



Mathematik

Formelzeichen dieses Buches	12
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches ..	13
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen ..	14
Größen und Einheiten	15
Mathematische Zeichen	17
Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung. .	18
Gleichungssysteme	19
Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen.	20
Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen	21

Physik

Längen und Flächen	22
Körper und Masse	23
Masse, Kraft, Druck, Drehmoment	24
Bewegungslehre	25
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie ..	26
Übersetzungen	27
Wärme, Temperatur	29
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand	30
Elektrisches Feld, Kondensator	31
Magnetisches Feld, Spule	32
Strom im Magnetfeld, Induktion	33
Wechselgrößen, Wellenlänge	35
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit	36
Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls	37

Schaltungstheorie

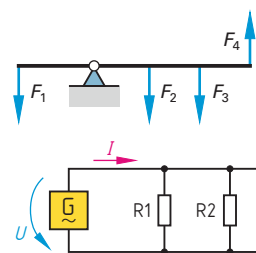
Schaltungen von Widerständen	38
Grundsaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten ..	39
Ersatz-Reihenschaltung, Ersatz-Parallelschaltung	42
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler ..	43
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung ..	45
Schalten von Kondensatoren und Spulen	46
Einfache Filter	47
Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	48
Unsymmetrische Last, Netzwerkumwandlung, Brückenschaltung	49

Bauelemente

Widerstände und Kondensatoren	51
Kennzeichnung von Halbleiterbauelementen	56
Dioden	57
Feldeffekttransistoren, IGBTs	58
Bipolare Transistoren	59
Thyristor	60
Gleichrichterbegriffe	62
Magnetfeldabhängige Bauelemente	63
Fotoelektronische Bauelemente	64
Schutzbeschaltung von Dioden und Thyristoren	65
Laser – Strahl, Gerät	66
Kühlung von Halbleiter-Bauelementen	68

Weitere Seiten mit Formeln

AFDD-Risikoanalyse	352
Akkumulatoren	342
Antennenanlagen	437, 442
Beleuchtungsanlagen	228
DA-/AD-Umsetzer	393
Digitaltechnik	384 f.
Dehnungsmessstreifen DMS ..	129
Elektrochemie, Chemie ..	339, 558
Elektromotoren	532 f., 547
Energie(effizienz)	307, 370, 374
Fehlerschutz	257 f.
Frequenzumrichter	463
Glättung, Stabilisierung	452
Kippschaltungen	450
Kompensation	328
Kostenberechnungen	611 f.
Kurzschlusschutz	206
Leitungsberechnung	192 f.
Lichttechnik	227
Messbereichserweiterung	116
Messfehler, Messwandler ..	112, 116
Oberschwingungen	202, 324 f.
Operationsverstärker	447 f.
Oszilloskop	126
Photovoltaik	297, 305
Regelungstechnik	518 f.
Schrittmotoren	543
Schutzmaßnahmen	257 f., 265
Signalübertragung	404 f., 411 f.
Spannungsfall	192 f.
Spannungsstabilisierung	452
Statistische Auswertungen	617
Stromrichter	455 f.
Stromtarife	376
Transformatoren	276 f.
Transistoren	446, 450
Überlastschutz	206
Verstärkung, Dämpfung	404
Wärme(leistung)	131, 366
Widerstandsbestimmung	115
Windkraftanlagen	294



Formel- zeichen	Bedeutung	Formel- zeichen	Bedeutung	Formel- zeichen	Bedeutung
Kleinbuchstaben		Großbuchstaben		Griechische Kleinbuchstaben	
<i>a</i>	Beschleunigung	<i>A</i>	1. Fläche, Querschnitt 2. Ablenkkoeffizient 3. Dämpfungsmaß	α (Alpha)	1. Winkel 2. Temperaturkoeffizient 3. Zündwinkel
<i>b</i>	Breite	<i>B</i>	1. magn. Flussdichte 2. Blindleitwert 3. Gleichstromverhältnis 4. Zahlenbasis 5. Bandbreite	β (Beta)	1. Winkel 2. Kurzschluss-Strom- verstärkungsfaktor
<i>c</i>	1. spez. Wärmekapazität 2. elektrochemisches Äquivalent 3. Ausbreitungs- geschwindigkeit von Wellen 4. Beiwert	<i>C</i>	1. Kapazität 2. Wärmekapazität	γ (Gamma)	1. Winkel 2. Leitfähigkeit
<i>d</i>	1. Durchmesser 2. Abstand 3. Verlustfaktor	<i>D</i>	1. Elektr. Flussdichte 2. Dämpfungsfaktor 3. Richtgröße Feder	δ (Delta)	Verlustwinkel
<i>e</i>	Elementarladung	<i>E</i>	1. elektrische Feldstärke 2. Beleuchtungsstärke	ϵ_0 ϵ (Epsilon)	elektrische Feldkonstante Permittivität
<i>f</i>	Frequenz	<i>F</i>	1. Kraft; 2. Faktor 3. Fehler	ζ (Zeta)	Arbeitsgrad, Nutzungsgrad
<i>g</i>	1. Fallbeschleunigung, Ortskoeffizient 2. Tastgrad	<i>G</i>	1. Leitwert, Wirkleitwert 2. Verstärkungsmaß 3. Gewichtskraft	η (Eta)	Wirkungsgrad, Lichtausbeute
<i>h</i>	Höhe	<i>H</i>	magnetische Feldstärke	ϑ (Theta)	Temperatur in °C
<i>i</i>	zeitabhängige Stromstärke	<i>I</i>	1. Stromstärke 2. Lichtstärke	κ (Kappa)	Leitfähigkeit (neben γ üblich)
<i>j</i>	Ruck	<i>J</i>	1. Stromdichte 2. Trägheitsmoment	λ (Lambda)	1. Wellenlänge 2. Leistungsfaktor
<i>l</i>	1. Länge 2. Abstand	<i>K</i>	1. Konstante 2. Faktor; 3. Kapital	μ (Mü)	1. Permeabilität 2. Reibungszahl
<i>m</i>	1. Masse 2. Strangzahl	<i>L</i>	1. Induktivität; 2. Pegel	μ_0	magn. Feldkonstante
<i>n</i>	1. Drehzahl, Umdre- hungsfrequenz 2. ganze Zahl 1, 2, 3 ... 3. Brechzahl	<i>M</i>	1. Drehmoment 2. Speicherkapazität	ν (Nü)	1. Ordnungszahl 2. Querdehnzahl
<i>p</i>	1. Polpaarzahl 2. Druck 3. Prozentsatz	<i>N</i>	Windungszahl	π (Pi)	Zahl 3,1415926...
<i>q</i>	1. Querstromverhältnis 2. spezifische Wärme	<i>P</i>	Leistung, Wirkleistung	ρ (Rho)	1. spezifischer Widerstand 2. Dichte
<i>r</i>	1. Radius; 2. Rate 3. differentieller Widerstand	<i>Q</i>	1. Ladung; 2. Wärme 3. Blindleistung; 4. Güte- faktor; 5. Volumenstrom	σ (Sigma)	1. Streufaktor 2. mechanische Spannung
<i>s</i>	1. Strecke, Dicke 2. Siebfaktor 3. bezogener Schlupf 4. Korrektur 5. Empfindlichkeit	<i>R</i>	1. Wirkwiderstand 2. Federrate 3. Festigkeit	τ (Tau)	Zeitkonstante
<i>t</i>	Zeit	<i>S</i>	1. Scheinleistung 2. Steilheit; 3. Siebfaktor 4. Schlupf (absolut) 5. Übertragungsgröße	φ (Phi)	Winkel, insbesondere für Phasenverschiebung
<i>u</i>	zeitabhängige Spannung	<i>T</i>	1. Periodendauer 2. Übertragungsfaktor 3. Temperatur in K	ω (Omega)	1. Winkelgeschwindigkeit 2. Kreisfrequenz
<i>ü</i>	1. Übersetzungs- verhältnis 2. Übersteuerungsfaktor	<i>THD</i>	Spannungsverzerrung	Griechische Großbuchstaben	
<i>v</i>	Geschwindigkeit	<i>U</i>	Spannung	Δ (Delta)	Differenz
<i>w</i>	1. Energiedichte 2. Führungsgröße	<i>V</i>	1. Volumen 2. Verstärkungsfaktor	Θ (Theta)	elektrische Durchflutung
<i>x</i>	Regelgröße	$\dot{V}$	Volumenstrom (auch <i>Q</i>)	Σ (Sigma)	Summe
<i>y</i>	Stellgröße	<i>W</i>	1. Arbeit 2. Energie	Φ (Phi)	1. magnetischer Fluss 2. Lichtstrom
<i>z</i>	ganze Zahl, z.B. Lagen- zahl	<i>X</i>	Blindwiderstand	Ψ (Psi)	elektrischer Fluss
		<i>Y</i>	Scheinleitwert	Ω (Omega)	Raumwinkel
		<i>Z</i>	1. Impedanz, Schein- widerstand 2. Wellenwiderstand 3. Schwingungswiderstd.		

Spezielle Formelzeichen werden gebildet, indem man an die Formelzeichen-Buchstaben einen Index oder mehrere Indizes anhängt oder sonstige Zeichen dazu setzt.





Index, Zeichen	Bedeutung	Index	Bedeutung	Index	Bedeutung
Ziffern, Zeichen		n	1. Nenn-; 2. Normal- 3. Rausch- (noise)	F	1. Vorwärts- (forward) 2. Fläche; 3. Fehler-
0	1. Leerlauf 2. im Vakuum 3. Bezugsgröße	o	Oszillator-	G	1. Gate 2. Gewicht 3. Glättung
1	1. Eingang 2. Reihenfolge	out	heraus, abgegeben	H	1. Hysteresese 2. Hall-; 3. Höhe; 4. Halte-
2	1. Ausgang 2. Reihenfolge	p	1. parallel; 2. Pause 3. Puls; 4. potenziell 5. Druck; 6. Prüf- 7. Leistungs- 8. proportional	I	Integrier-
3, 4, ...	Reihenfolge	q	Quer-	K	1. Katode 2. Kopplung (Gegen-) 3. Kühlkörper 4. Kippen 5. Kanal, Strecke 6. Kompensation
$\hat{}$, z.B. $\hat{u}$	Maximalwert, Höchstwert	r	1. in Reihe 2. Bemessungs- (von rated, rat) 3. Anstiegs- (rise) 4. Resonanz, 5. Remanenz 6. wiederkehrend	L	1. induktiv; 2. Last 3. links; 4. Laden 5. höchstzul. Berührungs- spannung 6. Lorentz-
$\check{}$, z.B. $\check{u}$	Tiefstwert, Kleinstwert (y)	reac	Blind-; reactance	M	Mitkopplung
$\hat{\sim}$, z.B. $\hat{u}$	1. Spitze-Tal-Wert 2. Schwingungsbreite	s	1. Sieb- 2. Signal-; 3. Serie 4. in Wegrichtung 5. Soll-; 6. spezifisch	N	1. Bemessungs-; 2. Nutz- 3. Neutral-
$\prime$, z.B. u'	1. bezogen auf 2. Hinweis; 3. Ableitung	sch	Schritt	Q	Quer-
Δ	in Dreieckschaltung	t	tief, unten, tripping, tot	R	1. Rückwärts- (reward) 2. Wirkwiderstand 3. rechts 4. Regel- 5. Rot
Y	in Sternschaltung	th	thermisch, Wärme-	S	1. Source; 2. Schleifen- 3. Sattel-; 4. Schalt- 5. Schleusen- 6. Sektor
Kleinbuchstaben		tot	total, gesamt	T	1. Transformator- 2. Träger; 3. Spur (track) 4. Drehmoment 5. Antenne
a	1. Abschalten 2. Ausgang; 3. außen 4. Ableit-	u	1. Spannungs-; 2. pull-up	U	Umgebung
ab	abgegeben	v	1. Vor-; 2. Verlust 3. Vergleich; 4. visuell; Licht-	V	1. Spannungsmesser 2. Verstärkungs- 3. Volumen; 4. Verbrauch
auf	aufgenommen	w	1. Wirk-, wirksam 2. Führungsgröße 3. Wellen-; 4. Wind-	X	am X-Eingang
b	1. Bit; 2. Blindgröße 3. Brems-; 4. back; 5. Betriebs-	x	1. unbekannte Größe 2. in x-Richtung	Y	1. am Y-Eingang 2. Sternschaltung
c	1. Grenz- (cut-off) 2. Form (crest)	y	1. Stellgröße 2. in y-Richtung 3. Sternschaltung	Z	1. Zener- 2. zulässig
d	1. Gleichstrom betreffend 2. Dauer-; 3. Digit 4. Dämpfung	z	1. Zwischen- 2. Zentripetal- 3. Zickzackschaltung	Griechische Kleinbuchstaben	
e	1. Eingang; 2. Empfang	zu	zugeführt	α (alpha)	in Richtung des Winkels α
eff	Effektivwert	zul	zulässig	σ (sigma)	Streuung
f	1. Frequenz 2. Abfalls- (fall); fusing	Großbuchstaben		φ (phi)	Phasenverschiebung betreffend
ges	Gesamt	A	1. Strommesser 2. Antenne; 3. Anode 4. Anzug, Anlauf 5. Anlagenerdung 6. Abtast-; 7. Anker	Griechische Großbuchstaben	
h	hoch, oben	B	1. Basis 2. Betriebserdung (Netz) 3. Bau-; 4. Betriebs- 5. Bürsten-	Δ (Delta)	eine Differenz betreffend
i	1. innen; 2. induziert 3. Strom-; 4. ideell 5. Ist-; 6. Impuls	C	1. Kollektor; 2. kapazitiv 3. Takt; 4. koerzitiv 5. Cluster		
in	hinein, zugeführt	D	1. Drain; 2. Daten		
j	Sperrschicht (von junction)	E	1. Emittter 2. Entladen; 3. Erde		
k	1. Kurzschluss- 2. kinetisch				
m	1. magnetisch 2. Mittelwert 3. Messwerk, gemessen				
max	maximal, höchstens				
mec	mechanisch				
min	minimal, mindestens				

Die Indizes können kombiniert werden, z.B. bei U_{CE} für Kollektor-Emitter-Spannung. Indizes, die aus mehreren Buchstaben bestehen, z.B. sch, können bis auf den Anfangsbuchstaben, z.B. s, gekürzt werden.



Größe	Formelzeichen bisher (z. T. noch verwendet)	Formelzeichen		Einheit, Einheitenzeichen
		Vorzugszeichen	Ausweich- zeichen	
Stromstärken und verwandte Größen				
Bemessungsstrom	I_N	I_{rat}	I_N	Ampere, A
Nennstrom	I_n	I_n oder I_{nom}	–	
Dauerkurzschlussstrom	I_{kd}	I_k	I_{SC}	
Stoßkurzschlussstrom	I_S	$\hat{I}_k$	$\hat{I}_{\text{SC}}$	
Stoßkurzschlusswechselstrom	i_S	I_{k0}	$I_{\text{SC}0}$	
transienter Strom (kurzzeitiger Strom)	i	I_k'	I_{SC}'	
subtransienter Strom (sehr kurzzeitiger Strom)	i_S	I_k''	I_{SC}''	
Strombelag	I'	A	keines	Ampere je Meter, A/m
Spannungen und verwandte Größen				
Bemessungsspannung	U_N	U_{rat}	U_N	Volt, V
Nennspannung	U_n	U_n oder U_{nom}	keines	
induzierte Spannung	U_i	U_g		
Leerlaufspannung	U_0	U_0		
Leistungen und verwandte Größen				
Bemessungsleistung	P_N	P_{rat}	P_N	Watt, W
Bemessungsscheinleistung	S_N	S_{rat}	S_N	Voltampere, VA
Nennleistung	P_n	P_n oder P_{nom}	keines	Watt, W
Eingangsleistung	P_1 oder P_e	P_{in}		
Ausgangsleistung	P_2 oder P_a	P_{out}		
mechanische Leistung	P	P_{mec}		
Verlustleistung	P_V	P_t		
Leistungsfaktor	$\cos \varphi$	λ (Lambda)		
Wirkfaktor	–	$\cos \varphi$		eins (keine Einheit)
Drehmomente, Kraftmomente				
Drehmoment, Kraftmoment	M	T	M	Newtonmeter, Nm
Nennmoment	M_n	T_{nom}	keines	
Bemessungsmoment	M_N	T_{rat}	M_{rat}	
Kippdrehmoment	M_K	T_b	M_b	
Haltemoment	M_H	T_H	M_H	
Sattelmoment	M_S	T_u	M_u	
Anzugsmoment	M_A	T_l	M_l	
b von backward = rückwärts, g von gain = Ertrag, l von lock = verriegeln, nom von nominal = Nenn-, rat von rated = bewertet, sc von short circuit = Kurzschluss, T von Torsion = Verdrehung und torque = Drehmoment, u von pull-up = hochziehen, Wirkfaktor = Kosinus der Grundschrwingung (ohne Oberschwingungen), Leistungsfaktor = Verhältnis Wirkleistung zu Scheinleistung (mit Oberschwingungen)				



Größe, Formelzeichen	SI-Einheit (sonst. Einh.)	Einheitenzeichen, Einheitengleichung	Größe, Formelzeichen	SI-Einheit (sonst. Einh.)	Einheitenzeichen, Einheitengleichung
Länge, Fläche, Volumen, Winkel			Elektrizität		
Länge l	Meter (Seemeile) (Meile) (Zoll, Inch)	m 1 sm = 1852 m 1 ml = 1609,344 m 1'' = 25,4 mm	el. Ladung Q , el. Fluss Ψ	Coulomb	1 C = 1 A · s = 1 As
Fläche A	Quadratmeter	m ²	Flächenladungs- dichte σ , el. Flussdichte D	Coulomb je Quadratmeter	C/m ²
Volumen V	Kubikmeter (Liter)	m ³ 1 l = 1 dm ³ = = 1/1000 m ³	Raumladungs- dichte ρ	Coulomb je Kubikmeter	C/m ³
Winkel (ebener) (siehe Seite 20)	Radian, RAD (Grad, DEG)	rad 1° = $\frac{\pi}{180}$ rad,	el. Spannung U , el. Potenzial φ , V	Volt	1 V = 1 J/C
Raumwinkel Ω	Steradian	sr	el. Feldstärke E	Volt je Meter	1 V/m = 1 N/C
Zeit, Frequenz, Geschwindigkeit, Beschleunigung			el. Kapazität C	Farad	1 F = 1 As/V = 1 C/V
Zeit t	Sekunde (Minute) (Stunde)	s 1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3 600 s	elektr. Strom- belag A	Ampere je Meter	A/m
	(Tag)	1 d = 24 h	Permittivität, Dielektrizitäts- konstante ϵ	Farad je Meter	1 F/m = 1 C/(Vm)
Frequenz f	Hertz	1 Hz = 1/s = 1 cps	el. Stromstärke I	Ampere	1 A = 1 C/s
Drehzahl, Umdre- hungsfrequenz n	je Sekunde (je Minute)	1/s = 60/min	el. Stromdichte J	Ampere je m ²	A/m ²
Kreisfrequenz ω	je Sekunde	1/s	elektr. Widerstand, Wirkwiderstand R , Blindwider- stand X , Schein- widerstand Z	Ohm	1 Ω = 1 V/A
Geschwindig- keit v	Meter je Sekunde	m/s 1 km/h = $\frac{1}{3,6}$ m/s	elektr. Leitwert elektr. Wirkleit- wert G , Blindleit- wert B , Schein- leitwert Y	Siemens	1 S = $\frac{1}{1 \Omega}$
	(Knoten)	1 kn = 1 sm/h = 0,5144 m/s	spezifischer elektr. Widerstand ρ	Ohmmeter	1 Ω m = 100 Ω cm 1 Ω mm ² /m = 1 $\mu\Omega$ m
Winkelgeschwin- digkeit ω	Radian je Sekunde	rad/s	elektrische Leit- fähigkeit γ	Siemens je Meter	1 Sm/mm ² = 1 MS/m
Beschleunigung a	–	m/s ²	Leistung P	Watt Watt Peak (var)	1 W = 1 V · 1 A 1 Wp $\triangleq$ 1 kWh/Jahr 1 var = 1 V · 1 A
Ruck j	–	m/s ³	Blindleistung Q	(VA)	1 VA = 1 V · 1 A
Mechanik			Induktivität L	Henry	1 H = 1 Vs/A
Masse m	Kilogramm (Karat) (Tonne)	kg 1 Kt = 0,2 g 1 t = 1000 kg	Arbeit W , Energie E , W	Joule (Wattstunde) (Elektronvolt)	1 J = 1 Ws 1 Wh = 3,6 kNm 1 eV = 0,1602 aJ
Dichte ρ	–	kg/m ³ , kg/dm ³	Magnetismus		
Trägheits- moment J	–	kg · m ²	elektrische Durchflutung Θ	Ampere	A
Kraft F	Newton	1 N = 1 kg · m/s ²	magnetische Feldstärke H	Ampere je Meter	A/m
Drehmoment, Kraftmoment M	–	Nm	magnetischer Fluss Φ	Weber	1 Wb = 1 T · 1 m ² = 1 Vs
Impuls p	Newtonsek.	1 Ns = 1 kg · m/s	magn. Fluss- dichte B , magn. Polarisation J	Tesla	1 T = 1 Wb/m ² = 1 Vs/m ²
Druck p	Pascal (Bar)	1 Pa = 1 N/m ² 1 bar = 0,1 MPa = 10 N/cm ²	Induktivität L	Henry	1 H = 1 Vs/A
Flächen- pressung p , Festigkeit R_p , R_e , Elastizitäts- modul E	–	N/mm ²	Permeabilität μ	Henry je Meter	1 H/m = 1 Vs/(Am)
Arbeit W , Energie E , W	Joule (Elektronvolt)	1 J = 1 Nm = 1 Ws 1 eV = 0,1602 aJ	magn. Wider- stand R_m	–	1/H = A/Vs
Leistung P	Watt	1 W = 1 J/s = 1 Nm/s			





Zeichen	Bedeutung	Beispiel	Zeichen	Bedeutung	Beispiel
Allgemeine Zeichen					
... n	und so weiter bis n	$k = 1, 2, 3, \dots, n$	∞	unendlich	$n = 1, 2, 3, \dots, \infty$
...	und so unbegrenzt weiter	$k = 1, 2, 3, \dots$ $\sqrt{2} = 1,41421 \dots$	$\rightarrow$	gegen, nähert sich, geht über	$x \rightarrow a$, x nähert sich dem Wert a
Schaltalgebra			$f(x)$	Funktion von x	$f(I) = I^2 \cdot R$
$\neg a, \bar{a}$	NICHT a (NOT a)	$\overline{a \wedge b} = \neg (a \wedge b)$	i oder j	imaginäre Einheit	$i^2 = j^2 = -1$
$\wedge$	UND (AND)	$a \wedge b$ oder $\wedge (a, b)$	$\underline{Z}$	komplexe Größe Z	$\underline{Z} = R + jX$
$\vee$	ODER (OR)	$a \vee b$ oder $\vee (a, b)$	Geometrie, Vektoren		
$\overline{\wedge}$	NICHT UND (NAND)	$a \overline{\wedge} b = \overline{a \wedge b}$	$\parallel$	parallel	$g_1 \parallel g_2, R1 \parallel R2$
$\overline{\vee}$	NICHT ODER (NOR)	$a \overline{\vee} b = \overline{a \vee b}$	$\Uparrow$	gleichsinnig parallel	$g \Uparrow h$
Mengenlehre			$\Downarrow$	gegensinnig parallel	$g_1 \Downarrow g_2$
$\in$	Element von	$a \in M$: a ist Element von M	$\perp$	rechtwinklig zu, senkrecht auf	$g \perp h$
$\subset$	Teilmenge	$M_1 \subset M_2$: M_1 ist Teilmenge von M_2	$\triangle$	Dreieck	$\triangle ABC$
$\cap$	Schnittmenge	$\{1, 2\} \cap \{2, 3\} = \{2\}$	$\cong$	kongruent, deckungsgleich	$\triangle ABC \cong \triangle DEF$
$\cup$	Vereinigungsmenge	$\{1, 2\} \cup \{3, 4\} = \{1, 2, 3, 4\}$	$\sim$	ähnlich	$\triangle P_1P_2P_3 \sim \triangle ABC$
$\Rightarrow$	daraus folgt	$a \cdot b = c \Rightarrow a = c/b$	$\sphericalangle$	Winkel	$\sphericalangle ABC = \sphericalangle (\overline{BA}, \overline{BC})$, $\sphericalangle (\vec{a}, \vec{b})$
Arithmetik			$\overline{AB}$	Strecke von A nach B	$\overline{P_1P_2}$
$=$	gleich	$P = U \cdot I$	$\widehat{AB}$	Bogen von A nach B	$\widehat{AB} = \sphericalangle \gamma$
$\neq$	nicht gleich, ungleich	$4 \neq 5$	$\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$	Vektoren A, B, C	$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$
$\sim$	proportional	$u \sim r$	$ \vec{A} $	Betrag des Vektors A	$ \vec{F} = 50 \text{ N}$
$\approx$	etwa, ungefähr	$\pi \approx 3,14$	Differenzieren, Integrieren		
$\triangleq$	entspricht	$1 \text{ cm} \triangleq 20 \text{ N}$	Δ	Differenz	$\Delta U = U_2 - U_1$
$<$	kleiner als	$2 < 3$	y'	y Strich	y' ist die erste Ableitung von y, erster Differenzialquotient
$>$	größer als	$5 > 2$	$\frac{dy}{dx}$	dy nach dx	$y' = dy/dx$
$\leq$	kleiner gleich	$a \leq 10$	$\int$	Integral	$\int f(x) dx, \int_a^b f(x) dx$
$\geq$	größer gleich	$n \geq 7$	Potenzen, Logarithmen		
$\ll$	wesentlich kleiner	$R \ll 100 \text{ k}\Omega$	a^x	a hoch x	$5^3, 10^x$
$\gg$	wesentlich größer	$R_x \gg R_n$	exp	Exponentialfunktion	$\exp x = e^x$, mit $e = 2,718\dots$
$\cdot, \times$	mal, multipliziert	$a \cdot b = ab, 12 \times 3 = 36$	log	allgemeiner Logarithmus	
$\div, /, :$	durch, geteilt, zu, dividiert	$\frac{7}{2} = 7/2 = 7 : 2$	$\log_a$	Logarithmus zur Basis a	$\log_3 9 = 2$
%	Prozent, von Hundert	$1\% = 10^{-2}, 50\% = 0,5$	lg	Zehnerlogarithmus	$\lg 2 = 0,30103\dots$
‰	Promille, von Tausend	$1\text{‰} = 10^{-3}, 8\text{‰} = 0,8\%$	lb	Zweierlogarithmus	$\text{lb } 8 = 3$
(), [], { }, < >	runde, eckige, geschweifte, spitze Klammern	$[a(b - c) + d]^2$	ln	natürlicher Logarithmus	$\ln 10 = 2,3025\dots$
$ z $	Betrag von z	$ 4 = 4, -7 = 7$	Trigonometrie		
n!	n Fakultät	$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n, 3! = 6$	sin	Sinus	$\sin \alpha$
Σ	Summe	$\Sigma I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$	cos	Kosinus (auch Cosinus)	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2 = 1$
$\prod$	Produkt	$\prod k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots$	tan	Tangens	$\tan \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha$
$\sqrt{\quad}$	Quadratwurzel aus	$\sqrt{16} = 4$	cot	Kotangens	$\cot \alpha = 1/\tan \alpha$
$\sqrt[n]{\quad}$	n-te Wurzel aus	$\sqrt[3]{8} = 2$	arcsin	Arcussinus	$\sin \alpha = x \Rightarrow \arcsin x = \alpha$
π	pi	$\pi = 3,14159\dots$	arccos	Arcuskosinus	$\cos \alpha = x \Rightarrow \arccos x = \alpha$
			arctan	Arcustangens	$\tan \alpha = x \Rightarrow \arctan x = \alpha$
			arccot	Arcuskotangens	$\cot \alpha = x \Rightarrow \text{arccot } x = \alpha$

Potenzen

Werte kleiner als 1 können als Vielfaches von Zehnerpotenzen mit negativen Exponenten dargestellt werden. Werte größer als 1 können als Vielfaches von Zehnerpotenzen mit positiven Exponenten dargestellt werden.

Wert	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1 000	10 000	100 000	1 000 000
Zehnerpotenz	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6

In der Digitaltechnik wird mit Zweierpotenzen gearbeitet. Hier ist die Basis 2.

Wert	1/128	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32	64	128
Zweierpotenz	2^{-7}	2^{-6}	2^{-5}	2^{-4}	2^{-3}	2^{-2}	2^{-1}	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7

Rechenregeln:

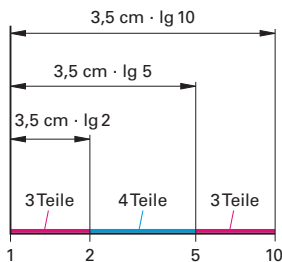
$$a^m \cdot a^n = a^{m+n} \quad a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m \quad a^m/a^n = a^{m-n} \quad a^m/b^m = (a/b)^m \quad 1/a^n = a^{-n} \quad (a^m)^n = a^{mn} \quad \sqrt[n]{a} = a^{1/n}$$

Dezimale Vorsätze

Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung (Faktor)	Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung (Faktor)	Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung (Faktor)
y	Yokto	10^{-24}	da	Deka	10	–	–	–
z	Zepto	10^{-21}	h	Hekto	10^2	–	–	– Bei großen
a	Atto	10^{-18}	k	Kilo	10^3	Ki	Kibi	2^{10} Massenspei-
f	Femto	10^{-15}	M	Mega	10^6	Mi	Mebi	2^{20} chern gelten
p	Pico	10^{-12}	G	Giga	10^9	Gi	Gibi	2^{30} oft die Bedeu-
n	Nano	10^{-9}	T	Tera	10^{12}	Ti	Tebi	2^{40} tungen der
μ	Mikro	10^{-6}	P	Peta	10^{15}	Pi	Pebi	2^{50} physikalischen
m	Milli	10^{-3}	E	Exa	10^{18}	Ei	Exbi	2^{60} Größen (de-
c	Zenti	10^{-2}	Z	Zetta	10^{21}	Zi	Zebi	2^{70} zimale Vor-
d	Dezi	10^{-1}	Y	Yotta	10^{24}	Yi	Yobi	2^{80} sätze).

Vorsätze dürfen nicht kombiniert werden. Zu einer Einheit gehört maximal ein Vorsatz.

Logarithmen



Logarithmische Teilung

(Siehe auch [Seite 70.](#))

Logarithmus log gibt an, mit welcher Zahl b die Basis a zu potenzieren ist, um das Logarithmusargument c zu erhalten. Es gilt

$$a^b = c \rightarrow \log_a c = b$$

Zehnerlogarithmus lg (bei Taschenrechner log) hat die Basis 10. Der natürliche Logarithmus ln hat die Basis der e-Funktion ($e = 2,718\dots$).

$$\text{Es gilt: } x = \ln(e^x) = e^{\ln(x)}$$

Zweierlogarithmus lb hat Basis 2.

Große Zahlenbereiche können mit einem logarithmischen Maßstab gestrafft dargestellt werden.

$$\log_a c = \frac{\ln c}{\ln a} = \frac{\lg c}{\lg a}$$

$$\log_a(cd) = \log_a c + \log_a d$$

$$\log_a \frac{c}{d} = \log_a c - \log_a d$$

$$\log_a(c^m) = m \cdot \log_a c$$

$$\log_a \sqrt[n]{c} = \frac{1}{n} \log_a c$$

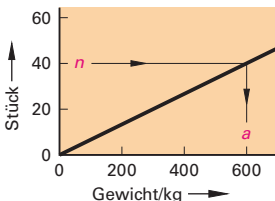
$$\lg x = \ln x / \ln 10$$

$$\ln x = \lg x / \lg e$$

$$\lg x = \lg x / \lg 2$$

$$-\log_a x = \log_a(1/x)$$

Dreisatzrechnung



Dreisatzrechnung für ein proportionales Verhältnis

Lösungsschritte

Proportionales Verhältnis (Einheit durch Division)

- Aussage
- Berechnung für 1 Objekt
- Berechnung für z Objekte

- n Elemente wiegen a kg
1 Element wiegt a/n kg
 z Elemente wiegen $z \cdot a/n$ kg

Invers proportionales Verhältnis (Einheit durch Multiplikation)

- Aussage
- Berechnung für 1 Objekt
- Berechnung für z Objekte

- n Arbeiter brauchen a Stunden
1 Arbeiter braucht $n \cdot a$ Stunden
 z Arbeiter brauchen $n \cdot a/z$ Stunden



Mit einer Unbekannten

Lineare Gleichung:

$$ax + b = 0$$

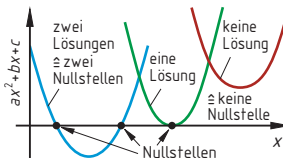
$$\Rightarrow x = -\frac{b}{a} \quad 1$$

Quadratische Gleichung

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$\Rightarrow x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad 2$$

für $b^2 \geq 4ac$



Mit zwei Unbekannten

Lineares Gleichungssystem (LGS)

2. Grades:

$$a_1 x + b_1 y = c_1$$

$$a_2 x + b_2 y = c_2$$

Gleichsetzungsmethode

Beide Gleichungen nach z.B. y auflösen und anschließend gleichsetzen, sodass x gemäß Formel 1 bestimmt werden kann.

Beispiel

$$-3x + 2y = 3$$

$$2x + 3y = 11$$

$$y = (3 + 3x)/2$$

$$y = (11 - 2x)/3$$

$$(3 + 3x)/2 = (11 - 2x)/3$$

$$\Rightarrow x = 1$$

Setzt man $x = 1$ in eine der beiden Gleichungen ein, so erhält man z.B. mit $y = (3 + 3)/2 = 3$

Additions-, Subtraktionsmethode

Jede Gleichung wird mit einem Faktor so multipliziert, dass x oder y den gleichen Koeffizienten (bis auf das Vorzeichen) aufweisen. Durch Subtraktion (oder Addition) der Gleichungen entfällt eine Variable $\rightarrow$ Anwendung von Formel 1.

Beispiel

$$-3x + 2y = 3$$

$$2x + 3y = 11$$

Durch Multiplikation mit 2 bzw. 3 erhält man das LGS:

$$-6x + 4y = 6$$

$$6x + 9y = 33$$

$$0 + 13y = 39 \Rightarrow y = 3.$$

Setzt man $y = 3$ in eine der Gleichungen ein, erhält man z.B.

$$-3x + 2 \cdot 3 = 3 \Rightarrow x = 1$$

Fortsetzung

Determinantenverfahren
für lineares Gleichungssystem
2. Grades

$$a_1 x + b_1 y = c_1$$

$$a_2 x + b_2 y = c_2$$

Determinante erstellen:

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}$$

Determinante berechnen:

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 \cdot b_2 - b_1 \cdot a_2$$

x -Determinante berechnen:

$$D_x = \begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix} = c_1 \cdot b_2 - b_1 \cdot c_2$$

y -Determinante berechnen:

$$D_y = \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix} = a_1 \cdot c_2 - c_1 \cdot a_2$$

x berechnen:

$$x = \frac{D_x}{D} \quad 3 \quad \text{für } D \neq 0$$

y berechnen:

$$y = \frac{D_y}{D} \quad 4 \quad \text{für } D \neq 0$$

Für $D = 0$ gibt es keine Lösung oder unendlich viele Lösungen.

Beispiel

$$-3x + 2y = 3$$

$$2x + 3y = 11$$

Determinante berechnen:

$$D = \begin{vmatrix} -3 & 2 \\ 2 & 3 \end{vmatrix} = -3 \cdot 3 - 2 \cdot 2 = -13$$

x -Determinante berechnen:

$$D_x = \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 11 & 3 \end{vmatrix} = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 11 = -13$$

y -Determinante berechnen:

$$D_y = \begin{vmatrix} -3 & 3 \\ 2 & 11 \end{vmatrix} = -3 \cdot 11 - 3 \cdot 2 = -39$$

x berechnen:

$$x = \frac{D_x}{D} = \frac{-13}{-13} = 1$$

y berechnen:

$$y = \frac{D_y}{D} = \frac{-39}{-13} = 3$$

Alle drei Verfahren führen zu gleichen Ergebnissen.

Rechenregeln

$$\left. \begin{aligned} (+a) \cdot (+b) &= a \cdot b \\ (-a) \cdot (+b) &= -a \cdot b \\ (-a) \cdot (-b) &= a \cdot b \end{aligned} \right\} \text{ gilt auch bei Division}$$

$$(a + b) \cdot (c + d) = ac + ad + bc + bd$$

Mit drei Unbekannten

Determinantenverfahren
für lineares Gleichungssystem
3. Grades

$$a_1 x + b_1 y + c_1 z = d_1$$

$$a_2 x + b_2 y + c_2 z = d_2$$

$$a_3 x + b_3 y + c_3 z = d_3$$

Determinante erstellen:

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

Determinante berechnen:
 $\rightarrow$ Hauptdiagonalen minus Nebendiagonalen

$$D = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 b_2 c_3 + b_1 c_2 a_3 + c_1 a_2 b_3 - (c_1 b_2 a_3 + a_1 c_2 b_3 + b_1 a_2 c_3)$$

x -Determinante erstellen:

$$D_x = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

x -Determinante berechnen:
 $\rightarrow$ Hauptdiagonalen minus Nebendiagonalen

$$D_x = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = d_1 b_2 c_3 + b_1 c_2 d_3 + c_1 d_2 b_3 - (c_1 b_2 d_3 + d_1 c_2 b_3 + b_1 d_2 c_3)$$

y -Determinante berechnen:
 $\rightarrow$ Hauptdiagonalen minus Nebendiagonalen

$$D_y = \begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 d_2 c_3 + d_1 c_2 a_3 + c_1 a_2 d_3 - (c_1 d_2 a_3 + a_1 c_2 d_3 + d_1 a_2 c_3)$$

z -Determinante berechnen:
 $\rightarrow$ Hauptdiagonalen minus Nebendiagonalen

$$D_z = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix} = a_1 b_2 d_3 + b_1 d_2 a_3 + d_1 a_2 b_3 - (d_1 b_2 a_3 + a_1 d_2 b_3 + b_1 a_2 d_3)$$

x, y, z berechnen für $D \neq 0$:

$$x = \frac{D_x}{D} \quad 5$$

$$y = \frac{D_y}{D} \quad 6$$

$$z = \frac{D_z}{D} \quad 7$$

