

Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

Bearbeitet von
Wigbert Hamschmidt, Friedhelm Heine, Michael Helleberg, Heinz Hofmeister, Michael Rohlf, Ulrich Uhr,
Jürgen Weckler

1. Auflage 2016. Taschenbuch. 560 S. Paperback

ISBN 978 3 8085 1665 2

Format (B x L): 15,2 x 21,5 cm

Gewicht: 754 g

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

3. Auflage

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

Europa-Nr.: 16638

Autoren des Tabellenbuches Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik:

Wigbert Hamschmidt	Studiendirektor	Rietberg
Michael Helleberg	Oberstudiendirektor	Köln
Dr. Friedhelm Heine	Oberstudienrat	Schwelm
Heinz Hofmeister	Fachlehrer	Gelnhausen
Michael Rohlf	Studiendirektor	Hamburg
Ulrich Uhr	Studiendirektor	Rheinfelden
Jürgen Weckler	Studiendirektor	Herbesthal

Autoren bis zur 2. Auflage:

Horst Herr
Peter Bertrand

Lektorat:

Ulrich Uhr

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

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

3. Auflage 2016

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke dieser Auflage sind im Unterricht nebeneinander einsetzbar, da sie bis auf die korrigierten Druckfehler und kleine Normänderungen unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1665-2

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

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

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald und
Michael M. Kappenstein, 60594 Frankfurt/Main
Druck: Media Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn

Mit diesem Nachschlagewerk haben wir die größte Lücke geschlossen, die in der Buchreihe des Verlages Europa-Lehrmittel für die Ausbildung zum **Anlagenmechaniker Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik** bestand.

Zahlen, Daten und Fakten in Formeln, Tabellen und Diagrammen stellen eine praxisnahe Basis für Übungen, Hausaufgaben und die Prüfungsvorbereitung dar, geben aber auch dem Fachmann wichtige Hinweise auf Konstruktionselemente und Arbeitsverfahren. Dabei haben wir Wert darauf gelegt, den Nutzern unseres Tabellenbuches möglichst umfassende Informationen zur Verfügung zu stellen, damit sie auch bei seltenen Problemstellungen eine sichere Hilfe finden.

Während die Lehr- und Arbeitsbücher für die SHK-Ausbildung die Lernfelder abbilden, ist dieses Nachschlagewerk sachlogisch aufgebaut, denn die Informationen der ersten sieben nebenstehend aufgeführten Hauptteile betreffen oft mehrere Lernfelder. Dagegen entspricht die Gliederung des umfangreichen achten Sachgebietes SHK im Wesentlichen den entsprechenden Lernfeldern.

Vierfarbdruck und eine einheitliche Gestaltung der Seiten werden dem Benutzer helfen, schnell die gesuchten Informationen zu ermitteln. Ein klar strukturiertes Inhaltsverzeichnis sowie ein ausführliches Sachwortverzeichnis mit englischer Übersetzung lassen schnell zu einzelnen Sachverhalten oder Begriffen die entsprechenden Seiten finden.

Das „**Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik**“ ist als umfangreiches Nachschlagewerk für Schülerinnen, Schüler und Auszubildende in der **Berufsschule**, in der **Berufsfachschule** und im **Berufskolleg** sowie in der **betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung** konzipiert. Außerdem eignet es sich in der **Meisterschule**, **Technikerschule** und den **Akademien für handwerkliche Berufe**, um weiterführende Aufgaben im Beruf, beim Studium oder aber auch auf Baustellen lösen zu können.

Wir hoffen, dass sich dieses Tabellenbuch für unsere Leser bald zu einem wichtigen Arbeitsmittel in Unterricht und Praxis entwickeln wird, und würden uns freuen, von Ihnen Hinweise auf Fehler und Verbesserungsvorschläge unter der E-Mail-Adresse lektorat@europa-lehrmittel.de zu erhalten.

In der **dritten Auflage** sind die inzwischen erschienenen Normänderungen bis Herbst 2015 berücksichtigt. Abbildungen wurden aktualisiert und Textstellen aufgrund von Leserhinweisen geändert oder ergänzt. Sämtliche Rechenbeispiele sind entfallen, lediglich einige Ablesebeispiele wurden zur Verdeutlichung beim Umgang mit Diagrammen und Tabellen beibehalten.

Neu und inhaltlich ergänzt wurden die Kapitel: – Umwelttechnik, – Wohnraumlüftung, – Energieeinspargesetz und erneuerbare Energien.

Frühjahr 2016

Die Autoren des Arbeitskreises

**Grundlagen Mathematik,
Geometrie und Chemie**

15 ... 46

G

G

**Mechanik der
festen Körper,
Flüssigkeiten und Gase**

47 ... 85

M

M

**Technische
Kommunikation**

86 ... 107

K

K

**Werkstoffkunde /
Fertigungs- und
Montagetechnik**

108 ... 145

**W
F
M**

**W
F
M**

Betriebswirtschaftslehre

146 ... 163

B

B

**Elektrotechnik /
Messen / Steuern / Regeln**

164 ... 202

E

E

**Sanitär-, Heizungs-
und Klimatechnik**

203 ... 511

**S
H
K**

**S
H
K**

**Erneuerbare Energien /
Umweltechnik**

512 ... 540

**EE
U**

**EE
U**

Grundlagen Mathematik,**Geometrie und Chemie 15****Allgemeine Grundlagen 15**

Normung	15
Ebenen der Normung	15
Griechisches Alphabet	16
Römische Zahlzeichen	16
Mathematische Zeichen	16
Basisgrößen und Basiseinheiten	17
Formelzeichen, Größen und Einheiten	17
Indizes	20
Britische und US-Einheiten	20
Interpolieren	20
Schaubilder, Diagramme und Tabellen	21

Allgemeine Mathematik 23

Grundrechenarten	23
Strichrechnung	23
Multiplikation	23
Division	24
Bruchrechnung	24
Potenzieren	26
Radizieren (Wurzelziehen)	27
Logarithmen	27
Binomische Formeln	27
Gleichungen	28
Prozentrechnung	30
Zinsrechnung	30
Dreisatzrechnung	30
Runden	30
Rechnen mit dem Taschenrechner	31

Technische Mathematik 32

Flächenberechnung	32
Körperberechnung	33
Masse und Dichte	35
Dichte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	35
Dichte und spez. Volumen von Wasser	36
Berechnung der Masse bei Halbzeugen	37
Masse bei Halbzeugen	37
Längenbezogene Masse	37
Flächenbezogene Masse	37
Berechnung elementarer Rohrdaten	37
Gestreckte Längen	38
Zusammengesetzte Längen und Flächen	38
Teilung von Längen (Gitterteilung)	38
Teilung auf dem Lochkreis	38

Geometrie 39

Winkelarten	39
Winkel an geschnittenen Parallelen	39
Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechteckigen Dreieck	39
Lehrsatz des Pythagoras	40
Lehrsatz des Euklid	40
Höhensatz	40
Winkelfunktionen	41
Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks	41
Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens	41
Funktionswerte zwischen 0° und 360° sowie für Winkel > 360°	41

Grundbegriffe aus der Chemie 42

Bereiche der Chemie	42
Aufbau chemischer Elemente	42
Periodensystem der Elemente	43
Auswahl wichtiger chemischer Verbindungen	44
Chemische Reaktionen	45
Chemische Bindungen	46

Mechanik der festen Körper,**Flüssigkeiten und Gase 47****Mechanik der festen Körper 47**

Resultierende Kraft im zentralen Kräftesystem	47
Hebelgesetz und Drehmoment (Kraftmoment)	48
Gleichförmige und ungleichförmige gradlinige Bewegung	48
Gleichförmige kreisförmige Bewegung	49
Dynamisches Grundgesetz	49
Kraft und Gewichtskraft	49
Mechanische Arbeit und mechanische Energie	49
Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	50

Mechanik der Flüssigkeiten und Gase 51

Hydrostatischer Druck und Druckeinheiten	51
Aerostatischer Druck	51
Druckkraft auf Flächen	52
Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen	52
Saugwirkung	53
Steigung und Gefälle von Rohrleitungen	53
Kontinuitätsgleichung (Durchflussgleichung) inkompressibler Fluide	53
Massenstrom	53
Volumenstrom	53
Energiegleichung (Bernoulli) ohne Reibungsverluste	54
Statischer Druck, statische Höhe	54
Geodätischer Druck, geodätische Höhe	54
Geschwindigkeitsdruck, Geschwindigkeitshöhe	54
Druckgleichung, Druckhöhengleichung	54
Venturiprinzip	55
Viskosität	55
Druckverluste in geraden Rohren und Kanälen	57
Druckverluste in Rohrleitungssystemen	58

Wärmelehre 60

Temperatur, Temperaturdifferenz	60
Absoluter Nullpunkt, absolute Temperatur	60
Kelvin, Celsius, Fahrenheit	60
Wärmeausdehnung fester und flüssiger Stoffe	60
Längenänderung, Volumenänderung	60
Volumenänderung von Gasen	61
Wärmemenge bei Temperaturänderung	61
Spezifische Wärmekapazität	61
Wärmeleistung	62
Wassermischung	62
Mischungsregel, Mischungstemperatur	62
Mischungskreuz	63
Schmelzen und Erstarren	63
Verdampfen, Kondensieren, Sublimieren	64
Wobbe-Index bei Gasen	64
Geräteleistung und Wirkungsgrad	64
Brennwert und Heizwert	65
Gasgesetze	66
Gesetz von Boyle-Mariotte	66

1. und 2. Gesetz von Gay-Lussac	66	Maßeintragung und Schnittverlauf	97
Vereinigtes Gasgesetz	66	Darstellung von Treppen	98
Anschlusswert, Einstellwert und Düsendruck	66	Darstellung von Türen	98
Wärmestrahlung	67	Darstellung angehängter Decken	98
Wärmestrom	68	Abkürzungen in Bauzeichnungen	99
Wärmeleitung	68	Darstellung von Schlitz- und Aussparungen	99
Wärmeübergang	68	Maße für Schlitz- und Aussparungen	99
Stoffwerte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	69	Sinnbilder	100
Bauphysik	71	Zeichnen von Sinnbildern	100
Feuchtigkeitsschutz	71	Sinnbilder Trinkwasserinstallation	100
Schwitzwasserbildung	71	Sanitäre Ausstattungsgegenstände	103
Schallschutz	74	Abwassertechnik	103
Schalldruck	75	Gastechnik	104
Hörschwellendruck und Schmerzwellen	75	Heizungstechnik	104
Schalldruckpegel, Schalleistungspegel	75	Lüftungs- und Klimatechnik	105
Lautstärkepegel	76	Steuerungs- und Regeleinrichtungen	106
Schallbewertung	77	Elektrotechnik	106
Gesamtschalldruck	77	Darstellung von Schweiß- und Lotnähten	107
Reflexion, Absorption, Dissipation, Transmission	78	Werkstoffkunde	108
Schallschutzmaßnahmen	78	Grundlagen der Werkstoffkunde	108
Schalldämpfung und Schalldämmung	78	Einteilung der Werkstoffe	108
Brandschutz	79	Von Feinstruktur zur Grobstruktur und zum Gefüge	109
Baustoffklassen	79	Zweistofflegierungen und Zustandsschaubilder	110
Widerstandsklassen nach DIN 4102	80	Legierungsmetalle und nichtmetallische Legierungselemente	111
Korrosionsschutz	81	Technische Werkstoffe	112
Korrosionsarten und ihre Erscheinungsformen	81	Eisenwerkstoffe	112
Elektrochemische Spannungsreihe	81	Eisen-Gusswerkstoffe	112
Korrosionsschutz – Übersicht	81	Einteilung von Gusseisen	113
Festigkeitslehre und Statik	82	Stahl	114
Zugspannung	82	Einteilung der Stähle	114
Druckspannung	82	Stahlbezeichnungen	115
Scherspannung	82	Kupfer – Eigenschaften	116
Dehnung und Verlängerung	82	Kupfer- und Kupferlegierungen	117
Elastizitätsmodul	82	Aluminium und Aluminiumlegierungen	118
Torsion	83	Kunststoffe	119
Biegung	83	Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe	121
Belastungsfälle	83	Arbeitshilfen und Literatur zur Werkstoffkunde	121
Grenzspannung	84	Fertigungs- und Montagetechnik	122
Gleichmäßig verteilte Nutzlasten	85	Prüfen, Messen, Lehren	122
Technische Kommunikation	86	Längen- und Formprüfmittel	122
Grundlagen der Technischen Zeichnung	86	Richtungsprüfmittel	122
Normschrift	86	Fertigungsverfahren	123
Papierformate	86	Einteilung der Fertigungsverfahren	123
Maßstäbe	86	Sägen	123
Geometrische Grundkonstruktionen	87	Bohren	124
Linienarten	88	Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	124
Isometrische Projektion und besondere Darstellungen	89	Drehfrequenz (Drehzahl)-Diagramm	125
Normalprojektionen	89	Hauptnutzungszeit und Vorschubweg	125
Axonometrische Projektionen	89	Schleifen	126
Darstellungsregeln	90	Thermisches Trennen	127
Schnittdarstellungen	91	Fügeverbindungen	127
Maßeintragung	92	Gewinde	128
Abwicklung von Körpern	94	Whitworth-Rohrgewinde	128
Bauzeichnungen	95	Metrische ISO-Gewinde	129
Planungsstufen, Bauzeichnungen, Maßstäbe	95	Schrauben und Muttern	130
Ansichten und Schnitte	95	Schraubenbezeichnung	130
Kennzeichnung von Schnittflächen	96	Festigkeitsklassen von Schrauben	130
Linienarten in Bauzeichnungen	96		

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

G

Festigkeitsklassen von Muttern	130
Muttern – Übersicht	130
Schrauben – Übersicht	131

Unterlegscheiben / Pressverbindungen 133**Löten 134**

Lötverbindungen	134
Weichlöten, Flussmittel, Lote	134
Hartlöten, Flussmittel, Lote	135

Schweißen 135

Übersicht über Schweißverfahren	135
Gasschmelzschweißen	136
Kennzeichnung von Druckgasflaschen	136
Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen	136
Metallschutzgasschweißen	137
Drahtelektroden, Schutzgase	137

Kleben 138**Befestigungselemente 139**

Dübel	139
Rohrbefestigungselemente	141
Rohrschellen	144
Befestigungsabstände für Rohrschellen	145

Betriebswirtschaftslehre 146**Betriebswirtschaftslehre – Übersicht 146**

Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb	146
Einflussfaktoren des Umfeldes	146
Material- und Finanzmittelfluss	146

Materialbeschaffung in SHK-Betrieb 147

Ablauf der Materialbeschaffung	147
Beschaffungsmarkt erkunden und Lieferanten finden	147
Bezugspreise berechnen	147
Nicht geldbezogene Faktoren	147
Nutzwertanalyse	147
Kaufvertrag	148
Leistungsstörungen aus Verträgen	148

Leistungserstellung im SHK-Betrieb 149

Kundenauftrag im SHK-Betrieb	149
Ablauf der Leistungserstellung	149
Kundenkontakte	149
Phasen der Leistungserstellung	150

Marktforschung, Marketing und Vertrieb 151

Grundbegriffe	151
Unterprozesse der Marktforschung	151
Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel)	151
Marktprognose im SHK-Betrieb	151
Instrumente des Marketings im SHK-Betrieb	152
Produkt-/Sortimentsanalyse	152
Begriffe der Sortimentspolitik	152
Produktlebenszyklus	152
Produktelimination	152
Service im SHK-Betrieb	152
Kommunikationspolitik: Arten der Werbung	153
Regeln für Werbung	153
Ablauf einer Werbemaßnahme	153
Preis- und Konditionenpolitik	153
Distributionspolitik	153

Leitung und Verwaltung im SHK-Handwerk 154

Rechtsformen	154
Organisation im SHK-Handwerk	154

Aufbauorganisation im SHK-Handwerk	154
Ablauforganisation und Einsatzplanung	155
Projektmanagement	155
Qualitätsmanagement	155
Qualitätssicherungssysteme	155

Buchführung im SHK-Betrieb 156

Überblick	156
Randbedingungen der Buchführung	156
Klassifizieren von Belegen	156
Bearbeitung von Buchungsbögen	156
Belegnummernsystem	156
Kontenrahmen	157
Bilanz	157
Gewinn- und Verlustrechnung	157

Kostenrechnung und Kalkulation 158

Begriffe und Abgrenzungen	158
Teilgebiete der Kostenrechnung	158
Betriebsabrechnungsbogen (BAB)	159
Kalkulation im SHK-Betrieb - Übersicht	159
Lohngruppen und Stundenlohn	159
Zusammensetzung von Personalkosten	159
Zuschlagkalkulation	160
Stundenverrechnungssatz	160
Einheitspreiskalkulation	160

Controlling 161

Controlling im SHK-Betrieb	161
Kennzahlen der betrieblichen Tätigkeit	161
Kennzahlen der Kosten- und Leistungsstruktur	161
Kennzahlen der Bilanz und betrieblichen Stabilität 161	

Bauvertragsrecht 162

Vertragsarten	162
Werkvertrag und VOB	162

Elektrotechnik / Messen /**Steuern und Regeln 164****Elektrotechnik 164**

Bestandteile eines Stromkreises	164
Ohm'sches Gesetz	164
Elektrisches Feld	164
Spezifischer Widerstand	165
Temperaturabhängiger Widerstand	165
Kirchhoffsche Gesetze	165
Magnetisches Feld	165
Stern-Dreieck-Umwandlung	166
Reihen-, Parallel- und Gemischte Schaltungen	166
Strom- und Spannungsarten	167
Strom- und Spannungsformen	167
Arithmetischer Mittelwert	167
Quadratischer Mittelwert	167
Elektrische Leistung	168
Elektrische Arbeit	168
Elektrischer Wirkungsgrad	168
Stromversorgungssysteme	169
Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik	170
Wirkung des Stromes	170
Schutzarten	171
Schutz gegen elektrischen Schlag	171
Reststromgerät RCD	171
Überwachung mit RCM	171
Überwachungsrelais	171
Spannungsebenen	172

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

Spannungsfrei schalten 172
 Überstromschutzeinrichtungen 172
 Schutzklassen 172
 Hausanschlussraum 173
 Installationszonen 173
 Schutzbereiche in Bädern und Duschräumen 173
 Kennzeichnung von Leitungen 174
 Verlegung von Leitungen 175
 Verlegungsarten 175
 Mindestquerschnitte Kupferadern 175
 Leitungen 175
 Aderkennzeichnung 175
 Schaltpläne in der Elektrotechnik 176
 Kurzbezeichnung elektrischer Betriebsmittel 177
 Stecksysteme 178
 Installationschaltungen 179
 Schützsicherungen 179
 Transformator 180
 Wechselrichter 180
 Frequenzumrichter 180
 Leistungssteuerung 180
 Elektromotoren 181
 Leistungsschild 181
 Gleichstrommotor 181
 Einphasen-Wechselstrommotor 181
 Drehstrommotor 181
 Bauteile der Elektronik 182
 Kondensator 182
 Diode 182
 LDR 182
 PTC, NTC 182
 Farbcode für Widerstände 182
Messen 183
 Schreibweise von Messwerten 183
 Messfehler 183
 Begriffe der Messtechnik 183
 Gegenüberstellung analoger
 und digitaler Messgeräte 184
 Analoge Anzeige 184
 Digitale Anzeige 184
 Duspol 184
 Skalensymbole 185
 Messen mit dem Multimeter (Vielfachinstrument) 185
 Messtechnik – Anwendungen 186
 Messprotokolle erstellen 186
 Aufnahme von Kennlinien 186
 Prüfungen elektrischer Anlagen 187
 Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 – 0702 188
 Prüfprotokoll und Heizkurvenschar 189
 Temperaturmessung 190
 Druckmessung 191
 Durchflussmessung 192
 Füllstandmessung 193
 Feuchtemessung 194
 Drehzahlmessung 194
 Lichtstärkenmessung 194
 Gasanalyse (O₂-Gehalt) 194
Steuern und Regeln 195
 Begriffe der Regelungstechnik 195
 Steuern, Regeln – Definition 195
 Regler 196
 Stetige Regler 196

Digitale Regler 196
 Unstetige Regler 197
 Fuzzy- Regler 197
 Regelstrecken 198
 PC-Schnittstellen 199
 Zahlensysteme 200
 Digitalcodes 200
 Logische Grundschaltungen 201
 AD- Wandler 201
 DA-Wandler 201
 Bussysteme 202
 Leittechnikenebenen 202
 Gebäudeautomation 202

Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik 203

Sanitärtechnik 203
Trinkwassertechnik 203
 Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft 203
 Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften) 204
 Zentrale Trinkwasserversorgung 204
 Wasserhärte 205
 Trinkwasseraufbereitung 205
 Trinkwasserbehandlungsverfahren 206
 Nicht rückspülbare mechanische Filter 206
 Rückspülbare mechanische Filter 206
 Aktivkohlefilter 207
 Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren 207
 Mineralstoff-Dosiergeräte 207
 Physikalische Wasserbehandlung 208
 Umkehrosmose-Anlagen 208
 UV-Entkeimungsanlage 208
Trinkwasserinstallation 209
 Trinkwasser-Versorgungsanlage 209
 Trinkwasseranschluss
 Einzel- und Mehrspartenhauseinführung 209
 Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler) 209
 Großwasserzähler (Woltmann-Zähler) 210
 Druckminderer 210
 Filterkombinationen 211
 Absperrarmaturen 211
 Außenarmaturen 211
 Ventile 211
 Schieber 211
 Kugelhähne 211
 Durchflussdiagramme für Ventile 213
 Unterputzarmaturen 213
 Eckregulierventile, Kombieckventile 213
 Auslaufarmaturen 214
 Unterputzteinbaukörper für Wannenbatterien 215
 Flüssigkeitskategorien DIN EN 1717 216
 Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich 216
 Flüssigkeitskategorie von Wärmeträgern 216
 Sicherungseinrichtungen
 mit Flüssigkeitskategorien 217
 Darstellung von Sicherungseinrichtungen 217
 Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen 218
 Sicherungseinrichtungen 220
 Freier Auslauf 220
 Systemtrenner 220
 Rohrunterbrecher A1 220

G
M
K
W
F
M
B
E
S
H
K
EE
U

G

Rohrunterbrecher A2	220
Rohrtrenner EA1, Rohrtrenner EA2, Rohrtrenner EA3	221
Rückflussverhinderer	222
Rohrbelüfter (Bauform C)	222
Sicherungskombination	222
Inspektions- und Wartungsplan	223
Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik	223
Rohre aus unlegiertem Stahl	224
Tempergussfittings	224
Edelstahl-Rohre, Pressfittings	226
Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen	228
Lötfittings für Kupferrohre	228
Kupfer Pressfittings	231
Rohrkenngrößen, Kunststoff	232
PVC-C-Rohre, Fittings	232
Metallverbundrohre, Fittings	234
Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen	235
Spülen von Trinkwasserleitungen	235

M

K

Dimensionierung trinkwassertechnischer Anlagen	236
Verfahrensablauf zur Dimensionierung DIN EN 806-3 oder 1988-300	236
Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-3	237
Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3	238
Berechnungen nach DIN 1988-300	238
Berechnungsdurchflüsse	239
Summendurchfluss	239
Spitzendurchfluss	240
Verfügbare Druckdifferenz für Rohrreibung und Einzelwiderstände	241
Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle, rechnerische Fließgeschwindigkeit	241

W

F

M

Richtwerte für Druckverluste in Stockwerksleitungen und Einzelleitungen	242
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerks-Verteilern	243
Richtwerte für Druckverluste in Einzelleitungen	243
Zirkulationsleitungsberechnung	243
Rohrreibungsdruckgefälle Gewindeohr	244
Rohrreibungsdruckgefälle nichtrostender Stähle	245
Rohrreibungsdruckgefälle Kupferrohr	246
Rohrreibungsdruckgefälle PVC-U-Rohr	247
Rohrreibungsdruckgefälle Verbundrohr	248
Druckverluste aus Einzelwiderständen	248
Grafische Symbole und Richtwerte für Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen	249

B

E

S

H

K

EE

U

Druckerhöhungsanlagen	250
Ausführungsarten von Druckerhöhungsanlagen	250
Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf verschiedener Gebäudetypen	251
Maximaler Förderstrom	251
Auslegung einer Druckerhöhungsanlage (DEA)	251
Druckwasserbehälter	251
Trinkwassererwärmungsanlagen	252
Ermittlung des Wärmebedarfs	252
Ermittlung der Bedarfskennzahl <i>N</i>	252
Zapfstellenbedarf je Wohnung	253
Sanitäre Ausstattung der Wohnung	253
Statistischer Warmwasserbedarf	253
Warmwasserbedarf im Haushalt	253
Speicherwassererwärmer, indirekt beheizt	254

Auswahl des Wassererwärmers	254
Zirkulation, Begleitheizung	255
Ziele Arbeitsblatt DVGW W551, W553	255
Kurzverfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553	255
Vereinfachtes Verfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553	255
Zirkulationspumpen	256
Begleitheizung, Inliner-System	257
Elektrische Begleitheizung	257
Anschlussarten von Trinkwassererwärmern	258
Vorgeschriebene Armaturen in der Kaltwasserleitung vor TWE	259
Sicherheitsventile für geschlossene Trinkwassererwärmer	259
Membran-Druckausdehnungsgefäße für Trinkwasser	260
Schutz des Trinkwassers vor Legionellen	260
Wärmedämmung von Trinkwarmwasserleitungen	262
Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	264
Brandklassen, Feuerlöscher, Löschmittel	264
Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	264
Löschwasserverteilsysteme	264
Schmelzlot- und Glasfasssprinkler	265
Funktionsschema einer Sprinkleranlage	265
Verhalten im Brandfall, Brandschutzordnung A	265
Sanitäre Einrichtungen	266
Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	266
Seitliche Abstände von Stellflächen in Bädern und WC-Räumen	266
Bewegungsflächen	267
Sanitäre Mindestausstattung in Wohnungen	268
Einrichtungsgegenstände für unterschiedliche Gebäude	268
Werkstoffe für Sanitärgegenstände	269
Farbtöne von Sanitärobjekten	269
Farb- und Raumgestaltung von Bädern	270
Maße, Montagemaße sanitärer Einrichtungsgegenstände	271
Waschtische	271
Badewannen	271
Duschwannen	272
Sitzwaschbecken	272
Klosettanlagen	273
Fliesengerechte Installation	274
Elastische Fugen in Sanitärräumen	274
Barrierefreie Installation	275
Abwasser- und Abscheideanlagen	276
Arten von Abwässern, Schmutz- und Regenwasser	276
Normen	276
Systemübersicht	276
Schutz vor Überflutung	276
Füllungsgrad, Gefälle	277
Verlegerichtlinien liegender Leitungen innerhalb von Gebäuden	277
Verlegerichtlinien Falleitungen	278
Richtungsänderungen von Schmutzwasserfalleitungen	278
Mehrfach verzogene Falleitungen (Terrassenhäuser)	280
Lüftungsarten und Verlegeregeln	280

Dimensionierung von Lüftungsleitungen	281
Rückstausicherungen	281
Rückstauverschluss	282
Hebeanlage mit Rückstauschleife	282
Sinkstoffabscheider, Leichtflüssigkeits- abscheider, Fettsabscheider	283
Abwasserkanäle und Formstücke (PVC-U)	284
Rohre und Formstücke HT	285
Rohre und Formstücke PE-HD	286
Schallgedämmte Abwasserrohre und Formstücke	288
Bodenabläufe, Geruchverschlüsse	290
Prüfen von Freispiegelleitungen	291
Inspektions- und Wartungsmaßnahmen	292
Dimensionierung abwassertechnischer Anlagen	293
Schmutzwasserabfluss, Anschlusswerte und Nennweite von Einzelanschlussleitungen	293
Abflusskennzahlen	294
Gesamtschmutzwasserabfluss	294
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite	294
Anwendungsgrenzen bei Einzelanschlussleitungen	294
Minimale Luftmenge für Belüftungsventile in Anschlussleitungen	294
Bemessung von Sammelanschlussleitungen	295
Anwendungsgrenzen für unbelüftete Sammel- anschlussleitungen	295
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite für Fallleitungen	295
Bemessung von Sammel- und Grundleitungen	296
Anwendungsgrenzen bei Sammel- und Grundleitungen	297
Regenwassernutzung	298
Möglichkeiten der Regenwassernutzung	298
Rechtliche Rahmenbedingungen	298
Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage	298
Abflussbeiwerte verschiedener Dächer	298
Regenmengen	299
Regenwasserertrag	299
Betriebswasserbedarf je Person und Tag	299
Tankgröße	299
Regenwasserspeicher	300
Tankarten	300
Belastbarkeitsklassen	300
Trinkwassernachspeisung	300
Filter (Zulauf zum Speicher)	300
Leitungssystem	301
Kennzeichnung und Sicherheitseinrichtungen	301
Inspektions- und Wartungsintervalle	301
Schall- und Brandschutz in der Installations- technik	302
Schallschutz	302
Schallschutzstufen	302
Schallschutzmaßnahmen	302
Schallschutzklassen im Wohnungsbau	303
Brandschutz	304
Gebäudeklassen	304
Feuerwiderstandsklassen	304
Teilabnahme der Leitungen	305
Dokumentation der Abnahme	305

Gas- und Abgastechnik	306
Gastechnik	306
Aufbau von Erdgasanlagen	306
Ermittlung der Rohrdurchmesser in Gasanlagen	306
Auswahl Strömungswächter	306
Auswahl Balgengaszähler	306
Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren	307
Rohrdruckgefälle von Stahlrohren	307
Längenzuschlag für Formteile in metallinen Leitungen	308
Geräteanschlussarmatur mit integrierter TAE	308
Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Verbrauchs- und Verteilungs- leitungen (Streckenbelastung \hat{Q}_{SB})	309
Druckverluste für Gasströmungswächter	309
Druckverluste für Balgengaszähler	309
Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	309
Rohrdruckgefälle von Stahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	310
Zusatz – GS K	310
Druckverluste für Absperrrichtungen – Einzelzuleitungen und Abzweigleitungen	310
Druckverluste für Absperrrichtungen – Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	311
Längenzuschlag für Formteile	311
Längenabgleich Gasströmungswächter	312
Berechnungsgang zur Rohrleitungsbemessung	313
Rohrleitungsdurchmesser im Diagramm- verfahren	314
Gaszähler, Abmessungen	317
Gas-Kugelhahn, Eckform	317
Gas-Kugelhahn-Durchgang	317
Thermisch auslösende Absperrrichtung	317
Gas-Strömungswächter	318
Auswahl von Strömungswächtern	318
Rohr-/Verbindungsstücke für Gasleitungen	319
Rohrverbindungen für Gasleitungen	319
Rohrverbindungsarten, Beispiele	320
Dichtungsmaterialien für Gasleitungen	320
Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen	320
Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen	321
Gasleckmengen	321
Inbetriebnahme von Gasleitungen	322
Abnahmeprotokoll	322
Aufbau von Flüssiggasanlagen	323
Aufstellrichtlinien – Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter in Gebäuden	323
Flüssiggaslagerung – Ortsfeste Flüssiggasbehälter im Freien	324
Druckregelgeräte für Flüssiggasanlagen	325
Inhalt von ortsbeweglichen Flüssiggasbehältern	325
Explosionsgefährdete Bereiche	325
Anforderungen an Aufstellung von Flüssiggastanks	326
Abstände zu Brandlasten	326
Druckregelgeräte in Flüssiggasanlagen	326
Rohre für Flüssiggasleitungen	327
Rohrverbindungen für Flüssiggasleitungen	327
Rohre für Innenleitungen	327

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

Verlegeabstand	407	Gasfeuerung	436
Fußbodenaufbau	408	Eigenschaften von Brenngasen nach Familien	436
Fußbodenbeläge	409	Verbrennungseigenschaften von Brenngasen	436
Rohrbedarf pro Heizkreis	409	Gasbrenner, Einteilung und Aufbau	436
Druckverlust-Diagramme	410	Ausrüstung und Sicherheitszeiten (Gasbrenner ohne und mit Gebläse)	437
Rohrnetz	411	Einstellwerte von Gaswärmeerzeugern	438
Rohrnetzauslegung	411	Brennwerttechnik	438
Rohre in der Heizungstechnik	411	Ermittlung des Normnutzungsgrades von Heizkesseln	439
Stahlrohre	412	Reduzierung der Heizwassermitteltemperatur	440
Präzisionsstahlrohre	413	Kondensationszahl α	440
Kupferrohre	413	Eigenschaften des Kondenswassers	440
Kunststoffrohre aus Polybuten	414	Ölfeuerung	441
Rohre aus Polyethylen	414	Heizöl EL	441
Rohre aus PE-MDX	415	Anforderungen an Heizöl EL	441
Rohre aus Polypropylen	415	Verbrennung von Heizöl EL	441
Verbundrohre PE-X	415	Ölbrennerarten	441
Rohrverbindungen	416	Schematischer Aufbau von Ölbrennern	442
Wärmeverteilungssysteme	416	Regelungs-/sicherheitstechnische Ausrüstung von Ölbrennern	442
Rohrsysteme	417	Ölzerstäuberdüsen – Eigenschaften und Kennzeichnung	442
Rohrnetzberechnung	417	Auslegung und Auswahl von Ölzerstäuberdüsen	443
Rohrnenntweiten und Druckverluste	418	Öllagerung	444
Druckverluste durch Einzelwiderstände	419	Lagermengen	444
Druckverluste für Präzisionsstahlrohr	419	Tankbauarten	444
Druckverluste durch Kupferrohre	420	Füll-, Be- und Entlüftungseinrichtungen und Entnahmeleitungen bei Öltanks	444
Druckverluste durch Stahlrohre	421	Ölzuführung im Ein- und Zweistrangsystem	445
Druckverluste durch PE-X-Rohre	422	Armaturen für unter- und oberirdische Öllagerung	445
Druckverluste durch Drei-/Vierwegmischer	422	Festbrennstoff-Feuerung	446
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände	423	Holzfeuerungen	446
Hydraulischer Abgleich	424	Heizwerte im Vergleich	446
Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich	424	Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen	446
Einstellung von Abgleicheinrichtungen	424	Fernwärmeversorgung	447
Einstellungen an Heizkörper-Armaturen	425	Fernwärmeanlagen	447
Auswahl hydraulischer Strangregler	426	Eigenschaften	447
Hydraulische Weiche	426	Bereiche und Leitungszonen	447
Heizungspumpen	427	Indirekte und direkte Versorgung	447
Proportionalgesetze bei Drehzahländerung	427	Temperaturabsicherung	447
Geregelte Elektronikpumpen	427	Dampfkesselanlagen	448
Pumpenauswahl, -regelung, -einbau	428	Aufbau von Dampfkesselanlagen	448
Pumpenkennlinien	429	Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen	448
Sicherheitstechnische Ausrüstung	430	Eigenschaften von Wasserdampf	448
Anlagenausrüstung	430	Leistung von Dampfkesseln	449
Geschlossene Anlagen	430	Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen	449
Umtriebsdruck in offenen Systemen	431	Dimensionierung von Kondensatleitungen	450
Sicherheitsleitungen bei offenen Systemen	431	Anforderungen an die Wasserqualität bei Dampfkesseln	450
Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungstöpe	432	Kondensatableiter	450
Abblaseleistung	432	Raumlufttechnik	451
Sicherheitstechnische Einrichtungen (Übersicht)	432	Thermische Behaglichkeit	451
Membran-Ausdehnungsgefäße	433	Einteilung der lufttechnischen Anlagen	451
Ermittlung des Anlagenvolumens	433	Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlage	451
Bestimmung des vom MAG aufzunehmenden Ausdehnungsvolumens	433	Ergonomie der thermischen Umgebung	452
Bestimmung der Nenngröße des MAG	433		
Inhalt und Abmessung von MAG	434		
Gefäßgröße	434		
Ermittlung des benötigten Fülldruckes	434		
Montagebeispiele für Membran-Ausdehnungsgefäße	434		
Heizungsregelung	435		
Regler in Heizungsanlagen	435		
Arten der Temperaturregelung	435		

G
M
K
W
F
M
B
E
S
H
K
EE
U

	Vorausgesagtes mittleres Votum (PMV, predicted mean vote)	452	Wohnraumlüftung	465
	Kategorien des Umgebungsklimas	452	Systeme der Wohnungslüftung	465
G	Lokale thermische Unbehaglichkeit	452	Freie Lüftung	465
	Optimale operative Temperatur	452	Abluftsystem	465
	Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit bei lokaler Temperatur	453	Zu- und Abluftsystem	465
	Gestaltungskriterien für Räume	453	Kontrollierte Wohnraumlüftung	466
	Energieumsätze von Menschen in Abhängigkeit der Tätigkeit	453	Außenluftvolumenströme für Räume mit Außenfenster	466
M	Zustandsgrößen trockener und gesättigter Luft ..	454	Außenluftvolumenströme für fensterlose Räume ..	466
	Luftvolumenströme in Nichtwohngebäuden	455	Lüftung von Wohnungen	466
	Lüftung von Nichtwohngebäuden	455	Be- und Entlüftung von Einzelräumen mit Wanddurchlasselementen	466
	Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage	455	Zentralgeräte für Wohngebäude und Etagenwohnungen	467
	Festlegung der Luftarten	455	Standgeräte mit Wärmerückgewinnung	467
	Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlage	456	Deckengeräte mit Wärmerückgewinnung	468
	Klassifizierung der Abluft (ABL)	456	Zentrallüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung	469
	Klassifizierung der Fortluft (FOL)	456	Abmessungen für Standgeräte	469
K	Klassifizierung der Außenluft (AUL)	456	Abmessungen für Lüftungskanäle	469
	Verunreinigungskonzentrationen der AUL	456	Kühllastberechnung	470
	Klassifizierung der Zuluft (ZUL)	456	Kühllastberechnung im Sommerbetrieb	470
	Allgemeine Klassifizierung der Raumluft	457	Kühllast der elektrischen Beleuchtung und elektrischen Geräte	470
	Klassifizierung durch CO ₂ -Konzentration (Direkte Klassifizierung)	457	Anhaltswerte für Wärmeeinfall von elektrischen Geräten	470
W	Außenluftvolumenströme je Person (Indirekte Klassifizierung)	457	Wärmeabgabe ϕ_M von Drehstrom- Asynchronmotoren bei Volllast	470
F	Volumenstrom der AUL oder ÜSL je Netto-Bodenfläche (indirekt)	457	Wärmeabgabe des Menschen; Personenwärme ..	470
M	Auslegungswerte für Abluftvolumenströme	457	Äußere Kühllast	471
	Wiederverwendung von Abluft und Überströmung	458	Sonnendurchlassfaktoren b bei Verglasung und Sonnenschutz	471
	Auslegungskriterien für die Netto-Bodenfläche je Person	458	Überschlagswerte g_v für Glasflächenanteil von Fenstern	471
B	MAK- und TRK-Werte für Gefahrstoffe	458	Mitteltemperaturen angrenzender Räume im Sommer	471
	Bestimmung der Luftvolumenströme q_v	459	Volumenstromberechnung	472
	Zuluftvolumenstrom $q_{v,ZUL}$ durch Personenbelegung	459	Volumenstromberechnung zur Deckung der Heizlast	472
	Zuluftvolumenstrom $q_{v,ZUL}$ durch bekannte Emissionen	459	Volumenstromberechnung zur Deckung der trockenen Kühllast	472
	Zuluftvolumenstrom $q_{v,ZUL}$ durch Heiz- und/oder Kühllast	459	Technische Ausführung der Luftkühlung	472
E	Außenluftbedarf nach Luftwechselzahl	459	Kühlung ohne Kältemaschine	472
	Auslegung von RLT-Anlagen	460	Kühlung mit Kältemaschine	473
	Druckverluste von Bauteilen in Zu- und Abluftanlagen	460	Thermodynamische Luftbehandlung	473
	Empfohlene Filterklassen je Filterstufe	460	Wärmeinhalt (Enthalpie) von Luft h	473
	Anordnung der AUL- und der FOL-Öffnung	460	Luftheizung	473
	RLT-Anlagen für Küchen	461	Luftkühlung, trocken	474
	Aus hygienischen Gründen erforderliche Raumtemperaturen	461	Luftkühlung und Entfeuchtung	474
S	Zulässige Raumluftzustände im Aufenthaltsbereich der Küche	461	Luftbefeuchtung mit Dampf	474
H	Luftmengenabschätzung (Küche)	461	Luftbefeuchtung mit Wasser	474
K	Luftmengen für Nebenräume	461	Luftmischung	474
	RLT-Anlagen für Garagen	462	Zustandsgrößen und Zustandsänderung feuchter Luft im h,x -Diagramm	475
	Außenluftvolumenstrom für geschlossene Garagen	462	Kanäle und Formstücke	476
EE	RLT-Anlagen für Hallenbäder	463	Luftleitungen aus Stahlblech mit rundem Querschnitt	476
U	RLT-Anlagen für Krankenhäuser	464	Wanddicken für runde Blechrohre und zulässige Überdrücke	476
	RLT-Anlagen für Laboratorien	465	Luftleitungen aus Stahlblech mit rechteckigem Querschnitt	476
			Dichtheitsklassen von Lüftungsbauteilen	476

Vergleich des Leckvolumenstroms runder und eckiger Kanäle	476	Klempnertechnik – Grundlagen	494
Längsverbindungen bei eckigen Blechkanälen	477	Dachgestaltung	494
Stoßverbindungen bei Blechkanälen	477	Bezeichnungen am Dach	494
Nennweiten und Dichtheitsklassen	477	Dachformen	494
Formstücke aus Blech	477	Dachöffnungen	494
Nennweiten flexibler Rohre, zulässige Drücke und längenbezogene Masse	478	Dachneigung von Metalldächern	495
Kanalquerschnittsbestimmung	478	Dachaufbau der Metalldächer	495
Widerstandsbeiwerte für Formstücke	478	Belüftetes Metalldach	495
Druckverluste in geraden Kanälen	480	Unbelüftetes Metalldach	495
Bestimmung des Druckgefälles R im geraden waagerechten Rohr	480	Deckblech	495
Luftgeschwindigkeit v in RLT-Anlagen	480	Trennschicht	495
R-Werte für Wickelfalzrohre bei trockener Luft	481	Wärmedämmschicht	495
Druckverluste in Lüftungs- und Klimaanlage	482	Dampfsperre	495
Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal	482	Be- und Entlüftung bei belüfteten Metalldächern	495
Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlage	483	Korrosion bei Klempnerarbeiten	496
Ventilatorbauarten	483	Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten	496
Ventilatorleistung	483	Werkstoffkombination bei Klempnerarbeiten	496
Ventilatordruck	483	Schallschutz bei Metalldach- konstruktionen	497
Zusammenhang Drehzahl n, Druck p und Leistung P	484	Dimensionierung von Regenwasserleitungen	498
Ventilator Kennlinien – Radialventilator	484	Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	498
Auswahltable für Axialventilatoren	484	Regenspenden ausgewählter Orte	499
Filter für RLT-Anlagen	485	Abflussbeiwert C	500
Bauarten von Luftfiltern	485	Wirksame Dachfläche A	500
Luftverunreinigungen und Abscheidemethoden	485	Abflussvermögen vorgehängter Dachrinnen	500
Differenzdrücke bei Luftfiltern	485	Abflussvermögen von runden und quadratischen Falleleitungen	501
Partikel-Luftfilter – Klasseneinteilung	486	Beispielrechnung	501
Schwebstoff- und Hochleistungs- Schwebstofffilter – Klasseneinteilung	486	Dachrinnen und Rinnenhalter	502
Anfangswiderstände von Taschenfiltern in Lüftungsgeräten	486	Dachrinnen (Maße)	502
Bauteile für Zu- und Abluftanlagen	486	Rinnenhalter (Maße)	502
Lufterwärmer/-kühler in einer Kammeranlage	486	Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter	502
Luftauslässe	487	Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter	502
Aufbau von Lüftungs- und Klimazentralen	488	Einteilung von Dachrinnen	503
Schallschutz	488	Regenrinnen-Teiligkeit	503
Ventilator-Schalldaten (Herstellerangaben)	488	Regenrinnen-Notüberlauf	503
Größenbestimmung von Kulissenschalldämpfern	488	DIN-Bezeichnung Dachrinne	504
Zulässiger Schalldruckpegel am Arbeitsplatz	489	DIN-Bezeichnung Regenfallrohr	504
Richtwerte für Schalldruckpegel in Nichtwohnungen	489	Fallrohre und Stutzen	504
Schallschutz in Mehrfamilienhäusern	489	Regenfallrohre – Maße	504
Schalldruckpegel auf die Nachbarschaft	489	Regenfallrohre – Nähte	504
Wärmerückgewinnungssysteme	490	Trichterförmige Rinneneinhangstutzen für halbrunde Rinnen	504
Wärmerückgewinnung (WRG)	490	Haft- und Klammern	505
Wärmerückgewinnungsverfahren – Übersicht	490	Haftausführungen	505
Brandschutz in RLT-Anlagen	491	Anordnung der Schichthaft- Haft- und Befestigungsmittel, Anforderungen	506
Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen	491	Klammern als Befestigungsmittel	506
Maße von Brandschutzklappen	491	Kamineinfassung	506
Dimensionierung von Brandschutzklappen	492	Scharen und Querfalze	507
Regelung von RLT-Anlagen	493	Mindest-Werkstoffdicken der Deckbleche	507
Regelungsmöglichkeiten	493	Maximale Scharenlängen	507
Planungshinweise	493	Einfalzverluste für Bänder	507
Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage	393	Falzarten	507
		Wasserdichte Quernähte und Verbindungen	507
		Querverbindungen der Scharen	508
		Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern	508
		Schornsteinkopfbekleidungen	508

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

	Windsoglasten	509	Wasserkraftanlagen	524
	Windsoglasten bei Dächern	509	Begriffe	524
G	Windzonen	509	Wasserkraftanlagen (Übersicht)	524
	Flächeneinteilung für verschiedene Dachformen	509	Grundlegende Turbinenarten	524
	Abstände und Anzahl der Hafte	510	Hochdruckkraftwerk mit Kaplan-Turbine	524
	Windzone WZ 1	510	Gezeitenkraftwerk	524
	Windzone WZ 2	510	Berechnungsgrundlagen zu Wasserkraftanlagen	525
	Windzone WZ 3	511	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad	525
	Erneuerbare Energien	512	Turbinenwirkungsgrad	525
	Wärmepumpen	512	Einsatzgebiete der Turbinenarten	525
M	Übersicht der Wärmepumpensysteme	512	Blockheizkraftwerke	526
	Kompressionswärmepumpen	512	Aufbau und Arten	526
	Absorptionswärmepumpen	512	Berechnungsgrundlagen von BHKW	526
	Energieflussdarstellung	513	Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade	527
	Wärmeleistung	513	Wirkungsgrade (Beispieldaten)	527
	Kennzahlen	513	Betriebsarten	527
K	Leistungszahlen	513	Einbindung von BHKW in Energieerzeugungs-	
	Einstufung von Wärmepumpen	513	anlagen	527
	Auslegung von Wärmepumpenanlagen		Betriebsdaten von BHKW	528
	mittels Jahresdauerlinie	513	Geothermie	529
	Wärmepumpenanlagen nach Art		Begriffe	529
	der Wärmequelle	514	Klassifikation der Erdwärmequellen	529
	Leistungsdaten für Wärmepumpen	515	Nutzung der Erdwärme	529
	Solaranlagen	516	Anlagenschema zur direkten Nutzung	
W	Einteilung von thermischen Solaranlagen	516	für Heizzwecke	529
F	Solardaten für den Standort Deutschland	516	Umwelttechnik	530
M	Kennzahlen	516	Transport und Speicherung elektrischer	
	Ablaufschema für die Planung einer		Energie	530
	thermischen Solaranlage	517	Stromtransport	530
	Bestimmung von Kollektorfläche und		Energiespeicherung	530
	Speichervolumen	517	Zusammenhänge und Effekte der	
	Solarertrag abhängig von Neigung und		Umwelttechnik	531
	Ausrichtung	517	Emission	531
	Jahreszeitlicher Verlauf	517	Immission	531
B	Solaranlage zur Trinkwassererwärmung	517	Treibhauseffekt	531
	Solaranlage zur Trinkwassererwärmung		Umweltrecht	532
	und Heizungsunterstützung	517	Umweltstrafrecht	532
	Daten für Solarkollektoren	518	Analytik in der Umwelttechnik	533
	Biomasseanlagen	519	Instrumentelle Analytik	534
	Begriffe und Zusammenhänge	519	Summenparameter	534
	Energieinhalt von Biomasse	519	Grundlagen der Umwelttechnik	535
	Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse	519	Disperse Systeme	535
	Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse	519	Bedeutung, Fakten und Handhabung	535
	Richtwerte für Gaserträge	520	Trennen disperser Systeme	535
	Genehmigung von Biogasanlagen	520	Lösungsmittel	536
	Prozess der Biogaserzeugung	520	Gehaltsangaben	537
	Vereinfachtes Anlagenschema einer Biogasanlage	520	Anteile, Konzentrationen	537
	Aspekte zur Sicherheit von Biogasanlagen	520	Boden	538
	Feste Biomasse	521	Belastungen	538
	Verbrennungssysteme für die feste Biomasse	521	Prüfwerke	538
	Windkraftanlagen	522	Luft	539
	Begriffe	522	Gasförmige Immissionen	539
	Aufbau und Elemente einer WKA	522	Gesundheitsschädliche Stäube	539
	Unterscheidung von WKA	522	Grenzwerte für Abgasverkuste	540
	Entstehung von Wind	522	Abgasmessung	540
	Physikalische Zusammenhänge	522	Sachwortverzeichnis	541
	Umweltauswirkungen von WKA	522	Firmenverzeichnis	560
	Berechnungsgrundlage für Windkraftanlagen	523		
	Kennzahlen von Windkraftanlagen	523		
	Daten für Windkraftanlagen	52		

Normung							EN 45 020: 2007-03
Ebenen der Normung und Terminologie							
Kurzzeichen	Erläuterung	Aufgabe und Ziel					
Internationale Normen (ISO-Normen), Genf							
ISO	International Organization for Standardization (aus dem Griechischen „isos = gleich“)	Sie gibt weltweite Spezifikationen für Produkte, Dienstleistungen und Systeme, um die Qualität, Sicherheit und Effizienz zur Erleichterung des internationalen Handels zu gewährleisten.					
Europäische Normen (EN-Normen), Brüssel							
EN	Europäische Normungsorganisation CEN = Comité Européen de Normalisation	Sie harmonisiert die nationalen Normen in den Mitgliedsländern. Handelshemmnisse sollen abgebaut, gleiche Rahmen- und Wettbewerbsbedingungen für den europäischen Binnenmarkt geschaffen werden.					
Deutsche Normen (DIN-Normen), Berlin							
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.	Sie organisiert zum Nutzen der Allgemeinheit unter Wahrung des öffentlichen Interesses die Normung und Standardisierung und dient der Innovation, Sicherheit und Verständigung in Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Öffentlichkeit.					
Weitere Bezeichnungen von DIN-Normen							
DIN EN	Deutsche unveränderte Übernahme einer Europäischen Norm (EN)						
DIN EN ISO	Deutsche Übernahme von ISO oder CEN entstandenen und veröffentlichten Normen						
DIN ISO	Deutsche unveränderte Übernahme einer ISO-Norm						
DIN VDE	Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik werden gemeinsam von DIN und VDE durch die DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik) bearbeitet.						
Weitere Regelwerke							
BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz	TRD	Technische Regeln für Dampfkessel				
BlmSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung	TRG	Technische Regeln Druckgase				
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz	TRGJ	Technische Regeln für Gas-Installationen				
DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V.	TRF	Technische Regeln Flüssiggase				
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (Bonn)	TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe				
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall e. V. (Hennef)	TrinkW	Trinkwasserverordnung				
EE-WärmeG	Erneuerbare-Energien Wärmegesetz	VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V. (Frankfurt am Main)				
EnEV	Energieeinsparverordnung	VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Düsseldorf)				
FeuVo	Feuerungsverordnung	VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen				
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung	W	Arbeitsblätter zur Trinkwasserverordnung TrinkW				
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie	WHG	Wasserhaushaltsgesetz				
TRB	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung	ZVSHK	Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima (Sankt Augustin)				
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten						
Benennung							
Begriff	Norm	Teil einer Norm	Beiblatt	Entwurf	Vornorm	Gültigkeitsdatum	
Beispiel	DIN 16893	DIN 422-2	DIN EN 12831 Bbl. 2	E DIN 1999-100	DIN V 4107	DIN EN 673 2011-04	

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

G

M

K

W
F
M

B

E

S
H
K

EE
U

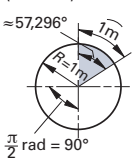
Griechisches Alphabet							
Kleinbuchstabe	Großbuchstabe	Name	Verwendung, Größe	Kleinbuchstabe	Großbuchstabe	Name	Verwendung, Größe
α	A	Alpha	Winkel, Längenausdehnung	ν	N	Ny	kinematische Viskosität
β	B	Beta	Winkel	ξ	Ξ	Xi	Massenanteile
γ	Γ	Gamma	Winkel	o	O	Omikron	Oberfläche, Oktave
δ	Δ	Delta	Winkel, Differenz	π	Π	Pi	Ludolph'sche Zahl 3,14159
ϵ	E	Epsilon	Emissionskoeffizient, Dehnung	ρ	P	Rho	Dichte
ζ	Z	Zeta	Widerstandsbeiwert	σ	Σ	Sigma	Spannung, Summe
η	H	Eta	Wirkungsgrad	τ	T	Tau	Schubspannung
ϑ	Θ	Theta	Temperatur in °C	υ	Y	Ypsilon	Geschwindigkeit
ι	I	Jota	nicht das Geringste	φ	Φ	Phi	Luftfeuchte, Wärmestrom
κ	K	Kappa	Isotropen-/Adiabatenexponent	χ	X	Chi	Stoffmengenanteil
λ	Λ	Lambda	Wärmeleitfähigkeit	ψ	Ψ	Psi	Abflussbeiwert
μ	M	My	Rauigkeit	ω	Ω	Omega	elektrischer Widerstand

Römische Zahlzeichen					
Römische Ziffern	Arabische Ziffern	Römische Ziffern	Arabische Ziffern	Römische Ziffern	Arabische Ziffern
I	1	XX	20	CC	200
II	2	XXX	30	CCC	300
III	3	XL	40	CD	400
IV	4	L	50	D	500
V	5	LX	60	DC	600
VI	6	LXX	70	DCC	700
VII	7	LXXX	80	DCCC	800
VIII	8	XC	90	CM	900
IX	9	C	100	M	1000
X	10				

Zeichen nebeneinander addieren. Kleinere Zahlen folgen größeren, max. 3 gleiche Zeichen aufeinander (III, XXX, CCC, MMM); V, L, D nie mehrfach (VV ist XI)

MDCLXXXVII = 1687	MMIII = 2003
MCMXCIX = 1999	XCIX = 99

Mathematische Zeichen					
Auswahl nach DIN 1302: 1999-12					
Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter bis	-	minus, weniger	Δ	Delta, Zeichen f. Differenz
=	gleich	\sqrt{a}	Quadratwurzel aus a	\cong	kongruent
\neq	nicht gleich, ungleich	\cdot, \times	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	\equiv	identisch
\sim	proportional	$:, /, -$	durch, geteilt durch, dividiert durch	\sphericalangle	Winkel
\approx	annähernd, nahezu gleich, rund, etwa	%	Prozent, von Hundert	\overline{AB}	Strecke AB
$\hat{=}$	entspricht	‰	Promille, von Tausend	\widehat{AB}	Bogen AB
<	kleiner als	{, }, { }	runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu	Σ	Summe
>	größer als		parallel	e	Euler'sche Zahl e = 2,718 281 828 ...
\geq	größer oder gleich, mindestens gleich	\neq	nicht parallel	π	Pi = 3,141 59...
\leq	kleiner oder gleich, höchstens gleich	\perp	rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	∞	unendlich
+	plus, mehr, und	tan	Tangens	log	Logarithmus (allgemein)
sin	Sinus	cot	Cotangens	lg	Zehnerlogarithmus
cos	Cosinus			ln	natürlicher Logarithmus
				lb	binärer Logarithmus

SI-Basiseinheiten ¹⁾								DIN 1301-1: 2010-10				
Größe	Länge	Masse	Zeit	Elektrische Stromstärke	Thermodynamische Temperatur	Stoffmenge	Lichtstärke					
Einheitenname	Meter	Kilogramm	Sekunde	Ampere	Kelvin	Mol	Candela					
Einheitenzeichen	m	kg	s	A	K	mol	cd					
1) SI ist die Abkürzung für „Système International d’Unités“ (Internationales Einheitensystem)												
Formelzeichen, Größen, Einheiten												
Größe	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung								
		Name	Zeichen									
Länge, Fläche, Volumen, Winkel												
Länge Breite Höhe, Tiefe Radius Durchmesser Dicke Umfang Weglänge	<i>l</i>	Meter	m		m	dm	cm	mm				
	<i>b</i>			1 km	1000	10 000	100 000	1 000 000				
	<i>h, t</i>			1 m	1	10	100	1 000				
	<i>r</i>			1 dm	0,1	1	10	100				
	<i>d, ∅</i>			1 cm	0,01	0,1	1	10				
	<i>d, D</i>			1 mm	0,001	0,01	0,1	1				
	<i>U</i>			1 µm	0,000 001	0,000 01	0,000 1	0,001	0,001			
	<i>s</i>			Ablesebeispiel: 1 dm = 0,1 m = 10 cm = 100 mm								
	Fläche Oberfläche Querschnittsfläche Grundstücksfläche			A	Quadratmeter	m ²		m ²	dm ²	cm ²	mm ²	
A, Q, S		1 m ²	1	100			1 000	10 000 000				
		1 dm ²	0,01	1			100	10 000				
A		1 cm ²	0,000 1	0,01	1	100						
		1 mm ²	0,000 001	0,000 1	0,01	1						
Ablesebeispiel: 1 dm² = 0,01 m² = 100 cm² = 10 000 mm²												
Volumen	V	Kubikmeter	m ³		m ³	dm ³ (l)	cm ³ (ml)	mm ³				
				1 m ³	1	1 000	1 000 000					
				1 dm ³ (l)	0,001	1	1 000	10 000 000				
				1 cm ³ (ml)	0,000 001	0,01	1	1 000				
Ablesebeispiel: 1 dm³ = 0,001 m³ = 1 000 cm³ = 1 000 000 mm³												
ebener Winkel (Winkel) ≈ 57,296°  $\frac{\pi}{2} \text{ rad} = 90^\circ$	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$	Radiant	rad	$1 \text{ rad} = \frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Bogen)}} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,2957 \dots^\circ$								
		Vollwinkel		1 Vollwinkel = $2 \cdot \pi$ rad								
		Grad		1° = $(\pi/180)$ rad = 60'								
		Minute		1' = $(1/60)^\circ = 60''$								
		Sekunde		1'' = $(1/60)' \text{ rad} = (1/3600)^\circ$								
Mechanik												
Masse	<i>m</i>	Kilogramm	kg	1 kg	1000 g	0,001 mg (t)						
				1 Mg (t)	1 000 000 g	1000 kg						
längenbezogene Masse	<i>m'</i>	Kilogramm pro Meter	kg/m	Berechnung der Masse bei Stäben, Profilen, Rohren, Heizkörpern								
flächenbezogene Masse	<i>m''</i>	Kilogramm pro Quadratmeter	kg/m ²	Berechnung der Masse bei Blechen und Platten								
spezifisches Volumen	<i>v</i>	Kubikmeter pro Kilogramm	m ³ /kg	1 m ³ /kg	1000 dm ³ /kg	1 dm ³ /g						

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

Formelzeichen, Größen, Einheiten (Fortsetzung)								
Größe	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung				
		Name	Zeichen					
Mechanik (Fortsetzung)								
Dichte (vom Ort abhängige Größe)	ρ	Kilogramm pro Kubikmeter	kg/m ³		g/cm ³	kg/dm ³	kg/m ³	
				1 kg/m ³	0,001	0,001	1	
Kraft Gewichtskraft	F F_G	Newton	N		mN	N	daN	kN
				1 mN	1	0,001	0,000 1	0,000 001
				1 N	1000	1	0,01	0,001
				1 kN	1 000 000	1 000	100	1
				1 MN	10 ⁹	1 000 000	100 000	1 000
1 N = 1 kg · 1 m/s² = 1 kg m/s²								
Drehmoment Biegemoment Torsionsmoment	M M_b M_k	Newton mal Meter	Nm		Ncm	Nm	kNm	
				1 Nm	100	1	0,001	
Druck mechanische Spannung	p σ, τ	Pascal	Pa		Pa	mbar, hPa	bar	N/cm ²
				1 Pa	1	0,01	0,000 01	0,000 1
		Newton pro Millimeter hoch zwei	N/mm ²	1 mbar, 1 hPa	100	1	0,001	0,01
				1 bar	100 000	1 000	1	10
				1 N/cm ²	10 000	1 000	0,1	1
1 Pa = 1 N/m² = 1 bar = 10 mWS; 1 mbar = 1 hPa								
Arbeit ¹⁾ Energie Wärmemenge	W E, W Q	Joule	J		kWh	J	kJ	MJ
				1 kWh	1	3 600 000	3 600	3,6
				1 J	2,7 · 10 ⁻⁷	1	0,001	0,000 001
				1 kJ	0,000 277 8	1 000	1	0,001
				1 MJ	0,27	1 000 000	1 000	1
1 J = 1 N · m = 1 W · s = 1 kgm²/s²								
Leistung mechanisch Wärmestrom	P \dot{Q}, Φ	Watt	W		mW	W	kW	MW
				1 mW	1	0,001	0,000 001	10 ⁻⁹
				1 W	1 000	1	0,001	0,000 001
				1 kW	1 000 000	1 000	1	0,001
				1 MW	10 ⁹	1 000 000	1 000	1
1 W = 1 J/s = 1 Nm/s								
Volumenstrom	\dot{V}	Liter pro Sekunde	l/s	1 l/s = 60 l/min = 3600 l/h = 3,6 m ³ /h				
Zeit								
Zeit Zeitspanne Dauer	t	Sekunde Minute Stunde Tag Jahr	s min h d a		s	min	h	d
				1 s	1	1/60	1/3 600	1/86 400
				1 min	60	1	1/60	1/1 440
				1 h	3 600	60	1	1/24
				1 d	86 400	1 440	24	1
				1 a	31 556 952	525 949,2	8765,82	~365
1 W = 1 J/s = 1 Nm/s								
Frequenz	f, ν	Hertz	Hz	Anzahl periodischer Vorgänge pro Sekunde 1 Hz = 1/s = s ⁻¹				
Drehzahl Kreiszfrequenz Periodendauer	n ω T	Hertz	Hz	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$				
			1/s					
			1/min					
			1/s					
		Sekunde	s					

G

M

K

W
F
M

B

E

S
H
KEE
U

Formelzeichen, Größen, Einheiten (Fortsetzung)							
Größe	Formelzeichen	Einheit		Umrechnung, Erklärung			
		Name	Zeichen				
Zeit (Fortsetzung)							
Geschwindigkeit	v	Meter pro Sekunde	m/s		m/s	m/min	km/h
Umfangsgeschw.	v	Kilometer pro Stunde	km/h	1 cm/s	0,01	16,667	1
Lichtgeschw.	c			1 m/s	1	60	3,6
Winkelgeschw.	ω	Radian pro Sekunde	rad/s	1 m/min	0,01667	1	0,06
				1 km/h	0,2778	16,667	1
Beschleunigung	a	Meter pro Sekunde hoch zwei	m/s^2	Wirkungsrichtung: beliebig Wirkungsrichtung: zum Erdmittelpunkt $g = 9,80665 \text{ m/s}^2 \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ Wird meist als Normalfallbeschleunigung angegeben.			
örtliche Fallbeschleunigung	g						
Winkelbeschleunigung	α	Radian pro Sekunde hoch zwei	rad/s^2				
Thermodynamik und Wärmeübertragung							
Thermodynamische Temperatur	T, t	Kelvin	K	$T = 0 \text{ K} = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$			
Temperaturdifferenz	$\Delta T, \Delta\vartheta, \Delta\theta$			z. B. $\Delta\vartheta = 55 \text{ }^\circ\text{C} - 45 \text{ }^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$			
Temperatur	ϑ, θ	Grad Celsius	$^\circ\text{C}$	$\vartheta = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$			
spezifische Wärmekapazität	c	Kilojoule durch Kilogramm mal Kelvin	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	Die spezifische Wärmekapazität wird oft für Wasser angegeben mit: $c = 4,180 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ bzw. $c = 1,163 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$			
Wärmestrom	\dot{Q}, Φ	Watt	W	1 Wh = 3600 Ws = 3,6 kJ 1 kWh = 1000 Wh = 3600000 Ws 1 kWh = 3600 kJ = 3,6 MJ			
Wärmeleitzahl	λ	Watt durch Meter mal Kelvin	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$				
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)	U	Watt durch Meter hoch zwei mal Kelvin	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	früher k -Wert			
Wärmeübergangszahl	α	Watt durch Meter mal Kelvin	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$				
Brennwert	$H_s, H_{s,n}$	Kilowattstunden durch kg oder m^3	kWh/kg oder kWh/m^3	früher: oberer Heizwert H_o oder $H_{o,n}$ Index „s“ steht für superior = höher Index „n“ steht für Normzustand			
Heizwert	$H_i, H_{i,n}$	Kilowattstunden durch kg oder m^3	kWh/kg oder kWh/m^3	früher: oberer Heizwert H_u oder $H_{u,n}$ Index „i“ steht für inferior = unterer Index „n“ steht für Normzustand			
Elektrizitätslehre, Elektrotechnik							
Elektrische Stromstärke	I	Ampere	A	1 A = 1000 mA = 0,001 kA			
Elektrische Spannung	U	Volt	V	1 V = 1000 mV = 0,001 kV			
Elektrischer Widerstand	R	Ohm	Ω	1 Ω = 1000 m Ω = 0,001 k Ω			
Energie, Elektrische Arbeit	W	Joule	J	1 J = 1 W · s = 1 N · m 1 kWh = 3,6 MJ, 1 Wh = 3,6 kJ			
Leistung, Wirkleistung	P	Watt	W	1 J = 1 J/s = 1 N · m/s 1 W = V · A			

G

M

K

W
F
M

B

E

S
H
K

EE
U

Indizes (Auszug)

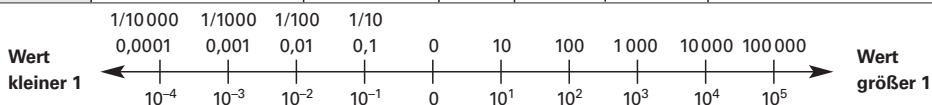
Index	Bedeutung	Index	Bedeutung	Index	Bedeutung
0	null, leerer Raum, Leerlauf	G	Gewicht	pot	potenziell
1	eins, primär, Eingang	geo	geodätisch	rad	radial
2	zwei, sekundär, Endzustand	ges	gesamt	rel	relativ
a	außen	ing	Eingang (ingressus)	R	Reibung
ab	abgegeben	int	innen (intus)	stat	stationär, statisch
abs	absolut	kin	kinetisch	tan	tangential
amb	umgebend (ambient)	max	maximal	verf	verfügbar
ax	axial	mec	mechanisch	zu	zugeführt
e	überschreitend (extens)	mes	gemessen	zul	zulässig
ex	Ausgang, außen (exterior)	min	minimal	Δ	Differenz
eff	effektiv	N	Normal	Σ	Summe

Britische und US-Einheiten (Auswahl)

Größe/Einheit	Name	SI-Einheit	Größe/Einheit	Name	SI-Einheit
Länge 1 in bzw. 1"	inch (Zoll)	25,4 mm	Volumenstrom 1 gpm	gallon per minute	GB: 0,07577 l/s USA: 0,06309 l/s
Fläche 1 sq in	square inch	6,452 cm ²	Massenstrom 1 oz/min	ounce per minute	0,4725 g/s
Volumen 1 cu in	cubic inch	16,39 cm ³	Spezifische Wärme- kapazität	1 btu/(lb deg F)	4,1886 kJ/(kg · K)
1 U.S. gal	U.S.-gallon	3,785 dm ³	Wärme- leitfähigkeit	1 btu/(ft·h deg F)	1,7306 W/(m · K)
1 Imp. gal	Imperial-gallon	4,546 dm ³	Leistung 1 hp bzw. 1 Hp	horse power	0,7457 kW
Masse 1 gr	grain	64,80 mg			
1 oz	ounce	31,10 g			

Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten

Mathematik			SI-Einheiten			
Zehnerpotenz	Zahlenwert	Name	Vorsilbe		Beispiel	
			Name	Zeichen	Einheit	Bedeutung
10 ¹²	1 000 000 000 000	Billion	Tera	T	1 TB	1 Tera-Byte
10 ⁹	1 000 000 000	Milliarde	Giga	G	16 GB	16 Giga-Byte
10 ⁶	1 000 000	Million	Mega	M	56 MBjt/s	56 Mega-Bit pro Sekunde
10 ³	1 000	Tausend	Kilo	k	70 kg	70 Kilo-Gramm
10 ²	100	Hundert	Hekto	h	3 hPa	3 Hekto-Pascal
10 ¹	10	Zehn	Deka	da	1 daHz	1 Deko-Hertz
10 ⁰	1	Eins	–	–	5 · 1 m	5 Meter
10 ⁻¹	0,1	Zehntel	Dezi	d	4 dl	4 Dezi-Liter
10 ⁻²	0,01	Hunderstel	Zenti	c	23 cm	23 Zenti-Meter
10 ⁻³	0,001	Tausendstel	Milli	m	6 mm	6 Milli-Meter
10 ⁻⁶	0,000 001	Millionstel	Mikro	μ	50 μ A	50 Mikro-Ampere
10 ⁻⁹	0,000 000 001	Milliardstel	Nano	n	10 nm	10 Nano-Meter
10 ⁻¹²	0,000 000 000 001	Billionstel	Piko	p	30 pF	30 Pico-Farad



Umwandlung von Zahlen in Produkte mit Zehnerpotenz:

$$3700 = 3,7 \cdot 1000 = 3,7 \cdot 10^3; \quad 0,06 = 6/100 = 6 \cdot 10^{-2}; \quad 16,5 \mu = 16,5 \cdot 10^{-6} = 0,0000165$$