



Silvia Ferdinand • Martin Kaulich • Falko Wieneke

Tabellenbuch Ingenieurwissenschaften

3. Auflage

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

Europa-Nr.: 13668

Autoren:

Silvia Ferdinand
Martin Kaulich
Falko Wieneke

Oberstudienrätin
Dipl.-Ing., Studiendirektor
Dipl.-Ing., Studiendirektor

Gelsenkirchen
Soest
Essen

Lektorat:

Falko Wieneke

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Maßgebend für die Anwendung der Normen und der anderen Regelwerke sind deren neuesten Ausgaben. Sie können durch die Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

3. Auflage 2025

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke dieser Auflage sind im Unterricht nebeneinander einsetzbar, da sie bis auf korrigierte Druckfehler und kleine Normänderungen identisch sind.

ISBN 978-3-7585-1478-4

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an
produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

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

© 2025 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: PER MEDIEN + MARKETING GmbH, 38102 Braunschweig
Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfotos: © Sauter Feinmechanik GmbH, Metzingen,
© Fluke Deutschland GmbH, Glottertal
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort

Zielgruppen des Tabellenbuchs

- Lernende des Beruflichen Gymnasiums mit dem Schwerpunkt Ingenieurwissenschaften
- Lernende der Höheren Berufsfachschule mit dem Schwerpunkt Ingenieurtechnik
- Lernende der technischen Fachschule mit ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächern
- Studierende im ingenieurwissenschaftlichen bzw. ingenieurtechnischen Studium

Inhalt

Das **Tabellenbuch Ingenieurwissenschaften** beinhaltet die technischen Bereiche Bautechnik, Maschinenbautechnik und Elektrotechnik. Es verknüpft die drei Bereiche und bietet die Möglichkeit, übergreifende Aufgabenstellungen zu bearbeiten. Hierdurch erhalten Lernende einen Einblick in verschiedene Bereiche der Technik und erkennen realitätsnah die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Disziplinen.

Das Tabellenbuch findet insbesondere im Leistungskurs **Ingenieurwissenschaften** des Beruflichen Gymnasiums und in den technischen Fächern des Schwerpunkts **Ingenieurtechnik** der Höheren Berufsfachschule seinen Einsatz.

Der Inhalt des Buches ist in acht Hauptkapitel gegliedert, die in der rechten Spalte angegeben sind. Es ist auf die Bildungspläne der Zielgruppen abgestimmt.

Grundlage des Tabellenbuchs Ingenieurwissenschaften sind die Tabellenbücher Bautechnik, Metall und Elektrotechnik des Verlages. Die Autoren dieses Buches bedanken sich für die Möglichkeit, Seiten der jeweiligen Tabellenbücher zu entnehmen und für das vorliegende Buch anzupassen.

Das **Inhaltsverzeichnis** am Anfang des Buches wird durch Inhaltsverzeichnisse vor den Hauptkapiteln ergänzt.

Das **Sachwortverzeichnis** am Schluss des Buches enthält die wichtigsten Begriffe zum schnellen Auffinden der Formeln und Tabellen.

Änderungen und Erweiterungen in der 3. Auflage

- Normänderungen in verschiedenen Kapiteln
- Aktualisierung der Inhalte zum Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- Neue Inhalte zum Energie- und Umweltmanagement sowie zum Mikrocontroller und zur Kleinststeuerung
- Umfangreiche Überarbeitung der Kapitel

Die Autoren und der Verlag sind allen Nutzern des Tabellenbuchs **Ingenieurwissenschaften** für kritische Hinweise und Verbesserungsvorschläge an lektorat@europa-lehrmittel.de dankbar.

Sommer 2025

Autoren und Verlag

1 Mathematisch
physikalische
Grundlagen

2 Festigkeits-
lehre

3 Technische
Kommunikation

4 Werkstoffe

5 Bautechnik

6 Maschinenbau-
technik

7 Elektrotechnik

8 Arbeitssicherheit
Schutz-
maßnahmen

Inhaltsverzeichnis

1 Mathematisch-physikalische Grundlagen

9

1.1 Einheiten und Formeln

Einheiten im Messwesen	10
Formelzeichen, mathematische Zeichen	13
Formeln, Gleichungen, Diagramme	14
Fehlerrechnung	15
Größen und Einheiten	16
Rechnen mit Größen, Prozentrechnung, Zinsrechnung	17

1.2 Winkel, Dreiecke und Längen

Winkelarten, Strahlensatz, Winkel im Dreieck, Satz des Pythagoras	18
Funktionen im Dreieck	19
Teilung von Längen, Bogenlänge, zusammen- gesetzte Länge	20
Gestreckte Länge, Federdrahtlänge, Rohlänge	21

1.3 Flächen, Oberflächen und Volumen

Eckige Flächen	22
Dreieck, Vieleck, Kreis	23
Kreisausschnitt, Kreisabschnitt, Kreisring, Ellipse	24
Würfel, Vierkantprisma, Zylinder, Hohl- zylinder, Pyramide	25
Pyramidenstumpf, Kegel, Kegelstumpf, Kugel, Kugelabschnitt	26

1.4 Masse und Schwerpunkte

Volumen zusammengesetzter Körper, Berechnung der Masse	27
Linien- und Flächenschwerpunkte	28

1.5 Mechanik

Masse, Dichte, Wichte, Kraft	29
Überlagerung (Superposition) von zwei oder mehreren Kräften	30
Gewichtskraft, Gleichgewichtsbedingungen an der Rolle	31
Hooke'sches Gesetz	32
Reibung	33
Anziehungskräfte	34
Schiefe Ebene	35

1.6 Bewegung

Geradlinige Bewegung	36
Kreisförmige Bewegung, Kräfte und Momente	37
Arbeit, Leistung, Energie	38

1.7 Wirkungsgrad, Wärmetechnik

Wirkungsgrad	39
Auswirkung bei Temperaturänderung	39
Wärme beim Schmelzen, Verdampfen, Verbrennen	40

1.8 Druck in Flüssigkeiten und Gasen

Druckarten, hydraulische Kraftübersetzung ..	41
Druckübersetzung, Durchfluss- geschwindigkeit, Zustandsänderung	42

2 Festigkeitslehre

43

2.1 Statik

Gleichgewichtsbedingungen	44
Zustandslinien, Beanspruchungsarten, Grenzspannungen	45
Beanspruchung auf Biegung	46
Flächen- und Widerstandsmomente	47

2.2 Festigkeitslehre in der Bautechnik

Sicherheitskonzept in der Bautechnik	48
Spannungen und Festigkeiten	50
Formänderung, Steifigkeit und Stabilität	52
Lastannahmen	53

2.3 Festigkeitslehre in der Maschinenbautechnik

Beanspruchung auf Zug, Druck, Flächen- pressung	63
Beanspruchung auf Abscherung, Torsion, Biegung	64
Knickung, zusammengesetzte Beanspruchung	65
Beispiel zur Biegebelastung, Belastungsfälle	66
Sicherheitskonzept bei statischer Belastung	67
Sicherheitskonzept bei dynamischer Belastung	68

3 Technische Kommunikation

69

3.1 Koordinatensysteme

Kartesisches Koordinatensystem, Polarkoordinatensystem	70
---	----

3.2 Darstellungen in Zeichnungen

Schriftzeichen	71
Maßstäbe in Bauzeichnungen, Maßstäbe und Radien im Maschinenbau ..	72
Zeichenblätter, Schriftfelder	73
Linienarten und Linienbreiten in der Bautechnik	74

Linien in Zeichnungen der Maschinentechnik ..	75
Schraffuren in der Bautechnik	76
Schnittdarstellungen im Maschinenbau	78
Projektionsmethoden	80

3.3 Technische Kommunikation in der Bautechnik

Bemaßung in Bauzeichnungen	82
Treppen	84
Dachformen	87

3.4 Technische Kommunikation in der Maschinenbautechnik

Maßeintragung in Zeichnungen der Maschinenbautechnik	88
Darstellung von Dichtungen und Wälzlagern	96
Darstellung von Sicherungsringen, Federn und Keilwellen	98
Butzen an Drehteilen, Werkstückkanten	99
Freistiche für Werkstückecken	100
Ausläufe und Freistiche für Gewinde	101
Darstellung von Gewinden und Schraubenverbindungen	102
Zentrierbohrungen, Rändel	103
Gestaltabweichungen und Rauheitskenngrößen	104
Oberflächenangaben	105
Zuordnung von Rauheitswerten, Rauheit von Oberflächen	107
ISO-System für Grenzmaße und Passungen ..	108
ISO-Passungen	110
Allgemeintoleranzen, Wälzlagerpassungen ..	116
Passungsempfehlungen, Passungsauswahl ..	117
Geometrische Tolerierung	118

3.5 Technische Kommunikation in der Elektrotechnik

Grafische Darstellung von Kennlinien	121
Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente	122
Kennzeichnungen in Schaltplänen	123

Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) in Schaltplänen	124
Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen ..	125
Stromkreise und Schaltzeichen	126
Allgemeine Schaltzeichen	127
Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen	128
Schaltzeichen für Mess-, Melde- und Signaleinrichtungen	129
Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne	130
Installationsschaltpläne	132
Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren	133
Vergleich von Schaltzeichen	134
Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln (Beispiele)	136
Hydraulische und pneumatische Elemente ..	137
Elektrische Messgeräte und Messwerke	138
Piktogramme für die Messtechnik	139
Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung	140
Messbereichserweiterung	141
Messungen in elektrischen Anlagen	142
Elektrizitätszähler	145
Elektronische kWh-Zähler	146
Oszilloskope	147
Messen mit dem Oszilloskop	148

4 Werkstoffe

149

4.1 Stoffe

Stoffwerte	150
Periodisches System der Elemente	152

4.2 Werkstoffe in der Bautechnik

Ziegel und Klinker	153
Kalksandsteine	155
Mauersteine aus Beton/Betonsteine	156
Porenbetonsteine	157
Bindemittel	158
Zemente	158
Baukalke	160
Gesteinskörnungen	161
Kornzusammensetzung für Betone	163
Beton	166
Betonstähle	178
Holz	180
Holzwerkstoffe	186
Holzschutz	189
Bauglas, Glas	191
Kunststoffe in der Bautechnik	192

4.3 Werkstoffe in der Maschinenbautechnik

Einteilung der Stähle	193
Bezeichnungssystem der Stähle	194
Stähle – Übersicht	198
Stähle	200
Gusseisenwerkstoffe – Übersicht	208
Gusseisenwerkstoffe	209
Aluminium, Aluminium-Knetlegierungen – Übersicht	211

Aluminium, Aluminium-Knetlegierungen	212
Aluminium-Gusslegierungen	215
Schwermetalle – Übersicht	216
Bezeichnungssystem von Schwermetallen	217
Kupferlegierungen	218
Verbundwerkstoffe, keramische Werkstoffe ..	220
Sintermetalle	221
Kunststoffe in der Maschinenbautechnik	222

4.4 Werkstoffe der Elektrotechnik

Leitende Werkstoffe der Elektrotechnik (Nichteisenmetalle)	229
Magnetisierungskennlinien	230
Magnetwerkstoffe	231
Lote, Thermobimetalle, Kohlebürsten	232
Kontaktwerkstoffe, Freileitungen	233
Isolierstoffe	234
Hilfsstoffe	236
Starkstromleitungen	238
Weitere Leitungen für feste Verlegung	240
Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel	241
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen	242
Leitungen in Datennetzen	243
Code zur Farbkennzeichnung, Starkstromkabel	244
Steckvorrichtungen der Energietechnik	245
Steckverbinder	246

5.1 Baurecht

Kosten von Hochbauten	248
Grundflächen und Rauminhalte	250
Rauminhalte	251
Wohnflächenverordnung	252
Baugesetzbuch	253
Elemente des Baurechts	254
Maß der baulichen Nutzung (BauNVO)	256

5.2 Betonbau, Stahlbetonbau und Spannbetonbau

Bemessung von Beton	257
Bemessung der Querkraft	262
Biegen von Betonstählen	263
Querkraftbewehrung	263
Querkraftbewehrung/Bügel	264
Konstruktionshinweise für Balken und Platten	264
Querschnittstafeln für Balken- und Plattenbewehrungen	265
Betonstahlmatten	266

5.3 Bauphysik

Bauphysik – Übersicht	267
Dämmstoffe	268
Dichtstoffe und Sperrstoffe	269
Dichtstoffe und Sperrstoffe	270
Wärmeschutztechnische Rechenwerte	271
Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte	273
Auswahl von Dämmstoffen	274
Wärmeschutz	276
Luftsichten	278
Gebäudeenergiegesetz (GEG)	287
Feuchteschutz und Tauwasserschutz	300
Bauliche Schutzmaßnahmen	301

Klimabedingter Feuchtigkeitsschutz	303
Feuchteschutztechnische Berechnungen	303
Wasserdampfsättigungsmenge	305
Sättigungsdruck und -menge in Abhängigkeit von der Temperatur	305
Wasserdampfsättigungsdruck p_{sat} in Abhängigkeit von der Temperatur	306
Luftfeuchte	307
Schimmelbildung	309
Schallschutz	311
Schalldämmung	312
Brandschutz	316

5.4 Mauerwerksbau

Maßordnung im Hochbau	325
Gemauerte Wände	326
Charakteristische Druckfestigkeiten von Mauerwerk	327
Vereinfachte Bemessungsmethode für tragende Mauerwände	328
Kelleraußenwände	330
Nicht tragende innere Trennwände	331
Statische und konstruktive Maßnahmen	332

5.5 Holzbau

Einstufungen im Holzbau	333
Festigkeitswerte	334
Bemessungsregeln	335
Querschnittswerte	336
Zimmermannsmäßige Holzverbindungen	337
Versätze	339
Verbindungsmittel	339
Holzverbinder, Blechformteile	341
Bolzen, Passbolzen und Stabdübel	342

6.1 Erzeugnisse aus Stahl

Bleche und Bänder	344
Rohre	346
Stabprofile	347
Hohlprofile	355

6.2 Maschinenelemente

Gewinde	356
Schrauben	360
Muttern	374
Scheiben, Stifte, Bolzen	380
Welle-Nabe-Verbindungen	383
Federn	386
Zahnräder, Getriebe	389
Gleitlager, Wälzlager	393
Nadellager, Nutmuttern, Sicherungsbleche	400
Sicherungsringe, Sicherungsscheiben	401
Dichtungen, Schmierstoffe	402

6.3 Wärmebehandlung

Abkühlungskurve, Kristallgitter, Legierungen	404
Zustandsdiagramme, Temperaturbereiche	405
Wärmebehandlung der Stähle	407

6.4 Werkstoffprüfung

Werkstoffprüfverfahren	408
Zugversuch, Kerbschlagbiegeversuch	410

Härteprüfung nach Brinell und Rockwell	411
Härteprüfung nach Vickers, Umrechnungstabelle	412

6.5 Fertigungstechnik

Zerspanungsvorgänge	413
Spezifische Schnittkraft	414
Drehzahl diagramm	415
Schneidstoffe	416
Drehen	419
Fertigungsplanung beim Drehen	420
Kräfte und Leistungen beim Drehen	428
Hauptnutzungszeit beim Drehen	429
Fräsen	430
Fertigungsplanung beim Fräsen	431
Kräfte und Leistungen beim Fräsen	436
Hauptnutzungszeit beim Fräsen	437
Bohren, Gewindebohren, Reiben	438
Schnittdaten beim Bohren und Senken	439
Schnittdaten beim Gewindebohren, Kräfte und Leistungen	441
Bohren, Hauptnutzungszeit, Reiben	442
Schleifen	443
Biegen	445
Tiefziehen	448
Scherschneiden	451
Schmelzschweißen	454

6.6 CNC-Technik

Koordinatensysteme, Nullpunkte	455
Werkzeugkorrekturen, Bahnkorrekturen	456
CNC-Drehen und CNC-Fräsen nach DIN	457
CNC-Drehen nach PAL	460
CNC-Fräsen nach PAL	466

6.7 Pneumatik, Hydraulik

Schaltzeichen, Wegeventile	475
Binäre Verknüpfungen (SPS, Pneumatik, E-Pneumatik)	477
Kennzeichnung industrieller Systeme	478
Schaltpläne, Aufbau und Kennzeichnung	480
Pneumatische Steuerung	482
Pneumatikzylinder	483
Kolbenkraft, Geschwindigkeit und Leistung	484

7 Elektrotechnik**485****7.1 Grundlagen**

Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand	486
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit	487
Elektrisches Feld, Kondensator	488
Wechselgrößen, Wellenlänge, Leistung	489
Magnetisches Feld	491
Schaltungen von Widerständen	493
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung	495
Grundsaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten	496
Drehphasenwechselstrom (Drehstrom)	502
Widerstände und Kondensatoren	504
Halbleiterelemente	506

7.2 Elektrische Installation

Arbeiten an elektrischen Anlagen, Leitungsverlegung	513
Installationsschaltungen	514
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich	516
Fundamenterde im Beton oder in Erde	517
Leitungsführung in Wohngebäuden	518
Leitungsberechnung ohne Verzweigung	519
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen	521
Verlegearten für feste Verlegung	522
Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 30^\circ\text{C}$	523
Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	524
Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln	525
Überstrom-Schutzeinrichtungen	526

7.3 Energieversorgung

Transformatoren	529
Umweltmanagement	534
Kraftwerksarten	536
Drehende Generatoren	537
Netze der Energietechnik	538

7.4 Automatisierungs- und Antriebstechnik

Zahlensysteme	539
ASCII-Code im Unicode	541
Schaltalgebra und binäre Verknüpfungen	542
Entwicklung von Schaltnetzen	544
Code-Umsetzer	545
Komparatoren, Flipflops, Zähler und Schieberegister	546
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer	549
Modulation und Demodulation	550
Netze der Informationstechnik	551
Komponenten für Datennetze	552
Ethernet-Netzwerk	553
Signalübertragung	556
Struktogramme und Programmablaufpläne (PAP)	557
Mikrocontroller (Arduino)	558
Kleinststeuerung	559
Speicherprogrammierbare Steuerung SPS	560
Steueranweisungen für SPS	561
Programmstruktur für SPS S7	563
Ablaufsteuerungen mit GRAFCET	564
Hilfsstromkreise	566
Geräte der Steuertechnik	567
Schützschaltungen und Motorschutz	569
Sensor-Anschlussstechnik	572
Berechnungsformeln für drehende elektrische Motoren	573
Konventionelle Gleichstromantriebe	574
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen	575
Drehstrommotoren	576
Einphasen-Wechselstrommotoren	577
Gleichstrommotoren	578
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren	579
Kompensation der Blindleistung	580

8 Arbeitssicherheit, Schutzmaßnahmen**581****8.1 Arbeitssicherheit**

Erste Hilfe am Arbeitsplatz	582
Persönliche Schutzausrüstung PSA	583
Arbeits- und Umweltschutz	584
Global Harmonisiertes System (GHS).....	586
Sicherheitsfarben, Verbotsschilder	587
Sicherheitskennzeichnung	588

8.2 Schutzmaßnahmen

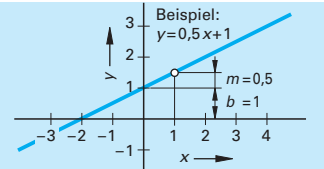
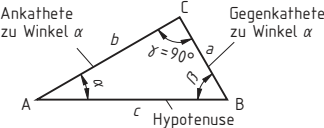
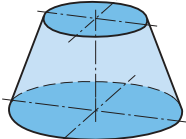
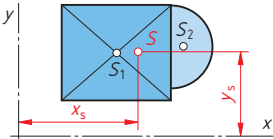
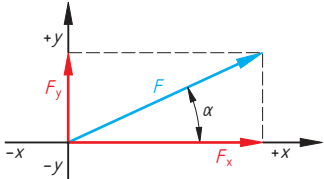
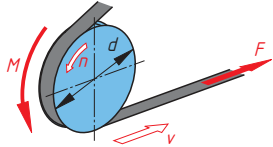
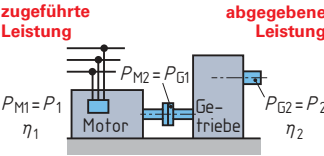
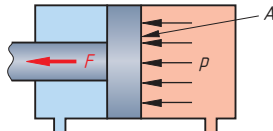
Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten.....	591
Schutzmaßnahmen	592

Verteilungssysteme (Netzformen).....	593
Netzunabhängiger Fehlerschutz	594
Differenzstromgeräte.....	595
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	596
Weitere Schutzmaßnahmen	598
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen	599
Prüfen von elektrischen Geräten	600
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel.....	602
Schall und Lärm	603

Normen**604**

Normen	
Normen und andere Regelwerke	604

Sachwortverzeichnis**605**

1 Mathematisch-physikalische Grundlagen	
	1.1 Einheiten und Formeln Einheiten im Messwesen 10 Formelzeichen, mathematische Zeichen 13 Formeln, Gleichungen, Diagramme 14 Fehlerrechnung 15 Größen und Einheiten 16 Rechnen mit Größen, Prozentrechnung, Zinsrechnung 17
	1.2 Winkel, Dreiecke und Längen Winkelarten, Strahlensatz, Winkel im Dreieck, Satz des Pythagoras 18 Funktionen im Dreieck 19 Teilung von Längen, Bogenlänge, zusammengesetzte Länge... 20 Gestreckte Länge, Federdrahtlänge, Rohlänge 21
	1.3 Flächen, Oberflächen und Volumen Eckige Flächen 22 Dreieck, Vieleck, Kreis 23 Kreisausschnitt, Kreisabschnitt, Kreisring, Ellipse 24 Würfel, Vierkantprisma, Zylinder, Hohlzylinder, Pyramide... 25 Pyramidenstumpf, Kegel, Kegelstumpf, Kugel, Kugelabschnitt 26
	1.4 Masse und Schwerpunkte Volumen zusammengesetzter Körper, Berechnung der Masse 27 Linien- und Flächenschwerpunkte 28
	1.5 Mechanik Masse, Dichte, Wichte, Kraft 29 Überlagerung (Superposition) von zwei oder mehreren Kräften 30 Gewichtskraft, Gleichgewichtsbedingungen an der Rolle 31 Hooke'sches Gesetz 32 Reibung 33 Anziehungskräfte 34 Schiefe Ebene 35
	1.6 Bewegung Geradlinige Bewegung 36 Kreisförmige Bewegung, Kräfte und Momente 37 Arbeit, Leistung, Energie 38
	1.7 Wirkungsgrad, Wärmetechnik Wirkungsgrad 39 Auswirkung bei Temperaturänderung 39 Wärme beim Schmelzen, Verdampfen, Verbrennen 40
	1.8 Druck in Flüssigkeiten und Gasen Druckarten, hydraulische Kraftübersetzung 41 Druckübersetzung, Durchflussgeschwindigkeit, Zustandsänderung 42

Einheiten im Messwesen

SI¹⁾-Basisgrößen und Basiseinheiten

vgl. DIN 1301-1: 2010-10, -2: 1978-02, -3: 2018-02

Basisgröße	Länge	Masse	Zeit	Elektrische Stromstärke	Thermodynamische Temperatur	Stoffmenge	Lichtstärke
Basis-einheit	Meter	Kilogramm	Sekunde	Ampere	Kelvin	Mol	Candela
Einheiten-zeichen	m	kg	s	A	K	mol	cd

¹⁾ Die Einheiten im Messwesen sind im Internationalen Einheitensystem (SI = **S**ystème **I**nternational d'**U**nités) festgelegt. Es baut auf den sieben Basiseinheiten (SI-Einheiten) auf, von denen weitere Einheiten abgeleitet sind.

Größen und ihre Einheiten

Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Zeichen	Beziehung	Bemerkung Anwendungsbeispiele
Länge, Fläche, Volumen, Winkel					
Länge	l	Meter	m	1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm 1 mm = 1000 μ m 1 km = 1000 m	1 inch = 1 Zoll = 25,4 mm In der Luft- und Seefahrt gilt: 1 internationale Seemeile = 1852 m
Fläche	A, S	Quadratmeter Ar Hektar	m ² a ha	1 m ² = 10 000 cm ² = 1 000 000 mm ² 1 a = 100 m ² 1 ha = 100 a = 10 000 m ² 100 ha = 1 km ²	Zeichen S nur für Querschnittsflächen Ar und Hektar nur für Flächen von Grundstücken
Volumen	V	Kubikmeter Liter	m ³ l, L	1 m ³ = 1000 dm ³ = 1 000 000 cm ³ 1 l = 1 L = 1 dm ³ = 10 dl = 0,001 m ³ 1 ml = 1 cm ³	Meist für Flüssigkeiten und Gase
ebener Winkel (Winkel)	$\alpha, \beta, \gamma \dots$	Radian Grad Minute Sekunde	rad ° ' "	1 rad = 1 m/m = 57,2957...° = 180°/ π 1° = $\frac{\pi}{180}$ rad = 60' 1' = 1°/60 = 60" 1" = 1'/60 = 1°/3600	1 rad ist der Winkel, der aus einem um den Scheitelpunkt geschlagenen Kreis mit 1 m Radius einen Bogen von 1 m Länge schneidet. Bei technischen Berechnungen statt $\alpha = 33^\circ 17' 27,6''$ besser $\alpha = 33,291^\circ$ verwenden.
Raumwinkel	Ω	Steradian	sr	1 sr = 1 m ² /m ²	Der Raumwinkel von 1 sr umschließt auf der Oberfläche einer Kugel mit $r = 1$ m die Fläche eines Kugelabschnitts mit $A_0 = 1$ m ² .
Mechanik					
Masse	m	Kilogramm Gramm Megagramm Tonne	kg g Mg t	1 kg = 1000 g 1 g = 1000 mg 1 t = 1000 kg = 1 Mg 0,2 g = 1 Kt	In der Alltagssprache bezeichnet man die Masse eines Körpers auch als Gewicht. Massenangabe für Edelsteine in Karat (Kt).
längenbezogene Masse	m'	Kilogramm pro Meter	kg/m	1 kg/m = 1 g/mm	Zur Berechnung der Masse von Stäben, Profilen, Rohren.
flächenbezogene Masse	m''	Kilogramm pro Meter hoch zwei	kg/m ²	1 kg/m ² = 0,1 g/cm ²	Zur Berechnung der Masse von Blechen.
Dichte	ρ	Kilogramm pro Meter hoch drei	kg/m ³	1000 kg/m ³ = 1 t/m ³ = 1 kg/dm ³ = 1 g/cm ³ = 1 g/ml = 1 mg/mm ³	Dichte = Masse eines Stoffes pro Volumeneinheit Für homogene Körper ist die Dichte eine vom Ort unabhängige Größe.