EUROPA-FACHBUCHREIHE
Kraftfahrzeugtechnik

Formeln Kraftfahrzeugtechnik

Bearbeitet von Gewerbelehrern und Ingenieuren

9. Auflage

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

Europa-Nr.: 20612

Autoren:

Fischer, Richard	Studiendirektor a. D.	Polling
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor a. D.	Winnenden
Gscheidle, Tobias	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Sindelfingen – Filderstadt
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm – Ellhofen
Hohmann, Berthold	Oberstudiendirektor	Eversberg
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor a. D.	München
Lohuis, Rainer	Dipl.-Ingenieur, Oberstudienrat	Aachen – Hückelhoven
Schlögl, Bernd	Studiendirektor	Gaggenau – Rastatt

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:
Rolf Gscheidle, Studiendirektor a. D., Winnenden

Bildquellen:
Robert Bosch GmbH: S. 20/4; S. 40/1 + 2; S. 57/2; S. 61/3

Bildbearbeitung:
Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Den „Formeln Kraftfahrzeugtechnik“ wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter selbst.

Die DIN-Blätter können von der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

9. Auflage 2024
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-2291-8

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

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfotos: Mercedes-Benz Group, Stuttgart und BMW AG, München
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Grundlagen 4
SI-Basiseinheiten 4
Mathematische Zeichen 4
Umrechnung von früheren Einheiten und SI-Einheiten 4
Vorsätze für Zehnerpotenzen 6
Prozentrechnen 6
Mischungsrechnen 6
Winkelfunktionen 7
Berechnung von Winkelfunktionen mit dem Taschenrechner 7
Winkelfunktionen am Einheitskreis 7
Längenteilungen 8
Kettenlänge 8
Gebogene Längen 8
Lehrsatz des Pythagoras 9
Regelmäßige Vielecke 9
Geradlinig begrenzte Flächen 10
Zusammengesetzte Flächen 11
Volumen 12
Dichte, Masse 14
Kraft 14
Kräftezusammensetzung und Kräftezerlegung 14
Fliehkraft (Zentrifugalkraft) 15
Fliehkraft bei überhöhter Kurve 15
Geschwindigkeit 16
Beschleunigung, Verzögerung 17
Überholen 18
Arbeit 19
Energie 19
Leistung 20
Wirkunggsgrad 20
Drehmoment 21
Hebelgesetz 21
Flaschenzug 21
Festigkeit 22
Reibung 23
Druck 23
Hydraulik 24
Pneumatik 26
Wärmetechnik 27
Riementrieb 29
Zahnradtrieb 30
Einfaches Planetengetriebe 30

Motor 31
Hubraum 31
Verdichtungsverhältnis 31
Verdichtungsänderung 31
Hubverhältnis 32
Pleuelstangenverhältnis 32
Kolbenweg 32
Kolbengeschwindigkeit 32
Gasdruck und Kolbenkraft 33
Kräfte am Kurbeltrieb 33
Steuerwinkel, Steuerzeiten, Ventilöffnungszeit 34
Ventilöffnungsfläche, Gasgeschwindigkeit 34
Luftverhältnis λ 35
Liefergrad (Füllungsgrad) 35
Luftverbrauch, Luftbedarf 35
CO_2-Emission 35
Kraftstoff-Durchschnittsverbrauch 36
Verbrauchsangabe von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen 36
Verbrauchsangabe von schweren Lkw und Omnibussen EG 595/2009 36
Spezifischer Kraftstoffverbrauch 36
Kraftstoffverbrauch 36
Kraftstoff-Einspritzmenge pro Arbeitstakt 37
Mischungsverhältnis für 2-Takt-Motoren 37
Gefrierschutzmischung 37
Motorkühlung 37
Zugeführte Leistung 38
Innenleistung des Motors, innere Motorarbeit 38
Nutzleistung und Innenleistung 39
Nutzleistung und nutzbarer Kolbendruck 39
Nutzleistung und Kraftstoffverbrauch 39
Nutzleistung und Drehmoment 39
Leistung am Motorprüfstand 40
Leistung am Rollenprüfstand 40
Vergleichsleistung 40
Innenwirkungsgrad 41
Mechanischer Wirkungsgrad 41
Nutzwirkungsgrad 41
Hubraumleistung 42
Leistungsgewicht des Motors, des Fahrzeugs 42
Gewichtsleistung 42
Hubraumgewicht 42

Antriebsstrang – Kraftübertragung 43
Kupplung 43
Kupplungsbetätigung 44
Ungleichachsiges Wechselgetriebe 45
Gleichachsiges Wechselgetriebe 46
Achsgetriebe 47
Gesamtübersetzung des Antriebsstrangs 47
Ausgleichsgetriebe bei Kurvenfahrt 48
Ausgleichsgetriebe mit Ausgleichssperre 48

Antriebsstrang – Fahrwiderstände 49
Antriebsleistung 49
Antriebskraft an den Antriebsrädern 49
Fahrgeschwindigkeit 49
Drehzahl der Antriebsräder 49
Fahrwiderstände 49

Fahrwerk 51
Achskräfte, Auflagerkräfte 51
Übersetzungen der Lenkgetriebe 52
Gesamtübersetzung der Lenkung 52

Bremsen 53
Mechanische Übersetzung am Bremspedal 53
Leitungsdruck und Spannkraft 53
Pneumatische Verstärkung 54
Hydraulische Übersetzung 54
Gesamtübersetzung 55
Umfangskraft, Spannkraft an der Scheibenbremse 55
Umfangskraft an der Trommelbremse 55
Bremsmoment, Bremskraft am Rad 56
Trägheitskraft, Bremskraft 56
Bremsarbeit, Bremsleistung 57
Bremsenprüfung, Abbremsung 57
Berechnung an hydraulischen Bremsen 58

Elektrotechnik 59
Ohmsches Gesetz 59
Spezifischer elektrischer Widerstand und elektrische Leitfähigkeit 59
Leiterwiderstand 59
Widerstand und Temperatur 59
Stromdichte 59
Spannungsabfall in Leitungen 60
Leitungsberechnung 60
Schaltung von Widerständen 60
Elektrische Leistung 61
Elektrische Arbeit 61
Wirkungsgrad, Leistungsverlust 61
Spannungsteiler 61
Batterie 62
Transformator 62
Wechselstrom 63
Sternschaltung bei symmetrischer (gleichmäßiger) ohmscher Belastung 63
Dreieckschaltung bei symmetrischer (gleichmäßiger) ohmscher Belastung 63
Elektronische Bauelemente 64
Winkel und Zeiten beim Zündvorgang 64
Pulsweitenmodulation 64
Datenübertragung 64
Elektrische Antriebsmaschinen 65
Akkumulatoren in Elektrofahrzeugen 66
Zwischenkreiskondensator 66

Sachwortverzeichnis 67

SI-Basiseinheiten

Basisgröße	Länge	Masse	Zeit	Elektrische Stromstärke	Thermodynamische Temperatur	Stoffmenge	Lichtstärke
Basiseinheit	Meter	Kilogramm	Sekunde	Ampere	Kelvin	Mol	Candela
Kurzzeichen	m	kg	s	A	K	mol	cd

Mathematische Zeichen (Auswahl)

Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter	$\sqrt{a}$	Quadratwurzel aus a	$\cong$	kongruent
=	gleich	· ×	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	~	ähnlich
≠	nicht gleich, ungleich	: / —	durch, geteilt durch, dividiert durch	∢	Winkel
~	proportional	%	Prozent, von Hundert	$\overline{AB}$	Strecke AB
≈	annähernd, nahezu gleich, rund, etwa	‰	Promille, von Tausend	$\overset{\frown}{AB}$	Bogen AB
≙	entspricht	( ) [ ] { }	runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu	Σ	Summe
<	kleiner als	∥	parallel	e	Eulersche Zahl e = 2,718 281 828...
>	größer als	∦	nicht parallel	π	Pi = 3,14159...
≥	größer oder gleich, mindestens gleich	⊥	rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	∞	unendlich
≤	kleiner oder gleich, höchstens gleich	Δ	Delta, Zeichen für Differenz	log	Logarithmus (allgemein)
+	plus, mehr, und			lg	Zehnerlogarithmus
–	minus, weniger			ln	natürlicher Logarithmus

Umrechnung von früheren Einheiten und SI-Einheiten

Druck	Energie, Arbeit	Leistung
1 at = 1 kp/cm² = 981 mbar	1 kcal = 4186,8 J ≈ 4,2 kJ = = 1,16 · 10⁻³ kWh	1 PS = 735 W = 0,735 kW = = 735 Nm/s
1 mm WS = 1 kp/m² = 0,098 mbar	1 kpm = 9,81 J = 9,81 Nm	1 kW = 1,36 PS
1 mm Hg = 1 Torr = 1,333 mbar		

Größen

Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Einheit Zeichen	Umrechnung, Erklärung				
					m	dm	cm	mm
Länge	*l*	Meter	m	1 m	1	10	100	1000
					m^2	dm^2	cm^2	mm^2
Fläche	*A, S*	Quadratmeter	m^2	1 m^2	1	100	10000	1000000
					m^3	dm^3 (l)	cm^3 (ml)	mm^3
Volumen Rauminhalt	*V*	Kubikmeter	m^3	1 m^3	1	1000	1000000	
		Liter	l, L	1 dm^3 (l)	0,001	1	1000	1000000
					d	m	min	s
Zeit Zeitspanne Dauer	*t*	Sekunde	s	1 s		0,000278	0,01667	1
		Minute	min	1 min	0,00069	0,01667	1	60
		Stunde	h	1 h	0,04167	1	60	3600
		Tag	d	1 d	1	24	1440	86400

Größen

Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Einheit Zeichen	Umrechnung, Erklärung			
Geschwindigkeit	v	Meter/Sekunde	m /s		m/s	m/min	km/h
Umfangsgeschwindigkeit	v	Kilometer/Stunde	km/h	1 km/h	0,2778	16,667	1
				1 m/min	0,01667	1	0,06
Lichtgeschwindigkeit	c			1 m/s	1	60	3,6
				1 cm/s	0,01	0,6	0,036
Frequenz	f, ν	Hertz	Hz	Anzahl periodischer Vorgänge pro Sekunde			
		reziproke Sekunde	1/s	1 Hz = 1/s = s^{-1}			
Beschleunigung	a	Meter/Sekunde hoch zwei	m/s^2	Wirkungsrichtung: Beliebig			
örtliche Fallbeschleunigung	g			Wirkungsrichtung: Zum Erdmittelpunkt $g = 9{,}80665\ m/s^2 \approx 9{,}81\ m/s^2$ wird meist als Normfallbeschleunigung angegeben.			
Masse	m				g	kg	t (Mg)
Gewicht als Wägeergebnis		Kilogramm	kg	1 kg	1000	1	0,001
		Gramm	g	1 g	1	0,001	0,000001
		Tonne	t	1 t (Mg)	1000000	1000	1
Dichte	ϱ				g/cm^3	kg/dm^3	kg/m^3
		Kilogramm/Kubikmeter	kg/m^3	1 kg/m^3	0,001	0,001	1
		Kilogramm/Kubikdezimeter	kg/dm^3	1 kg/dm^3	1	1	1000
				1 g/cm^3	1	1	1000
Kraft	F	Newton	N		N	daN	kN
Gewichtskraft	F_G, G			1 N	1	0,1	0,001
				1 kN	1000	100	1
				1 N = 1 kg · 1 m/s^2 = 1 kg m/s^2			
Drehmoment	M	Newtonmeter	Nm		Ncm	Nm	kNm
				1 Ncm	1	0,01	0,00001
				1 Nm	100	1	0,001
Temperatur	T	Kelvin	K	0 Kelvin = 0 K = – 273 °C			
	t	Celsius	°C	0 °Celsius = 0 °C = 273 K			
Arbeit	W	Joule	J		kWh	J	kJ
Energie	E, W			1 kWh	1	3600000	3600
Wärmemenge	Q			1 J		1	0,001
				1 kJ	0,0002778	1000	1
				1 MJ	0,2778	1000000	1000
				1 J = 1 Nm = 1 Ws = 1 kg m^2/s^2			
Leistung	P	Watt	W		mW	W	kW
				1 mW	1	0,001	0,000001
				1 W	1000	1	0,001
				1 kW	1000000	1000	1
				1 W = 1 J/s = 1 Nm/s			
Druck	p	Pascal	Pa		Pa	mbar, hPa	N/cm^2
				1 Pa	1	0,01	0,0001
				1 mbar, hPa	100	1	0,01
				1 N/cm^2	10000	100	1
				1 Pa = 1 N/m^2; 1 bar = 10 N/cm^2; 1 mbar = 1 hPa			

Größen

Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Einheit Zeichen	Umrechnung, Erklärung			
Mechanische Spannung	σ, τ	Newton/ Quadratmeter	N/m^2		N/m^2	daN/cm^2	N/mm^2
				1 N/m^2	1	0,00001	0,000001
				1 N/cm^2	10000	0,1	0,01
				1 N/mm^2	1000000	10	1
				1 N/m^2 = 1 Pa			
Elektrische Stromstärke	I	Amper	A		mA	A	kA
				1 mA	1	0,001	0,000001
				1 A	1000	1	0,001
				1 kA	1000000	1000	1
Elektrische Spannung	U	Volt	V		mV	V	kV
				1 mV	1	0,001	0,000001
				1 V	1000	1	0,001
				1 kV	1000000	1000	1
Elektrischer Widerstand	R	Ohm	Ω		Ω	kΩ	MΩ
				1 Ω	1	0,001	0,000001
				1 kΩ	1000	1	0,001
				1 MΩ	1000000	1000	1

Vorsätze für Zehnerpotenzen (Auswahl)

da	(Deka)	10^1	G	(Giga)	10^9	d	(Dezi)	10^{-1}	n	(Nano)	10^{-9}
h	(Hekto)	10^2	T	(Tera)	10^{12}	c	(Centi)	10^{-2}	p	(Pico)	10^{-12}
k	(Kilo)	10^3	P	(Peta)	10^{15}	m	(Milli)	10^{-3}	f	(Femto)	10^{-15}
M	(Mega)	10^6	E	(Exa)	10^{18}	µ	(Mikro)	10^{-6}	a	(Atto)	10^{-18}

Prozentrechnen

p Prozentsatz in %
Er gibt an, wie viel Hundertstel vom Grundwert zu nehmen sind.

G Grundwert
Er ist der Wert, auf den man sich beim Prozentrechnen bezieht.

P Prozentwert
Er ist der Teil des Grundwertes, der dem Prozentsatz entspricht. Er hat dieselbe Einheit wie der Grundwert.

E_{max} Endwert (vermehrter Wert) (Grundwert + Prozentwert)
E_{min} Endwert (verminderter Wert) (Grundwert – Prozentwert)

$$E_{max} = G + P$$

$$E_{min} = G - P$$

$$G = \frac{100 \cdot P}{p}$$

$$P = \frac{G \cdot p}{100}$$

$$p = \frac{100 \cdot P}{G}$$

$$G = \frac{100 \cdot E_{max}}{100 + p}$$

$$G = \frac{100 \cdot E_{min}}{100 - p}$$

Mischungsrechnen

m Gesamtmenge
m_1 Teilmenge 1
m_2 Teilmenge 2
x Summe der Anteile
x_1 Anteil der Teilmenge 1
x_2 Anteil der Teilmenge 2

$$m_1 = \frac{m \cdot x_1}{x}$$

$$m = \frac{m_1 \cdot x}{x_1}$$

$$x_1 = \frac{m_1 \cdot x}{m}$$

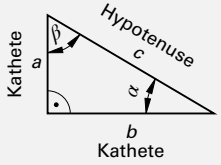
$$x = \frac{m \cdot x_1}{m_1}$$

$$m = m_1 + m_2 + \ldots$$

$$x = x_1 + x_2 + \ldots$$

$$\frac{m}{m_1} = \frac{x}{x_1}$$

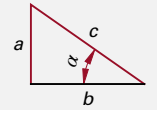
Winkelfunktionen



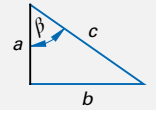
- Die den rechten Winkel bildenden Seiten a und b heißen Katheten.
- Die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite c heißt Hypotenuse.
- Die dem spitzen Winkel α bzw. β anliegende Seite b bzw. a heißt Ankathete.
- Die dem spitzen Winkel α bzw. β gegenüberliegende Seite a bzw. b heißt Gegenkathete.

Die Seitenverhältnisse im rechtwinkligen Dreieck werden Winkelfunktionen bzw. trigonometrische Funktionen genannt.

$$\text{Sinus} = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}}$$

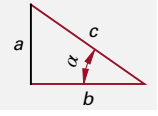


$\sin\alpha = \frac{a}{c}$ $\quad a = c \cdot \sin\alpha$ $\quad c = \frac{a}{\sin\alpha}$

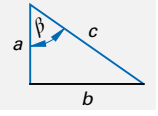


$\sin\beta = \frac{b}{c}$ $\quad b = c \cdot \sin\beta$ $\quad c = \frac{b}{\sin\beta}$

$$\text{Cosinus} = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypothenuse}}$$

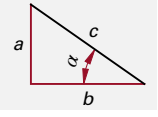


$\cos\alpha = \frac{b}{c}$ $\quad b = c \cdot \cos\alpha$ $\quad c = \frac{b}{\cos\alpha}$

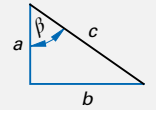


$\cos\beta = \frac{a}{c}$ $\quad a = c \cdot \cos\beta$ $\quad c = \frac{a}{\cos\beta}$

$$\text{Tangens} = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$$

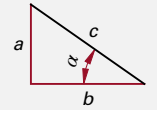


$\tan\alpha = \frac{a}{b}$ $\quad a = b \cdot \tan\alpha$ $\quad b = \frac{a}{\tan\alpha}$

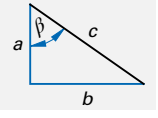


$\tan\beta = \frac{b}{a}$ $\quad b = a \cdot \tan\beta$ $\quad a = \frac{b}{\tan\beta}$

$$\text{Cotangens} = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}}$$



$\cot\alpha = \frac{b}{a}$ $\quad b = a \cdot \cot\alpha$ $\quad a = \frac{b}{\cot\alpha}$



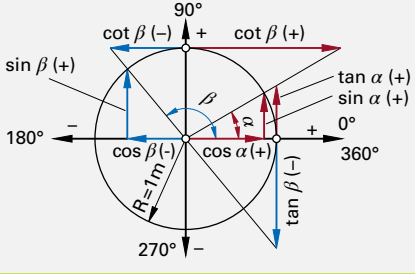
$\cot\beta = \frac{a}{b}$ $\quad a = b \cdot \cot\beta$ $\quad b = \frac{a}{\cot\beta}$

Berechnung von Winkelfunktionen mit dem Taschenrechner (Beispiele)

Beispiel 1: $a = 10$ cm; $c = 50$ cm; $\alpha = ?$ *Lösung:* $\sin\alpha = a : c = 10\text{ cm} : 50\text{ cm} = \mathbf{0{,}2}$

10 ÷ 50 = 0,2 (SHIFT; 2ND; INV) SIN ⇒ 11,536 96° (SHIFT; 2ND; INV) ° ′ ″ ⇒ **11° 32′ 13″**

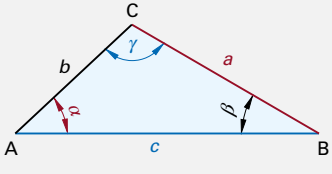
Winkelfunktionen am Einheitskreis



Besondere Winkelfunktionswerte

Funktion \ Winkel α	0°	30°	45°	60°	90°
Sinus α	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
Cosinus α	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
Tangens α	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	∞
Cotangens α	∞	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	0

Winkelfunktionen im schiefwinkligen Dreieck



a, b, c Seitenlängen (mm)
α, β, γ Winkel, die jeweils den Seiten a, b, c gegenüber liegen (°)

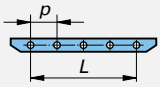
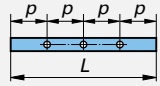
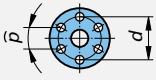
Sinussatz

$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}$$

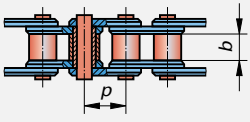
Kosinussatz

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos\alpha$$
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos\beta$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos\gamma$$

Längenteilungen

	Teilung p Lochabstand	Teilungszahl n Lochzahl	Teilungslänge l
	$p = \frac{L}{n-1}$	$n = \frac{L}{p} + 1$	$L = p \cdot (n-1)$
	$p = \frac{L}{n+1}$	$n = \frac{L}{p} - 1$	$L = p \cdot (n+1)$
	$p = \frac{\pi \cdot d}{n}$	$n = \frac{\pi \cdot d}{p}$	$L = U = n \cdot p$ $L = U = \pi \cdot d$

Kettenlänge



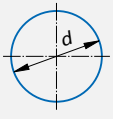
L Kettenlänge
p Teilung
b Gliederbreite (Innenglied)
X Gliederzahl

$$L = p \cdot X$$

$$p = \frac{L}{X} \qquad X = \frac{L}{p}$$

Gebogene Längen

Kreisumfang

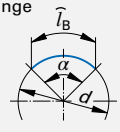


U Umfang
d Durchmesser

$$U = \pi \cdot d$$

$$d = \frac{U}{\pi}$$

Kreisbogenlänge

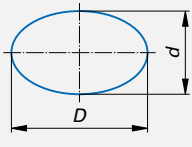


l_B Bogenlänge
d Durchmesser
α Mittelpunktswinkel in °

$$l_B = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360°}$$

$$\alpha = \frac{360° \cdot l_B}{\pi \cdot d} \qquad d = \frac{360° \cdot l_B}{\pi \cdot \alpha}$$

Ellipsenumfang



U Umfang
D Durchmesser
d Durchmesser
R Radius
r Radius

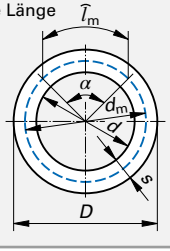
$$U \approx \pi \cdot \frac{D+d}{2}$$

$$D \approx \frac{2 \cdot U}{\pi} - d \qquad d \approx \frac{2 \cdot U}{\pi} - D$$

genauer:

$$U \approx \pi \cdot \sqrt{2 \cdot (R^2 + r^2)}$$

Gestreckte Länge



l_m gestreckte Länge, Länge der neutralen Faser
d_m mittlerer Durchmesser
D Außendurchmesser
d Innendurchmesser
α Mittelpunktswinkel in °
s Werkstoffdicke
U_m mittlerer Umfang

$$l_m = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360°}$$

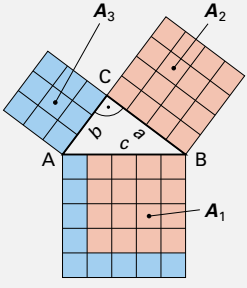
$$U_m = \pi \cdot d_m$$

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

$$d_m = D - s$$

$$d_m = d + s$$

Lehrsatz des Pythagoras



Beim rechtwinkigen Dreieck ist die Fläche des Hypotenusenquadrates gleich der Summe der Flächen der beiden Kathetenquadrate.

c Hypotenuse
– die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite

a, b Katheten
– die den rechten Winkel bildenden Seiten

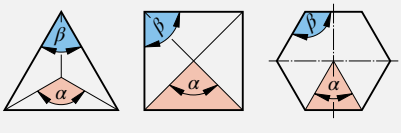
A_1, A_2, A_3 Flächen

$$A_1 = A_2 + A_3$$

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

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$
$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$
$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

Regelmäßige Vielecke

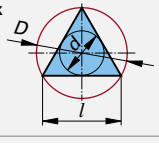
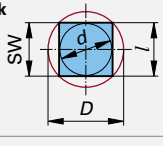
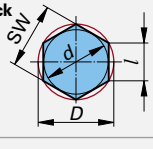
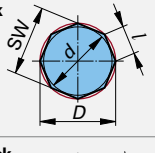
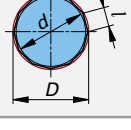


Für regelmäßige Vielecke gilt:

Innenwinkel $\alpha = \dfrac{360°}{n}$

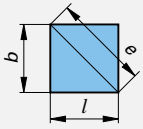
Außenwinkel $\beta = \dfrac{(n-2) \cdot 180°}{n}$ $\qquad \beta = 180° - \alpha$

n **Anzahl der Ecken**

Regelmäßiges Vieleck *n* Anzahl der Ecken	Umkreis-Ø *D* Eckenmaß *e*	Innenkreis-Ø *d* Schlüsselweite *SW*	Seitenlänge *l* Umfang *U*	Gesamtfläche *A*
Dreieck $n = 3$ 	$D = 1{,}154 \cdot l$ $D = 2 \cdot d$	$d = 0{,}578 \cdot l$ $d = 0{,}5 \cdot D$	$l = 0{,}866 \cdot D$ $l = 1{,}730 \cdot d$ $\boldsymbol{U = l \cdot n}$	$A = 0{,}325 \cdot D^2$ $A = 1{,}299 \cdot d^2$ $A = 0{,}433 \cdot l^2$
Viereck $n = 4$ 	$D = 1{,}414 \cdot l$ $D = 1{,}414 \cdot d$ $\boldsymbol{D = e}$	$d = l$ $d = 0{,}707 \cdot D$ $\boldsymbol{d = SW}$	$l = 0{,}707 \cdot D$ $l = d$ $\boldsymbol{U = l \cdot n}$	$A = 0{,}5 \cdot D^2$ $A = d^2$ $A = l^2$
Sechseck $n = 6$ 	$D = 2 \cdot l$ $D = 1{,}155 \cdot d$ $\boldsymbol{D = e}$	$d = 1{,}732 \cdot l$ $d = 0{,}866 \cdot D$ $\boldsymbol{d = SW}$	$l = 0{,}5 \cdot D$ $l = 0{,}577 \cdot d$ $\boldsymbol{U = l \cdot n}$	$A = 0{,}649 \cdot D^2$ $A = 0{,}866 \cdot d^2$ $A = 2{,}598 \cdot l^2$
Achteck $n = 8$ 	$D = 2{,}614 \cdot l$ $D = 1{,}082 \cdot d$ $\boldsymbol{D = e}$	$d = 2{,}414 \cdot l$ $d = 0{,}924 \cdot D$ $\boldsymbol{d = SW}$	$l = 0{,}383 \cdot D$ $l = 0{,}414 \cdot d$ $\boldsymbol{U = l \cdot n}$	$A = 0{,}707 \cdot D^2$ $A = 0{,}829 \cdot d^2$ $A = 4{,}828 \cdot l^2$
Zwölfeck $n = 12$ 	$D = 3{,}864 \cdot l$ $D = 1{,}035 \cdot d$ $\boldsymbol{D = e}$	$d = 3{,}732 \cdot l$ $d = 0{,}966 \cdot D$ $\boldsymbol{d = SW}$	$l = 0{,}259 \cdot D$ $l = 0{,}268 \cdot d$ $\boldsymbol{U = l \cdot n}$	$A = 0{,}750 \cdot D^2$ $A = 0{,}804 \cdot d^2$ $A = 11{,}196 \cdot l^2$

Geradlinig begrenzte Flächen

Quadrat
$b = l$



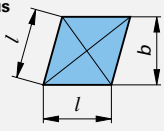
$l = \sqrt{A}$ $\quad b = l$

$e = \sqrt{2 \cdot l^2} = 1{,}414 \cdot l$

$l = \dfrac{e}{1{,}414} = 0{,}707 \cdot e$ $\quad U = 4 \cdot l$

$$A = l^2$$

Rhombus (Raute)



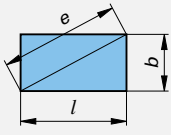
$l = \dfrac{A}{b}$

$b = \dfrac{A}{l}$

$U = 4 \cdot l$

$$A = l \cdot b$$

Rechteck



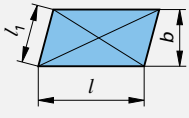
$b = \dfrac{A}{l}$ $\quad l = \dfrac{A}{b}$ $\quad l = \dfrac{U - 2 \cdot b}{2}$

$e = \sqrt{l^2 + b^2}$ $\quad b = \dfrac{U - 2 \cdot l}{2}$

$U = 2 \cdot l + 2 \cdot b$

$$A = l \cdot b$$

Rhomboid (Parallelogramm)



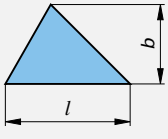
$l = \dfrac{A}{b}$ $\quad l = \dfrac{U - 2 \cdot l_1}{2}$

$b = \dfrac{A}{l}$ $\quad l_1 = \dfrac{U - 2 \cdot l}{2}$

$U = 2 \cdot l + 2 \cdot l_1$

$$A = l \cdot b$$

Dreieck



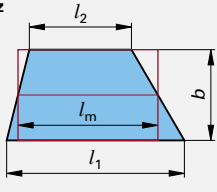
$l = \dfrac{2 \cdot A}{b}$

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

$U =$ Summe aller Seiten

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

Trapez



$l_1 = \dfrac{2 \cdot A}{b} - l_2$ $\quad b = \dfrac{2 \cdot A}{l_1 + l_2}$

$l_2 = \dfrac{2 \cdot A}{b} - l_1$ $\quad l_m = \dfrac{l_1 + l_2}{2}$

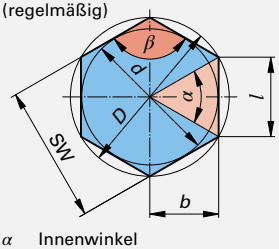
$l_1 = 2 \cdot l_m - l_2$ $\quad l_2 = 2 \cdot l_m - l_1$

$U =$ Summe aller Seiten

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

$$A = l_m \cdot b$$

Vieleck
(regelmäßig)



α Innenwinkel
β Außenwinkel
SW Schlüsselweite
D Umkreisdurchmesser
d Inkreisdurchmesser

$\alpha = \dfrac{360°}{n}$

$\beta = \dfrac{(n-2) \cdot 180°}{n}$

$\beta = 180° - \alpha$

$l = D \cdot \sin\left(\dfrac{180°}{n}\right)$

$l = D \cdot \sin\dfrac{\alpha}{2}$

$d = \sqrt{D^2 - l^2}$

$b = \dfrac{SW}{2} = \dfrac{d}{2}$ $\quad U = l \cdot n$

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

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4}$$

A Gesamtfläche
d Inkreisdurchmesser
n Anzahl der Ecken
l Seitenlänge
b Breite

A Fläche $\quad l$ Länge $\quad l_m$ mittlere Länge $\quad b$ Breite $\quad U$ Umfang $\quad e$ Eckmaß