



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

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, 51379 Leverkusen, www.rktypo.com
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald und
Michael M. Kappenstein, 60594 Frankfurt/Main
Druck: Plump Druck&Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

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 Ablesbeispiele 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 Rohdaten	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
Vereinigtes Gasgesetz	66
Anschlusswert, Einstellwert und Düsendruck	66
Wärmestrahlung	67
Wärmestrom	68
Wärmeleitung	68
Wärmeübergang	68
Stoffwerte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	69
Bauphysik	71
Feuchtigkeitschutz	71
Schwitzwasserbildung	71
Schallschutz	74
Schalldruck	75
Hörschwellendruck und Schmerzwellen	75
Schalldruckpegel, Schalleleistungspegel	75
Lautstärkepegel	76
Schallbewertung	77
Gesamtschalldruck	77
Reflexion, Absorption, Dissipation, Transmission	78
Schallschutzmaßnahmen	78
Schalldämpfung und Schalldämmung	78
Brandschutz	79
Baustoffklassen	79
Widerstandsklassen nach DIN 4102	80
Korrosionsschutz	81
Korrosionsarten und ihre Erscheinungsformen	81
Elektrochemische Spannungsreihe	81
Korrosionsschutz – Übersicht	81
Festigkeitslehre und Statik	82
Zugspannung	82
Druckspannung	82
Scherspannung	82
Dehnung und Verlängerung	82
Elastizitätsmodul	82
Torsion	83
Biegung	83
Belastungsfälle	83
Grenzspannung	84
Gleichmäßig verteilte Nutzlasten	85
Technische Kommunikation	86
Grundlagen der Technischen Zeichnung	86
Normschrift	86
Papierformate	86
Maßstäbe	86
Geometrische Grundkonstruktionen	87
Linienarten	88
Isometrische Projektion und besondere Darstellungen	89
Normalprojektionen	89
Axonometrische Projektionen	89
Darstellungsregeln	90
Schnittdarstellungen	91
Maßeintragung	92
Abwicklung von Körpern	94
Bauzeichnungen	95
Planungsstufen, Bauzeichnungen, Maßstäbe	95
Ansichten und Schnitte	95
Kennzeichnung von Schnittflächen	96
Linienarten in Bauzeichnungen	96

Maßeintragung und Schnittverlauf	97
Darstellung von Treppen	98
Darstellung von Türen	98
Darstellung angehängter Decken	98
Abkürzungen in Bauzeichnungen	99
Darstellung von Schlitz- und Aussparungen	99
Maße für Schlitz- und Aussparungen	99
Sinnbilder	100
Zeichnen von Sinnbildern	100
Sinnbilder Trinkwasserinstallation	100
Sanitäre Ausstattungsgegenstände	103
Abwassertechnik	103
Gastechnik	104
Heizungstechnik	104
Lüftungs- und Klimatechnik	105
Steuerungs- und Regeleinrichtungen	106
Elektrotechnik	106
Darstellung von Schweiß- und Lotnähten	107
Werkstoffkunde	108
Grundlagen der Werkstoffkunde	108
Einteilung der Werkstoffe	108
Von Feinstruktur zur Grobstruktur und zum Gefüge	109
Zweistofflegierungen und Zustandsschaubilder	110
Legierungsmetalle und nichtmetallische Legierungselemente	111
Technische Werkstoffe	112
Eisenwerkstoffe	112
Eisen-Gusswerkstoffe	112
Einteilung von Gusseisen	113
Stahl	114
Einteilung der Stähle	114
Stahlbezeichnungen	115
Kupfer – Eigenschaften	116
Kupfer und Kupferlegierungen	117
Aluminium und Aluminiumlegierungen	118
Kunststoffe	119
Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe	121
Arbeitshilfen und Literatur zur Werkstoffkunde	121
Fertigungs- und Montagetechnik	122
Prüfen, Messen, Lehren	122
Längen- und Formprüfmittel	122
Richtungsprüfmittel	122
Fertigungsverfahren	123
Einteilung der Fertigungsverfahren	123
Sägen	123
Bohren	124
Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	124
Drehfrequenz (Drehzahl)-Diagramm	125
Hauptnutzungszeit und Vorschubweg	125
Schleifen	126
Thermisches Trennen	127
Fügeverbindungen	127
Gewinde	128
Whitworth-Rohrgewinde	128
Metrische ISO-Gewinde	129
Schrauben und Muttern	130
Schraubenbezeichnung	130
Festigkeitsklassen von Schrauben	130

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

Festigkeitsklassen von Muttern	130	Aufbauorganisation im SHK-Handwerk	154
Muttern – Übersicht	130	Ablauforganisation und Einsatzplanung	155
Schrauben – Übersicht	131	Projektmanagement	155
Unterlegscheiben / Pressverbindungen	133	Qualitätsmanagement	155
Löten	134	Qualitätssicherungssysteme	155
Lötverbindungen	134	Buchführung im SHK-Betrieb	156
Weichlöten, Flussmittel, Lote	134	Überblick	156
Hartlöten, Flussmittel, Lote	135	Randbedingungen der Buchführung	156
Schweißen	135	Klassifizieren von Belegen	156
Übersicht über Schweißverfahren	135	Bearbeitung von Buchungsbelegen	156
Gasschmelzschweißen	136	Belegnummernsystem	156
Kennzeichnung von Druckgasflaschen	136	Kontenrahmen	157
Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen	136	Bilanz	157
Metallschutzgasschweißen	137	Gewinn- und Verlustrechnung	157
Drahtelektroden, Schutzgase	137	Kostenrechnung und Kalkulation	158
Kleben	138	Begriffe und Abgrenzungen	158
Befestigungselemente	139	Teilgebiete der Kostenrechnung	158
Dübel	139	Betriebsabrechnungsbogen (BAB)	159
Rohrbefestigungselemente	141	Kalkulation im SHK-Betrieb - Übersicht	159
Rohrschellen	144	Lohngruppen und Stundenlohn	159
Befestigungsabstände für Rohrschellen	145	Zusammensetzung von Personalkosten	159
Betriebswirtschaftslehre	146	Zuschlagkalkulation	160
Betriebswirtschaftslehre – Übersicht	146	Stundenverrechnungssatz	160
Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb	146	Einheitspreiskalkulation	160
Einflussfaktoren des Umfeldes	146	Controlling	161
Material- und Finanzmittelfluss	146	Controlling im SHK-Betrieb	161
Materialbeschaffung in SHK-Betrieb	147	Kennzahlen der betrieblichen Tätigkeit	161
Ablauf der Materialbeschaffung	147	Kennzahlen der Kosten- und Leistungsstruktur	161
Beschaffungsmarkt erkunden und		Kennzahlen der Bilanz und betrieblichen Stabilität	161
Lieferanten finden	147	Bauvertragsrecht	162
Bezugspreise berechnen	147	Vertragsarten	162
Nicht geldbezogene Faktoren	147	Werkvertrag und VOB	162
Nutzwertanalyse	147	Elektrotechnik / Messen /	
Kaufvertrag	148	Steuern und Regeln	164
Leistungsstörungen aus Verträgen	148	Elektrotechnik	164
Leistungserstellung im SHK-Betrieb	149	Bestandteile eines Stromkreises	164
Kundenauftrag im SHK-Betrieb	149	Ohm'sches Gesetz	164
Ablauf der Leistungserstellung	149	Elektrisches Feld	164
Kundenkontakte	149	Spezifischer Widerstand	165
Phasen der Leistungserstellung	150	Temperaturabhängiger Widerstand	165
Marktforschung, Marketing und Vertrieb	151	Kirchhoffsche Gesetze	165
Grundbegriffe	151	Magnetisches Feld	165
Unterprozesse der Marktforschung	151	Stern-Dreieck-Umwandlung	166
Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel)	151	Reihen-, Parallel- und Gemischte Schaltungen	166
Marktprognose im SHK-Betrieb	151	Strom- und Spannungsarten	167
Instrumente des Marketings im SHK-Betrieb	152	Strom- und Spannungsformen	167
Produkt-/Sortimentsanalyse	152	Arithmetischer Mittelwert	167
Begriffe der Sortimentspolitik	152	Quadratischer Mittelwert	167
Produktlebenszyklus	152	Elektrische Leistung	168
Produktelimination	152	Elektrische Arbeit	168
Service im SHK-Betrieb	152	Elektrischer Wirkungsgrad	168
Kommunikationspolitik: Arten der Werbung	153	Stromversorgungssysteme	169
Regeln für Werbung	153	Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik	170
Ablauf einer Werbemaßnahme	153	Wirkung des Stromes	170
Preis- und Konditionenpolitik	153	Schutzarten	171
Distributionspolitik	153	Schutz gegen elektrischen Schlag	171
Leitung und Verwaltung im SHK-Handwerk	154	Reststromgerät RCD	171
Rechtsformen	154	Überwachung mit RCM	171
Organisation im SHK-Handwerk	154	Überwachungsrelais	171
		Spannungsebenen	172

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
Installationsschaltungen	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 (O ₂ -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 Grundsicherungen	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
Eckreguliertventile, Kombi-ventile	213
Auslaufarmaturen	214
Unterputzeinbaukörper 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

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

Rohrunterbrecher A2	220	Auswahl des Wassererwärmers	254
Rohrtrenner EA1, Rohrtrenner EA2, Rohrtrenner EA3	221	Zirkulation, Begleitheizung	255
Rückflussverhinderer	222	Ziele Arbeitsblatt DVGW W551, W553	255
Rohrbelüfter (Bauform C)	222	Kurzverfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553	255
Sicherungskombination	222	Vereinfachtes Verfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553	255
Inspektions- und Wartungsplan	223	Zirkulationspumpen	256
Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik	223	Begleitheizung, Inliner-System	257
Rohre aus unlegiertem Stahl	224	Elektrische Begleitheizung	257
Tempergussfittings	224	Anschlussarten von Trinkwassererwärmern	258
Edelstahl-Rohre, Pressfittings	226	Vorgeschriebene Armaturen in der Kaltwasserleitung vor TWE	259
Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen	228	Sicherheitsventile für geschlossene Trinkwassererwärmer	259
Lötfittings für Kupferrohre	228	Membran-Druckausdehnungsgefäße für Trinkwasser	260
Kupfer Pressfittings	231	Schutz des Trinkwassers vor Legionellen	260
Rohrkenngößen, Kunststoff	232	Wärmedämmung von Trinkwarmwasserleitungen	262
PVC-C-Rohre, Fittings	232	Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	264
Metallverbundrohre, Fittings	234	Brandklassen, Feuerlöscher, Löschmittel	264
Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen	235	Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	264
Spülen von Trinkwasserleitungen	235	Löschwasserverteilsysteme	264
Dimensionierung trinkwassertechnischer Anlagen	236	Schmelzlot- und Glasfasssprinkler	265
Verfahrensablauf zur Dimensionierung DIN EN 806-3 oder 1988-300	236	Funktionsschema einer Sprinkleranlage	265
Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-3	237	Verhalten im Brandfall, Brandschutzordnung A	265
Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3	238	Sanitäre Einrichtungen	266
Berechnungen nach DIN 1988-300	238	Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	266
Berechnungsdurchflüsse	239	Seitliche Abstände von Stellflächen in Bädern und WC-Räumen	266
Summendurchfluss	239	Bewegungsflächen	267
Spitzendurchfluss	240	Sanitäre Mindestausstattung in Wohnungen	268
Verfügbare Druckdifferenz für Rohrreibung und Einzelwiderstände	241	Einrichtungsgegenstände für unterschiedliche Gebäude	268
Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle, rechnerische Fließgeschwindigkeit	241	Werkstoffe für Sanitärgegenstände	269
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerksleitungen und Einzelleitungen	242	Farbtöne von Sanitärobjekten	269
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerks-Verteilern	243	Farb- und Raumgestaltung von Bädern	270
Richtwerte für Druckverluste in Einzelleitungen	243	Maße, Montage Maße sanitärer Einrichtungsgegenstände	271
Zirkulationsleitungsberechnung	243	Waschtische	271
Rohrreibungsdruckgefälle Gewindeohr	244	Badewannen	271
Rohrreibungsdruckgefälle nichtrostender Stähle	245	Duschwannen	272
Rohrreibungsdruckgefälle Kupferrohr	246	Sitzwaschbecken	272
Rohrreibungsdruckgefälle PVC-U-Rohr	247	Klosettanlagen	273
Rohrreibungsdruckgefälle Verbundrohr	248	Fliesengerechte Installation	274
Druckverluste aus Einzelwiderständen	248	Elastische Fugen in Sanitärräumen	274
Grafische Symbole und Richtwerte für Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen	249	Barrierefreie Installation	275
Druckerhöhungsanlagen	250	Abwasser- und Abscheideanlagen	276
Ausführungsarten von Druckerhöhungsanlagen	250	Arten von Abwässern, Schmutz- und Regenwasser	276
Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf verschiedener Gebäudetypen	251	Normen	276
Maximaler Förderstrom	251	Systemübersicht	276
Auslegung einer Druckerhöhungsanlage (DEA)	251	Schutz vor Überflutung	276
Druckwasserbehälter	251	Füllungsgrad, Gefälle	277
Trinkwassererwärmungsanlagen	252	Verlegerichtlinien liegender Leitungen innerhalb von Gebäuden	277
Ermittlung des Wärmebedarfs	252	Verlegerichtlinien Fallleitungen	278
Ermittlung der Bedarfskennzahl <i>N</i>	252	Richtungsänderungen von Schmutzwasserfallleitungen	278
Zapfstellenbedarf je Wohnung	253	Mehrfach verzogene Fallleitungen (Terrassenhäuser)	280
Sanitäre Ausstattung der Wohnung	253	Lüftungsarten und Verlegeregeln	280
Statistischer Warmwasserbedarf	253		
Warmwasserbedarf im Haushalt	253		
Speicherwassererwärmer, indirekt beheizt	254		

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 \dot{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

	Prüfung und Inbetriebnahme von Flüssiggasanlagen	328	Norm-Heizlast	355
G	Rohrweitenbestimmung von Flüssiggasleitungen, Diagrammverfahren	328	Prozess zur Berechnung der Norm-Heizlast	355
	Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar	328	Grundlagen zur Heizlastberechnung	356
	Einzelzuleitungen Kupfer-/Edelstahlrohr	328	Wärmedurchgang durch Bauteile und Temperaturverlauf	357
	Einzelzuleitungen Präzisionsstahlrohr	329	Wärmeübertragung	357
	Mitteldruckleitungen $\Delta p > 100$ mbar	329	Wärmedurchgangskoeffizient (U -Wert)	357
	Kupfer-/Edelstahlrohr	329	Wärmeleitfähigkeit	358
	Präzisionsstahlrohr	329	Wärmedurchlasswiderstand	359
M	Niederdruckleitungen, Tabellenverfahren	330	Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster und Fenstertüren	360
	Druckverluste für Gasströmungswächter	330	Berechnung der Norm-Heizlast	361
	Druckverluste für Gaszähler	330	Norm-Außentemperaturen	366
	Druckverluste für Absperrarmaturen	330	Klimazonen und Jahresmittel-Außentemperaturen	367
	Druckverluste für Geräteanschlussarmaturen	331	Norm-Innentemperaturen	367
	Druckverluste für Rohrleitungen	331	Luftwechselszahlen	368
	Gasgerätearten nach Luft- und Abgasführung	332	Höhenkorrekturfaktor	368
	Verbrennungsluftversorgung und Abgasführung von Gasgeräten	333	Innentemperaturabfall bei Altbauten	368
K	Aufstellbedingungen für Gasgeräte	333	Wiederaufheizfaktoren	369
	Kennzeichnung von Gasgeräten	334	Wärmeübergangskoeffizient	370
	Geräteschild nach Gasgeräte-richtlinie	334	Temperatur-Reduktionsfaktor	371
	Aufschlüsselung Ländercode	334	Wärmebrückenzuschlag	371
	Aufschlüsselung Jahreszahl	334	Norm-Heizlast, Formblatt	372
	Verbrennungsluftversorgung von Gasgeräten	334	Transmissions-Heizlast	373
W	Verbrennungsluftverbund	335	Lüftungsheizlast	374
F	Anrechenbare Nennleistung	335	Energieeinsparverordnung	375
M	Abgastechnik		Energieeinsparverordnung EnEV 2014	375
	Abgas-Verbindungsstücke und Material	336	Geltungsbereich	375
	Abgasführung über Dach	336	Änderungen im Vergleich zur EnEV 2009	376
	Mündungen in der Fassade	337	Energieausweis	377
	Heizungstechnik	338	Gültigkeit älterer Energieausweise	378
	Allgemeine Grundlagen	338	Energieanforderungen an Neubauten	379
B	Planung, Ausführung, Betrieb und Kosten	338	Anforderung an Wohngebäude	380
	Kennzeichen von Heizungsanlagen	339	Anforderung an Nichtwohngebäude	382
	Heizungsarten	340	Wärmedurchgangskoeffizienten für Nichtwohngebäude	385
	Richtlinien zum Immissionsschutz	341	Jahres-Primärenergiebedarf	385
	Grenzwerte Feuerungsanlage fester Brennstoffe	342	U -Werte für Wohn- und Nichtwohngebäude	386
	Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger	342	Gebäudedichtheit	386
	Aufstell- und Heizraum	343	Sonnenschutzanforderungen	386
	Verbrennungsluftleitungen für Heizräume	344	Wärmedämmung von Rohrleitungen	387
E	Abluftquerschnitt bei Heizräumen	344	Transmissionswärmeverlust	388
	Brennstofflagerräume	344	Anlagenaufwandszahl, Anlagentyp 1	388
	Bestandteile, Angebot und Abnahme einer Heizungsanlage	345	Anlagenaufwandszahl, Anlagentyp 2	389
	Wirtschaftlichkeit und Kosten einer Heizungsanlage	346	Anlagenaufwandszahl, Anlagentyp 3	389
	Heizkostenverordnung	347	Bemessung von Raumheizeinrichtungen	390
	Nutzungsdauer der Anlagenkomponenten und Verbrauchskosten	348	Heizkörperauslegung für Einrohrheizung	390
S	Vollkosten für Heizungs- und Warmwassersystem	349	Heizkörperauslegung für Zweirohrheizung	391
H	Jährliche Energiekosten von Heizungs- und TWW-Anlage	350	Untergruppen der Heizflächen	392
K	Zusammensetzung der Heizkosten bei Zentralheizungen	353	Heizkörperberechnungen	392
	Verbrauchsabhängige Kosten	353	Minderungsfaktoren, Drücke	394
EE	Wärmemengenzähler	353	Umrechnungsfaktor f_u	395
U	Verbrennung	354	Radiatoren	396
	Verluste und Wirkungsgrade	354	Spezialradiatoren	397
	Nutzungsgrade	354	Fachheizkörper, Befestigungen	398
			Konvektoren	399
			Rohrheizkörper	401
			Deckenstrahlplatten	402
			Fußbodenheizung – Auslegung	404
			Aufteilung von Heizflächen	406
			Fußboden-Oberflächentemperatur	407

Verlegeabstand	407
Fußbodenaufbau	408
Fußbodenbeläge	409
Rohrbedarf pro Heizkreis	409
Druckverlust-Diagramme	410
Rohmetz	411
Rohrnetzauslegung	411
Rohre in der Heizungstechnik	411
Stahlrohre	412
Präzisionsstahlrohre	413
Kupferrohre	413
Kunststoffrohre aus Polybuten	414
Rohre aus Polyethylen	414
Rohre aus PE-MDX	415
Rohre aus Polypropylen	415
Verbundrohre PE-X	415
Rohrverbindungen	416
Wärmeverteilungssysteme	416
Rohrsysteme	417
Rohrnetzberechnung	417
Rohrinnenweiten und Druckverluste	418
Druckverluste durch Einzelwiderstände	419
Druckverluste für Präzisionsstahlrohr	419
Druckverluste durch Kupferrohre	420
Druckverluste durch Stahlrohre	421
Druckverluste durch PE-X-Rohre	422
Druckverluste durch Drei-/Vierwegmischer	422
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände	423
Hydraulischer Abgleich	424
Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich	424
Einstellung von Abgleicheinrichtungen	424
Einstellungen an Heizkörper-Armaturen	425
Auswahl hydraulischer Strangregler	426
Hydraulische Weiche	426
Heizungspumpen	427
Proportionalgesetze bei Drehzahländerung	427
Geregelte Elektronikpumpen	427
Pumpenauswahl, -regelung, -einbau	428
Pumpenkennlinien	429
Sicherheitstechnische Ausrüstung	430
Anlagenausrüstung	430
Geschlossene Anlagen	430
Umtriebsdruck in offenen Systemen	431
Sicherheitsleitungen bei offenen Systemen	431
Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungstöpe	432
Abblaseleistung	432
Sicherheitstechnische Einrichtungen (Übersicht)	432
Membran-Ausdehnungsgefäße	433
Ermittlung des Anlagenvolumens	433
Bestimmung des vom MAG aufzunehmenden Ausdehnungsvolumens	433
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

Gasfeuerung	436
Eigenschaften von Brenngasen nach Familien	436
Verbrennungseigenschaften von Brenngasen	436
Gasbrenner, Einteilung und Aufbau	436
Ausrüstung und Sicherheitszeiten (Gasbrenner ohne und mit Gebläse)	437
Einstellwerte von Gaswärmeerzeugern	438
Brennwerttechnik	438
Ermittlung des Normnutzungsgrades von Heizkesseln	439
Reduzierung der Heizwassermitteltemperatur	440
Kondensationszahl α	440
Eigenschaften des Kondenswassers	440
Ölfeuerung	441
Heizöl EL	441
Anforderungen an Heizöl EL	441
Verbrennung von Heizöl EL	441
Ölbrennerarten	441
Schematischer Aufbau von Ölbrennern	442
Regelungs-/sicherheitstechnische Ausrüstung von Ölbrennern	442
Ölzerstäuberdüsen – Eigenschaften und Kennzeichnung	442
Auslegung und Auswahl von Ölzerstäuberdüsen	443
Öllagerung	444
Lagermengen	444
Tankbauarten	444
Füll-, Be- und Entlüftungseinrichtungen und Entnahmeleitungen bei Öltanks	444
Ölzuführung im Ein- und Zweistrangsystem	445
Armaturen für unter- und oberirdische Öllagerung	445
Festbrennstoff-Feuerung	446
Holzfeuerungen	446
Heizwerte im Vergleich	446
Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen	446
Fernwärmeversorgung	447
Fernwärmeanlagen	447
Eigenschaften	447
Bereiche und Leitungszonen	447
Indirekte und direkte Versorgung	447
Temperaturabsicherung	447
Dampfkesselanlagen	448
Aufbau von Dampfkesselanlagen	448
Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen	448
Eigenschaften von Wasserdampf	448
Leistung von Dampfkesseln	449
Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen	449
Dimensionierung von Kondensatleitungen	450
Anforderungen an die Wasserqualität bei Dampfkesseln	450
Kondensatableiter	450
Raumlufttechnik	451
Thermische Behaglichkeit	451
Einteilung der lufttechnischen Anlagen	451
Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlage	451
Ergonomie der thermischen Umgebung	452

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

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

Vergleich des Leckvolumenstroms runder und eckiger Kanäle	476
Längsverbindungen bei eckigen Blechkanälen	477
Stoßverbindungen bei Blechkanälen	477
Nennweiten und Dichtheitsklassen	477
Formstücke aus Blech	477
Nennweiten flexibler Rohre, zulässige Drücke und längenbezogene Masse	478
Kanalquerschnittsbestimmung	478
Widerstandsbeiwerte für Formstücke	478
Druckverluste in geraden Kanälen	480
Bestimmung des Druckgefälles R im geraden waagerechten Rohr	480
Luftgeschwindigkeit v in RLT-Anlagen	480
R-Werte für Wickelfalzhohre bei trockener Luft	481
Druckverluste in Lüftungs- und Klimaanlage	482
Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal	482
Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlage	483
Ventilatorbauarten	483
Ventilatorleistung	483
Ventilatorruck	483
Zusammenhang Drehzahl n, Druck p und Leistung P	484
Ventilator Kennlinien – Radialventilator	484
Auswahltable für Axialventilatoren	484
Filter für RLT-Anlagen	485
Bauarten von Luftfiltern	485
Luftverunreinigungen und Abscheidemethoden	485
Differenzdrücke bei Luftfiltern	485
Partikel-Luftfilter – Klasseneinteilung	486
Schwebstoff- und Hochleistungs- Schwebstofffilter – Klasseneinteilung	486
Anfangswiderstände von Taschenfiltern in Lüftungsgeräten	486
Bauteile für Zu- und Abluftanlagen	486
Lufterwärmer/-kühler in einer Kammeranlage	486
Luftauslässe	487
Aufbau von Lüftungs- und Klimazentralen	488
Schallschutz	488
Ventilator-Schalldaten (Herstellerangaben)	488
Größenbestimmung von Kulissenschalldämpfern	488
Zulässiger Schalldruckpegel am Arbeitsplatz	489
Richtwerte für Schalldruckpegel in Nichtwohnungen	489
Schallschutz in Mehrfamilienhäusern	489
Schalldruckpegel auf die Nachbarschaft	489
Wärmerückgewinnungssysteme	490
Wärmerückgewinnung (WRG)	490
Wärmerückgewinnungsverfahren – Übersicht	490
Brandschutz in RLT-Anlagen	491
Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen	491
Maße von Brandschutzklappen	491
Dimensionierung von Brandschutzklappen	492
Regelung von RLT-Anlagen	493
Regelungsmöglichkeiten	493
Planungshinweise	493
Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage	393

Klempnerertechnik – Grundlagen	494
Dachgestaltung	494
Bezeichnungen am Dach	494
Dachformen	494
Dachöffnungen	494
Dachneigung von Metaldächern	495
Dachaufbau der Metaldächer	495
Belüftetes Metaldach	495
Unbelüftetes Metaldach	495
Deckblech	495
Trennschicht	495
Wärmedämmschicht	495
Dampfsperre	495
Be- und Entlüftung bei belüfteten Metaldächern	495
Korrosion bei Klempnerarbeiten	496
Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten	496
Werkstoffkombination bei Klempnerarbeiten	496
Schallschutz bei Metaldach- konstruktionen	497
Dimensionierung von Regenwasserleitungen	498
Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	498
Regenspenden ausgewählter Orte	499
Abflussbeiwert C	500
Wirksame Dachfläche A	500
Abflussvermögen vorgehängter Dachrinnen	500
Abflussvermögen von runden und quadratischen Falleleitungen	501
Beispielrechnung	501
Dachrinnen und Rinnenhalter	502
Dachrinnen (Maße)	502
Rinnenhalter (Maße)	502
Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter	502
Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter	502
Einteilung von Dachrinnen	503
Regenrinnen-Teiligkeit	503
Regenrinnen-Notüberlauf	503
DIN-Bezeichnung Dachrinne	504
DIN-Bezeichnung Regenfallrohr	504
Fallrohre und Stützen	504
Regenfallrohre – Maße	504
Regenfallrohre – Nähte	504
Trichterförmige Rinneneinhangstützen für halbrunde Rinnen	504
Haften und Klammern	505
Haftausführungen	505
Anordnung der Sichthafte	505
Haften und Befestigungsmittel, Anforderungen	506
Klammern als Befestigungsmittel	506
Kamineinfassung	506
Scharen und Querfalze	507
Mindest-Werkstoffdicken der Deckbleche	507
Maximale Scharenlängen	507
Einfalzverluste für Bänder	507
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

G

M

K

W

F

M

B

E

S

H

K

EE

U

Windsoglasten	509
Windsoglasten bei Dächern	509
Windzonen	509
Flächeneinteilung für verschiedene Dachformen	509
Abstände und Anzahl der Hefte	510
Windzone WZ 1	510
Windzone WZ 2	510
Windzone WZ 3	511

Erneuerbare Energien 512

Wärmepumpen	512
Übersicht der Wärmepumpensysteme	512
Kompressionswärmepumpen	512
Absorptionswärmepumpen	512
Energieflussdarstellung	513
Wärmeleistung	513
Kennzahlen	513
Leistungszahlen	513
Einstufung von Wärmepumpen	513
Auslegung von Wärmepumpenanlagen mittels Jahresdauerlinie	513
Wärmepumpenanlagen nach Art der Wärmequelle	514
Leistungsdaten für Wärmepumpen	515
Solaranlagen	516
Einteilung von thermischen Solaranlagen	516
Solaraten für den Standort Deutschland	516
Kennzahlen	516
Ablaufschema für die Planung einer thermischen Solaranlage	517
Bestimmung von Kollektorfläche und Speichervolumen	517
Solarertrag abhängig von Neigung und Ausrichtung	517
Jahreszeitlicher Verlauf	517
Solaranlage zur Trinkwassererwärmung	517
Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	517
Daten für Solarkollektoren	518
Biomasseanlagen	519
Begriffe und Zusammenhänge	519
Energieinhalt von Biomasse	519
Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse	519
Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse	519
Richtwerte für Gaserträge	520
Genehmigung von Biogasanlagen	520
Prozess der Biogaserzeugung	520
Vereinfachtes Anlagenschema einer Biogasanlage	520
Aspekte zur Sicherheit von Biogasanlagen	520
Feste Biomasse	521
Verbrennungssysteme für die feste Biomasse	521
Windkraftanlagen	522
Begriffe	522
Aufbau und Elemente einer WKA	522
Unterscheidung von WKA	522
Entstehung von Wind	522
Physikalische Zusammenhänge	522
Umweltauswirkungen von WKA	522
Berechnungsgrundlage für Windkraftanlagen	523
Kennzahlen von Windkraftanlagen	523
Daten für Windkraftanlagen	52

Wasserkraftanlagen	524
Begriffe	524
Wasserkraftanlagen (Übersicht)	524
Grundlegende Turbinenarten	524
Hochdruckkraftwerk mit Kaplan-Turbine	524
Gezeitenkraftwerk	524
Berechnungsgrundlagen zu Wasserkraftanlagen	525
Elektrische Leistung und Wirkungsgrad	525
Turbinenwirkungsgrad	525
Einsatzgebiete der Turbinenarten	525

Blockheizkraftwerke	526
Aufbau und Arten	526
Berechnungsgrundlagen von BHKW	526
Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade	527
Wirkungsgrade (Beispieldaten)	527
Betriebsarten	527
Einbindung von BHKW in Energieerzeugungs- anlagen	527
Betriebsdaten von BHKW	528
Geothermie	529
Begriffe	529
Klassifikation der Erdwärmequellen	529
Nutzung der Erdwärme	529
Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke	529

Umwelttechnik 530

Transport und Speicherung elektrischer Energie	530
Stromtransport	530
Energiespeicherung	530
Zusammenhänge und Effekte der Umwelttechnik	531
Emission	531
Immission	531
Treibhauseffekt	531
Umweltrecht	532
Umweltstrafrecht	532
Analytik in der Umwelttechnik	533
Instrumentelle Analytik	534
Summenparameter	534
Grundlagen der Umwelttechnik	535
Disperse Systeme	535
Bedeutung, Fakten und Handhabung	535
Trennen disperser Systeme	535
Lösungsmittel	536
Gehaltsangaben	537
Anteile, Konzentrationen	537
Boden	538
Belastungen	538
Prüfwerke	538
Luft	539
Gasförmige Immissionen	539
Gesundheitsschädliche Stäube	539
Grenzwerte für Abgasverkuste	540
Abgasmessung	540
Sachwortverzeichnis	541
Firmenverzeichnis	560

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.					
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (Bonn)		TRF	Technische Regeln Flüssiggase		
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall e. V. (Hennef)		TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe		
			TrinkW	Trinkwasserverordnung		
EE-WärmeG	Erneuerbare-Energien Wärmegesetz		VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V. (Frankfurt am Main)		
EnEV	Energieeinsparverordnung			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					
TRB	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung		WHG	Wasserhaushaltsgesetz		
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten		ZVSHK	Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima (Sankt Augustin)		
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

Griechisches Alphabet							
Klein- buchstabe	Groß- buchstabe	Name	Verwendung, Größe	Klein- buchstabe	Groß- buchstabe	Name	Verwendung, Größe
α	A	Alpha	Winkel, Längen- ausdehnung	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-/Adiabaten- exponent	χ	X	Chi	Stoffmengenanteil
λ	Λ	Lambda	Wärmeleitfähigkeit	ψ	Ψ	Psi	Abflussbeiwert
μ	M	My	Rauigkeit	ω	Ω	Omega	elektrischer Wider- stand

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 X!)

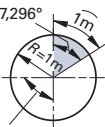
MDCLXXXVII = 1687

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	\equiv	kongruent
\neq	nicht gleich, ungleich	\cdot, \times	mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	\equiv	identisch
\sim	proportional			\angle	Winkel
\approx	annähernd, nahezu	$:/, \div$	durch, geteilt durch, dividiert durch	\overline{AB}	Strecke AB
	gleich, rund, etwa			\widehat{AB}	Bogen AB
\cong	entspricht	%	Prozent, von Hundert	Σ	Summe
<	kleiner als	‰	Promille, von Tausend		
>	größer als	{, [, }	runde, eckige, geschweifte	e	Euler'sche Zahl e = 2,718 281 828 ...
\geq	größer oder gleich, mindestens gleich		Klammer auf und zu	π	Pi = 3,141 59...
\leq	kleiner oder gleich, höchstens gleich		parallel	∞	unendlich
		\nparallel	nicht parallel	log	Logarithmus (allgemein)
+	plus, mehr, und	\perp	rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	lg	Zehnerlogarithmus
sin	Sinus	tan	Tangens	ln	natürlicher Logarithmus
cos	Cosinus	cot	Cotangens	lb	binärer Logarithmus

SI-Basiseinheiten ¹⁾				DIN 1301-1: 2010-10						
Größe	Länge	Masse	Zeit	Elektrische Stromstärke	Thermo- dynamische Temperatur	Stoff- menge	Licht- stärke			
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	Formel- zeichen	Einheit Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung						
Länge, Fläche, Volumen, Winkel										
Länge	<i>l</i>	Meter	m		m	dm	cm	mm		
Breite	<i>b</i>			1 km	1000	10 000	100 000	1 000 000		
Höhe, Tiefe	<i>h, t</i>			1 m	1	10	100	1 000		
Radius	<i>r</i>			1 dm	0,1	1	10	100		
Durchmesser	<i>d, Ø</i>			1 cm	0,01	0,1	1	10		
Dicke	<i>d, D</i>			1 mm	0,001	0,01	0,1	1		
Umfang	<i>U</i>			1 µm	0,000 001	0,000 01	0,000 1	0,001		
Weglänge	<i>s</i>			Ablesebeispiel: 1 dm = 0,1 m = 10 cm = 100 mm						
Fläche	<i>A</i>			Quadratmeter	m ²		m ²	dm ²	cm ²	mm ²
Oberfläche	<i>A, Q, S</i>	1 m ²	1			100	1 000	1 000 000		
Querschnitts- fläche		1 dm ²	0,01			1	100	10 000		
Grundstücks- fläche		1 cm ²	0,000 1			0,01	1	100		
	<i>A</i>	Ar, Hektar	a ha			1 mm ²	0,000 001	0,000 1	0,01	1
	Ablesebeispiel: 1 dm ² = 0,01 m ² = 100 cm ² = 10 000 mm ²									
Volumen	<i>V</i>	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	1 000 000		
				1 cm ³ (ml)	0,000 001	0,01	1	1 000		
				Ablesebeispiel: 1 dm ³ = 0,001 m ³ = 1 000 cm ³ = 1 000 000 mm ³						
ebener Winkel (Winkel)	<i>α, β, γ, ...</i>	Radian	rad	1 rad = $\frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Bogen)}} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,2957 \dots^\circ$						
		Vollwinkel		1 Vollwinkel = 2 · π rad						
		Grad	°	1° = (π/180) rad = 60′						
		Minute	′	1′ = (1/60)° = 60″						
		Sekunde	″	1″ = (1/60)′ rad = (1/3600)°″						
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 Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung				
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/s ² = 1 kg m/s ²				
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 Newton pro Millimeter hoch zwei	Pa N/mm ²		Pa	mbar, hPa	bar	N/cm ²
				1 Pa	1	0,01	0,000 01	0,000 1
				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/m ² = 1 bar = 10 m WS; 1 mbar = 1 hPa				
Arbeit ¹⁾ Energie Wärmemenge ¹⁾ Auch elektr. Arbeit	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 kgm ² /s ²				
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				
Drehzahl	n	Sekunde	1/s	1 Hz = 1/s = s ⁻¹				
Kreisfrequenz	ω		1/min	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$				
Periodendauer	T		s					

Formelzeichen, Größen, Einheiten (Fortsetzung)							
Größe	Formelzeichen	Einheit Name	Zeichen	Umrechnung, Erklärung			
Zeit (Fortsetzung)							
Geschwindigkeit	v	Meter pro Sekunde	m/s		m/s	m/min	km/h
Umfangsgeschw. Lichtgeschw. Winkelgeschw.	v	Kilometer pro Stunde	km/h	1 cm/s	0,01	16,667	1
	c			1 m/s	1	60	3,6
	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	°C	$\vartheta = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$			
spezifische Wärmekapazität	c	Kilojoule durch Kilogramm mal Kelvin	kJ/(kg · 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 = 1 000 Wh = 3 600 000 Ws 1 kWh = 3 600 kJ = 3,6 MJ			
Wärmeleitzahl	λ	Watt durch Meter mal Kelvin	W/(m · K)				
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)	U	Watt durch Meter hoch zwei mal Kelvin	W/(m ² · K)	früher k -Wert			
Wärmeübergangszahl	α	Watt durch Meter mal Kelvin	W/(m · 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 mΩ = 0,001 kΩ			
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

G

M

K

W
F
M

B

E

S
H
KEE
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	realtiv
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 1 U.S. gal 1 Imp. gal	cubic inch U.S.-gallon Imperial-gallon	16,39 cm ³ 3,785 dm ³ 4,546 dm ³	Spezifische Wärme- kapazität	1 btu/(lb deg F)	4,1886 kJ/(kg · K)
Masse 1 gr 1 oz	grain ounce	64,80 mg 31,10 g	Wärme- leitfähigkeit	1 btu/(ft ^h deg F)	1,7306 W/(m · K)
			Leistung 1 hp bzw. 1 Hp	horse power	0,7457 kW
Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten					
Mathematik			SI-Einheiten		
Zehner- potenz	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 ⁶	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 μA 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
<div> <div> <div>Wert kleiner 1</div> <div> <div>1/10 000</div> <div>1/1000</div> <div>1/100</div> <div>1/10</div> <div>0</div> <div>10</div> <div>100</div> <div>1 000</div> <div>10 000</div> <div>100 000</div> <div>Wert größer 1</div> </div> <div> <div>←</div> <div>10⁻⁴</div> <div>10⁻³</div> <div>10⁻²</div> <div>10⁻¹</div> <div>0</div> <div>10¹</div> <div>10²</div> <div>10³</div> <div>10⁴</div> <div>10⁵</div> <div>→</div> </div> </div> </div>					
Umwandlung von Zahlen in Produkte mit Zehnerpotenz: 3700 = 3,7 · 1000 = 3,7 · 10 ³ ; 0,06 = 6/100 = 6 · 10 ⁻² ; 16,5 μ = 16,5 · 10 ⁻⁶ = 0,000 0165					