

Inhaltsverzeichnis

Längen und Flächen	2
Körper und Massen	3
Kraft, Druck, Kraftmoment, Arbeit, Energie	4
Geschwindigkeit, Beschleunigung, Leistung, Wirkungsgrad	5
Übersetzungen	6
Ladung, Stromstärke, Spannung, elektrisches Feld	7
Widerstand, Leitwert, Stromleitung	8
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit, Wärme, Kühlung	9
Kapazität	10
Magnetismus, Strom im Magnetfeld	11
Induktivität	12
Frequenz, Wellenlänge, Impuls, Wechselgrößen	13
Lichtgrößen, optische Signalübertragung	14
Rechenregeln der Algebra	15
Zahlensysteme, einfache Berechnungen	16
Binäre Verknüpfungen	17
Schaltalgebra, Vereinfachen mit dem KV-Diagramm	18
Sequenzielle Schaltungen, Verknüpfungen von Zahlen	19
Winkel	20
Grundsaltungen 1	21
Grundsaltungen 2	22
Grundsaltungen 3	23
Spannungsteiler, Brückenschaltung	24
RC-Schaltungen, RL-Schaltungen	25
Tiefpässe, Hochpässe, RLC-Schaltungen	26
Bandpässe, Bandsperrn, Bandfilter	27
Äquivalente Schaltungen bei Wechselspannung	28
Drehstrom, Leistungen bei AC und 3 AC, Kompensation	29
Einphasentransformator	30
Glättung, Siebung	31
Dämpfung, Pegel, Wellenwiderstand	32
Verstärkungsfaktoren, Emitterschaltung 1	33
Kollektorschaltung, Drainschaltung, Kopplungskondensatoren	34
Transistor als Schalter	35
Sinusgeneratoren	36
Großsignalverstärker, Gegenkopplung	37
Messungen an Verstärkern	38
Schaltung mit Operationsverstärkern 1	39
Schaltung mit Operationsverstärkern 2	40
Schaltung mit Operationsverstärkern 3	41
Spannungsstabilisierung ohne Energiespeicher	42
Weitere Stabilisierungsschaltungen	43
Bistabile Kippschaltungen (Flipflops)	44
Synchroner Zähler aus T-Kippgliedern	45
Asynchrone Zähler	46
Stromrichterschaltungen	47
Gesteuerte Stromrichter	48
Spannungsverdoppler, Spannungsvervielfacher, AC-Steller	49
Bemessung von Thyristorschaltungen	50
PC als virtuelles Instrument	51
Messen mit dem Oszilloskop	52
Breitbandkommunikations-Anlagen, Satelliten-Empfangsanlagen	53
Wellenwiderstände von Leitungen, Sendeleistungen bei Mobilfunk	54
Modulation	55
Schall	56
Datenübertragung über Leiter, Bitfehler	57
Serielle Datenübertragung	58
Überlastschutz, Kurzschlusschutz, Mindestquerschnitte	59
Leitungsberechnung	60
Schutzmaßnahmen	61
Elektrische Maschinen 1	62
Elektrische Maschinen 2	63
Regelungstechnik	64
Regler mit Operationsverstärkern	65
Kostenkalkulation	66



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische
und elektronische Berufe

Formeln Informations-, Geräte-, System- und Automatisierungstechnik

Autoren

Monika Burgmaier
Ulrich G. P. Freyer
Bernhard Grimm
Gregor Häberle
Bernd Schiemann

Oberstudiendirektorin
Dipl.-Ing., Analyst für Medientechnik
Oberstudienrat
Dr.-Ing., Abteilungsleiter
Dipl.-Ing.

Durbach
Köln
Leonberg, Sindelfingen
Tettngang
Durbach

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat: Bernd Schiemann, Durbach

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

7. Auflage 2016, korrigierter Nachdruck 2017

Druck 5 keine Änderung seit der 2. Druckquote

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com

Druck: M.P. Media Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: © Jürgen Fälchle – Fotolia.com; Festplatte: Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG

Ihre Meinung zum Buch interessiert uns!

Teilen Sie uns Ihre Verbesserungsvorschläge, Ihre Kritik aber auch Ihre Zustimmung zum Buch mit. Schreiben Sie uns an die E-Mail-Adresse: lektorat@europa-lehrmittel.de

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel

Europa-Nr.: 33218

ISBN 978-3-8085-3483-0

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Längen und Flächen

Drahtlänge von Rundspulen



$$h = \frac{D-d}{2}$$

$$d_m = \frac{D+d}{2}$$

oder

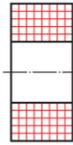
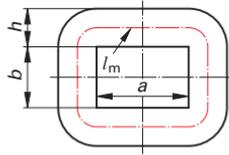
$$d_m = d + h$$

oder

$$d_m = D - h$$

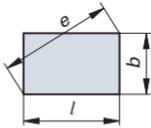
$$l = \pi \cdot d_m \cdot N$$

Drahtlänge von Rechteckspulen



$$l = (2 \cdot a + 2 \cdot b + \pi \cdot h) \cdot N$$

Rechteck (Grenzfall, Quadrat)

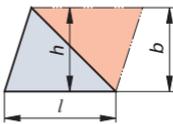


$$A = l \cdot b$$

$$u = 2 \cdot (l + b)$$

$$e = \sqrt{l^2 + b^2}$$

Dreieck

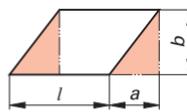


$$A = \frac{l \cdot b}{2}$$

$$h = b$$

$$A = \frac{1}{2} l \cdot h$$

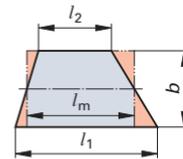
Parallelogramm (Rhomboid)



$$A = l \cdot b$$

$$u = 2 \cdot (l + \sqrt{a^2 + b^2})$$

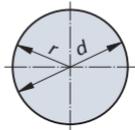
Trapez



$$A = l_m \cdot b$$

$$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

Kreis

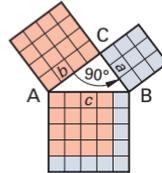


$$u = \pi \cdot d$$

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

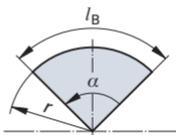
$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}; r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Rechtwinkliges Dreieck



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

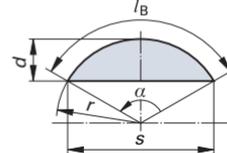
Kreisausschnitt



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

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$$

Kreisabschnitt



A berechenbar aus Kreis-ausschnitt minus Dreieck

A Fläche, Durchschnitt
b Breite
D, d Durchmesser

h Höhe
l Länge, Drahtlänge
N Windungszahl

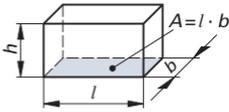
r Radius
u Umfang

Die Bedeutung weiterer Formelzeichen ist aus den Bildern erkennbar.

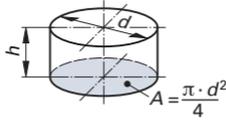
Körper und Massen

3

Gleich dicke Körper



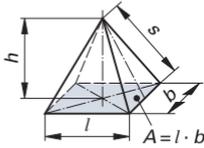
Quader (Vierkantprisma)



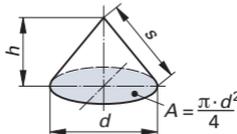
Zylinder

$$V = A \cdot h$$

Spitze Körper, abgestumpfte spitze Körper

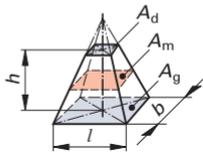


Pyramide

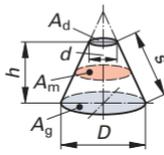


Kegel

$$V = \frac{1}{3} A \cdot h$$



Pyramidenstumpf



Kegelstumpf

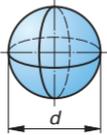
$$V \approx A_m \cdot h$$

$$A_m = \frac{1}{2} \cdot (A_d + A_g)$$

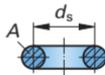
Umdrehungskörper

Volumen

$$V = \frac{\pi}{6} \cdot d^3$$



Kugel

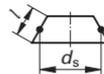


$$V = A \cdot \pi \cdot d_s$$

Oberfläche

$$A_0 = \pi \cdot d^2$$

Mantelfläche = Erzeugende Linie × Weg des Schwerpunkts



$$A_m = l \cdot \pi \cdot d_s$$

Guldin'sche Regel

Massenberechnung

Masse = Volumen × Dichte

$$m = V \cdot \rho$$

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

Bei Drähten:

$$m = A \cdot l \cdot \rho$$

A Fläche, Querschnitt

d Durchmesser

V Volumen

A_M Mantelfläche

h Höhe

ρ Dichte

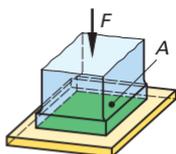
A₀ Oberfläche

m Masse

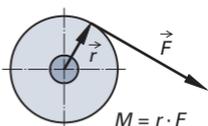
Die Bedeutung weiterer Formelzeichen ist aus den Bildern erkennbar.

Kraft, Druck, Kraftmoment, Arbeit, Energie

Kraft, Druck, Kraftmoment



Auflagedruck



Kraftmoment

Grundgesetz der Mechanik:

$$F_G = m \cdot g$$

$$F = m \cdot a$$

$$[F] = [F_G] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\rho = \frac{F}{A}$$

$$[\rho] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$$

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

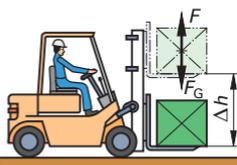
$$[M] = \text{Nm}$$

$$M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$$

Für $\alpha = 90^\circ$:

$$M = r \cdot F$$

Arbeit, Energie



Mechanische Arbeit

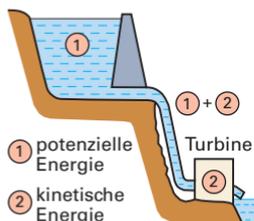
$$\Delta W_p = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

Für gleichgerichtete \vec{F} und \vec{s} :

$$W_p = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$W = F \cdot s$$



Energieumwandlung

$$W_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\Delta W_p = \frac{1}{2} \cdot R \cdot (\Delta s)^2$$

$$[W] = \text{Nm} = \text{J}$$

$$[W_p] = [W_k] = \text{J}$$

$$[D] = \text{N/m}$$

$$R = \frac{\Delta F}{\Delta s}$$

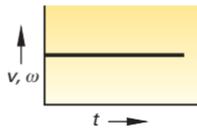
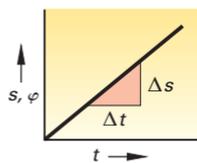
a Beschleunigung
A Fläche, Querschnitt
F Kraft
F_G Gewichtskraft
v Geschwindigkeit
g Fallbeschleunigung, Ortsfaktor
h Höhe

m Masse
M Kraftmoment, Moment
ρ Druck
r Radius
R Federrate
s Weg
 $\vec{\quad}$ Zeichen für Vektor

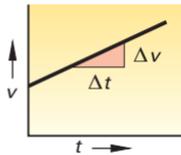
W Arbeit
W_k kinetische Energie
W_p potenzielle Energie, Lageenergie, Federenergie
 α Winkel zwischen *F* und *s*
 Δ Zeichen für Differenz

Die Bedeutung weiterer Formelzeichen ist aus den Bildern erkennbar.

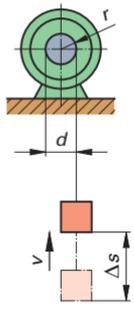
Geschwindigkeit, Beschleunigung, Leistung, Wirkungsgrad



Gleichförmige Bewegung



Gleichmäßig beschleunigte Bewegung



Leistung eines Hebezeugs

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

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

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

- [v] = m/s
- [a] = m/s²
- [ω] = rad/s
- [T] = s

Bei konstantem a:

$$v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2} \approx 10 \frac{m}{s^2}$$

$$[P] = \frac{Nm}{s} = W$$

$$[W] = Nm = J$$

$$[F] = N$$

$$[M] = Nm$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{auf}}$$

$$\zeta = \frac{W_{ab}}{W_{auf}}$$

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots$$

$$M = F \cdot r$$

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

$$v = 2r \cdot \pi \cdot n$$

$$\omega = 2\pi \cdot n$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$n = \frac{1}{T}$$

Freier Fall:

$$v = g \cdot t$$

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = F \cdot v$$

$$P = \frac{F \cdot s}{t}$$

$$P = M \cdot \omega$$

$$P = F \cdot d \cdot \pi \cdot n$$

$$P_v = P_{auf} - P_{ab}$$

- a Beschleunigung
- d Durchmesser
- F Kraft
- g Schwerkraftbeschleunigung, Ortsfaktor
- M Kraftmoment, Moment
- n Umdrehungsfrequenz, Drehzahl
- P Leistung

- P_{ab} abgegebene Leistung
- P_{auf} aufgenommene Leistung
- P_v Verlustleistung
- r Halbmesser, Radius, wirksamer Hebelarm
- s Wegstück
- t Zeit
- T Umlaufdauer

- v Geschwindigkeit
- W Arbeit
- Δ Zeichen für Differenz
- ζ Arbeitsgrad, Nutzungsgrad
- η Wirkungsgrad
- φ Drehwinkel
- ω Winkelgeschwindigkeit

Die Bedeutung weiterer Formelzeichen ist aus den Bildern erkennbar.