

Sicherheitskennzeichnung für Gefahrstoffe (DIN EN ISO 7010, DIN 4844-1)			
Piktogramm	Gefahrenklasse	Piktogramm	Gefahrenklasse
	Instabile explosive Stoffe, Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoffen, selbstzersetzliche Stoffe und Gemische Explosionsgefährlich E E: engl. explosive		Auf Metalle korrosiv wirkend, hautätzend, schwere Augenschädigung Ätzende Chemikalie C C: engl. corrosive
	Entzündbar, selbsterhitzungsfähig, selbstzersetzlich, pyrophor, Organische Peroxide Hochentzündlich F+ Leichtentzündlich F F: engl. flammable		Akute Toxizität Sehr giftig T+ Giftig T T: engl. toxic
	Entzündend (oxidierend) wirkend Brandfördernd O O: engl. oxidizing		Div. Gesundheitsgefahren
	Gase unter Druck, verdichtete; verflüssigte, tiefgekühlte; verflüssigte, gelöste Gase		Gewässergefährdend (Umwelt)

**Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz (DIN EN ISO 7010, DIN 4844-1)**

Zeichensorte	Bedeutung	Farbe	Form	Beispiel
Verbotsszeichen	Verbot	Rot	Kreis mit Diagonalbalken	 keine offene Flamme, Feuer, offene Zündquelle
Gebotszeichen	Gebot	Blau	Kreis	 Gehörschutz benutzen, weitere: Augenschutz benutzen
Warnzeichen	Warnung	Gelb	gleichseitiges Dreieck mit gerundeten Ecken	 Warnung vor explosionsgefährlichen Stoffen
Rettungszeichen	Gefahrlosigkeit	Grün	Quadrat	 Sammelstelle, weitere: Notausgang, Erste Hilfe
Brand-schutzzeichen	Brand-schutz	Rot	Quadrat	 Feuerlöscher, weitere: Brandmeldetelefon

**Signalwörter**

Signalwörter sind Kennzeichnungselemente, die Auskunft über den relativen Gefährdungsgrad der Stoffe und Gemische geben und auf potenzielle Gefahren für die Menschen aufmerksam machen.		
<b>GEFAHR</b>	Für die schwerwiegenden Gefahrenkategorien	Quelle der Piktogramme auf U2 und U3: UNECE/GHS
<b>ACHTUNG</b>	Für die weniger schwerwiegenden Gefahrenkategorien	



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Bautechnik

# **Grundlagen, Formeln, Tabellen und Verbrauchswerte**

# **BAUTECHNIK nach Lernfeldern**

## **Grundbildung**

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren  
Lektorat: Peter Peschel

5. Auflage

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

**Europa-Nr. 45313**

# Grundlagen, Formeln, Tabellen, Verbrauchswerte

Autoren der „Grundlagen, Formeln, Tabellen, Verbrauchswerte“ für Grundbildung

<b>Ballay, Falk</b>	Dipl.-Gewerbelehrer	Dresden
<b>Mentlein, Horst</b>	Dr.-Ing.	Lübeck
<b>Peschel, Peter</b>	OSTD a.D.	Göttingen
<b>Traub, Martin</b>	OSTR a.D.	Essen

Lektorat:

**Peter Peschel**

Bildbearbeitung

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Die DIN-Angaben in diesem Tabellenbuch beziehen sich auf die neusten Ausgaben der Normblätter und sonstiger amtlicher Regelwerke (Redaktionsschluss 31.12.2023). Die dargestellten Angaben sind jedoch nur auf das Wesentliche beschränkt und didaktisch ausgewählte Teile der Originalquelle.

Verbindlich sind jeweils nur die DIN-Blätter und jene Bestimmungen selbst. Die DIN-Blätter können von der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafstraße 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

5. 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.

Autoren und Verlag können für Fehler im Text oder in den Abbildungen im vorliegenden Buch nicht haftbar gemacht werden.

ISBN 978-3-7585-4537-5

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung 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](http://www.europa-lehrmittel.de)

Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald unter Verwendung eines Fotos von  
© Adobe Systems Software Ireland Limited Adobe Stock, Dublin, Irland © vipman4

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Ertstadt

Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

## Vorwort

Das Tabellenheft „**BAUTECHNIK – Grundlagen, Formeln, Tabellen, Verbrauchswerte**“ orientiert sich an dem Fachbuch „Bautechnik nach Lernfeldern – Grundbildung“. Grundlage hierfür ist der Rahmenlehrplan für den berufsbezogenen Unterricht an Berufsschulen, gültig für alle zugeordneten Berufe in der Bauwirtschaft.

Die Gliederung erfolgte nach den Lernfeldern der Grundbildung. Alle Formeln und Tabellen zu einem Thema sind unter einer Überschrift aufgelistet.

Dem lernfeldbezogenen Teil sind bautechnische Grundlagen vorangestellt. Diese enthalten Formeln der Fachmathematik sowie die zum technischen Zeichnen und zum Lesen von Bauzeichnungen notwendigen Grundkenntnisse.

Sicherheitskennzeichnungen für Gefahrstoffe und am Arbeitsplatz sind auf den Umschlagseiten dargestellt. Formeln der Mechanik für die Berechnung an einfachen Maschinen sind zum Schluss des Buches aufgeführt.

Beim schnellen Auffinden der notwendigen Angaben hilft ein umfangreiches Sachwortverzeichnis mit ca. 300 Begriffen.

### Zielgruppe

Das vorliegende Tabellenheft eignet sich besonders für den Unterricht in der Berufsschule und in den überbetrieblichen Ausbildungsstätten sowie für das Berufsgrundbildungsjahr und das Berufsvorbereitungsjahr.

### Anregungen

Verlag und Autoren wünschen den Benutzern der „Bautechnik – Grundlagen, Formeln, Tabellen, Verbrauchswerte“ viel Erfolg beim Gebrauch. Wir sind für Hinweise und Anregungen immer dankbar. Sie können dafür unsere Adresse [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de) nutzen.

Sommer 2024

Autoren und Verlag

## Inhaltsverzeichnis

Sicherheitskennzeichnungen .....	U2
Sicherheitskennzeichnungen .....	U3
<b>Vorwort, Inhaltsverzeichnis</b> .....	3
<b>Fachmathematik</b> .....	4
Einfache Gleichungen .....	4
Griechisches Alphabet .....	5
Maßstäbe .....	5
Längenberechnung .....	6
Flächenberechnung .....	7
Körperberechnung .....	9
Verhältnisrechnung .....	12
Winkelfunktionen .....	12
<b>Technisches Zeichnen/Bauzeichnungen</b> .....	13
Linienarten, Linienbreiten .....	14
Beschriftung .....	15
Bemaßung, Schraffuren .....	16
Symbole, Darstellungsarten .....	17
<b>Baustellen einrichten</b> .....	20
Verkehrssicherung .....	21
<b>Bauwerke erschließen und gründen</b> .....	22
Bauwerksgründung .....	22
Hauserntwässerung .....	23
Entwässerungsrohre .....	24
Straßen- und Wegebau .....	26
<b>Einschalige Baukörper mauern</b> .....	29
Mauersteine .....	29
Mauermaße .....	31
Bindemittel .....	32
Mauermörtel .....	33
Baustoffbedarf .....	34
<b>Stahlbetonbauteile herstellen</b> .....	36
Zement .....	36
Gesteinskörnung .....	37
Beton, Expositionsclassen .....	38
Frischbeton, Festbeton .....	40
Bewehrung, Betondeckung .....	41
<b>Holzkonstruktionen herstellen</b> .....	42
Holzeigenschaften .....	42
Holzfeuchte, Holzschwind .....	43
Handelsformen, Schnittholz .....	45
Sortierklassen .....	46
Holzwerkstoffe .....	47
<b>Bauteile beschichten und bekleiden</b> .....	48
Putz .....	48
Estrich, Bauwerksabdichtung .....	49
Fliesen und Platten .....	51
<b>Mechanik</b> .....	53
Einfache Maschinen .....	53
<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	54

# Fachmathematik

Umwandlung von einfachen Gleichungen			Zeile
$a = \frac{b}{c}$ $\Rightarrow$	$b = a \cdot c$ $\Rightarrow$	$c = \frac{b}{a}$	1
$a = b + c$ $\Rightarrow$	$b = a - c$ $\Rightarrow$	$c = a - b$	2
$\rho = \frac{m}{V}$ Dichte $\rho$ in kg/dm <sup>3</sup>	$m = V \cdot \rho$ Masse $m$ in kg	$V = \frac{m}{\rho}$ Volumen $V$ in dm <sup>3</sup>	3
$\rho = \frac{m}{A \cdot h}$ mit $V = A \cdot h$ Dichte $\rho$ in kg/dm <sup>3</sup>	$h = \frac{m}{A \cdot \rho}$ Höhe $h$ in dm	$A = \frac{m}{h \cdot \rho}$ Fläche $A$ in dm <sup>2</sup>	4
$\sigma = \frac{F}{A}$ Spannung $\sigma$ in N/mm <sup>2</sup>	$F = \sigma \cdot A$ Kraft $F$ in N	$A = \frac{F}{\sigma}$ Fläche $A$ in mm <sup>2</sup>	5
$a \cdot b = \frac{F}{\sigma}$ mit $A = a \cdot b$ Fläche $A$ in mm <sup>2</sup>	$a = \frac{F}{\sigma \cdot b}$ Länge $a$ in mm	$b = \frac{F}{\sigma \cdot a}$ Länge $b$ in mm	6
$\omega = \frac{w}{z}$ Wasserzementwert $\omega$	$w = \omega \cdot z$ Wasser $w$ in kg (l)	$z = \frac{w}{\omega}$ Zement $z$ in kg	7
$2 \cdot s + a = 63 \text{ cm}$ Schrittmaßregel (Treppen)	$a = 63 \text{ cm} - 2 \cdot s$ Auftritt $a$ in cm	$s = \frac{63 \text{ cm} - a}{2}$ Steigung $s$ in cm	8
$a + s = 46 \text{ cm}$ Sicherheitsregel (Treppen)	$a = 46 \text{ cm} - s$ Auftritt $a$ in cm	$s = 46 \text{ cm} - a$ Steigung $s$ in cm	9
$a - s = 12 \text{ cm}$ Bequemlichkeitsregel (Treppen)	$a = 12 \text{ cm} + s$ Auftritt $a$ in cm	$s = a - 12 \text{ cm}$ Steigung $s$ in cm	10
$M = F \cdot l$ Moment $M$ in Nm	$F = \frac{M}{l}$ Kraft $F$ in N	$l = \frac{M}{F}$ Hebelarm $l$ in m	11
$A = a^2$ Quadratfläche $A$ in cm <sup>2</sup>	$a = \sqrt{A}$ Seitenlänge $a$ in cm	$d = a \cdot \sqrt{2}$ Diagonale $d$ in cm	12
$A = a \cdot b$ Rechteckfläche $A$ in cm <sup>2</sup>	$a = \frac{A}{b}$ Seitenlänge $a$ in cm	$b = \frac{A}{a}$ Seitenlänge $b$ in cm	13
$A = \pi \cdot r^2$ Kreisfläche $A$ in cm <sup>2</sup>	$r^2 = \frac{A}{\pi}$ $r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ Radius $r$ in cm	14
$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ Kreisfläche $A$ in cm <sup>2</sup>	$d^2 = \frac{4 \cdot A}{\pi}$ $d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$	$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$ Durchmesser $d$ in cm	15
$U = 2 \cdot \pi \cdot r = \pi \cdot d$ Kreisumfang $U$ in cm	$r = \frac{U}{2 \cdot \pi}$ Radius $r$ in cm	$d = \frac{U}{\pi}$ Durchmesser $d$ in cm	16
$A = \frac{c \cdot h_c}{2}$ Dreiecksfläche $A$ in cm <sup>2</sup>	$c = \frac{2 \cdot A}{h_c}$ Grundlinie $c$ in cm	$h_c = \frac{2 \cdot A}{c}$ Höhe $h_c$ in cm ( $\perp$ zu $c$ )	17
$c^2 = a^2 + b^2$ Hypotenusenquadrat in cm <sup>2</sup>	$a^2 = c^2 - b^2$ Kathetenquadrat in cm <sup>2</sup>	$b^2 = c^2 - a^2$ Kathetenquadrat in cm <sup>2</sup>	18
$c = \sqrt{a^2 + b^2}$ Hypotenuse $c$ in cm	$a = \sqrt{c^2 - b^2}$ Kathete $a$ in cm	$b = \sqrt{c^2 - a^2}$ Kathete $b$ in cm	19

**Griechisches Alphabet**

A	α	B	β	Γ	γ	Δ	δ	E	ε	Z	ζ	H	η	Θ	θ	I	ι	K	κ	Λ	λ	M	μ
Alpha		Beta		Gamma		Delta		Epsilon		Zeta		Eta		Theta		Jota		Kappa		Lambda		My	
N	ν	ξ	ξ	O	ο	Π	π	P	ρ	Σ	σ	T	τ	Y	υ	Φ	φ	X	χ	Ψ	ψ	Ω	ω
Ny		Xi		Omikron		Pi		Rho		Sigma		Tau		Ypsilon		Phi		Chi		Psi		Omega	

**Maßstäbe**

**Länge in der Zeichnung** =  $\frac{\text{wirkliche Länge}}{\text{Verhältniszahl}}$

**Wirkliche Länge** =  $\frac{\text{Länge in der Zeichnung}}{\text{Verhältniszahl}}$

**Verhältniszahl** =  $\frac{\text{wirkliche Länge}}{\text{Länge in der Zeichnung}}$

**Maßstab** =  $\frac{1}{\text{Verhältniszahl}}$

**Beispiel:** Wirkliche Länge 1,24 m, M 1:20

Lösung: Länge in der Zeichnung:  $\frac{1240 \text{ mm}}{20}$

**Länge in der Zeichnung = 62 mm**

**Beispiel:** Länge in der Zeichnung 3,5 cm, M 1:50

Lösung: Wirkliche Länge: 3,5 cm · 50

**Wirkliche Länge = 175 cm**

**Beispiel:** Wirkliche Länge 8,00 m

Länge in der Zeichnung 40 mm

Lösung: Verhältniszahl:  $\frac{8000 \text{ mm}}{40 \text{ mm}}$

**Verhältniszahl = 200 ≙ M 1:200**

Maßstab	Rechen-vorteil	Beispiel	Lösung
1:5	$\frac{1}{5} = \frac{2}{10}$	Wirkliche Länge 75 cm Länge in der Zeichnung 15 mm	Länge in der Zeichnung: $\frac{75 \text{ cm} \cdot 2}{10} = 15 \text{ cm}$ Wirkliche Länge: $\frac{15 \text{ mm} \cdot 10}{2} = 750 \text{ mm} = 75 \text{ cm}$
1:50	$\frac{1}{50} = \frac{2}{100}$	Wirkliche Länge 3,35 m Länge in der Zeichnung 67 mm	Länge in der Zeichnung: $\frac{3350 \text{ mm} \cdot 2}{100} = 67 \text{ mm}$ Wirkliche Länge: $\frac{67 \text{ mm} \cdot 100}{2} = 3350 \text{ mm} = 3,35 \text{ m}$

**Wichtige Maßstäbe in der Bautechnik**

M1:1000; M1:500 für Lagepläne

M1:200 für Vorentwurfszeichnungen

M1:100 für Bauvorlagezeichnungen

M1:50 für Werkpläne

für Ausführungszeichnungen

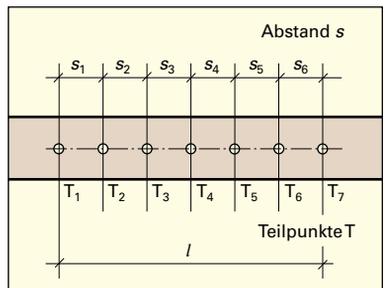
M1:20; M1:10 für Einzelheiten

M1:5; M1:1

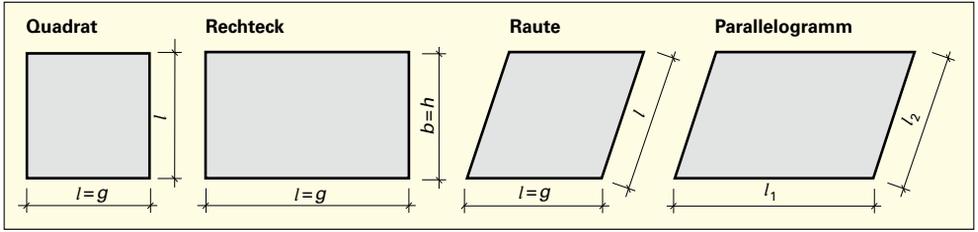
**Längenteilung**

**Anzahl der Teilpunkte = Anzahl der Abstände + 1**  
**Anzahl der Abstände = Anzahl der Teilpunkte - 1**

**Abstand zwischen 2 Teilpunkten =  $\frac{\text{Gesamtlänge } l}{\text{Anzahl der Abstände}}$**   
**oder**  
**Abstand zwischen 2 Teilpunkten =  $\frac{\text{Gesamtlänge } l}{\text{Anzahl der Teilpunkte - 1}}$**



**Längenberechnung**



$$U = 4 \cdot l$$

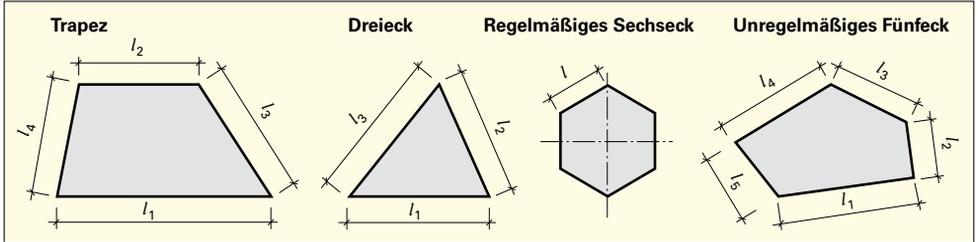
$$U = 2 \cdot l + 2 \cdot b$$

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

$$U = 4 \cdot l$$

$$U = 2 \cdot l_1 + 2 \cdot l_2$$

$$U = 2 \cdot (l_1 + l_2)$$

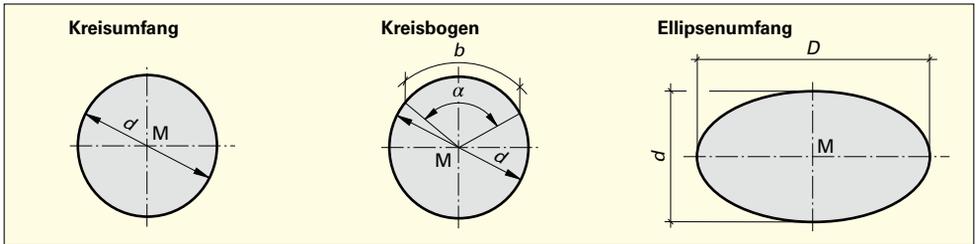


$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

$$U = l_1 + l_2 + l_3$$

$$U = 6 \cdot l$$

$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

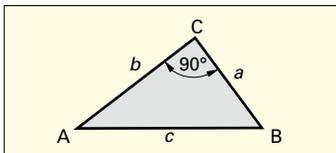


$$U = \pi \cdot d \quad d = \frac{U}{\pi}$$

$$b = \pi \cdot d \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$

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

**Lehrsatz des Pythagoras**



Im rechtwinkligen Dreieck ist das Quadrat über der Hypotenuse gleich der Summe der Quadrate über den Katheten.

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

$$a^2 = c^2 - b^2$$

$$b^2 = c^2 - a^2$$

Das Dreieck mit dem Seitenverhältnis

$$a : b : c = 3 : 4 : 5$$

ist ein rechtwinkliges Dreieck.

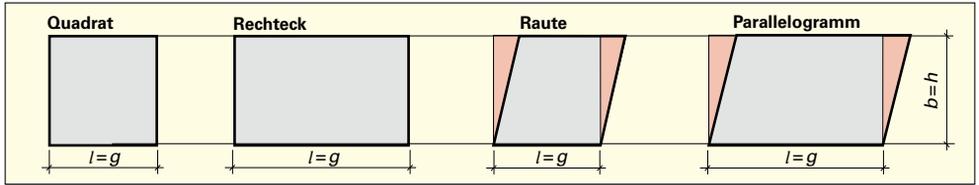
Für die Berechnung der Seitenlängen gilt:

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

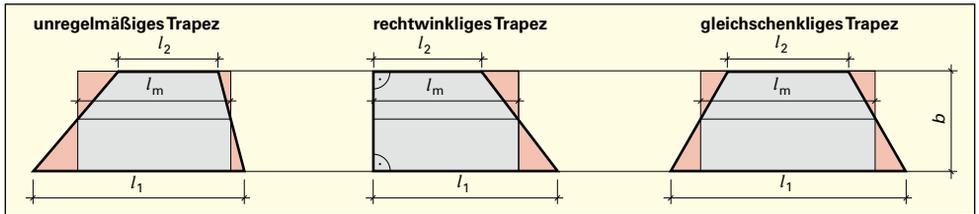
$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

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

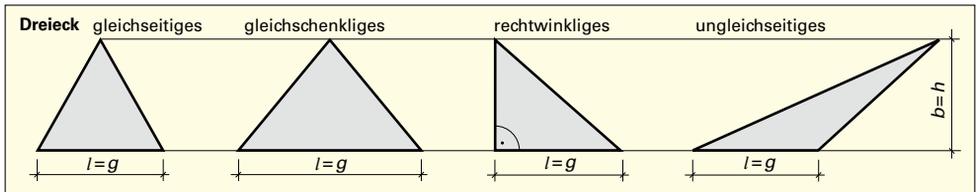
**Flächenberechnung**



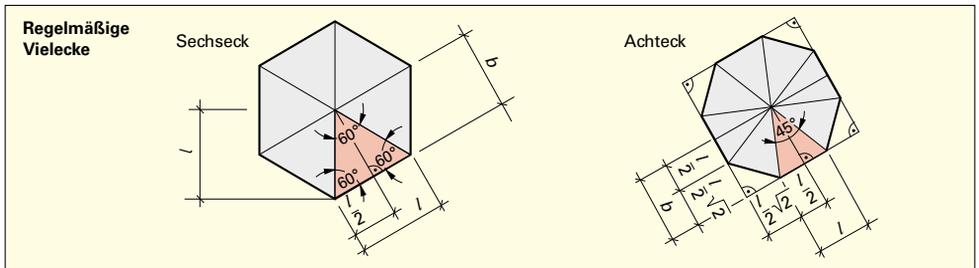
<p><b>Flächeninhalt = Länge · Breite</b></p> $A = l \cdot b = g \cdot h$	<p>Länge = <math>\frac{\text{Flächeninhalt}}{\text{Breite}}</math></p> $l = \frac{A}{b}$	<p>Breite = <math>\frac{\text{Flächeninhalt}}{\text{Länge}}</math></p> $b = \frac{A}{l}$
--	--	--



<p><b>Flächeninhalt = Mittlere Länge · Breite</b></p> $A = l_m \cdot b$	<p>Mittlere Länge = <math>\frac{\text{Länge 1} + \text{Länge 2}}{2}</math></p> $l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$
---	--

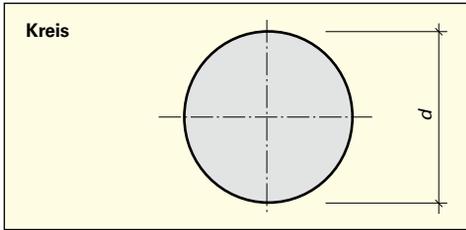


<p><b>Flächeninhalt = <math>\frac{\text{Länge} \cdot \text{Breite}}{2}</math></b></p> $A = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{g \cdot h}{2}$	<p>Länge = <math>\frac{2 \cdot \text{Flächeninhalt}}{\text{Breite}}</math></p> $l = \frac{2 \cdot A}{b}$	<p>Breite = <math>\frac{2 \cdot \text{Flächeninhalt}}{\text{Länge}}</math></p> $b = \frac{2 \cdot A}{l}$
---	--	--



<p><b>Flächeninhalt<sub>Vieleck</sub> = Eckenanzahl · Flächeninhalt<sub>Teildreieck</sub></b></p> $A_{\text{Vieleck}} = n \cdot \frac{l \cdot b}{2}$	$l = \frac{2 \cdot A}{n \cdot b} \quad b = \frac{2 \cdot A}{n \cdot l}$
--	---

## Flächenberechnung (Fortsetzung)

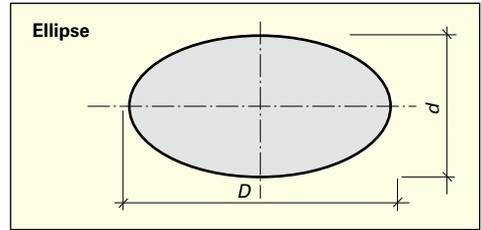
**Kreisfläche**

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

$$A \approx 0,785 \cdot d^2$$

**Kreisdurchmesser**

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

**Fläche der Ellipse**

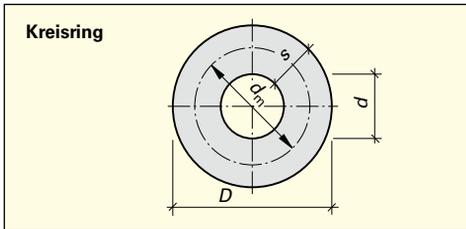
$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D \cdot d$$

$$A \approx 0,785 \cdot D \cdot d$$

**Ellipsendurchmesser**

$$D = \frac{4 \cdot A}{\pi \cdot d}$$

$$d = \frac{4 \cdot A}{\pi \cdot D}$$

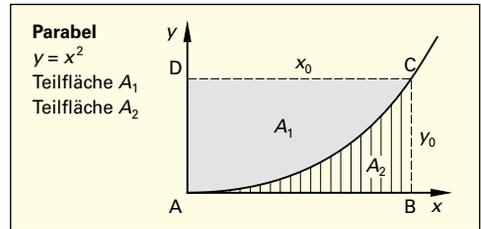


$$A_{\text{Kreisring}} = A_{\text{Außenkreis}} - A_{\text{Innenkreis}}$$

$$A_{\text{Kreisring}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 - \frac{\pi}{4} \cdot d_m^2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d_m^2)$$

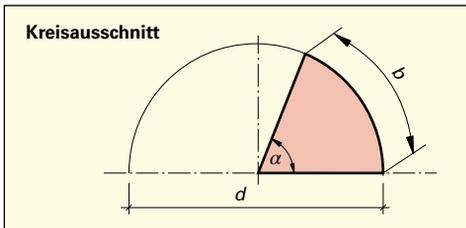
$$A_{\text{Kreisring}} = \pi \cdot \text{Dicke} \cdot (\text{äußerer Durchmesser} - \text{Dicke})$$

$$A_{\text{Kreisring}} = \pi \cdot s \cdot (D - s)$$



Die quadratische Parabel teilt das Rechteck ABCD im Verhältnis 2 : 1

$$A_1 = \frac{2}{3} \cdot x_0 \cdot y_0 \quad A_2 = \frac{1}{3} \cdot x_0 \cdot y_0$$

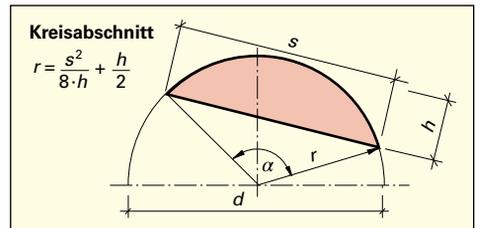


$$A_{\text{Kreisausschnitt}} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$

$$A_{\text{Kreisausschnitt}} \approx 0,785 \cdot d^2 \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$

$$A_{\text{Kreisausschnitt}} = \frac{b \cdot d}{4}$$

$$\text{Bogenlänge } b = \pi \cdot d \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$$



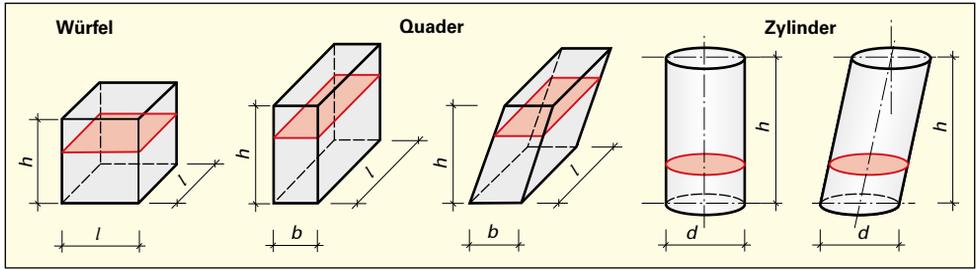
$$A_{\text{Kreisabschnitt}} = A_{\text{Kreisabschnitt}} - A_{\text{Dreieck}}$$

$$A_{\text{Kreisabschnitt}} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{s \cdot (r - h)}{2}$$

$$A_{\text{Kreisabschnitt}} \approx \frac{2}{3} \cdot \text{Sehne} \cdot \text{Höhe}$$

$$A_{\text{Kreisabschnitt}} \approx \frac{2}{3} \cdot s \cdot h$$

**Körperberechnung**



$$V = A \cdot h$$

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

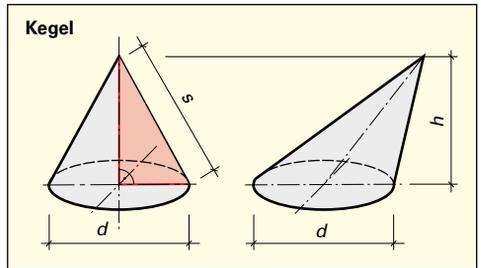
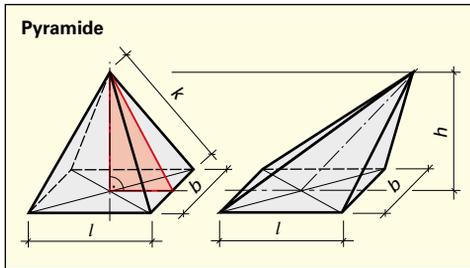
$$A = \frac{V}{h}$$

Oberfläche = Mantelfläche + Grundfläche + Deckfläche

$$O = M + A_{\text{Grundfläche}} + A_{\text{Deckfläche}}$$

Mantelfläche = Körperumfang \cdot Körperhöhe

$$M = U \cdot h$$



Volumen =  $\frac{1}{3}$  \cdot Grundfläche \cdot Körperhöhe

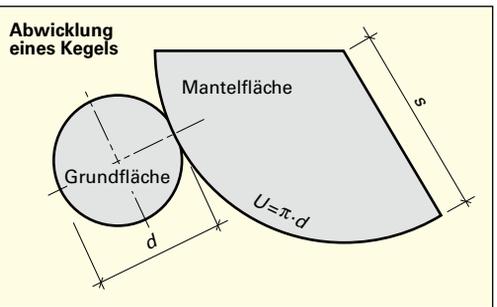
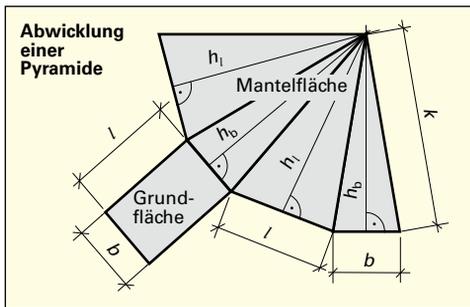
$$V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h$$

Körperhöhe =  $\frac{3 \cdot \text{Volumen}}{\text{Grundfläche}}$

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

Grundfläche =  $\frac{3 \cdot \text{Volumen}}{\text{Körperhöhe}}$

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



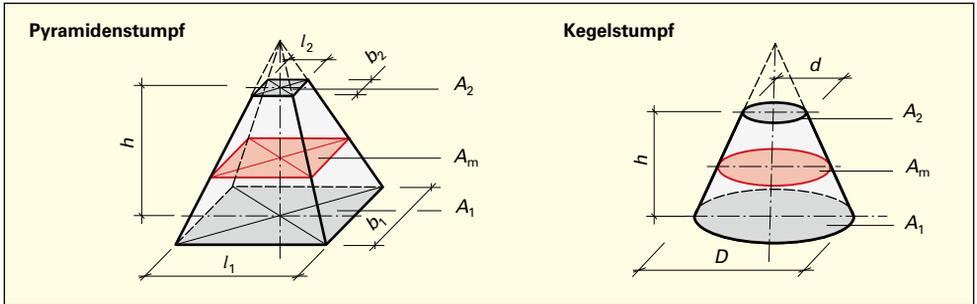
Oberfläche = Mantelfläche + Grundfläche

$$O = M + A$$

$$M = l \cdot h_l + b \cdot h_b$$

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

## Körperberechnung (Fortsetzung)



$$V_{\text{Pyramidenstumpf}} = V_{\text{ganze Pyramide}} - V_{\text{abgeschnittene Pyramidenspitze}}$$

$$V_{\text{Kegelstumpf}} = V_{\text{ganzer Kegel}} - V_{\text{abgeschnittene Kegelspitze}}$$

$$V_{\text{Pyramidenstumpf}} = \frac{\text{Körperhöhe}}{3} \cdot (\text{Grundfläche} + \text{Deckfläche} + \sqrt{\text{Grundfläche} \cdot \text{Deckfläche}})$$

$$V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$$

Pyramidenstumpf mit rechteckiger Grund- und Deckfläche

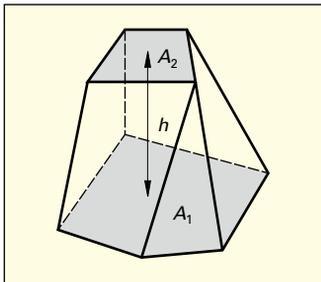
$$V = \frac{h}{3} \cdot (l_1 \cdot b_1 + l_2 \cdot b_2 + \sqrt{l_1 \cdot b_1 \cdot l_2 \cdot b_2})$$

Kegelstumpf

$$V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

$$V \approx 0,262h \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

## Näherungsweise Berechnung des Volumens geradlinig begrenzter Körper



$$V_{\text{stumpfer Körper}} \approx \frac{\text{Grundfläche} + \text{Deckfläche}}{2} \cdot \text{Körperhöhe}$$

$$V \approx \frac{1}{2} \cdot (A_1 + A_2) \cdot h$$

Grundfläche  $A_1$  und Deckfläche  $A_2$  liegen parallel.

Sie können verschiedene Formen aufweisen.

$h$  ist der Abstand von Grund- und Deckfläche.

Übliche Formel zur Berechnung der Volumina von Baugruben.

## Simpson'sche Formel

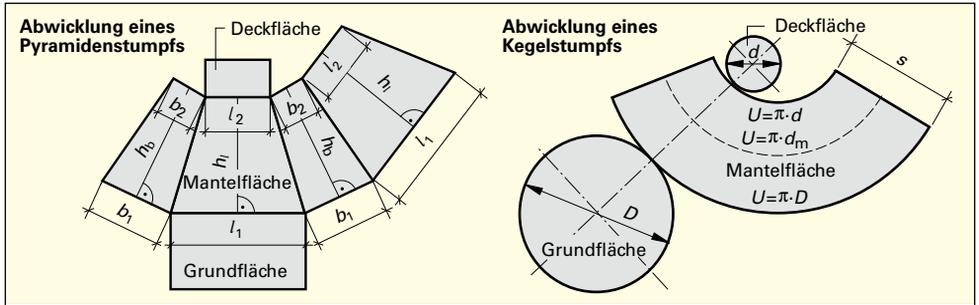
$$V_{\text{stumpfer Körper}} = \frac{\text{Körperhöhe}}{6} \cdot (\text{Grundfläche} + \text{Deckfläche} + 4 \cdot \text{mittlere Fläche})$$

$$V = \frac{h}{6} \cdot (A_1 + A_2 + 4 \cdot A_m)$$

mittlere Fläche = mittlere Länge · mittlere Breite

$$A_m = \frac{(l_1 + l_2)}{2} \cdot \frac{(b_1 + b_2)}{2}$$

**Körperberechnung (Fortsetzung)**



$$O_{\text{stumpfe Körper}} = \text{Mantelfläche} + \text{Grundfläche} + \text{Deckfläche}$$

$$O = M + A_1 + A_2$$

**Mantelfläche = Summe der Trapezflächen**

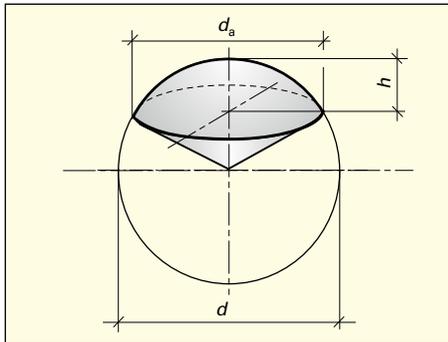
$$M = (l_1 + l_2) \cdot h_1 + (b_1 + b_2) \cdot h_2$$

**Mantelfläche = mittlerer Umfang · Seitenlinie**

$$M = \pi \cdot d_m \cdot s \text{ oder}$$

$$M = \frac{\pi \cdot s}{2} \cdot (D + d)$$

**Kugel**



$$V_{\text{Kugel}} = \frac{\pi}{6} \cdot d^3 \quad V \approx 0,524 \cdot d^3$$

$$O_{\text{Kugel}} = \pi \cdot d^2 \quad O \approx 3,14 \cdot d^2$$

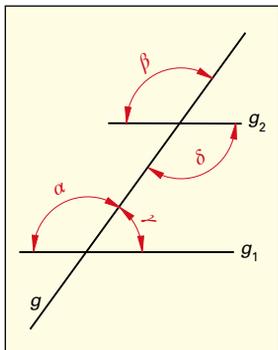
$$V_{\text{Kugelausschnitt}} = \frac{\pi}{6} \cdot d^2 \cdot h \quad V \approx 0,534 \cdot d^2 \cdot h$$

$$O_{\text{Kugelausschnitt}} = \frac{\pi}{4} \cdot d \cdot (4 \cdot h + d_a) \quad O \approx 0,785 \cdot d \cdot (4 \cdot h + d_a)$$

$$V_{\text{Kugelabschnitt}} = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3}\right) \quad V \approx 3,14 \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3}\right)$$

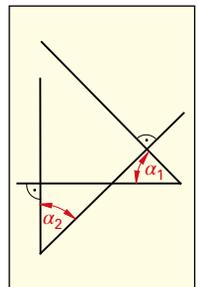
$$M_{\text{Kugelabschnitt}} = \pi \cdot d \cdot h \quad M \approx 3,14 \cdot d \cdot h$$

**Winkelarten an Parallelen und an Schenkeln**



Werden zwei Parallelen  $g_1$  und  $g_2$  durch eine Gerade  $g$  geschnitten, so bestehen für die dabei gebildeten Winkel geometrische Zusammenhänge.

- Stufenwinkel sind gleich groß:  $\alpha = \beta$
- Scheitelwinkel sind gleich groß:  $\beta = \delta$
- Wechselwinkel sind gleich groß:  $\alpha = \delta$
- Nebenwinkel ergänzen sich zu  $180^\circ$ :  $\alpha + \gamma = 180^\circ$



$$\alpha_1 = \alpha_2$$

Stehen die Schenkel zweier Winkel paarweise rechtwinklig zueinander, dann sind die eingeschlossenen Winkel gleich.

**Verhältnisrechnung**

**Verhältnisgleichung**

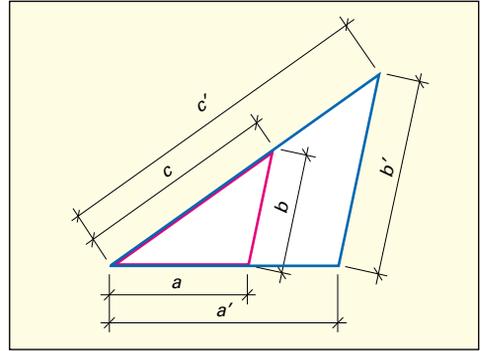
$$a : b = c : d \Rightarrow b \cdot c = a \cdot d$$

Innenglied x Innenglied = Außenglied x Außenglied

**Ähnlichkeit bei Dreiecken**

$a' : a$	$b' : b$	$c' : c$
$\frac{a'}{a}$	$\frac{b'}{b}$	$\frac{c'}{c}$

$a' : a = b' : b$	$b' : b = c' : c$	$a' : a = c' : c$
$\frac{a'}{a} = \frac{b'}{b}$	$\frac{b'}{b} = \frac{c'}{c}$	$\frac{a'}{a} = \frac{c'}{c}$

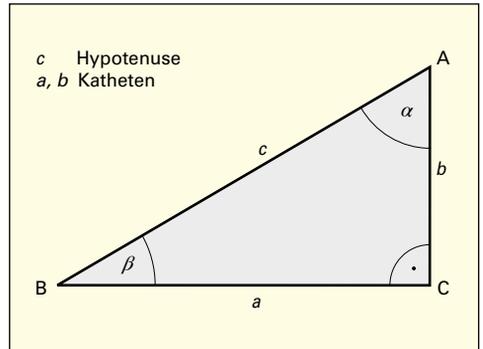


Seitenverhältnisse bei ähnlichen Dreiecken

**Winkelfunktionen**

**Bezeichnungen an rechtwinkligen Dreiecken**

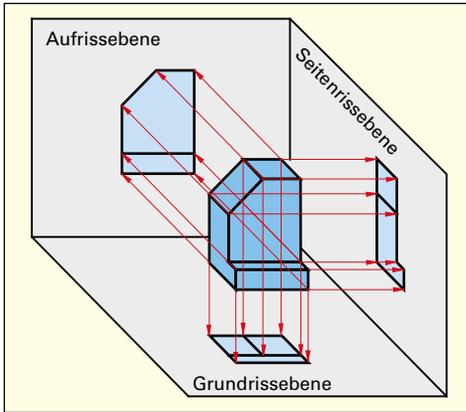
Bezeichnungen der Katheten		
Kathete	Bezeichnung der Kathete bezogen auf Winkel $\alpha$ auf Winkel $\beta$	
$a$	Gegenkathete	Ankathete
$b$	Ankathete	Gegenkathete



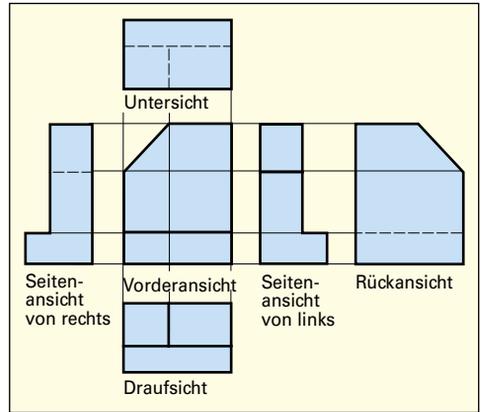
Winkelfunktionen	
Sinusfunktion	Kosinusfunktion
$\text{Sinus } \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$ $\sin \alpha = \frac{a}{c} \quad a = c \cdot \sin \alpha \quad c = \frac{a}{\sin \alpha}$ $\sin \beta = \frac{b}{c} \quad b = c \cdot \sin \beta \quad c = \frac{b}{\sin \beta}$	$\text{Kosinus } \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}$ $\cos \alpha = \frac{b}{c} \quad b = c \cdot \cos \alpha \quad c = \frac{b}{\cos \alpha}$ $\cos \beta = \frac{a}{c} \quad c = a \cdot \cos \beta \quad c = \frac{a}{\cos \beta}$
Tangensfunktion	Kotangensfunktion
$\text{Tangens } \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$ $\tan \alpha = \frac{a}{b} \quad a = b \cdot \tan \alpha \quad b = \frac{a}{\tan \alpha}$ $\tan \beta = \frac{b}{a} \quad a = c \cdot \tan \beta \quad c = \frac{b}{\tan \beta}$	$\text{Kotangens } \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}}$ $\cot \alpha = \frac{b}{a} \quad b = a \cdot \cot \alpha \quad a = \frac{b}{\cot \alpha}$ $\cot \beta = \frac{a}{b} \quad a = b \cdot \cot \beta \quad b = \frac{a}{\cot \beta}$

# Technisches Zeichnen/Bauzeichnungen

## Normalprojektion



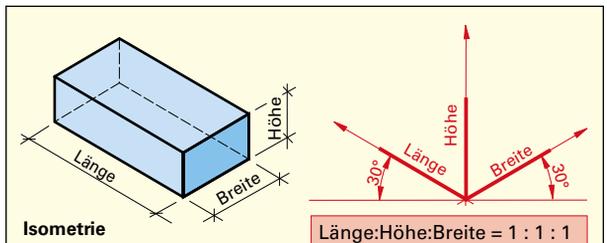
Normalprojektion in einer Raumecke



Anordnung und Bezeichnung der Ansichten

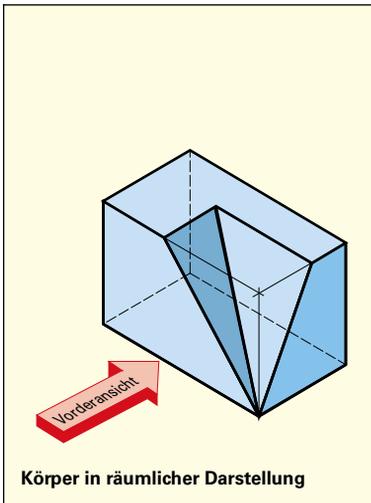
## Räumliche Darstellung

Die am häufigsten angewandten räumlichen Darstellungen, auch axonometrische Projektionen oder Schrägbilder genannt, sind die **Isometrie**, die **Dimetrie** und die **Kavalierprojektion** (schräge Parallelprojektion). Bei diesen Projektionsarten wird der Körper in seinen drei Ausdehnungen auf einer Bildebene dargestellt.

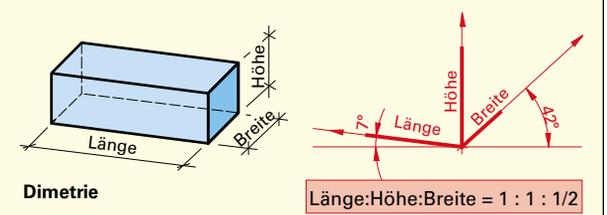


Isometrie

Länge:Höhe:Breite = 1 : 1 : 1

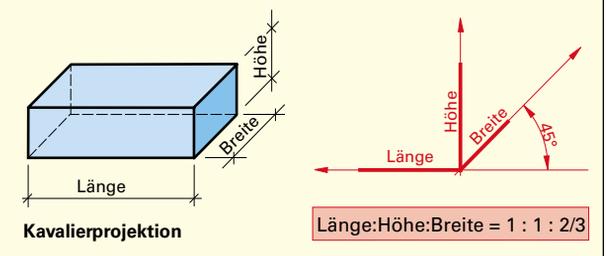


Körper in räumlicher Darstellung



Dimetrie

Länge:Höhe:Breite = 1 : 1 : 1/2

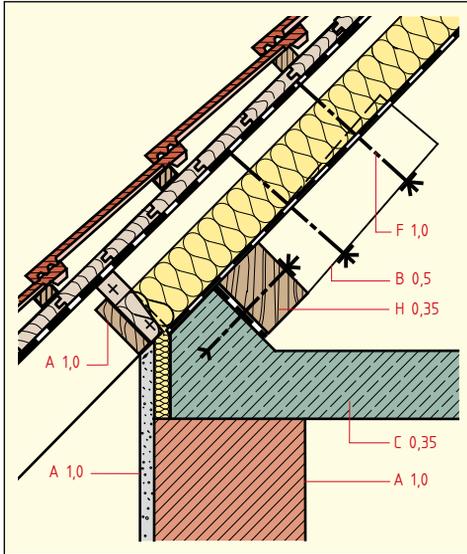


Kavalierprojektion

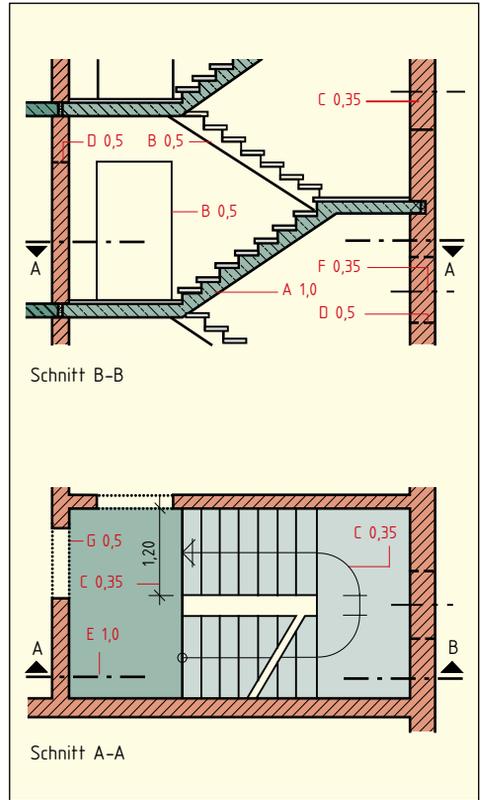
Länge:Höhe:Breite = 1 : 1 : 2/3

### Linien in Bauzeichnungen

Um eine Zeichnung aussagekräftig und leicht lesbar zu machen, werden verschiedene Linienarten und Linienbreiten verwendet. Diese sind in DIN 1356 festgelegt. Die Linienbreiten der einzelnen Linienarten sind vom Zeichnungsmaßstab abhängig. Bei Bleistiftzeichnungen eignen sich für breite Linien weiche Zeichenminen z.B. F-, HB- oder B-Minen, für schmale Linien harte Zeichenminen, z.B. H- oder 2 H-Minen.



**Linienarten und Linienbreiten in einer Ausführungszeichnung M 1:10**



**Linienarten und Linienbreiten in einer Ausführungszeichnung M 1:50**

Linienarten und Linienbreiten			Anwendungsbereich	Linienbreiten in Abhängigkeit vom Zeichnungsmaßstab	
Linienart		≤ 1:100		≥ 1:50	
			Linienbreiten in mm		
A	Volllinie, breit		Begrenzung von Schnittflächen	0,5	1,0
B	Volllinie, schmal		Sichtbare Kanten und Umrisse von Bauteilen, Begrenzung von Schnittflächen schmäler und kleiner Bauteile	0,35	0,5
C	Volllinie, fein		Maßlinien, Maßhilfslinien, Hinweislinien, Lauflinien, Pfeile, Begrenzung von Ausschnitten, Schraffuren	0,25	0,35
D	Strichlinie, schmal		Verdeckte Kanten und verdeckte Umrisse von Bauteilen	0,35	0,5
E	Strichpunktlinie, breit		Kennzeichnung der Lage der Schnittebene	0,5	1,0
F	Strichpunktlinie, fein		Achsen	0,25	0,35
G	Punktlinie, schmal		Bauteile vor bzw. über der Schnittebene	0,35	0,5
H	Freihandlinie		Schraffur für Schnittflächen von Holz	0,25	0,35

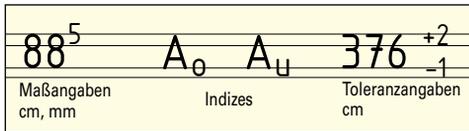
**Beschriften von Bauzeichnungen**

Bauzeichnungen müssen gut lesbar beschriftet werden. Die Beschriftung muss ausreichend und zweckmäßig angeordnet sein. In DIN EN ISO 3098 ist die Beschriftung von technischen Zeichnungen festgelegt.

Die **Schrifthöhe  $h$**  soll nicht kleiner als 2,5 mm, bei Verwendung von Groß- und Kleinbuchstaben nicht kleiner als 3,5 mm sein.

Für die **Linienbreite** ist 1/10 der Schrifthöhe vorgesehen.

Die **Zeilenabstände** betragen von Grundlinie zu Grundlinie  $(1/16) \cdot h$ , wenn bei Großbuchstaben, z.B. Ä, Überlängen und bei Kleinbuchstaben, z.B. g, Unterlängen auftreten. Bei einer Schrift ohne Über- und Unterlängen betragen sie  $(14/10) \cdot h$ .

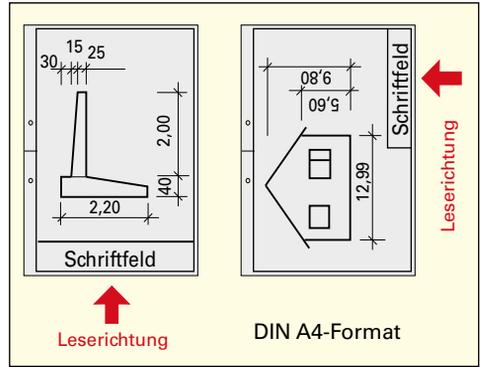


**Schnittangaben** sind mit der nächstgrößeren Schrifthöhe zu schreiben. So ist z.B. bei einer 3,5 mm hohen Schrift die Schnittangabe 5 mm hoch zu beschriften.



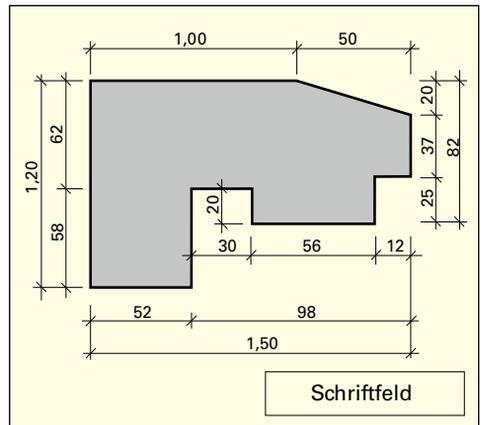
Normschrift, Schriftform B – vertikal

Alle Maße, Symbole und Wortangaben sind so einzutragen, dass sie von unten oder von rechts lesbar sind, wenn die Zeichnung in Leserichtung betrachtet wird.



**Maßzahlen** sind mit geringem Abstand über der Maßlinie einzutragen und sollen mindestens 3,5 mm groß geschrieben werden. Bei Platzmangel können die Maßzahlen nach rechts oder nach links herausgetragen werden. Die in die Zeichnung eingetragenen Maße entsprechen der wirklichen Größe des Bauteils.

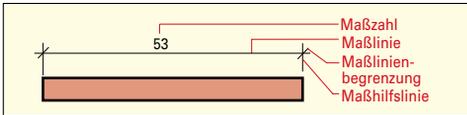
**Maßeinheiten** sind in Bauzeichnungen üblicherweise in m und cm anzugeben. Dabei werden alle Maße unter einem Meter in cm, alle über einem Meter in m geschrieben. Bruchteile von cm werden zur besseren Unterscheidung hochgesetzt. Bei Maßzahlen in Dezimalschreibweise ist als Dezimalzeichen das Komma anzuwenden. Die verwendeten Maßeinheiten werden hinter der Maßstabangabe im Schriftfeld angegeben z.B. 1:50 – m, cm.



Beschriftung mit Maßzahlen

**Bemaßen von Bauzeichnungen**

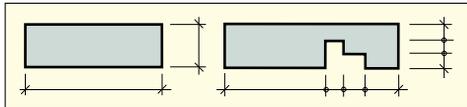
Maßlinien sollen einen Abstand von mindestens 10 mm von den Körperkanten und etwa 7 mm von anderen parallel verlaufenden Maßlinien haben. Sie werden parallel zum anzugebenden Maß und der zu bemaßenden Strecke sowie rechtwinklig zu den zugehörigen Körperkanten oder Umrisslinien gezeichnet. Maßlinien sollen sich mit anderen Hilfslinien und untereinander möglichst nicht kreuzen oder sie sind kurz zu unterbrechen.



**Benennungen für die Bemaßung**

**Maßlinienbegrenzungen** kennzeichnen die Strecke, für die die eingetragene Maßzahl gelten soll.

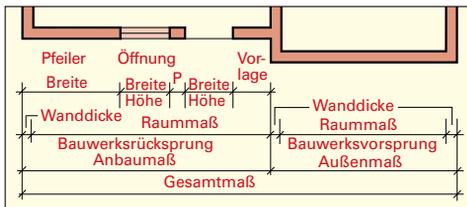
Sie können festgelegt werden durch einen Schrägstrich unter 45°, der bezogen auf die Leserichtung der Maßzahl von links unten nach rechts oben etwa 4 mm lang gezeichnet wird, oder durch einen Punkt mit 1 mm oder 1,4 mm Durchmesser.



**Maßlinienbegrenzung**

**Längenbemaßung**

Wichtige Maße bei der Bauwerksbemaßung sind Außenmaße, Raummaße und Wanddicken. Außerdem unterscheidet man im Mauerwerksbau nach der Maßordnung im Hochbau Maße für Pfeiler (P), Öffnungen (Ö) und Vorlagen (V).



**Bemaßung am Beispiel Mauerwerksbau**

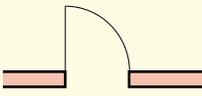
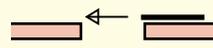
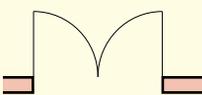
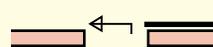
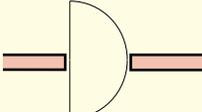
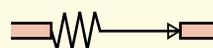
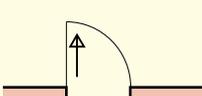
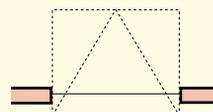
**Höhenbemaßung**

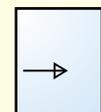
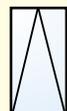
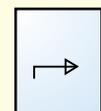
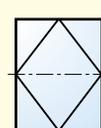
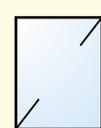
Eine Höhenbemaßung ist z. B. bei Geschosshöhen, lichten Raumhöhen und Fußbodenhöhen notwendig. Das Symbol für Höhenlagen ist ein gleichseitiges Dreieck. Schwarz ausgefüllt (▼ oder ▲) dient es der Höhenangabe für die Rohkonstruktion, nicht ausgefüllt (▽ oder △) der Höhenangabe für die Fertigungskonstruktion.

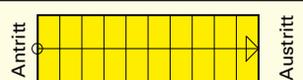
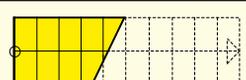
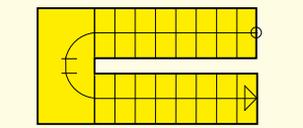
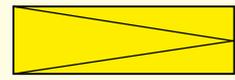
**Schraffuren und Farben in Bauzeichnungen**

Schraffuren und Farben DIN 1356		
<b>Mauerwerk aus</b>		
– künstliche Steine		
– Natursteinen		
<b>Beton</b>		
– unbewehrt		
– Stahlbeton		
– Fertigteile		
<b>Mörtel, Putz</b>		
<b>Dämmstoff</b>		
<b>Dichtstoff</b>		–
<b>Sperrstoff</b>		–
<b>Stahl</b>		–
<b>Vollholz</b>		
quer zur Faser		
längs zur Faser		
<b>Holzwerkstoffe</b>		–
<b>Erdreich</b>		
gewachsen		–
aufgefüllt		–
<b>Kies</b>		–
<b>Sand</b>		–

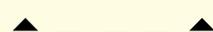
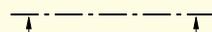
**Symbole und Abkürzungen in Bauzeichnungen**

Öffnungsarten von Türen im Grundriss	
 Drehtür, einflügelig	 Schiebetür
 Drehtür, zweiflügelig	 Hebe-Schiebetür
 Pendeltür, einflügelig	 Falttür, Faltwand
 Hebe-Drehtür	 Schwingtür

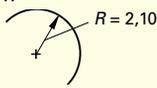
Öffnungsarten von Fenstern und in der Ansicht	
 Drehflügel	 Schiebeflügel
 Kippflügel	 Hebe-Schiebeflügel
 Dreh-Kippflügel	 Schwingflügel
 Hebe-Drehflügel	 Festverglasung

Steigungsrichtung bei Treppen und Rampen im Grundriss		
 Antritt <span style="float:right">Austritt</span> Einläufige Treppe	 Treppenlauf, waagrecht geschnitten mit darunterliegendem Lauf	 Treppenlauf, waagrecht geschnitten mit darüberliegendem Lauf
 Zweifläufige Treppe	 Spindeltreppe	 Wendeltreppe
		 Rampe, Schnitte in sinnmäßiger Darstellung wie Treppe

Darstellung von Schornsteinen und Schächten im Grundriss			
			
Rauchgas-schornstein		Abgas-schornstein	
		Abluft-schacht	

Angabe der Schnittführung	
	
gleichschenklige Dreiecke oder Pfeile in Blickrichtung	

**Symbole und Abkürzungen in Bauzeichnungen (Fortsetzung)**

Abkürzungen in Werkzeichnungen			
Bezeichnung	Abkürzung	Bezeichnung	Abkürzung
<b>Bauteile:</b>		<b>Maßbezug:</b>	
Boden	B	Oberkante	OK
Decke	D	Unterkannte	UK
Fundament	F	Oberkante Fertigfußboden	OK FFB ▽
Wand	W	Oberkante Rohfußboden	OK RFB ▼
Fertigfußboden	FFB ▽	Unterkannte Decke	UK D
Rohfußboden	RFB ▼	über Normal Höhen Null	üNHN
		Normalhöhennull	NHN
Bodendurchbruch	BD	waagerecht	w
Bodenschlitz	BS	senkrecht	s
Deckendurchbruch	DD	Radius	R
Deckenschlitz	DS		
Fundamentdurchbruch	FD	<b>Nutzungszweck:</b>	
Fundamentschlitz	FS	Elektroinstallation	E
Wanddurchbruch	WD	Gasinstallation	G
Wandschlitz	WS	Heizungsinallation	H
Brüstungshöhe	BRH	Lüftungsinallation	L
Rauchrohranschluss	RA	Wasserinstallation	W
Reinigungsöffnung	RÖ		
Steigung	STG (auch Stg)		

**Anwendungsbeispiele**

**FS 26/25**

Fundamentschlitz, Breite 26 cm, Tiefe (Höhe) 25 cm

**BRH 1,00**

Brüstungshöhe bis Fensteröffnung 1,00 m

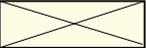
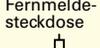
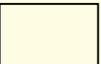
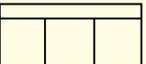
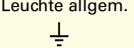
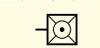
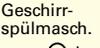
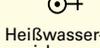
**16 Stg 17<sup>2</sup>/29**

16 Treppensteigungen  
17,2 cm Steigung, 29 cm Aufritt

**▼ + 2,67**

Oberkante Rohfußboden 2,67 m über der  
Bezugshöhe von ± 0,00 m

**Symbole für Einrichtungen und Installationen**

Möbelsymbole (Grundriss)	Sanitärsymbole (Grundriss, Ansicht)	Elektrosymbole
 Bett	 Badewanne	 Schalter
 Schrank	 Brausewanne	 Fernmeldesteckdose
 Tisch	 Klosett	 Sicherung
 Sofa	 Urinal	 Leuchte allgem.
 Sessel	 Waschtisch	 Erdung
	 Ausgussbecken	 Zähler
	 Spülbecken einfach	 Kühlgerät
	 Spülbecken doppelt	 Waschmaschine
		 Heißwasserspeicher
		 Durchlauf-erhitzer

**Darstellung von Aussparungen in Bauzeichnungen**

Tiefe der Aussparung geringer als Bauteiltiefe			Tiefe der Aussparung gleich Bauteiltiefe		
<p>Beispiel eines Wandschlitzes (WS)</p>			<p>Beispiel eines Wanddurchbruches (WD)</p>		
Schnitt A-A	Ansicht	Schnitt B-B	Schnitt A-A	Ansicht	Schnitt B-B
Grundriss			Grundriss		

**Beispiel für die Darstellung von Aussparungen**

**Isometrie**

**Schnitt**

**Grundriss**

Labels in the drawing: Wandschlitz (WS), Wanddurchbruch (WD), Deckendurchbruch (DD), Deckenschlitz (DS), WS/DS, WS/DD.