

Leseprobe

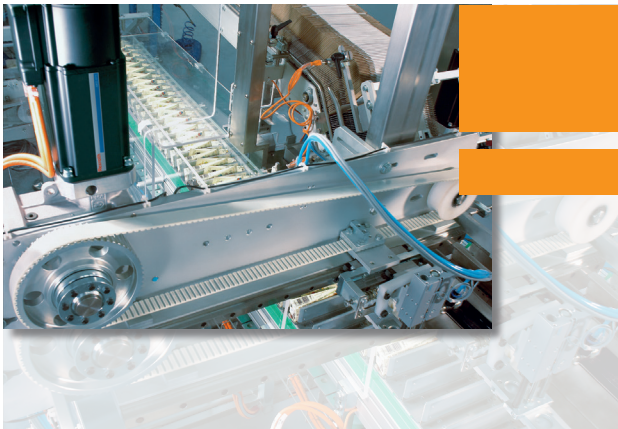
Der Bildungsprofi für Technik

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Paul Müller

Formelsammlung Mechatronik



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

4

Inhalt

Allgemeine Grundlagen	9	Volumen, Oberflächen	26
Physikalische Gleichungen.....	9	Würfel	26
Basiseinheiten.....	9	Prisma	26
Umrechnung von Einheiten	9	Zylinder.....	26
Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten.....	9	Hohlzylinder	27
Formelzeichen und Einheiten	10	Pyramide	27
Umrechnung von Einheiten	13	Pyramidenstumpf	28
Dreisatzrechnung.....	14	Kegel	28
Prozentrechnung.....	16	Kegelstumpf.....	29
Potenzrechnung.....	16	Kugel	29
Formelumstellung	16	Ring mit Kreisquerschnitt.....	29
Flächenberechnung	18	Kugelabschnitt (Kalotte).....	30
Quadrat	18	Kugelzone, Kugelschicht	30
Raute	18	Kugelausschnitt	31
Rechteck	18	Guldinsche Regel, Mantelfläche	31
Parallelogramm	18	Guldinsche Regel, Oberfläche	31
Dreieck, stumpfwinklig	18	Guldinsche Regel, Volumen	32
Dreieck, spitzwinklig.....	19	Kraft und Bewegung	32
Dreieck, gleichschenkelig ($\alpha = \beta$)	19	Kraftpfeil, Vektor	32
Dreieck, gleichseitig ($\alpha = \beta = \gamma$)	19	Resultierende Kraft	32
Trapez.....	19	Kräfteparallelogramm	32
Dreieck	19	Krafteck.....	33
Vieleck, regelmäßig.....	20	Gewichtskraft.....	33
Vieleck, unregelmäßig	20	Beschleunigungskraft.....	33
Verschnitt	20	Federkraft.....	33
Zusammengesetzte Fläche	20	Fliehkraft	33
Kreis	21	Gleichförmige, geradlinige	
Kreisring	21	Bewegung	34
Kreisbogen.....	21	Gleichförmig beschleunigte	
Kreisausschnitt	21	Bewegung	34
Kreisringausschnitt.....	22	Beschleunigung	34
Kreisabschnitt.....	22	Umfangsgeschwindigkeit	34
Satz des Pythagoras	22	Winkelgeschwindigkeit	34
Rechtwinkliges Dreieck	23	Reibungskraft.....	35
Winkelfunktionen	23	Rollreibung	35
Winkelsumme.....	23	Einseitiger Hebel.....	35
Sinussatz.....	23	Zweiseitiger Hebel	35
Cosinussatz	23	Winkelhebel.....	35
Höhensatz	24	Mehrfacher Hebel	36
Kathetensatz, Lehrsatz des Euklid.....	24	Auflagerkräfte.....	36
Strahlensatz	24	Rolle, Flaschenzug, Winde	36
Steigung, Neigung	24	Feste Rolle ($s = h$).....	36
Teilungen, Längen	25	Lose Rolle ($s = 2 \cdot h$).....	37
Teilungen	25	Rollenflaschenzug ($s = n \cdot h$).....	37
Gestreckte Länge	25	Differenzialflaschenzug	37
Teilungen von Längen.....	25	Winde – Seilwinde.....	38
Trennen von Werkstückteilen	26	Räderwinde	38

Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad 38

Arbeit, Ebene	38
Arbeit, geneigte Ebene (ohne Reibung)	39
Arbeit, geneigte Ebene (mit Reibung)	39
Stellkeil	39
Schraube, Bolzen	40
Energieerhaltungssatz	41
Potenzielle Energie	41
Spannenergie	41
Kinetische Energie	41
Leistung	42
Hubleistung	42
Zugleistung	42
Getriebeleistung	42
Pumpenleistung	43
Schnittleistung	43
Einzelwirkungsgrad	44
Gesamtwirkungsgrad	44

Antriebe 44

Einfacher Riementrieb	44
Mehrfacher Riementrieb	44
Einfacher Zahnradtrieb	45
Zahnradtrieb, mehrfache Übersetzung	45
Schneckenrieb	45
Achsabstand, Außenverzahnung	46
Achsabstand, Innenverzahnung	46

Fluidtechnik 46

Druck, Überdruck	46
Auftrieb	46
Hydrostatischer Druck	47
Seitendruckkraft	47
Flüssigkeitspresse	47
Allgemeine Gasgleichung	47
Gesetz von Boyle-Mariotte (isothermischer Vorgang)	48
Gesetz von Boyle-Mariotte (isochorer Vorgang)	48
Gesetz von Gay-Lussac (isobarer Vorgang)	49
Kolbenpressung	49
Hydraulische Presse	49
Druckübersetzer	50
Strömung in Rohren	50
Kolbengeschwindigkeit	50
Einfach wirkender Zylinder	51
Spezifischer Luftverbrauch	51
Doppelt wirkender Zylinder	51
Kolbenkräfte	52
Hydraulische Leistung	52

Wärme 53

Temperatur	53
Längenänderung	53
Volumenänderung	53
Wärmemenge	53
Schmelz- und Verdampfungswärme	54
Verbrennungswärme	54
Mischungstemperatur	54

Gleichstromtechnik 55

Elektrische Ladung	55
Elektrische Stromstärke	55
Stromdichte	55
Elektrische Spannung	55
Elektrisches Potenzial	55
Elektrische Arbeit	55
Elektrische Leistung	56
Wirkungsgrad	56
Leiterwiderstand	56
Leitwert	56
Ohmsches Gesetz	56
Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes	57
Wärmewirkung des elektrischen Stromes	57
Erster Kirchhoffscher Satz	57
Zweiter Kirchhoffscher Satz	57
Parallelschaltung von Widerständen	58
Reihenschaltung von Widerständen	58
Spannungsteilerregel	58
Reihenschaltung von Spannungsquellen	59
Parallelschaltung von Spannungsquellen	59
Leerlaufspannung, Klemmenspannung	59
Vorwiderstand	59
Spannungsteiler, unbelastet	60
Spannungsteiler, belastet	60
Brückenschaltung, abgeglichen	60
Brückenschaltung, nicht abgeglichen	60
Messbereichserweiterung, Spannungsmesser	61
Messbereichserweiterung, Strommesser	61
Dreieck-Stern-Umwandlung	61

Elektrisches Feld 61

Elektrische Feldstärke	61
Elektrische Feldstärke beim Plattenkondensator	61
Kondensatorkapazität	62
Reihenschaltung von Kondensatoren	62
Parallelschaltung von Kondensatoren	62
Kondensator, Lade- und Entladevorgang	63
Zeitkonstante	63

6

Magnetisches Feld	64	Leitungsberechnung	76
Magnetischer Fluss	64	Gleichstromleitung	76
Magnetische Flussdichte	64	Einphasen-Wechselstromleitungen	77
Magnetische Durchflutung	64	Dreiphasen-Wechselstromleitung	77
Magnetische Feldstärke	64		
Magnetischer Kreis	65	Blindleistungskompensation	78
Permeabilität	65	Kapazitive Blindleistung	78
Induktivität	65	Kompensationskondensator	78
Induktionsgesetz	65		
Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter ...	66	Elektrische Maschinen und Antriebe	79
Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern	66	Mittlere quadratische Leistung	79
Schaltung von Spulen	66	Drehfeldzahl	79
Spule, Ein- und Ausschaltvorgang	66	Schlupfdrehzahl, Schlupf	79
		Läuferfrequenz	79
Wechselstromtechnik	67	Zugeführte elektrische Leistung	79
Wechselspannung, sinusförmig	67	Wirkungsgrad	79
Wechselgröße	67	Drehmoment	80
Periodendauer und Frequenz	67	Übertemperatur von Wicklungen	80
Kreisfrequenz	67	Drehstrommotor, Stromstärke	80
Effektivwerte	68	Einphasenmotor, Stromstärke	80
Formfaktor	68	Gleichstrommotor, Ankerspannung	80
Scheitelfaktor	68	Gleichstrommotor, Ankerstrom	81
Mischspannung	68	Gleichstrommotor, induzierte Ankerspannung ..	81
Rechteckspannung, unsymmetrisch	69	Gleichstrommotor, Erregerstrom	81
Leistung im Wechselstromkreis	69		
Wechselstromkreis mit ohmschem Widerstand	69	Transformatoren	81
Wechselstromkreis mit induktivem Blindwiderstand	70	Übersetzungsverhältnis	81
Wechselstromkreis mit kapazitivem Blindwiderstand	70	Kurzschlussspannung	81
RL-Reihenschaltung	70	Kurzschlussstrom	82
RC-Reihenschaltung	71	Bemessungsleistung	82
RL-Parallelschaltung	72	Verluste und Wirkungsgrad	82
RC-Parallelschaltung	73	Spartransformator	82
Resonanzfrequenz	73		
Drehstromtechnik (Dreiphasen-Wechselspannung)	74	Logische Verknüpfungen	83
Sternschaltung, symmetrische Belastung	74	UND	83
Dreieckschaltung, symmetrische Belastung	74	NOR	83
Leistung bei symmetrischer Stern- und Dreieckschaltung	74	ODER	83
Umschaltung Stern-Dreieck	74	Antivalenz	83
Sternschaltung, unsymmetrische Belastung mit N-Leiter	75	NICHT	83
Sternschaltung, unsymmetrische Belastung ohne N-Leiter	75	Äquivalenz	83
Sternschaltung, Ausfall eines Außenleiters	75	NAND	83
Dreieckschaltung, unsymmetrische Belastung ..	75		
Dreieckschaltung, Ausfall eines Außenleiters	76	Elektronik	84
		Glättung und Siebung	84
		Brummspannung, Effektivwert	84
		Brummspannung, Spitze-Spitze	84
		Siebfaktor	84
		RC-Siebung	84
		LC-Siebung	84

7

Impuls.....	85	Differenz-Eingangsspannung.....	86
Pulsfrequenz.....	85	Leerlauf-Ausgangsspannung.....	87
Periodendauer.....	85	Gleichtaktunterdrückung.....	87
Tastverhältnis.....	85	Invertierender Verstärker,	
Tastgrad.....	85	Spannungsverstärkung.....	87
Flankensteilheit.....	85	Nichtinvertierender Verstärker,	
Transistorverstärker.....	85	Spannungsverstärkung.....	87
Emitterschaltung.....	85	Impedanzwandler.....	87
Basisspannungsleiter, Querstromverhältnis.....	86	Differenzierer.....	88
Basisspannungsleiter, Widerstandswerte.....	86	Integrierer.....	88
Emitterwiderstand.....	86		
Operationsverstärker.....	86	Sachwortverzeichnis.....	90

12

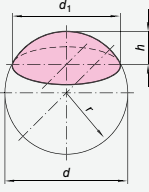
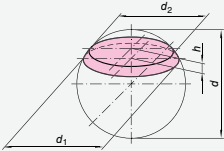
Allgemeine Grundlagen				
Formelzeichen und Einheiten				
Größe	Zeichen	Einheit	Hinweis	
Strecke	s, l	m Meter	$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$ $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ $1'' = 25,4 \text{ mm}$ Auch die Bezeichnung <i>Länge</i> ist möglich.	
Stromstärke, elektrische	I	A Ampere	$1 \text{ A} = 1 \frac{\text{V}}{\Omega}$	
Trägheitsmoment	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	Bezeichnung <i>Massenträgheitsmoment</i> ist nicht mehr üblich.	
Volumen	V	m^3, l	$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ l} = 10 \text{ hl}$ $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$ $1 \text{ l} = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$ $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$ <i>Volumenangabe:</i> • Körper: m^3 • Flüssigkeiten l (Liter)	
Wärmeübertragung	T, ϑ	K Kelvin	$-273,15 \text{ }^\circ\text{C} \approx 0 \text{ K}$ $T(\text{K}) = t + 273,15 \text{ K}$	
Thermodynamische Temperatur				
Celsius-Temperatur	t, ϑ	$^\circ\text{C}$ Grad Celcius	$273,15 \text{ K} \approx 0 \text{ }^\circ\text{C}$ $t \text{ (}^\circ\text{C)} = T - 273,15 \text{ K}$	
Wärmemenge	Q	J Joule	$1 \text{ J} = 1 \cdot \text{N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$ $3600000 \text{ J} \approx 1 \text{ kW} \cdot \text{h}$	
Spezifische Wärmekapazität	c	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}, \quad 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	
Spezifischer Heizwert	H_i, H_u	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$1000000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$	
Wärmedurchgangskoeffizient	U	$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \approx 1,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	
Wärmeleitfähigkeit	λ	$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \approx 1,2 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	
Widerstand, elektrischer	R	Ω Ohm	$1 \Omega = 1 \frac{\text{V}}{\text{A}}$	
Winkel, ebener	α, β, γ	rad $^\circ$ "	Radiant Grad Minute Sekunde	$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,296^\circ$ $1^\circ = 60' = 3600''$ $1' = 60''$

Allgemeine Grundlagen	
Dreisatzrechnung	
Einfacher, direkter Dreisatz Nimmt eine Größe zu, dann wächst auch die andere Größe. Nimmt eine Größe ab, dann wird auch die andere Größe kleiner. Die Größen sind <i>direkt proportional</i>.	<i>Beispiel 1: Die Größen nehmen zu</i> 12 Spiralbohrer kosten 60 Euro. Was kosten dann 30 Bohrer? 1. BS 12 Bohrer kosten 60 Euro 2. FS 1 Bohrer kostet $\frac{60 \text{ Euro}}{12}$ 3. SS 30 Bohrer kosten $\frac{60 \text{ Euro} \cdot 30}{12} = 150 \text{ Euro}$ <i>Beispiel 2: Die Größen nehmen ab</i> Eine Lackdose enthält bei einer Füllhöhe von 25 cm 5 l Lack. Nach Arbeitsende ist sie noch 15 cm hoch gefüllt. Wie viel Liter Lack wurden für die Arbeit verbraucht? 1. BS 25 cm $\triangleq$ 5 l 2. FS 1 cm $\triangleq \frac{5 \text{ l}}{25 \text{ cm}}$ 3. SS 15 cm $\triangleq \frac{5 \text{ l} \cdot 10 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 2 \text{ l}$
Einfacher, indirekter Dreisatz Nimmt eine Größe zu, dann nimmt die andere Größe ab. Wird eine Größe kleiner, dann nimmt die andere Größe zu. Die Größen sind <i>indirekt</i> (umgekehrt) <i>proportional</i>.	<i>Beispiel 1: Die erste Größe nimmt zu</i> 5 Monteure benötigen für eine Arbeit 70 Stunden. Wie viele Stunden würden dann 7 Monteure benötigen? 1. BS 5 Monteure benötigen 70 h 2. FS 1 Monteur benötigt 70 h : 5 3. SS 7 Monteure benötigen $\frac{70 \text{ h} \cdot 5}{7} = 50 \text{ h}$ <i>Beispiel 2: Die erste Größe nimmt ab</i> Für eine Baustelle, die in 12 Tagen eingerichtet und in Betrieb genommen werden soll, sind 10 Monteure vorgesehen. Um wie viele Tage würde sich die Inbetriebnahme verzögern, wenn nur 6 Monteure zur Verfügung stehen? 1. BS 10 Monteure benötigen 12 Tage 2. FS 1 Monteur benötigt 12 Tage : 10 3. SS 6 Monteure benötigen $\frac{12 \text{ Tage} \cdot 10}{6} = 20 \text{ Tage}$
Zusammengesetzter Dreisatz Es sind mehr als drei Größen gegeben. Deshalb sind mehrere Folge- und Schlussätze erforderlich.	<i>Beispiel:</i> Ein 4,0-m²-Blech von 1,6 mm Dicke wiegt 18 kg. Wie viel kg wiegt ein 1,5-m²-Blech von 1,2 mm Dicke? 1. BS 4,0 m²; 1,6 mm wiegen 18 kg 2. FS 1 1,0 m²; 1,6 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg}}{4}$ 3. FS 2 1,0 m²; 1,0 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg}}{4 \cdot 1,6}$ 4. SS 1 1,0 m²; 1,2 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg} \cdot 1,2}{4 \cdot 1,6}$ 5. SS 2 1,5 m²; 1,2 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg} \cdot 1,2 \cdot 1,5}{4,0 \cdot 1,6} = 5,1 \text{ kg}$

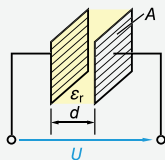
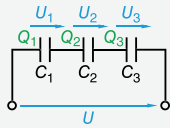
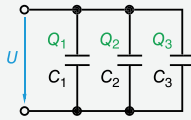
20

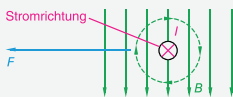
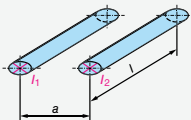
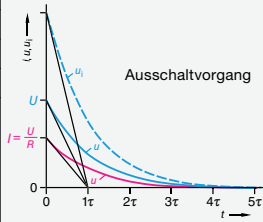
Flächenberechnung				
Vieleck, regelmäßig				
$A = \frac{d \cdot l \cdot n}{4}$ $d = \frac{4 \cdot A}{l \cdot n} \quad l = \frac{4 \cdot A}{d \cdot n}$ $l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$ $A = \frac{l \cdot b}{2} \cdot n$ $d = \sqrt{D^2 - l^2} \quad D = \sqrt{d^2 + l^2}$ $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ $\beta = 180^\circ - \alpha = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$ $U = l \cdot n$	A	Flächeninhalt	m ²	
	d	Innen-durchmesser	m	
	D	Außen-durchmesser	m	
	l	Seitenlänge	m	
	n	Anzahl der Ecken		
	α	Mittelpunkts-winkel	Grad	
	β	Eckenwinkel	Grad	
Vieleck, unregelmäßig				
$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$ $A = \frac{l_1 \cdot h_1}{2} + \frac{l_2 \cdot h_2}{2} + \frac{l_3 \cdot h_3}{2} + \dots$ $A = \frac{1}{2} \cdot (l_1 \cdot h_1 + l_2 \cdot h_2 + l_3 \cdot h_3 + \dots)$	A	Flächeninhalt	m ²	
	l	Seitenlänge	m	
	h	Höhe	m	
Verschnitt				
Abschlagberechnung $A_{\text{Ges}} = 100 \%$ $A_V = A_{\text{Ges}} - A_F$ $A_V \% = \frac{A_{\text{Ges}} - A_F}{A_{\text{Ges}}} \cdot 100 \%$ Zuschlag $A_F = 100 \%$ $A_{\text{Ges}} = A_F + A_{V \text{ Ges}}$ $A_V \% = \frac{A_F + A_{V \text{ Ges}}}{A_F} \cdot 100 \%$	A _S	Blechbedarf	m ²	
	A _F	Werkstück-fläche (Fertigteil)	m ²	
	A _V	Verschnitt	m ²	
	A _{V Ges}	Summe der Verschnitt-teilflächen	m ²	
	A _{V %}	Verschnitt	%	
Zusammengesetzte Fläche				
$A = A_1 - A_2 - A_3$ $A_1 = l \cdot b$ $A_2 = a^2$ $A_3 = \frac{\pi \cdot b^2}{8}$	s. Zeichnung			

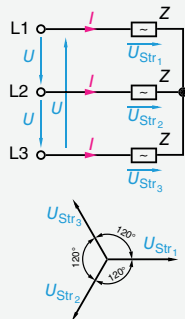
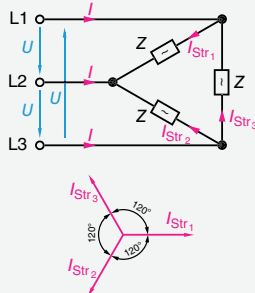
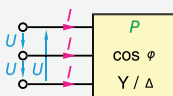
30

Volumen, Oberflächen				
Kugelabschnitt (Kalotte)				
$V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3}\right)$	V	Volumen	m ³	
$d = 2 \cdot \left(\frac{V}{\pi \cdot h^2} + \frac{h}{3}\right)$	h	Höhe	m	
$A_M = \pi \cdot d \cdot h$	d	Kugeldurchmesser	m	
$d = \frac{A_M}{\pi \cdot h} \quad h = \frac{A_M}{\pi \cdot d}$	A_M	Mantelfläche	m ²	
$A_O = \pi \cdot h \cdot (2 \cdot d - h)$	A_O	Oberfläche	m ²	
$d = \frac{A_O}{2 \cdot \pi \cdot h} + \frac{h}{2} = h + \frac{d_1^2}{4 \cdot h}$	d_1	Kugelabschnittsdurchmesser	m	
$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$	A	Grundfläche	m ²	
$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{h \cdot (d - h)}$				
Kugelzone, Kugelschicht				
$V = \frac{\pi}{24} \cdot h \cdot (3 \cdot d_1^2 + 3 \cdot d_2^2 + 4 \cdot h^2)$	V	Volumen	m ³	
$d_1 = \sqrt{\frac{8 \cdot V}{\pi \cdot h} - d_2^2 - \frac{4}{3} \cdot h^2}$	d	Kugeldurchmesser	m	
$d_2 = \sqrt{\frac{8 \cdot V}{\pi \cdot h} - d_1^2 - \frac{4}{3} \cdot h^2}$	d_1	großer Durchmesser	m	
$A_M = \pi \cdot d \cdot h$	d_2	kleiner Durchmesser	m	
$d = \frac{A_M}{\pi \cdot h} \quad h = \frac{A_M}{\pi \cdot d}$	h	Höhe	m	
$A_O = \frac{\pi}{4} \cdot (4 \cdot d \cdot h + d_1^2 + d_2^2)$	A_M	Mantelfläche	m ²	
$d = \left(\frac{4 \cdot A_O}{\pi} - d_1^2 - d_2^2\right) \cdot \frac{1}{4 \cdot h}$	A_O	Oberfläche	m ²	
$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_O}{\pi} - 4 \cdot d \cdot h - d_2^2}$				
$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_O}{\pi} - 4 \cdot d \cdot h - d_1^2}$				
$h = \left(\frac{A_O}{\pi} - \frac{d_1^2}{4} - \frac{d_2^2}{4}\right) \cdot \frac{1}{d}$				

62

Elektrisches Feld				
Kondensatorkapazität				
$C = \frac{Q}{U}$	C	Kondensator- kapazität	F	 $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$ $1 \text{ F} = 1 \frac{\text{As}}{\text{V}}$
$Q = C \cdot U \qquad U = \frac{Q}{C}$	Q	elektrische Ladung	C, As	
	U	Spannung	V	
$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$	ϵ_0	Dielektrizitäts- konstante	$\frac{\text{As}}{\text{Vm}}$	
$A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \qquad d = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{C}$	ϵ_r	Dielektrizitätszahl		
	A	Plattenfläche (einer Platte)	m ²	
	d	Plattenabstand	m	
	F: Farad, As: Amperesekunde, C: Coulomb			
Reihenschaltung von Kondensatoren				
$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$ $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$	Q	elektrische Ladung	As, C	 $1 \text{ F} = 1 \frac{\text{As}}{\text{V}}$ $1 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ $1 \text{ nF} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ $1 \text{ pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
	U	elektrische Spannung	V	
$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$	C_g	Gesamtkapazität	F	
$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$	C	Einzelkapazitäten	F	
$C_g = \frac{C}{n}$	F: Farad, As: Amperesekunde, C: Coulomb			
Parallelschaltung von Kondensatoren				
$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$ $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$	U	elektrische Spannung	V	 $1 \text{ F} = 1 \frac{\text{As}}{\text{V}}$ $1 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ $1 \text{ nF} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ $1 \text{ pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$	Q	elektrische Ladung	As, C	
	C_g	Gesamtkapazität	F	
	C	Einzelkapazitäten	F	
	F: Farad, As: Amperesekunde, C: Coulomb			

Magnetisches Feld					
Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter					
$F = B \cdot I \cdot l \cdot z$	F	Kraft auf den Leiter	N		$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$
$B = \frac{F}{I \cdot l \cdot z}$	B	magnetische Flussdichte	$\frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}, \text{T}$		
$I = \frac{F}{B \cdot l \cdot z}$	I	Stromstärke	A		
$l = \frac{F}{B \cdot I \cdot z}$	l	Leiterlänge im Magnetfeld	m		
$z = \frac{F}{B \cdot I \cdot l}$	z	Anzahl der Leiter			
N: Newton, T: Tesla					
Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern					
$F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot a \cdot l}$	F	Kraft	N		
$I_1 = \frac{F \cdot 2\pi \cdot a \cdot l}{\mu_0 \cdot I_2}$	I_1, I_2	Stromstärke	A		
$I_2 = \frac{F \cdot 2\pi \cdot a \cdot l}{\mu_0 \cdot I_1}$	l	Leiterlänge	m		
μ_0	μ_0	magnetische Feldkonstante	$\frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$		
$a = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot F \cdot l}$	a	Leiterabstand	m		
$I = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot F \cdot a}$	N: Newton				
Schaltung von Spulen					
Reihenschaltung $L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$	L_g	Gesamt-induktivität	H	$1 \text{ H} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$	
Parallelschaltung $\frac{1}{L_E} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$	L	Einzel-induktivitäten	H		
$L_E = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$	L_E	Ersatz-induktivität	H		
	H: Henry				
Spule, Ein- und Ausschaltvorgang					
Zeitkonstante	τ	Zeitkonstante	s		Fortsetzung nächste Seite
$\tau = \frac{L}{R}$	L	Induktivität	H		
$R = \frac{L}{\tau}$	R	Widerstand	Ω		
$L = \tau \cdot R$	t_{ein}	Einschaltzeit	s		
Einschaltzeit $t_{\text{ein}} = 5 \cdot \tau$	H: Henry, Ω : Ohm $1 \text{ H} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$				

Drehstromtechnik (Dreiphasen-Wechselspannung)				
Sternschaltung, symmetrische Belastung				
$I = I_{\text{Str}}$ $U = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Str}}$ $U_{\text{Str}} = \frac{U}{\sqrt{3}}$	I	Außenleiterstrom	A	
	I_{Str}	Strangstrom	A	
	U	Außenleiterspannung	V	
	U_{Str}	Strangspannung	V	
Dreieckschaltung, symmetrische Belastung				
$U = U_{\text{Str}}$ $I = \sqrt{3} \cdot I_{\text{Str}}$ $I_{\text{Str}} = \frac{I}{\sqrt{3}}$	U	Außenleiterspannung	V	
	U_{Str}	Strangspannung	V	
	I	Außenleiterstrom	A	
	I_{Str}	Strangstrom	A	
Leistung bei symmetrischer Stern- und Dreieckschaltung				
$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$	U	Außenleiterspannung	V	
	I	Außenleiterstrom	A	
	S	Scheinleistung	VA	
	Q	Blindleistung	var	
	P	Wirkleistung	W	
Umschaltung Stern-Dreieck				
$P_{\Delta} = 3 \cdot P_Y$ $P_Y = \frac{P_{\Delta}}{3}$	P_{Δ}	Leistung bei Dreieckschaltung	W	Spannung ändert sich um den Faktor $\sqrt{3}$. Stromstärke ändert sich dann auch um den Faktor $\sqrt{3}$. Leistung ändert sich um den Faktor $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$.
	P_Y	Leistung bei Sternschaltung	W	