



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
Kraftfahrzeugtechnik

# Formeln

# Kraftfahrzeugtechnik

Bearbeitet von Gewerbelehrern und Ingenieuren

7. Auflage

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

**Europa-Nr.: 20612**

**Autoren:**

Fischer, Richard	Studiendirektor	München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor	Winnenden-Stuttgart
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm-Oedheim
Hohmann, Berthold	Studiendirektor	Eversberg-Meschede
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor	München
Mann, Jochen	Dipl. Gwl. Oberstudienrat	Schorndorf-Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl. Gwl. Studiendirektor	Gaggenau-Rastatt
Wimmer, Alois	Oberstudienrat	Stuttgart
Wormer, Günter	Dipl.-Ingenieur	Karlsruhe

**Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:**

Rolf Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden-Stuttgart

**Bildbearbeitung:**

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Leinfelden-Echterdingen

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.

Das vorliegende Buch wurde auf der Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibregeln erstellt.

7. Auflage 2008

Druck 5 4

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

ISBN 978-3-8085-2097-0

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

© 2008 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: RKText, 42799 Leichlingen

Druck: Media Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn

## Inhaltsverzeichnis

<b>Grundlagen</b>	<b>4 – 28</b>
Mathematische Zeichen, Prozent-, Zins-, Mischungstabellen	4
Winkelfunktionen	5
Längen	6 – 7
Flächen	7 – 9
Volumen, Mantelfläche, Oberfläche	10 – 11
Masse, Dichte, Kraft, Kräftezusammensetzung, -zerlegung	12
Fliehkraft	12 – 13
Geschwindigkeit	14
Beschleunigung, Verzögerung, Überholen	15 – 16
Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad	17 – 18
Drehmoment, Hebelgesetz, Flaschenzug	19
Festigkeit	20
Reibung, Druck	21
Hydraulik	22 – 23
Pneumatik	24
Wärmetechnik	25 – 26
Riementrieb, Zahnradtrieb	27 – 28
Berechnungen am Motor	29 – 40
<b>Motor</b>	<b>29 – 40</b>
Hubraum, Verdichtung, Hubverhältnis, Kolbenweg	29 – 30
Gasdruck, Kolbenkraft, Kräfte am Kurbeltrieb	31
Steuerwinkel, Steuerzeiten, Ventilöffnungszeit, Gasgeschwindigkeit	32
Luftverhältnis, Liefergrad, Luftverbrauch, Luftbedarf	33
Kraftstoffverbrauch, Mischungsverhältnis 2-Takt-Motoren	34 – 35
Gefrierschutzmischung, Motorkühlung	35
Motorleistung, Leistungsmessung am Motorprüfstand, Motorwirkungsgrade	36 – 39
Kenngrößen von Verbrennungsmotoren	40
<b>Antriebsstrang – Kraftübertragung</b>	<b>41 – 48</b>
Kupplung, Kupplungsbetätigung	41 – 42
Wechselgetriebe	43 – 44
Achsgetriebe	45
Ausgleichsgetriebe	46
Gesamtriebwerk	47
Fahrwiderstände	48
<b>Fahrwerk</b>	<b>49 – 50</b>
Achskräfte, Auflagerkräfte	49
Lenkgetriebe	50
<b>Bremsen</b>	<b>51 – 56</b>
Übersetzungen, Leitungsdruck, pneumatische Verstärkung	51 – 53
Bremsmoment, Bremskraft, Bremsarbeit, Bremsleistung	54 – 55
Flussdiagramm zur Berechnung von hydraulischen Bremsen	56
<b>Elektrotechnik</b>	<b>57 – 62</b>
Spannung, Strom, Widerstand, Widerstandsschaltungen	57 – 58
Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad	59
Spannungsteiler	59 – 60
Batterie	60
Wechselstrom, Drehstrom	61
Elektronische Bauelemente, Winkel und Zeiten beim Zündvorgang	62
Pulsweitenmodulation, Datenübertragung	62
<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>63 – 64</b>

## Grundlagen

### Mathematische Zeichen (Auswahl)

Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter bis	-	minus, weniger	$\Delta$	Delta, Zeichen f. Differenz
=	gleich	$\sqrt{\quad}$	Quadratwurzel aus a	$\cong$	kongruent
$\neq$	nicht gleich, ungleich	$\cdot \times$	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	$\sim$	ähnlich
$\sim$	proportional	$:/-$	durch, geteilt durch, dividiert durch	$\sphericalangle$	Winkel
$\approx$	annähernd, nahezu gleich, rund, etwa	%	Prozent, vom Hundert	$\overline{AB}$	Strecke AB
$\hat{=}$	entspricht	‰	Promille, vom Tausend	$\overleftrightarrow{AB}$	Bogen AB
<	kleiner als	() [] {}	runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu	$\Sigma$	Summe
>	größer als		parallel	e	Eulersche Zahl e = 2,718281828...
$\geq$	größer oder gleich, mindestens gleich	$\neq$	nicht parallel	$\pi$	Pi = 3,14159...
$\leq$	kleiner oder gleich, höchstens gleich	$\perp$	rechtwinklig zu, senkrecht auf	$\infty$	unendlich
+	plus, mehr, und			log	Logarithmus (allgemein)
				lg	Zehnerlogarithmus
				ln	natürlicher Logarithmus

### Umrechnung von früheren Einheiten und SI-Einheiten

Druck	Energie, Arbeit	Leistung
1 at = 1 kp/cm <sup>2</sup> = 981 mbar 1 mm WS = 1 kp/m <sup>2</sup> = 0,098 mbar 1 bar = 10 N/cm <sup>2</sup> = 1000 hPa	1 kcal = 4186,8 J = 4,2 J = = 1,16 · 10 <sup>-3</sup> kWh 1 kpm = 9,81 J = 9,81 Nm	1 PS = 735 W = 0,735 kW = = 735 Nm/s 1 kW = 1,36 PS

### Prozent-, Zins-, Mischungsrechnen

#### Prozentrechnen

$p$	Prozentsatz in %. Er gibt an, wie viel Hundertstel vom Grundwert zu nehmen sind.	$E_{\max} = G + P$	$p = \frac{100 \cdot P}{G}$
$G$	Grundwert. Er ist der Wert auf den man sich beim Prozentrechnen bezieht.	$E_{\min} = G - P$	
$P$	Prozentwert. Er ist der Teil des Grundwertes, der dem Prozentsatz entspricht. Er hat dieselbe Einheit wie der Grundwert.	$G = \frac{100 \cdot P}{p}$	$G = \frac{100 \cdot E_{\max}}{100 + p}$
$E_{\max}$	Endwert, vermehrt	$P = \frac{G \cdot p}{100}$	$G = \frac{100 \cdot E_{\min}}{100 - p}$
$E_{\min}$	Endwert, vermindert		

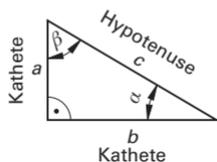
#### Zinsrechnen

$z$	Zinsen in €	$t = \frac{100 \cdot z}{k \cdot p}$ $k = \frac{100 \cdot z}{p \cdot t}$ $p = \frac{100 \cdot z}{k \cdot t}$	<b>Jahreszins</b>
$p$	Zinssatz in %		$z = \frac{k \cdot p \cdot t}{100}$
$k$	Kapital in €		<b>Tageszins</b>
$t$	Zeit in Jahren oder Zeit in Tagen		$z = \frac{k \cdot p \cdot t}{100 \cdot 360}$
1 Zinsjahr $\hat{=}$ 360 Tage 1 Zinsmonat $\hat{=}$ 30 Tage			

#### Mischungsrechnen

$m$	Gesamtmenge	$m_1 = \frac{m \cdot x_1}{x}$	$\frac{m}{m_1} = \frac{x}{x_1}$
$m_1$	Teilmenge 1	$x_1 = \frac{m_1 \cdot x}{m}$	
$m_2$	Teilmenge 2	$m = \frac{m_1 \cdot x}{x_1}$	$m = m_1 + m_2 + \dots$
$x$	Summe der Anteile	$x = \frac{m \cdot x_1}{m_1}$	$x = x_1 + x_2 + \dots$
$x_1$	Anteil der Teilmenge 1		
$x_2$	Anteil der Teilmenge 2		

## Winkelfunktionen



1. Die den rechten Winkel bildenden Seiten  $a$  und  $b$  heißen Katheten
2. Die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite  $c$  heißt Hypotenuse
3. Die dem spitzen Winkel  $\alpha$  bzw.  $\beta$  anliegende Seite  $b$  bzw.  $a$  heißt Ankathete
4. Die dem spitzen Winkel  $\alpha$  bzw.  $\beta$  gegenüberliegende Seite  $a$  bzw.  $b$  heißt Gegenkathete

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

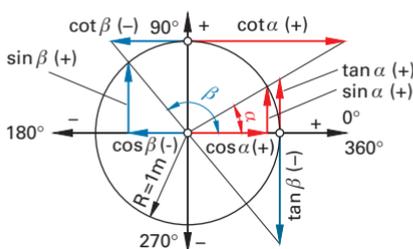
	<p><b>Sinus</b> = <math>\frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}</math></p>	$\sin \alpha = \frac{a}{c}$ $a = c \cdot \sin \alpha$ $c = \frac{a}{\sin \alpha}$	$\sin \beta = \frac{b}{c}$ $b = c \cdot \sin \beta$ $c = \frac{b}{\sin \beta}$
	<p><b>Cosinus</b> = <math>\frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}</math></p>	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$ $b = c \cdot \cos \alpha$ $c = \frac{b}{\cos \alpha}$	$\cos \beta = \frac{a}{c}$ $a = c \cdot \cos \beta$ $c = \frac{a}{\cos \beta}$
	<p><b>Tangens</b> = <math>\frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}</math></p>	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$ $a = b \cdot \tan \alpha$ $b = \frac{a}{\tan \alpha}$	$\tan \beta = \frac{b}{a}$ $b = a \cdot \tan \beta$ $a = \frac{b}{\tan \beta}$
	<p><b>Cotangens</b> = <math>\frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}}</math></p>	$\cot \alpha = \frac{b}{a}$ $b = a \cdot \cot \alpha$ $a = \frac{b}{\cot \alpha}$	$\cot \beta = \frac{a}{b}$ $a = b \cdot \cot \beta$ $b = \frac{a}{\cot \beta}$

## Berechnung von Winkelfunktionen mit dem Taschenrechner (Beispiele)

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

$\frac{1}{\sin} 0,2 \rightarrow 11,53696^\circ \rightarrow 11^\circ 32' 13''$

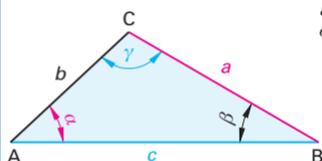
## Winkelfunktionen am Einheitskreis



## Besondere Winkelfunktionswerte

Winkel $\alpha$	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
Sinus $\alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
Cosinus $\alpha$	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
Tangens $\alpha$	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\infty$
Cotangens $\alpha$	$\infty$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	0

## Winkelfunktionen im schiefwinkligen Dreieck



$a, b, c$  Seitenlängen (mm)  
 $\alpha, \beta, \gamma$  Winkel, die jeweils den Seiten  $a, b, c$  gegenüber liegen ( $^\circ$ )

## Sinussatz

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

## Kosinussatz

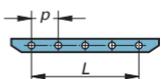
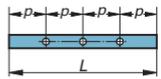
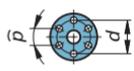
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha$$

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

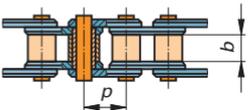
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma$$

## Längen

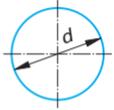
## Längenteilungen

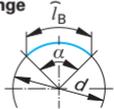
	Teilung $p$ Lochabstand	Teilungszahl $n$ Lochzahl	Teilungslänge $l$
	$p = \frac{L}{n-1}$	$n = \frac{L}{p} + 1$	$L = p \cdot (n-1)$
	$p = \frac{L}{n+1}$	$n = \frac{L}{p} - 1$	$L = p \cdot (n+1)$
	$p = \frac{\pi \cdot d}{n}$	$n = \frac{\pi \cdot d}{p}$	$L = U = n \cdot p$ $L = U = \pi \cdot d$

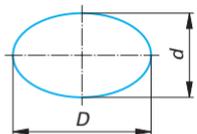
## Kettenlänge

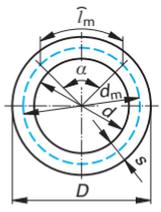
	$L$ Kettenlänge $p$ Teilung $b$ Gliederbreite, Innenglied $X$ Gliederzahl	$L = p \cdot X$ $p = \frac{L}{X} \quad X = \frac{L}{p}$
---	--	---

## Gebogene Längen

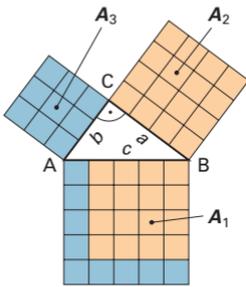
<b>Kreisumfang</b> 	$U$ Umfang $d$ Durchmesser	$U = \pi \cdot d$ $d = \frac{U}{\pi}$
---	-------------------------------	---------------------------------------

<b>Kreisbogenlänge</b> 	$l_B$ Bogenlänge $d$ Durchmesser $\alpha$ Mittelpunktswinkel in °	$l_B = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ}$ $\alpha = \frac{360^\circ \cdot l_B}{\pi \cdot d} \quad d = \frac{360^\circ \cdot l_B}{\pi \cdot \alpha}$
---	---	--

<b>Ellipsenumfang</b> 	$U$ Umfang $D$ Durchmesser $d$ Durchmesser $R$ Radius $r$ Radius	$U \approx \pi \cdot \frac{D+d}{2}$ $D \approx \frac{2 \cdot U}{\pi} - d \quad d \approx \frac{2 \cdot U}{\pi} - D$ genauer: $U \approx \pi \cdot \sqrt{2 \cdot (R^2 + r^2)}$
---	--	--

<b>Gestreckte Länge</b> (bei Werkstoffdicke $s > 3 \text{ mm}$ ) 	$l_m$ gestreckte Länge, Länge der neutralen Faser $d_m$ mittlerer Durchmesser $D$ Außendurchmesser $d$ Innendurchmesser $\alpha$ Mittelpunktswinkel in ° $s$ Werkstoffdicke $U_m$ mittlerer Umfang	$l_m = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ}$ $U_m = \pi \cdot d_m$ $d_m = \frac{D+d}{2}$ $d_m = D - s$ $d_m = d + s$
Die gestreckte Länge $l_m$ eines gebogenen Teiles ist gleich der Länge seiner neutralen Faser.		

## Lehrsatz des Pythagoras



Das Hypotenusenquadrat ist gleich der Summe der beiden Kathetenquadrate.

$$A_1 = A_2 + A_3$$

$c$  Hypotenuse – die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite

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

$a, b$  Katheten – die den rechten Winkel bildenden Seiten

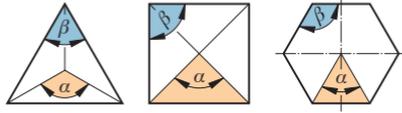
$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$A_1, A_2, A_3$  Flächen

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

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

## Regelmäßige Vielecke



Für regelmäßige Vielecke gilt:

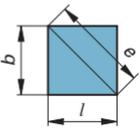
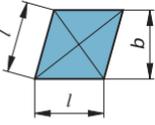
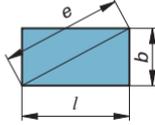
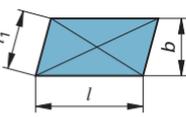
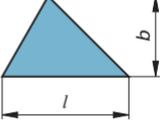
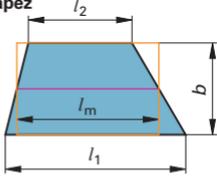
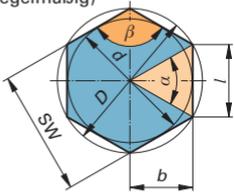
$$\text{Innenwinkel } \alpha = \frac{360^\circ}{n}$$

$$\text{Außenwinkel } \beta = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n} \quad \beta = 180^\circ - \alpha$$

$n$  Anzahl der Ecken

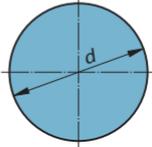
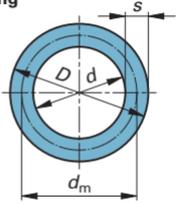
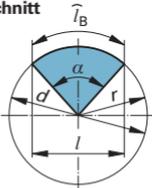
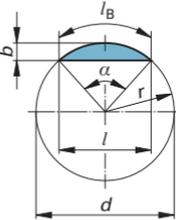
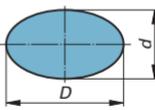
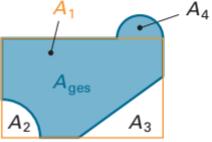
Regelmäßiges Vieleck $n$ Anzahl der Ecken	Umkreis- $\varnothing$ $D$ Eckenmaß $e$	Innenkreis- $\varnothing$ $d$ Schlüsselweite $SW$	Seitenlänge $l$ Umfang $U$	Gesamtfläche $A$
<b>Dreieck</b> $n = 3$	$D = 1,154 \cdot l$ $D = 2 \cdot d$	$d = 0,578 \cdot l$ $d = 0,5 \cdot D$	$l = 0,866 \cdot D$ $l = 1,730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

## Geradlinig begrenzte Flächen

A Fläche	l Länge	$l_m$ mittlere Länge	b Breite	U Umfang	e Eckmaß
<b>Quadrat</b> $b = l$ 		$l = \sqrt{A}$ $e = \sqrt{2 \cdot l^2} = 1,414 \cdot l$ $l = \frac{e}{1,414} = 0,707 \cdot e$			$A = l^2$ $U = 4 \cdot l$
<b>Rhombus (Raute)</b> 		$l = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{l}$			$A = l \cdot b$ $U = 4 \cdot l$
<b>Rechteck</b> 		$l = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{l}$ $e = \sqrt{l^2 + b^2}$	$l = \frac{U - 2 \cdot b}{2}$ $b = \frac{U - 2 \cdot l}{2}$		$A = l \cdot b$ $U = 2 \cdot l + 2 \cdot b$
<b>Rhomboid (Parallelogramm)</b> 		$l = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{l}$	$l = \frac{U - 2 \cdot l_1}{2}$ $l_1 = \frac{U - 2 \cdot l}{2}$		$A = l \cdot b$ $U = 2 \cdot l + 2 \cdot l_1$
<b>Dreieck</b> 		$l = \frac{2 \cdot A}{b}$ $b = \frac{2 \cdot A}{l}$			$A = \frac{l \cdot b}{2}$ $U = \text{Summe aller Seiten}$
<b>Trapez</b> 		$l_1 = \frac{2 \cdot A}{b} - l_2$ $l_2 = \frac{2 \cdot A}{b} - l_1$ $l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$ $l_1 = 2 \cdot l_m - l_2$	$b = \frac{2 \cdot A}{l_1 + l_2}$		$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$ $A = l_m \cdot b$ $U = \text{Summe aller Seiten}$
<b>Vieleck (regelmäßig)</b>  <p> <math>\alpha</math> Innenwinkel  <math>\beta</math> Außenwinkel  SW Schlüsselweite  D Umkreisdurchmesser  d Inkreisdurchmesser </p>		$\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ $\beta = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$ $\beta = 180^\circ - \alpha$ $l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$ $l = D \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$ $d = \sqrt{D^2 - l^2}$ $b = \frac{SW}{2} = \frac{d}{2}$			$A = \frac{l \cdot b \cdot n}{2}$ $A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4}$ $U = l \cdot n$

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

## Kreisförmig oder bogenförmig begrenzte Flächen

Kreisförmig oder bogenförmig begrenzte Flächen		
A Fläche U Umfang	D, d Durchmesser R, r Radius	l <sub>B</sub> Bogenlänge α Mittelpunktswinkel
		l Länge (Sehne) b Breite (Bogenhöhe)
<b>Kreis</b> 	$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$ $d = \frac{U}{\pi}$	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}</math> </div> $A = 0,785 \cdot d^2; \quad A = \pi \cdot r^2$ $U = \pi \cdot d$
<b>Kreisring</b> 	$D = \sqrt{d^2 + \frac{4 \cdot A}{\pi}}$ $d = \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot A}{\pi}}$ $A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $A_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)</math> </div> $A = \pi \cdot d_m \cdot s$ $A = A_2 - A_1$
<b>Kreisausschnitt (Sektor)</b> 	$l_B = \frac{2 \cdot A}{r}$ $r = \frac{2 \cdot A}{l_B}$ $l = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ $l_B = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ}$	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A = \frac{l_B \cdot r}{2}</math> </div> $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$ $U = l_B + 2 \cdot r$
<b>Kreisabschnitt (Segment)</b> 	$l_B = \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ}$ $b = r - \sqrt{r^2 - l^2/4}$ $b = \frac{l}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{4}$ $l = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot b \cdot r - b^2}$ $l = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ $r = \frac{b}{2} + \frac{l^2}{8 \cdot b} \quad r = \frac{2 \cdot A - b \cdot l}{l_B - l}$	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A = \frac{l_B \cdot r - l \cdot (r - b)}{2}</math> </div> $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{l \cdot (r - b)}{2}$ $A \approx \frac{2 \cdot l \cdot b}{3}$ $U = l + l_B$
<b>Ellipse</b>  <p>D große Achse d kleine Achse</p>	$D = \frac{4 \cdot A}{\pi \cdot d}$ $d = \frac{4 \cdot A}{\pi \cdot D}$ <p>genauer:</p> $U \approx \pi \cdot \sqrt{2 \cdot (R^2 + r^2)}$	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">A = \frac{\pi \cdot D \cdot d}{4}</math> </div> $U \approx \pi \cdot \frac{D + d}{2}$
<b>Zusammengesetzte Flächen</b> 	<p>Zusammengesetzte Flächen werden zur Berechnung ihrer Gesamtfläche in Teilflächen zerlegt.</p> <p>Durch Addition und Subtraktion der Teilflächen erhält man die Gesamtfläche.</p>	$A_{\text{ges}} = A_1 - A_2 - A_3 + A_4$ <p>Allgemein gilt:</p> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <math display="block">A_{\text{ges}} = A_1 \pm A_2 \pm A_3 \pm \dots</math> </div>

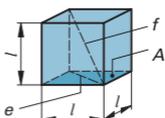
## Volumen

$V$ Volumen	$l$ Länge	$h_1$ Mantelhöhe über $l$	$r$ Radius	$e$ Eckenmaß
$A$ Fläche	$b$ Breite	$h_b$ Mantelhöhe über $b$	$A_M$ Mantelfläche	$d$ Flächendiagonale
$h$ Höhe	$D, d$ Durchmesser	$s$ Mantelhöhe	$A_O$ Oberfläche	$f$ Raumdiagonale

## Gleichdicke Körper

$V = A \cdot h$

## Würfel



$l = \sqrt[3]{V}$

$e = 1,414 \cdot l$

$f = 1,732 \cdot l$

$l_{\text{ges}} = 12 \cdot l$

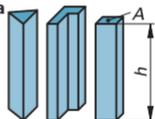
$A_M = 4 \cdot A = 4 \cdot l^2$

$A_O = 6 \cdot A = 6 \cdot l^2$

$V = l \cdot l \cdot l$

$V = l^3$

## Prisma

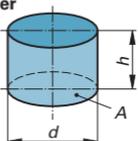


$A = \frac{V}{h}$

$h = \frac{V}{A}$

$V = A \cdot h$

## Zylinder



$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$

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

$A = \frac{V}{h}$

$h = \frac{V}{A}$

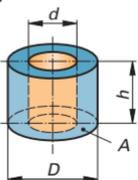
$A_O = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

$A_M = \pi \cdot d \cdot h$

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

$V = A \cdot h$

## Hohlzylinder



$h = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}$

$D = \sqrt{d^2 + \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$

$d = \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$

$A_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

$A_O = \pi \cdot h \cdot (D + d) + 2 \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$

$V = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot h$

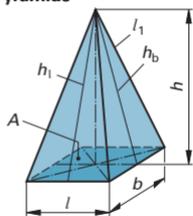
$V = (A_2 - A_1) \cdot h$

$V = V_2 - V_1$

## Spitze Körper

$V = A \cdot b/3$

## Pyramide



$h = \frac{3 \cdot V}{l \cdot b}$

$b = \frac{3 \cdot V}{l \cdot h}$

$l = \frac{3 \cdot V}{b \cdot h}$

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

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

$h_1 = \sqrt{h^2 + b^2/4}$

$h_b = \sqrt{h^2 + l^2/4}$

$l_1 = \sqrt{h_b^2 + b^2/4}$

$l_1 = \sqrt{h_l^2 + l^2/4}$

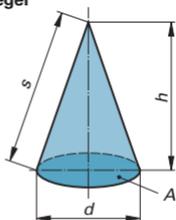
$A_M = h_1 \cdot l + h_b \cdot b$

$A_O = A_M + A$

$V = \frac{l \cdot b \cdot h}{3}$

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

## Kegel



$d = \sqrt{\frac{12 \cdot V}{\pi \cdot h}}$

$h = \frac{12 \cdot V}{\pi \cdot d^2}$

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

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

$A_M = \pi \cdot r \cdot \sqrt{h^2 + r^2}$

$A_M = \frac{\pi \cdot d \cdot s}{2}$

$A_M = \pi \cdot r \cdot s$

$s = \sqrt{h^2 + r^2}$

$A_O = A_M + A$

$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$

$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{12}$

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