für Freihand- und handgeführtes Schleifen