

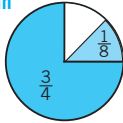
1	2	3	4	5	6
MATHEMATIK	PHYSIK	WERKSTOFF- UND FERTIGUNGSTECHNIK	ZEICHNUNGSTECHNIK	ELEKTRO- UND STEUERUNGSTECHNIK	TABELLEN UND SACHWORTVERZEICHNIS
Seite 6	Seite 28	Seite 53	Seite 88	Seite 93	Seite 118

<b>1 MATHEMATIK</b>	<b>6</b>
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
<b>2 PHYSIK</b>	<b>28</b>
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
<b>3 WERKSTOFF- UND FERTIGUNGSTECHNIK</b>	<b>53</b>
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

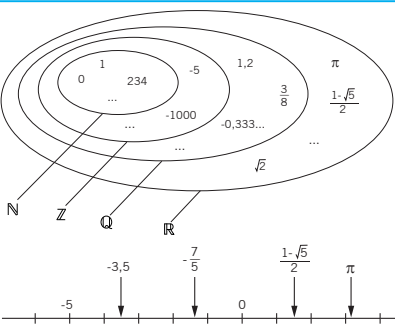
# Inhaltsverzeichnis

<b>4 ZEICHNUNGSTECHNIK</b>	<b>88</b>
Geometrische Grundkonstruktionen . . . . .	88
<b>5 ELEKTRO- UND STEUERUNGSTECHNIK</b>	<b>93</b>
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
<b>6 TABELLEN UND SACHWORTVERZEICHNIS</b>	<b>118</b>
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, Verbotsschilder . . . . .	133
Warnzeichen . . . . .	134
Sicherheitskennzeichnung . . . . .	135
Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen . . . . .	137
Gefahrstoffe, R-Sätze . . . . .	138
Gefahrstoffe, S-Sätze . . . . .	139

## Bruchrechnen und Zahlenmengen

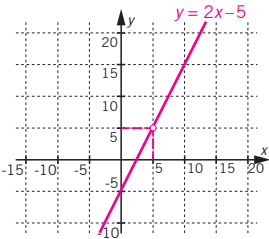
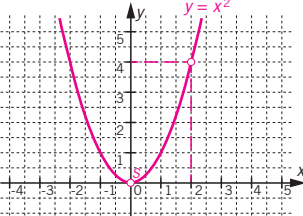
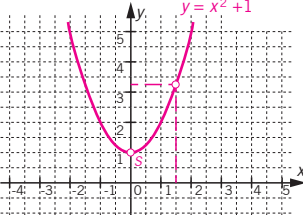
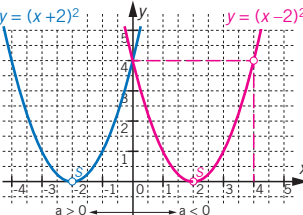
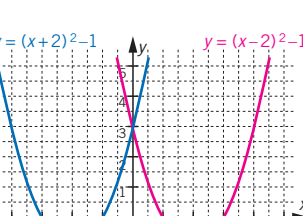
Methode	Erklärung	Beispiele
<b>Allgemein</b> 	Ein Bruch ist ein Teil einer ganzen Einheit. Der Nenner bezeichnet die Grösse der Teilstücke, der Zähler die Anzahl der Teilstücke. $x$ Zähler $y$ Nenner	$\frac{3}{4}; \frac{1}{8}; \dots$  $\frac{x}{y}$
<b>Erweitern</b>	Zähler und Nenner mit der gleichen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

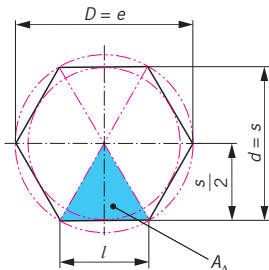
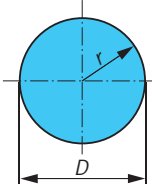
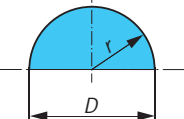
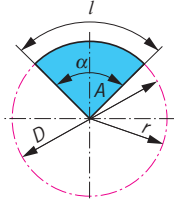
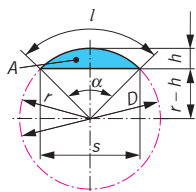


Zahlenmenge	Symbol	Beispiele									
<b>Positive ganze Zahlen</b>	$\mathbb{N}$	0	1	6	18	2076	...	...	...	...	...
<b>Ganze Zahlen</b>	$\mathbb{Z}$	-74	-36	-2	0	6	473	...	...	...	...
<b>Rationale Zahlen</b>	$\mathbb{Q}$	-13	$-\frac{7}{4}$	$-\frac{2}{3}$	0	0,333	$\frac{5}{7}$	11	15,3	...	...
<b>Reelle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

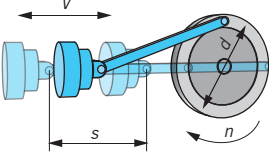
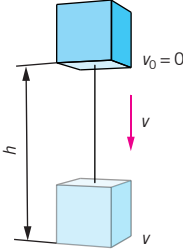
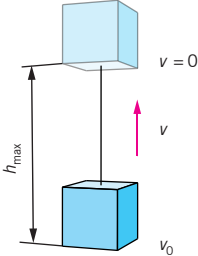
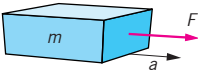
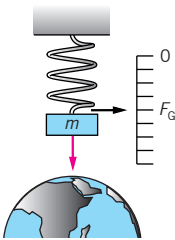
Gleichungen

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


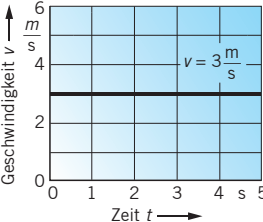
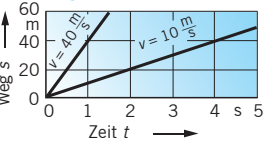
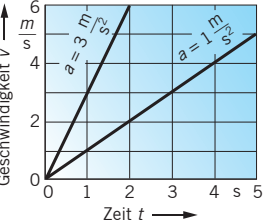
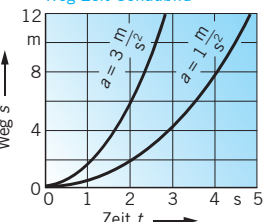
Flächen, Umfang

Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung																																								
<b>Regelmässiges Vieleck</b> 	$A = A_A \cdot n$ $A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4}$ $l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$	$A$ $A_A$ $n$ $l$ $d, s$ $D, e$	Gesamtfläche Teilfläche Eckenzahl Seitenlänge Inkreisdurchmesser bzw. Schlüsselweite bei gerader Eckenzahl Umkreisdurchmesser bzw. Eckenmass																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ecken-zahl</th> <th colspan="3">A =</th> <th>d =</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td><math>0,325 \cdot D^2</math></td> <td><math>1,299 \cdot d^2</math></td> <td><math>0,433 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,500 \cdot e</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>0,500 \cdot D^2</math></td> <td><math>1,000 \cdot d^2</math></td> <td><math>1,000 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,707 \cdot e</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td><math>0,594 \cdot D^2</math></td> <td><math>0,908 \cdot d^2</math></td> <td><math>1,721 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,809 \cdot e</math></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td><math>0,650 \cdot D^2</math></td> <td><math>0,866 \cdot d^2</math></td> <td><math>2,598 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,866 \cdot e</math></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td><math>0,707 \cdot D^2</math></td> <td><math>0,828 \cdot d^2</math></td> <td><math>4,828 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,924 \cdot e</math></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td><math>0,735 \cdot D^2</math></td> <td><math>0,812 \cdot d^2</math></td> <td><math>7,964 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,951 \cdot e</math></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td><math>0,750 \cdot D^2</math></td> <td><math>0,804 \cdot d^2</math></td> <td><math>11,196 \cdot l^2</math></td> <td><math>0,966 \cdot e</math></td> </tr> </tbody> </table>	Ecken-zahl	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	$0,750 \cdot D^2$	$0,804 \cdot d^2$	$11,196 \cdot l^2$	$0,966 \cdot e$		
Ecken-zahl	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	$0,750 \cdot D^2$	$0,804 \cdot d^2$	$11,196 \cdot l^2$	$0,966 \cdot e$																																							
<b>Kreisfläche</b> 	$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ $A = \pi \cdot r^2$ $U = \pi \cdot D$	$A$ $D$ $r$ $U$	Fläche in mm <sup>2</sup> Durchmesser in mm Radius $r = \frac{D}{2}$ in mm Umfang in mm																																								
<b>Halbkreisfläche</b> 	$A = \frac{\pi \cdot r^2}{2}$ $A = \frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$A$ $r$	Fläche in mm <sup>2</sup> Radius in mm																																								
<b>Bogenlänge, Kreisabschnitt</b> 	$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360^\circ}$ $A = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \alpha}{4 \cdot 360^\circ}$ $A = \frac{l \cdot r}{2}$ Radiant: $\hat{l} = \frac{\pi \cdot \alpha}{180^\circ}$ $\alpha = \frac{r}{180^\circ} \text{ (rad)}$	$l$ $\alpha$ $A$ $D$ $r$ $\hat{l}$	Bogenlänge in mm Zentriwinkel in ° 360° = 21 600' Kreisabschnittsfläche in mm <sup>2</sup> Durchmesser in mm Radius $r = \frac{D}{2}$ in mm Bogenmass = Länge des Kreisbogens am Radius $r = 1$ in rad																																								
<b>Sehnenlänge, Bogenhöhe, Kreisabschnitt</b> 	$s = D \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \sqrt{h(2r-h)}$ $h = \frac{D}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) = r - \sqrt{r^2 - \frac{s^2}{4}}$ $A = \frac{l \cdot r - s(r-h)}{2}$ $A \approx \frac{2}{3} \cdot s \cdot h$ ; $l = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360^\circ}$	$s$ $l$ $h$ $\alpha$ $r$ $A$	Sehnenlänge in mm Bogenlänge in mm Bogenhöhe in mm Bogenwinkel in ° Radius $r = \frac{D}{2}$ in mm Kreisabschnittsfläche in mm																																								

**Kurbeltrieb; freier-, senkrechter Fall; Kraft und Beschleunigung**

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

Einheitliche geradlinige Bewegung, Weg, Zeit, Geschwindigkeit

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





Wärmelehre

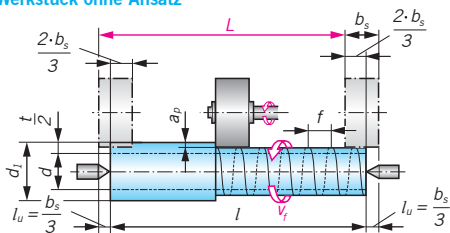
Objekt	Formel	Formel-Zeichen	Erklärung
<p><b>Wärme beim Schmelzen und Verdampfen</b></p>	<p>Schmelzwärme</p> $Q = m \cdot q$ <p>Verdampfungswärme</p> $Q = m \cdot c$	<p><math>Q</math></p> <p><math>q</math></p> <p><math>c</math></p> <p><math>m</math></p>	<p>Schmelzwärme oder Verdampfungswärme in kJ</p>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

Notizen

# Schleifen

## Längs-Rundschleifen

### Werkstück ohne Ansatz

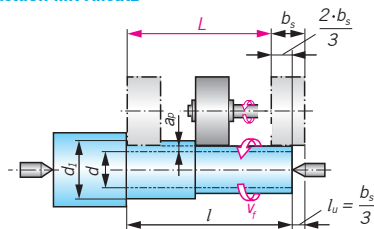


Vorschubweg  $L = l - \frac{1}{3} \cdot b_s$

$t_h$	Hauptnutzungszeit
$L$	Vorschubweg
$i$	Anzahl der Schnitte
$n$	Drehzahl des Werkstücks
$f$	Vorschub je Umdrehung des Werkstücks
$v_t$	Vorschubgeschwindigkeit
$a_p$	Schnitttiefe
$t$	Schleifzugabe
$l$	Werkstücklänge

$b_s$	Schleifscheibenbreite
$d_1$	Ausgangsdurchmesser des Werkstücks
$d$	Fertigdurchmesser des Werkstücks
$l_u$	Überlauf

### 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	$n = \frac{v_t}{\pi \cdot d_1}$

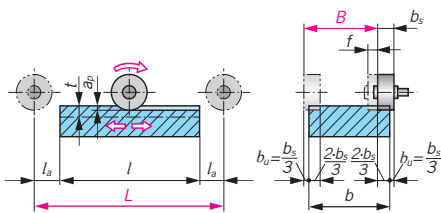
Anzahl der Schnitte für Aussenrundschnitten	$i = \frac{d_1 - d}{2 \cdot a} + 2^1$
Anzahl der Schnitte für Innenrundschnitten	$i = \frac{d - d_1}{2 \cdot a} + 2^1$

<sup>1</sup> 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 (Flachsleifen)

### Werkstück ohne Ansatz



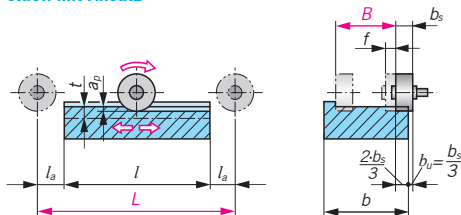
Vorschubweg  $L = l + 2 \cdot l_a$

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

$t_h$	Hauptnutzungszeit
$L$	Vorschubweg
$i$	Anzahl der Schnitte
$n$	Hubzahl je Minute
$f$	Quervorschub je Hub
$v_t$	Vorschubgeschwindigkeit
$a_p$	Schnitttiefe
$t$	Schleifzugabe
$l$	Werkstücklänge

$b_s$	Schleifscheibenbreite
$b$	Werkstückbreite
$b_u$	Überlaufbreite
$B$	Schleifbreite
$l_u$	Anlauf, Überlauf

### stück mit Ansatz



Vorschubweg  $L = l + 2 \cdot l_a$

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

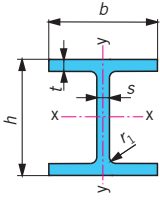
Hauptnutzungszeit	$t_h = \frac{i}{n} \cdot \left( \frac{B}{f} + 1 \right)$
Drehzahl des Werkstücks	$n = \frac{v_t}{L}$

Anzahl der Schnitte	$i = \frac{t}{a} + 2^1$
<sup>1</sup> 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



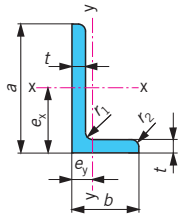
$$r_1 \approx 2 \cdot s$$

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

- Höhe  $h = 360 \text{ mm}$
- Breite  $b = 300 \text{ mm}$
- Querschnittsfläche  $A = 18100 \text{ mm}^2$
- Trägheitsmoment  $I_x = 43190 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
- Widerstandsmoment  $W_x = 2400 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Kurzzeichen	Abmessungen				Querschnittsfläche $A$ mm <sup>2</sup>	für die Biegeachsen				längenbezogene Gewichtskraft $m$ N/m
	$h$ mm	$b$ mm	$s$ mm	$t$ mm		$x - x$		$y - y$		
IPB					$I_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$m$	
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

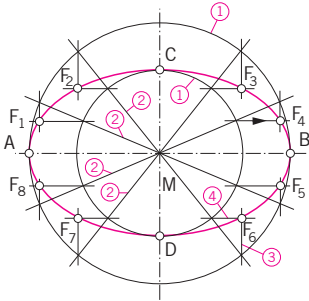
- Schenkelbreite  $a = 30 \text{ mm}$   
 $b = 20 \text{ mm}$
- Schenkeldicke  $t = 4 \text{ mm}$
- Querschnittsfläche  $A = 1,86 \text{ cm}^2$
- Trägheitsmoment  $I_x = 1,59 \text{ cm}^4$
- Widerstandsmoment  $W_x = 0,807 \text{ cm}^3$

Kurzzeichen	Abmessungen				Querschnitt $A$ cm <sup>2</sup>	Abstände der Achsen		für die Biegeachsen				Masse $m$ kg/m
	$a$ mm	$b$ mm	$t$ mm	$r_1$ mm		$e_x$ cm	$e_y$ cm	$x - x$		$y - y$		
L							$I_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$m$	
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



# Geometrische Grundkonstruktionen

## Ellipsenkonstruktionen



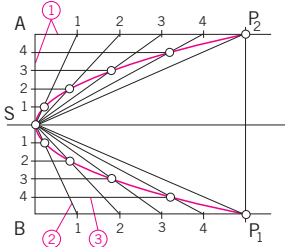
### Mit konzentrischen Kreisen

$\overline{AB} \triangleq$  grosse Ellipsenachse

$\overline{CD} \triangleq$  kleine Ellipsenachse

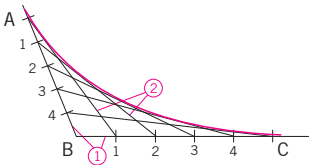
1. Man zeichnet um den Mittelpunkt M zwei konzentrische Kreise mit den Radien  $\frac{CB}{2}$  und  $\frac{AB}{2}$ .
2. Man trägt unter beliebigen Winkel mehrere Durchmesser ab.
3. Von ihren Schnittpunkten mit dem kleinen Kreis trägt man waagrecht, von dem grossen Kreis senkrecht Geraden ab.
4. Die waagrechten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

## 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.

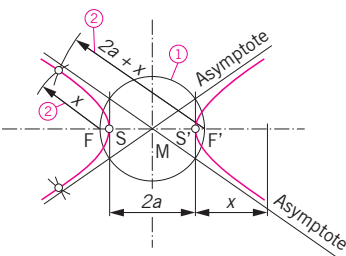


### Parabel, wenn Tangenten gegeben sind (Hüllkonstruktion)

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.

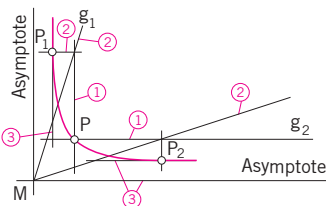
Die Parabel berührt die Tangenten in den Punkten A und C nicht.

## 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 + 2a.



### 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.



# Unstetige und digitale Regler

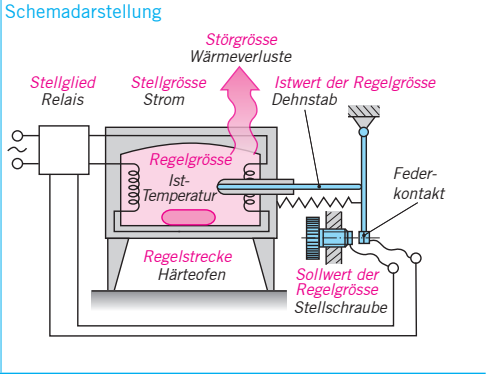
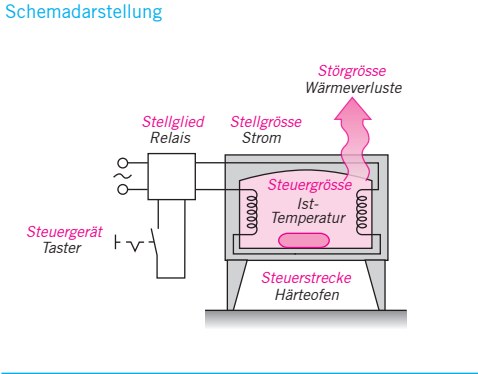
## Schaltende Regler (unstetige Regler)

### Grundbegriffe

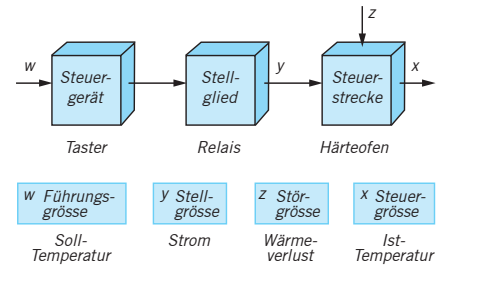
**Steuern**  
 Beim Steuern wird die Ausgangsgröße, z.B. die Temperatur in einem Härteofen, von der Eingangsgröße, z.B. dem Strom in der Heizwicklung, beeinflusst. Die Ausgangsgröße wirkt auf die Eingangsgröße nicht zurück. Die Steuerung hat einen offenen Wirkungskreislauf.

**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.

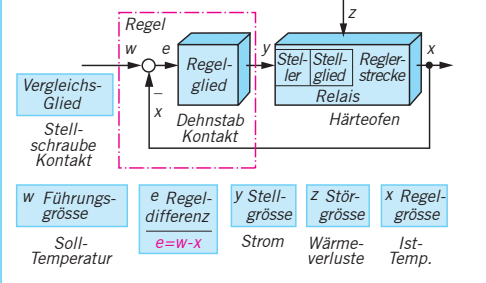
### Beispiel Härteofen



### Wirkungsweise der Steuerkette



### vereinfachter Wirkplan des Regelkreises



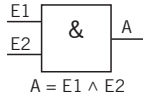
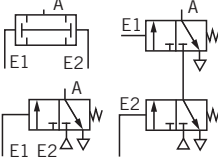
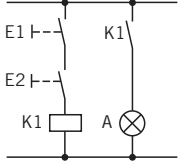
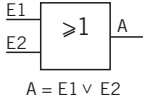
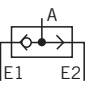
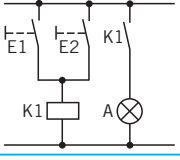
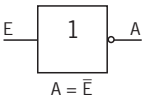
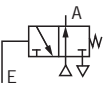
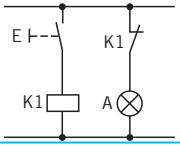
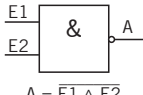
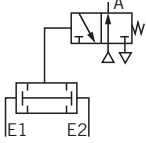
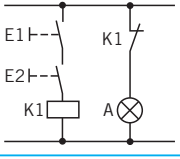
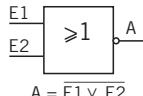
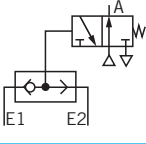
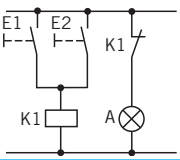
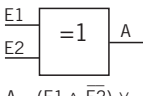
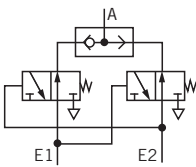
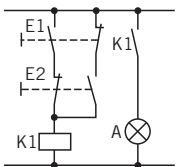
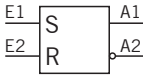
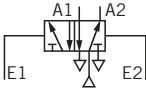
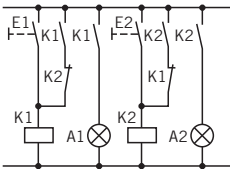
### Schaltende Regler verändern die Stellgröße y unstetig durch Schalten in mehreren Stufen.

Reglerart	Beispiel, Beschreibung	Übergangsfunktion	Sinnbild Blockdarstellung
Zweipunktregler			



# Steuerungstechnik, Digitaltechnik

## Binäre Verknüpfungen

Funktion	Schaltzeichen Logische Gleichung	Funktionstabelle	Technische Realisierung																					
			pneumatisch	elektrisch																				
<b>UND</b> (AND)	 $A = E1 \wedge E2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1							
E1	E2	A																						
0	0	0																						
0	1	0																						
1	0	0																						
1	1	1																						
<b>ODER</b> (OR)	 $A = E1 \vee E2$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1							
E1	E2	A																						
0	0	0																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	1																						
<b>NICHT</b> (NOT)	 $A = \bar{E}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E	A	0	1	1	0																
E	A																							
0	1																							
1	0																							
<b>UND-NICHT</b> (NAND)	 $A = \overline{E1 \wedge E2}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0							
E1	E2	A																						
0	0	1																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	0																						
<b>ODER-NICHT</b> (NOR)	 $A = \overline{E1 \vee E2}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0							
E1	E2	A																						
0	0	1																						
0	1	0																						
1	0	0																						
1	1	0																						
exklusiv <b>ODER</b> (XOR)	 $A = (E1 \wedge \bar{E2}) \vee (\bar{E1} \wedge E2)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0							
E1	E2	A																						
0	0	0																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	0																						
Speicher (RS-FlipFlop)	 <p>S Setzen R Rücksetzen</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E1</th> <th>E2</th> <th>A1</th> <th>A2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>•</td><td>•</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>□</td><td>□</td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustand unverändert</li> <li>□ Zustand unbestimmt</li> </ul>	E1	E2	A1	A2	0	0	•	•	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	□	□		
E1	E2	A1	A2																					
0	0	•	•																					
0	1	0	1																					
1	0	1	0																					
1	1	□	□																					

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<sub>1</sub> (Schalter) statt E und A

## Chemische Elemente, Metalle, Legierungen

## Stoffwerte


Stoff	Dichte	Schmelztemperatur	Siede- temperatur	Wärmeleit- fähigkeit	spez. Wärme- kapazität	Spezifischer Widerstand bei 20 °C	Längenausdehn- ungskoeffizient
	$\rho$ kg/dm <sup>3</sup>	$\vartheta$ °C	$\vartheta$ °C	$\lambda$ W/(m · K)	(0 ... 100 °C) $c$ kJ/(kg · K)	$\varrho$ Ω · mm <sup>2</sup> /m	(0 ... 100 °C) $\alpha$ K <sup>-1</sup>
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 <sup>1</sup>	–	0,8 ... 1,0	0,83	10 <sup>18</sup>	$0,9 \cdot 10^{-5}$
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	–	≈ $4 \cdot 10^{-5}$ <sup>2</sup>
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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	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 <sup>10</sup>	$7 \cdot 10^{-5}$
Porzellan	2,3 ... 2,5	≈ 1600	–	1,6 <sup>3</sup>	1,2 <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup>	$0,4 \cdot 10^{-5}$
Quartz, Flint (SiO <sub>2</sub> )	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	$1,93 \cdot 10^{-5}$

<sup>1</sup> Transformationstemperatur <sup>2</sup> quer zur Faser <sup>3</sup> bei 800 °C



## Neue Farbkennzeichnung von Gasflaschen

### Industrielle Gase

Gasart		Farben <sup>1</sup>			
		Alt		Neu <sup>2</sup>	
Acetylen	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>		orange		RAL 3009 oxydrot
Ammoniak	NH <sub>3</sub>		violett		RAL 1018 zinkgelb
Argon	Ar		braun/grün		RAL 6001 smaragdgrün
Chlor	Cl <sub>2</sub>		gelb		RAL 1018 zinkgelb
Chlorwasserstoff	HCl		gelb/rot		RAL 1018 zinkgelb
Distickstoffoxid	N <sub>2</sub> O		grün/silber/grün		RAL 5010 enzianblau
Helium	He		gelb/grün		RAL 8008 olivbraun
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>		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 <sub>4</sub>		rot/braun		RAL 3000 feuerrot
Sauerstoff	O <sub>2</sub>		blau		RAL 9010 reinweiss
Stickstoff	N <sub>2</sub>		grün		RAL 9005 tiefschwarz
Wasserstoff	H <sub>2</sub>		rot		RAL 3000 feuerrot

<sup>1</sup> Die Farbe des zylindrischen Flaschenkörpers ist in der Norm **nicht** festgelegt und kann weitgehend frei gewählt werden.

<sup>2</sup> Während der Dauer der Umstellung zusätzlich zweimal mit einem «N» (diametral versetzt) gekennzeichnet.

## Sicherheitsfarben, Verbotsszeichen

### Sicherheitsfarben

Farbe	Bedeutung	Kontrastfarbe	Farbe des Bildzeichen	Anwendungsbeispiele
rot 	Halt, Verbot	weiss	schwarz	Haltezeichen, NOT-AUS, Verbotsszeichen, 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

### Verbotsszeichen

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