



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

4. 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
Ulrich Uhr	Studiendirektor	Rheinfelden
Jürgen Weckler	Studiendirektor	Herbesthal

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.

4. Auflage 2021

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 identisch sind.

ISBN 978-3-8085-1063-2

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

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: PER MEDIEN & MARKETING GmbH, 38102 Braunschweig

Umschlag: Verlag Europa-Lehrmittel,

Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

Druck: mediaprint solutions GmbH, 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. Die Informationen der nebenstehend aufgeführten Hauptteile betreffen in der Regel mehrere Lernfelder.

Vielfarbdruck, eine einheitliche Gestaltung der Seiten und das neu strukturierte Daumenregister 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 **vierten** Auflage sind die inzwischen erschienenen Normänderungen bis Herbst 2020 berücksichtigt. Vor allem die aufwändigen Änderungen der TRGI 2018 wurden neu eingearbeitet und ergänzt. 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.

Herbst 2021

Die Autoren des Arbeitskreises

Grundlagen der SHK-Technik und der Betriebswirtschaftslehre **G**

Trinkwassertechnik **TW**

Abwasser- und Klempnertechnik **AW**

Gas- und Abgastechnik **GT**

Heizungstechnik **HT**

Klimatechnik **KT**

Elektrotechnik **ET**

Erneuerbare Energien und Umwelttechnik **EE UT**

Grundlagen der SHK-Technik und der Betriebswirtschaftslehre 15

Allgemeine Grundlagen 17

Regelwerke, ISO, EN, DIN	17
Griechisches Alphabet	18
Römische Zahlzeichen	18
Mathematische Zeichen	18
SI-Basiseinheiten	19
Formelzeichen, Größen, Einheiten	19
Mechanik	19
Zeit	20
Elektrizitätslehre, Elektrotechnik	21
Indizes	22
Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten	22
Britische und US-Einheiten	22
Schaubilder, Diagramme und Tabellen	23

Mathematik und Geometrie 25

Grundrechenarten	25
Strichrechnung	25
Multiplikation	25
Division	26
Bruchrechnen	26
Potenzieren	28
Radizieren (Wurzelziehen)	29
Logarithmen	29
Binomische Formeln	29
Gleichungen	30
Prozentrechnung	32
Zins- und Zinseszinsrechnung	32
Dreisatzrechnung	32
Runden	32
Rechnen mit dem Taschenrechner	33

Technische Mathematik 34

Flächenberechnung	34
Körperberechnung	35
Masse und Dichte	37
Dichte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	37
Berechnung der Masse bei Halbzeugen	39
Berechnung elementarer Rohrrdaten	39
Masse bei Halbzeugen	39
Längenbezogene Masse	39
Flächenbezogene Masse	39
Gestreckte Längen	40
Zusammengesetzte Längen und zusammengesetzte Flächen	40
Teilung auf dem Lochkreis	40
Teilung von Längen	40

Geometrie 41

Winkelarten	41
Winkel an geschnittenen Parallelen	41
Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechtwinkligen Dreieck	41
Berechnungen am rechtwinkligen Dreieck	42
Lehrsatz des Pythagoras	42
Lehrsatz des Euklid	42
Höhensatz	42
Winkelfunktionen	43
Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks	43
Funktionswerte zwischen 0° und 360° sowie für Winkel > 360°	43
Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens	43

Grundbegriffe der Chemie 44

Bereiche der Chemie	44
Aufbau chemischer Elemente	44

Atombestandteile	44
Periodensystem der Elemente	45
Auswahl wichtiger chemischer Verbindungen	46
Chemische Reaktionen	47
Säure, Base, pH-Wert, Neutralisation	47
Chemische Bindungen	48
Ionenbindung	48
Metallbindung	48
Elektronenpaarbindung	48

Mechanik fester Körper, Flüssigkeiten und Gase ... 49

Resultierende Kraft im zentralen Kräftesystem	49
Hebel und Drehmoment	50
Gleichförmige und ungleichförmige gradlinige Bewegung	50
Gleichförmige Kreisbewegung	51
Dynamisches Grundgesetz, Kraft und Gewichtskraft	51
Mechanische Arbeit und mechanische Energie	51
Kraft und Gewichtskraft	51
Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	52

Mechanik der Flüssigkeiten und Gase 53

Hydrostatischer Druck und Druckeinheiten	53
Aerostatischer Druck	53
Druckkraft auf Flächen	54
Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen	54
Steigung und Gefälle von Rohrleitungen	55
Venturiprinzip	55
Energiegleichung	56
Die Gleichung von Bernoulli	56
Potenzielle Energie	56
Kinetische Energie	56
Druckenergie	56
Strömungsenergie	56
Druckgleichung	56
Druckhöhengleichung	56
Druckverluste in geraden Rohren und Kanälen	57
laminare Strömung	57
turbulente Strömung	57
Rohrreibungszahl	57
Druckverluste in Rohrleitungssystemen	58
Gleichwertige Rohrlängen	59

Wärmelehre 60

Temperatur	60
Absolute Temperatur	60
Celsius-Temperatur	60
Wärmeausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe	60
Temperaturdifferenzen	60
Längenänderung fester Stoffe	60
Volumenänderung flüssiger und fester Stoffe durch Temperaturänderung	60
Volumenänderung flüssiger Stoffe	60
Volumenänderung fester Stoffe	60
Volumenänderung von Gasen	61
Wärmemenge	61
Spezifische Wärmekapazität	61
Wärmeleistung	62
Wasserzapfleistung	62
Temperaturdifferenz	62
Aufheizzeit	62
Wassermischung	62
Mischwassertemperatur	62
Mischwassermassen	62
Mischungskreuz	63
Wärme beim Schmelzen, Verdampfen und Verbrennen	63
Schmelzwärme	63
Erstarrungswärme	63
Verdampfungswärme	64

Sublimationswärme	64
Wobbe-Index bei Gasen	64
Geräteleistung und Wirkungsgrad	64
Nennleistung	64
Gerätewirkungsgrad	64
Nennbelastung	64
Brennwert	65
Heizwert	65
Zustandsänderung bei Gasen (Gasgesetze)	66
Vereinigtes Gasgesetz	66
Gesetz von Boyle-Mariotte	66
1. Gesetz von Gay-Lussac	66
2. Gesetz von Gay-Lussac	66
Vereinigtes Gasgesetz	66
Anschlusswert, Einstellwert und Düsendruck	66
Wärmestrahlung	67
Wärmestrom	68
Wärmeleitung	68
Wärmedurchgang	68
Stoffwerte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	69

Festigkeitslehre und Statik 71

Zugspannung	71
Druckspannung	71
Dehnung	71
Längenänderung	71
Torsion	72
Biegung	72
Grenzspannung	73
Lagerungsarten	74
Gleichmäßig verteilte Nutzlasten	74

Grundlagen der technischen Kommunikation 75

Normschrift	75
Papierformate	75
Maßstäbe	75
Geometrische Grundkonstruktionen	76
Linienarten	77
Normalprojektionen	78
Axonometrische Projektionen	78
Isometrische Projektion	78
und besondere Darstellungen	78
Darstellungsregeln	79
Schnittdarstellungen	80
Maßeintragung	81
Kreise und Radien	82
Fasen und Senkungen	82
Gewinde	83
Abwicklung von Körpern	83
Planungsstufen, Bauzeichnungen, Maßstäbe	84
Ansichten und Schnitte	84
Kennzeichnung von Schnittflächen	85
Linienarten in Bauzeichnungen	85
Maßeintragung und Schnittverlauf	86
Darstellung von Treppen	87
Darstellung von Türen	87
Darstellung abgehängter Decken	87
Abkürzungen in Bauzeichnungen	88
Darstellung von Schlitten und Aussparungen	88
Maße für Schlitten und Aussparungen	88

Sinnbilder 89

Zeichnen von Sinnbildern	89
Sinnbilder Trinkwasserinstallation	89
Absperr- und Drosselarmaturen	90
Wasserbehandlungsanlagen	90
Mess- und Regeleinrichtungen	90
Trinkwassererwärmer und Trinkwasserbehälter	91
Brandschutzanlagen	91
Sanitäre Ausstattungsgegenstände	92
Abwassertechnik	92

Abwasser- und Lüftungsleitungen	92
Abläufe, Abscheider	92
Gastechnik	93
Gas-Leitungen	93
Gas-Armaturen/Bauelemente	93
Gas-Geräte	93
Heizungstechnik	93
Lüftungs- und Klimatechnik	94
Luftverteilung	94
Luftbehandlung	94
Steuerungs- und Regeleinrichtungen	95
Elektrotechnik	95
Darstellung von Schweiß- und Löt Nähten	96

Grundlagen der Werkstoffkunde

und technische Werkstoffe 97

Einteilung der Werkstoffe	97
Feinstruktur, Grobstruktur, Gefüge	98
Zweistofflegierungen und Zustandsschaubilder	99
Legierungselemente	100
Nicht metallische Legierungselemente	100
Eisenwerkstoffe	101
Eisen-Gusswerkstoffe	101
Einteilung von Gusseisen	102
Stahl	103
Einteilung der Stähle	103
Unlegierte Stähle	103
Legierte Stähle	103
Stahlbezeichnungen nach Gefügeart, Verwendungszweck, Warmbehandlungsverfahren	104
Schnellarbeitsstähle	104
Kupfer – Eigenschaften	105
Kupferlegierungen	106
Aluminium und Aluminiumlegierungen	107
Kunststoffe	108
Thermoplaste	108
Elastomere	108
Duroplaste	108
Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe	110

Fertigungsverfahren 111

Prüfen, Messen, Lehren	111
Längen- und Formprüfmittel	111
Richtungsprüfmittel	111
Einteilung der Fertigungsverfahren	112
Sägen	112
Bohren	113
Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	113
Drehfrequenz (Drehzahl)-Diagramm	114
Hauptnutzungszeit und Vorschubweg	114
Schleifen	115
Thermisches Trennen	116
Fügeverbindungen	116

Gewinde 117

Whitworth-Rohrgewinde	117
Metrische ISO-Gewinde	118

Schrauben und Muttern 119

Schraubenbezeichnungen	119
Festigkeitsklassen von Schrauben	119
Festigkeitsklassen von Muttern	119
Muttern – Übersicht	119
Muttern	119
Schrauben	120

Verbindungstechnik 122

Pressverbindungen	122
Lötverbindungen	123
Weichlöten	123

Flussmittel	123
Weichlöte	123
Hartlöten	124
Flussmittel	124
Hartlöte	124
Schweißen	124
Übersicht über Schweißverfahren	124
Gasschmelzschweißen	125
Kennzeichnung von Druckgasflaschen	125
Sauerstoff- und Acetylenverbrauch	125
Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen	125
Metallschutzgasschweißen	126
Drahtelektroden	126
Schutzgase	126
Kleben und Klebstoffe	127

Befestigungselemente 128

Dübel	128
Dübelauswahl nach Verankerungsgrund	128
Rohrbefestigungselemente	130
Montageschiene	130
Auslegerkonsole	130
Winkelkonsole	131
Pendelaufhängung	131
Rohrschellen	133
Gelenkrohrschellen	133
Massivrohrschellen	134
Lüftungsschellen	134

Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 135

Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb	135
Einflussfaktoren des Umfeldes	135
Materialversorgung	135
Leistungserstellung	135
Marketing und Vertrieb	135

Materialbeschaffung und Leistungserstellung im SHK-Betrieb 136

Ablauf der Materialbeschaffung	136
Beschaffungsmarkt erkunden und Lieferanten finden	136
Bezugspreise berechnen	136
Nicht geldbezogene Faktoren	136
Nutzwertanalyse	136
Kaufvertrag	137
Leistungsstörungen aus Verträgen	137
Kundenaufträge im SHK-Bereich	138
Ablauf der Leistungserstellung	138
Kundenkontakte	138
Phasen der Leistungserstellung	139

Marktforschung, Marketing und Vertrieb 140

Grundbegriffe	140
Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel)	140
Marktprognose im SHK-Betrieb	140
Unterprozesse der Marktforschung	140
Marktanalyse	140
Marktprognose	140
Instrumente des Marketings	141
Produkt-/Sortimentanalyse	141
Produktlebenszyklus	141
Service im SHK-Betrieb	141
Kommunikationspolitik	142
Regeln für Werbung	142
Ablauf einer Werbemaßnahme	142
Preis- und Konditionenpolitik	142

Leitung und Verwaltung im SHK-Betrieb 143

Rechtsformen	143
Organisation im SHK-Handwerk	143
Aufbauorganisation im SHK-Handwerk	143

Ablauforganisation und Einsatzplanung	144
Projektmanagement	144
Qualitätsmanagement	144
Qualitätssicherungssysteme	144

Buchführung im SHK-Betrieb 145

Überblick	145
Randbedingungen der Buchführung	145
Klassifikation von Belegen	145
Bearbeitung von Buchungsbelegen	145
Belegnummernsystem	145
Kontenrahmen	146
Bilanz	146
Gewinn- und Verlustrechnung	146

Kostenrechnung und Kalkulation und Controlling. 147

Begriffe und Abgrenzungen der Kostenrechnung	147
Teilgebiete der Kostenrechnung	147
Betriebsabrechnungsbogen (BAB)	148
Kalkulation im SHK-Betrieb	148
Lohngruppen und Stundenlohn	148
Zusammensetzung von Personalkosten	148
Zuschlagskalkulation	149
Stundenverrechnungssatz	149
Einheitspreiskalkulation	149
Controlling im SHK-Betrieb	150
Kennzahlen der betrieblichen Tätigkeit	150
Kennzahlen der Kosten- und Leistungsstruktur	150
Kennzahlen der Bilanz und betrieblichen Stabilität	150

Bauvertragsrecht 151

Vertragsarten	151
Werkvertrag	151
VOB Teil A	151
VOB Teil B	152
VOB Teil C	152
Allgemeine technische Vertragsbedingungen	152

Trinkwassertechnik 153

Grundlagen 154

Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft	154
Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften)	155
Zentrale Trinkwasserversorgung	155
Wasserhärte	156
Trinkwasseraufbereitung	156

Trinkwasseraufbereitung 157

Trinkwasserbehandlungsverfahren	157
Nicht rückspülbare mechanische Filter	157
Rückspülbare mechanische Filter	157
Aktivkohlefilter	158
Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren	158
Mineralstoff-Dosiergeräte	158
Physikalische Wasserbehandlung	159
Umkehrosmose-Anlagen	159
UV-Entkeimungsanlage	159

Trinkwasser-Versorgungsanlagen 160

Trinkwasser-Versorgungsanlage	160
Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelradzähler)	160
Trinkwasseranschluss Einzel- und Mehrspartenhaufeinführungen	160
Großwasserzähler Woltmannzähler	161
Druckminderer	161
Filterkombination	162
Absperrarmaturen	162

Geradsitzventile	162
Schrägsitzventile	162
Kolbenschieber	162
Kugelhähne	162
Unterputzarmaturen	164
Eckregulierventile	164
Auslaufarmaturen	165
Waschtisch-, Bidet- und Spültischarmaturen	165
Duschwannenarmaturen	165
Badewannenarmaturen	166
Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich	167
Einbauort der Sicherungsarmaturen	168
Sicherungseinrichtungen mit Flüssigkeitskategorien	168
Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen	169
Freier Auslauf	171
Systemtrenner	171
Rohrunterbrecher	171
Rohrtrenner EA1, EA2, EA3	172
Rückflussverhinderer	173
Rohrbelüfter	173
Inspektions- und Wartungsplan	174
Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik	174
Rohre und Rohrverbindungen	175
Rohre aus unlegiertem Stahl	175
Tempergussfittings	175
Edelstahlrohre dünnwandig	177
Edelstahl-Pressfittings	177
Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen	179
Wärmegeämmte Kupferrohre	179
Lötfitings für Kupferrohre	179
Kupfer-Pressfittings	182
Kunststoffrohr aus chloriertem Polyvinylchlorid (PVC-C)	183
Fittings PVC-C	183
Metallverbundrohre	185
Fittings für Pressverbindungen Metallverbundrohr	185
Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen	186
Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen	186
Spülen von Trinkwasserleitungen	186

Dimensionierung von Trinkwasseranlagen 187

Verfahrensablauf zur Dimensionierung	187
VIN EN 806-3 oder DIN 1988-300	187
Entnahmemarmaturendurchflüsse Q_A , Q_{min} und Belastungswerte LU	187
Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-03	188
Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3	189
Berechnungen nach DIN 1988-300	189
G1. Berechnungsdurchflüsse	190
G2. Zuordnen der Summendurchflüsse	190
G3. Spitzendurchfluss	191
G4. Verfügbare Druckdifferenz für Rohrreibung und Einzelwiderstände	192
G5. Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle ermitteln	192
G6. Rohrdurchmesser wählen und Rohrreibungsdruckgefälle sowie zugehörige rechnerische Fließgeschwindigkeit ermitteln	192
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen	193
Richtwerte für Druckverluste in Stockwerks-Verteilern	194
Richtwerte für Druckverluste in Einzelzuleitungen	194
Zirkulationsleitungsberechnung	194
Rohre aus unlegiertem Stahl: Rohrreibungsdruckgefälle	195
Rohre aus nichtrostenden Stählen: Rohrreibungsdruckgefälle	196
Kupferrohr: Rohrreibungsdruckgefälle	197
PVC-U Rohr: Rohrreibungsdruckgefälle	198
PE-Xb/AL/PE-HD Verbundrohr: Rohrreibungsdruckgefälle	199

Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen	200
--	-----

Druckerhöhungsanlagen 201

Druckerhöhungsanlagen (DEA)	201
Ausführungsarten von DEA, Förderdruck, mittleres Druckgefälle	201
Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf von verschiedenen Gebäudetypen	202
Maximaler Förderstrom in der Anschlussleitung	202
Auslegung einer Druckerhöhungsanlage	202
Druckbehältervolumen	202
Druckwasserbehälter	202

Trinkwassererwärmungsanlagen 203

Trinkwassererwärmungssysteme	203
Arten der Warmwasserversorgung	203
Sanitäre Ausstattung der Wohnung	204
Warmwasserbedarf im Haushalt	204
Zapfstellenbedarf je Wohnung	204
Speicher-Wassererwärmer	205
Zirkulation, Begleitheizung	206
Vereinfachtes Verfahren nach Arbeitsblatt DVGW W553	206
Zirkulationspumpen	207
Begleitheizung	208
Elektrische Begleitheizung	208
Inliner-System	208
Anschlüsse und Arten von Trinkwassererwärmern	209
Vorgeschriebene Armaturen in der Kaltwasserleitung vor TWE	210
Sicherheitsventile für geschlossene Trinkwassererwärmer	210
Membran-Druckausdehnungsgefäße für Trinkwasser	211
Schutz des Trinkwassers vor Legionellen	211
Wärmedämmung von Trinkwarmwasserleitungen	213

Sanitäre Einrichtungen 215

Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	215
Bewegungsflächen nach VDI 2000	216
Sanitäre Mindestausstattung in Wohnungen	217
Einrichtungsgegenstände für unterschiedliche Gebäude	217
Werkstoffe für Sanitärgegenstände	218
Farbtöne von Sanitäröbekten	218
Farb- und Raumgestaltung von Bädern	219
Maße, Montage Maße sanitärer Einrichtungsgegenstände	220
Waschtische/Waschbecken	220
Badewannen	220
Duschwannen	221
Duschanlage mit Wanne	221
Sitzwaschbecken	221
Klosett- und Urinalanlagen	222
Fliesengerechte Installation	223
Elastische Fugen in Sanitärräumen	223
Barrierefreie Installation	224

Feuerlösch- und Brandschutzanlagen 225

Brandschutz	225
Baustoffklassen	225
Brandverhalten	225
Feuerwiderstandsklasse	225
Brandklassen, Feuerlöscher, Löschmittel	227
Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	227
Löschwasserverteilsysteme	227
Schmelzlot- und Glasfasssprinkler	228
Funktionsschema einer Sprinkleranlage	228
Verhalten im Brandfall	229

Schall und Schallschutz	230
Schall	230
Schalldruck	230
Schalldruckpegel	230
Maße und Pegel	230
Schmerzweite	231
Schalldruckpegel	231
Lautstärkepegel	231
Schallschutz	232
Schallschutzmaßnahmen	232
Schallarten	232
Trittschall	232
Körperschall	232
Luftschall	232
Lärmquellen – Lärmwirkung –	
Schutzbedürftige Räume	233
Schallschutzstufen	233
Schallschutzmaßnahmen	233
Schallschutzklassen im Wohnungsbau	234

Abwasser- und Klempnertechnik 235

Grundlagen der Abwassertechnik	236
Abwasseranlagen	236
Arten von Abwässern, Schmutz- und Regenwasser	236
Arten von Abwässern	236
Normen	236
Schutz vor Überflutung	236
Verlegerichtlinien für Abwasserleitungen	237
Füllungsgrad	237
Gefälle	237
Verlegerichtlinien liegende Leitungen innerhalb von Gebäuden	237
Verlegerichtlinien für Fallleitungen	238
Richtungsänderungen bei Schmutzwasserfallleitungen	238
Lüftungsarten und Verlegeregeln	240
Mehrfach verzogene Fallleitungen	240
Dimensionierung von Lüftungsleitungen	241

Abwasser- und Abscheideanlagen	241
Rückstausicherungen	241
Rückstauverschluss	242
Hebeanlage mit Rückstauschleife	242
Rückstaudoppelverschluss	242
Hebeanlage für fäkalienfreies- und fäkalienhaltiges Abwasser	242
Sinkstoffabscheider	243
Leichtflüssigkeitsabscheider	243
Fettabscheider	243
Abwasserkanäle und Formstücke	244
KG-Rohre PVC-U	244
Rohre und Formstücke HT	245
Rohre und Formstücke PE-HD	246
Schallgedämmte Abwasserrohre und Formstücke PP-mineralverstärkt	248
Bodenabläufe	250
Kellerabläufe aus Kunststoff mit Geruchverschluss	251
Geruchverschlüsse	251
Prüfen von Freispiegelleitungen	251
Inspektions- und Wartungsmaßnahmen	252

Dimensionierung abwassertechnischer Anlagen ..	253
Schmutzwasserabfluss	253
Anschlusswerte und Nennweite von Einzelanschlussleitungen	253
Abflusskennzahlen K	254
Gesamtschmutzwasserabfluss	254
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite	254
Anwendungsgrenzen bei Einzelanschlussleitungen	254
Bemessung von unbelüfteten Sammelanschlussleitungen	255
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite für Fallleitungen	255
Bemessung von Sammel- und Grundleitungen	256
Anwendungsgrenzen bei Sammel- und Grundleitungen	257

Grundlagen der Klempnertechnik	258
Dachgestaltung	258
Bezeichnungen am Dach	258
Dachformen	258
Dachöffnungen	258
Dachneigung von Metaldächern	259
Dachaufbau der Metaldächer	259
Belüftetes Metaldach	259
Unbelüftetes Metaldach	259
Deckblech	259
Trennschicht	259
Wärmedämmschicht	259
Dampfsperre	259
Be- und Entlüftung bei belüfteten Metaldächern	259
Korrosion bei Klempnerarbeiten	260
Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten	260
Werkstoffkombinationen bei Klempnerarbeiten	260
Schallschutz bei Metaldachkonstruktionen	261

Dimensionierung von Regenwasserleitungen	262
Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	262
Regenspenden ausgewählter Orte nach DIN 1986-100	263
Abflussbeiwert C	264
Wirksame Dachfläche A	264
Abflussvermögen vorgehängter Dachrinnen	264
Abflussvermögen von runden und quadratischen Fallleitungen	265
Beispielrechnung	265

Dachrinnen, Rinnenhalter, Fallrohre und Stützen ..	266
Dachrinnen	266
Rinnenhalter	266
Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter	266
Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter	266
Einteilung von Dachrinnen	267
Regenrinnen-Teiligkeit	267
Regenrinnen-Notüberlauf	267
DIN-Bezeichnung Dachrinne	268
DIN-Bezeichnung Regenfallrohr	268

Haften und Klammern	269
Haftausführungen bei Blechbedachungen	269
Anordnung der Schiebehafte	269
Haften und Befestigungsmittel	270
Klammern als Befestigungsmittel	270
Kamineinfassung	270

Scharen und Querfalze	271
Maximale Scharenlängen	271
Einfalzverluste für Bänder	271
Falzarten	271
Wasserdichte Quernähte und Verbindungen	271
Querverbindungen der Scharen	272

Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern	272
Schornsteinkopfbekleidungen	272

Windsoglasten bei Dächern 273

Windsoglasten bei Dächern	273
Windzonen	273
Flächeneinteilung bei verschiedene Dachformen	273
Abstand und Mindestanzahl der Hafte	274
Windzone WZ 1	274
Windzone WZ 2	274
Windzone WZ 3	275

Regenwassernutzung 276

Regenwasserspeicher	276
Tankarten	276
Belastbarkeitsklassen	276
Trinkwassernachspeisung	276
Filterarten	276
Leitungssystem	277
Inspektions- und Wartungsintervalle	277
Regenmengen	278
Tankgröße	278
Regenwasserertrag	278
Möglichkeiten der Regenwassernutzung	279
Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage	280
Abflussbewehrte verschiedene Dacharten	280

Gas- und Abgastechnik 281

Aufbau von Erdgasanlagen 282

Leitungsteile und Armaturen von Kundenanlagen	282
Rohrverbindungsarten, Beispiele	282
Rohrverbindungen für Gasleitungen	283
Lösbare Verbindungsart	283
Unlösbare Verbindungsart	283
Dichtungsmaterialien für Gasleitungen	284
Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen	284
Aufschlüsselung Ländercode	284
Aufschlüsselung Jahreszahl	284
Korrosionsschutz bei Gasleitungen	284
Kennzeichnung von Gasgeräten	284

Verbrennungsluftversorgung und Abgasführung von Gasgeräten 285

Gasgerätearten nach Luft- und Abgasführung	285
Aufstellbedingungen für Gasgeräte	286
Verbrennungsluftversorgung von Gasgeräten der Bauart A	287
Verbrennungsluftversorgung von Gasgeräten der Bauart B	287
Verbrennungsluftverbund	287
Nachweis von Schutzziel 1	288
Nachweis von Schutzziel 2	288

Bemessung von Rohrleitungen 291

Ermittlung der Rohrdurchmesser im Diagrammverfahren	291
Einzelzuleitungen aus Kupfer, DIN EN 1057 oder Edelstahl GW 541	291
Einzelzuleitungen aus Stahl, DIN EN 10255 mittlere Reihe	292
Einzelzuleitungen aus Wellrohr	293
Rohrleitungsdimensionierung im Tabellenverfahren	293
Kupferrohr und Edelstahlrohr	295
Wellrohr	295
mittelschwere Gewinderohre	295
schwere Gewinderohre	295

Druckverluste für Armaturen und Rohrdruckgefälle	296
--	-----

Gasarmaturen 298

Gaszähler	298
Gas-Kugelhahn, Eckform	298
Gas-Kugelhahn, Durchgang	298
Thermisch auslösende Absperrvorrichtung	298
Auswahl und Druckverluste für Gasströmungswächter	299
Druckverluste für Gaszähler und für Formteile	299
Druckverluste für Geräteanschlussarmatur mit integrierter TAE	299
Druckverluste für Absperrvorrichtungen ohne TAE	300

Inbetriebnahme von Gasanlagen 301

Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen	301
Dichtheitsprüfung	301
Belastungsprüfung	301
Druckabfall	301
Rohrinhalt	301
Gasleckmenge	301
Inbetriebnahme von Gasleitungen	302
Abnahmeprotokoll	302

Flüssiggasanlagen und Flüssiggaslagerung 303

Aufbau von Flüssiggasanlagen	303
Leitungsteile und Armaturen	303
Ortsbewegliche Behälter	303
Flüssiggaslagerung im Freien – ortsfeste Flüssiggasbehälter	304
Druckregelgeräte für Flüssiggasbehälter	305
Explosionsgefährdete Bereiche für Flaschenanlagen	305
Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter	305
Abstände zu Brandlasten	306
Druckregelgeräte für Flüssiggasbehälter	306

Bemessung von Flüssiggasleitungen 307

Rohre für Flüssiggasleitungen	307
Rohrverbindungen für Flüssiggasleitungen	307
Rohre für Flüssiggas-Innenleitungen	307
Prüfung und Inbetriebnahme von Flüssiggasleitungen	308
Rohrweitenbestimmung für Flüssiggasleitungen	308
Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar	308
Diagrammverfahren	308
Einzelzuleitung ohne Gaszähler für Kupfer- oder Edelstahlrohr	308
Einzelzuleitung mit Gaszähler für Kupfer- oder Edelstahlrohr	308
Einzelzuleitung ohne Gaszähler für Präzisionsstahlrohr	309
Einzelzuleitung mit Gaszähler für Präzisionsstahlrohr	309
Rohrweitenbestimmung für Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar	309
Mitteldruckleitungen $\Delta p > 100$ mbar	309
Rohrauswahl Kupfer- oder Edelstahlrohr	309
Rohrauswahl Präzisionsstahlrohr	309
Niederdruckleitungen $\Delta p < 100$ mbar, Tabellenverfahren	310
Absperrarmaturen ohne TAE	310
Geräteanschlussarmaturen mit TAE	311
Druckverluste für Kupfer- und Edelstahlrohre	311
Druckverluste für Präzisionsstahlrohr	311

Abgasführung 312

Abgas-Verbindungsstücke und Material	312
Zusammenführung von Verbindungsstücken	312
Abgasführung über Dach	312
Mündungen an der Fassade	313

Mindestabstände zu Fenstern und Fassadentüren	313
Rohrweitenberechnung Tabellenverfahren	314

Heizungstechnik 315

Allgemeine Grundlagen 316

Planung, Ausführung, Betrieb und Kosten	316
Kennzeichen von Heizungsanlagen	317
Heizungsarten	318
Richtlinien zum Immissionsschutz	319
Emissionswerte für Feuerungsanlagen	319
Grenzwerte Feuerungsanlage fester Brennstoffe	320
Aufstell- und Heizraum	321
Verbrennungsluftleitungen für Heizräume	322
Abluftquerschnitt bei Heizräumen	322
Brennstofflagerräume	322
Bestandteile, Angebot und Abnahme der Heizungsanlage	323
Wirtschaftlichkeit und Kosten einer Heizungsanlage	324
Heizkostenverordnung	325
Nutzungsdauer und Aufwand für Anlagenteile	326
Verbrauchsgebundene Kosten	326
Vollkosten für Heizungs- und Warmwassersystem	327
Jährliche Energiekosten von Heizungs- und TWW-Anlagen	328
Zusammensetzung der Heizkosten bei Zentralheizungsanlagen	331
Verbrauchsabhängige Kosten	331
Verbrauchsabhängige Kosten	331
Verbrennung	332
Verluste und Wirkungsgrade	332
Nutzungsgrade	332

Norm-Heizlast 333

Prozess zur Bestimmung der Norm-Heizlast	333
Grundlagen zur Heizlastberechnung	334
Wärmedurchgang durch Bauteile und Temperaturverlauf	335
Wärmeübertragung	335
Wärmeleitfähigkeit	336
Wärmedurchlasswiderstand	337
Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster und Fenstertüren	338
Berechnung der Norm-Heizlast	339
Norm-Transmissionswärmeverlust	339
Wärmeverlust-Koeffizient	339
Norm-Lüftungswärmeverluste	341
Luftvolumenstrom – ohne Lüftungsanlage	341
Luftvolumenstrom – mit Lüftungsanlage	342
Norm-Außentemperaturen	344
Norm-Innentemperatur	345
Luftwechsel	346
Höhenkorrekturfaktor	346
Innentemperaturabfall bei Altbauten	346
Wiederaufheizfaktor	347
Wärmeübergangskoeffizient	348
Temperatur-Reduktionsfaktor für unbeheizte Nachbarräume	349
Wärmebrückenzuschlag	349
Norm-Heizlast, Formblatt	350
Lüftungsheizlast im Bestand	352
Korrekturfaktor für die Heizlast bei anderer Außentemperatur	352

Energieeinsparverordnung 353

Energieeinsparverordnung EnEV 2014	353
Geltungsbereich	353
Änderungen der EnEV 2014 im Vergleich zur EnEV 2009	354

Energieausweis	355
Gültigkeit älterer Energieausweise	356
Energie-Anforderungen an Neubauten	357
Anforderungen Wohngebäude	358
Ausführung des Referenzgebäudes	358
Anforderungen an Nichtwohngebäude	360
Ausführung des Referenz-Nichtwohngebäudes	360
Wärmedurchgangskoeffizienten für Nichtwohngebäude	363
Jahres-Primärenergiebedarf für Nichtwohngebäude	363
U-Werte für Wohn- und Nichtwohngebäude	364
Gebäudedichtheit für Wohn- und Nichtwohngebäude	364
Sonnenschutzanforderungen	364
Wärmedämmung – Leitungen	365
Jahres-Primärenergiebedarf	366
Transmissionswärmeverlust	366
Anlagenaufwandszahl	366

Raumheizeinrichtungen 368

Heizkörperauslegung für Einrohrheizung	368
Heizkörperauslegung für Zweirohrheizung	369
Heizflächen	370
Untergruppen der Heizflächen	370
Heizkörperberechnungen	370
Radiatoren	370
Konvektoren	370
Norm-Wärmeleistung	370
Leistungsminimierung	371
Mindestmaße beim Heizkörpereinsatz	371
Bestimmung der Heizkörpergröße	371
Heizkörperanschlussvarianten	372
Umrechnungsfaktor	373
Radiatoren	374
Wärmeleistungen	374
Stahlröhrenradiatoren	374
Guss-/Stahlradiatoren	374
Spezialradiatoren	375
Fensterbankradiatoren	375
Badheizkörper	375
Flachheizkörper, Befestigungen	376
Konvektoren	377
Schachtkonvektoren	377
Unterflurkonvektoren	377
Standardkonvektoren	378
Rohrheizkörper	379
Rippenrohrheizkörper	379
Deckenstrahlplatten	380
Fußbodenheizung – Auslegung	382
Verfahrensablauf	382
Wärmeleistung und Wärmestromdichte	384
Aufteilung der Heizflächen	384
Fußboden-Oberflächentemperatur	385
Verlegeabstand	385
Fußbodenaufbau	386
Fußbodenbeläge	387
Wärmeleistung und Auslegungs-Heizwasserstrom je Heizkreis	387
Rohrbedarf pro Heizkreis und Druckverluste	387
Druckverlust-Diagramm für Rohre	388
Druckverlust-Diagramm im Heizkreisverteiler	388

Rohrnetz 389

Rohre in der Heizungstechnik	389
Gewinderohre	390
Nahtlose Stahlrohre	390
Geschweißte Stahlrohre	390
Präzisionsstahlrohre	391
Kupferrohre	391
Kunststoffrohre aus Polybuten	392
Rohre aus Polyethylen	392
Rohre aus Polyethylen	392

Kunststoffrohre aus Polybuten	393
Rohre aus PE-MDX	393
Rohre aus Polypropylen	393
Verbundrohre Polyethylen und Aluminium	393
Wärmeverteilungssysteme	394
Rohrsysteme	395
Rohrnetzberechnung	395
Rohrinnenweiten und Druckverluste	396
Druckverluste durch Einzelwiderstände	397
Druckverluste für Präzisionsstahlrohre	397
Druckverluste durch Kupferrohre	398
Druckverluste durch Stahl-Rohre	399
Druckverlusttabelle für PE-X-Rohr	400
Druckverluste und Auswahlkriterium	
für Drei-/Vierwegemischer	400
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände	401
Hydraulischer Abgleich	402
Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich	402
Einstellung von Abgleicheinrichtungen	402
Druckverluste an Heizkörper-Armaturen	403
Auslegung/Wirkungsweise bei Regelventilen	404
Hydraulische Weiche	404

Heizungspumpen 405

Proportionalgesetz bei Drehzahländerung	405
Geregelte Elektronikpumpen	405
Pumpenauswahl	406
Vereinfachtes Verfahren mit Diagramm	406
Anlagenausrüstung	408
Geschlossene Anlage	408

Sicherheitstechnische Ausrüstung 408

Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungstöfe	409
Sicherheitstechnische Einrichtungen	409
Bestimmung der Nenngröße des MAG	410
Membran-Ausdehnungsgefäße	410
Ermittlung des Anlagenvolumens	410
Ermittlung des benötigten Fülldruckes	411
Montagebeispiele für Membran-Ausdehnungsgefäße	411

Heizungsregelung 412

Regler in Heizungsanlagen	412
Kesselwasser-Temperaturregelung	412
Vorlauftemperaturregelung	412
Raumtemperaturregelung	412
Beimischregelung	412
Arten der Temperaturregelung	412

Wärmeversorgungsanlagen 413

Eigenschaften von Brenngasen nach Gasfamilien	413
Verbrennungseigenschaften von Brenngasen	413
Gasbrenner, Einteilung und Aufbau	413
Ausrüstung und Sicherheitszeiten bei Gasbrennern ohne Gebläse	414
Gasanschluss für Injektorbrenner	414
Ausrüstung und Sicherheitszeiten bei Gasbrennern mit Gebläse	414
Gasanschluss für Gebläsebrenner	414
Ablaufsteuerung beim Brennerstart	415
Einstellwerte von Gaswärmerezeugern	415
Brennwerttechnik	415
Ermittlung des Norm-Nutzungsgrades von Heizkesseln	416
Reduzierung der mittleren Heizwassertemperatur	417
Kondensationszahl	417
Qualität des Kondenswassers	417
Eigenschaften des Kondenswassers	417
Heizöl EL	418
Anforderungen an Heizöl EL	418
Ölbrennerarten	418

Schematischer Aufbau von Ölbrennern	419
Verdampfungsbrenner	419
Zerstäubungsbrenner	419
Auslegung und Auswahl von Ölzerstäubungsdüsen	420
Öldurchsatz und Zerstäubungsdruck	420
Öllagerung	421
Maximale Lagermengen in Gebäuden	421
Heizöl-Tankbauarten	421
Ölzuführung im Einstrang- und Zweistrangsystem	422
Dimensionierung der Ölleitungen	422
Armaturen für unterirdische und oberirdische Öllagerung	422
Holzfeuerungen	423
Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen	423
Scheitholzfeuerung	423
Holzvergaserkessel	423
Pelletsfeuerung	423
Heizwerte im Vergleich zu Öl und Gas	423

Nah- und Fernwärmeversorgung 424

Fernwärmeanlagen	424
Bereiche und Leitungszonen	424
Indirekte und direkte Versorgung	424
Temperaturabsicherung	424
Vorgedämmte Rohre für Fernheizungen	425
Vorgedämmte Formstücke	425
T-Abzweige 45°	425
Parallelabzweige	425
Doppelrohre	426
Formstücke für Doppelrohre	427

Dampfkesselanlagen 428

Aufbau von Dampfkesselanlagen	428
Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen	428
Leistung von Dampfkesseln	429
Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen	429
Dimensionierung von Kondensatleitungen	430
Kondensatableiter	430

Klimatechnik 431

Auslegung von RLT-Anlagen 432

Einteilung der lufttechnischen Anlagen	432
Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlage	432
Ergonomie der thermischen Umgebung	433
Kategorien des Umgebungsklimas	433
Lokale thermische Unbehaglichkeit	433
Gestaltungskriterien für Räume	434
Energieumsätze von Menschen in Abhängigkeit der Tätigkeit	434
Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit	434
Zustandsgrößen trockener und gesättigter Luft	435

Luftvolumenströme in Gebäuden 436

Lüftung von Nichtwohngebäuden	436
Festlegung der Luftarten	436
Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlage	437
Klassifizierung der Abluft (ABL)	437
Klassifizierung der Fortluft (FOL)	437
Klassifizierung der Außenluft (AUL)	437
Verunreinigungskonzentrationen der AUL	437
Klassifizierung der Zuluft (ZUL)	437
Allgemeine Klassifizierung der Raumluft	438
Auslegungswerte für Abluftvolumenströme	438

Klassifizierung durch CO ₂ -Konzentration	438
Außenluftvolumenströme je Person	438
MAK- und TRK-Werte für bestimmte Gefahrstoffe	439
Auslegungskriterien für die Netto-Bodenfläche je Person	439
Bestimmung der Luftvolumenströme	440
Zuluftvolumenstrom durch Personenbelegung und Bodenfläche	440
Zuluftvolumenstrom durch Heiz- und/oder Kühllast	440
Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl	440
Druckverluste von Bauteilen in Zu- und Abluftanlagen	441
Empfohlene Filterklassen je Filterstufe	441
RLT-Anlagen für Küchen	442
Aus hygienischen Gründen erforderliche Raumtemperaturen	442
Luftmengen für Nebenräume	442
Raumtemperaturen	442
Küchenbereiche	442
RLT-Anlagen für Garagen	443
Außenluftvolumenstrom für geschlossene Garagen	443
RLT-Anlagen für Hallenbäder	444
Beckenwasser- und Raumlufttemperaturen	444
RLT-Anlagen für Krankenhäuser	445

Lüftung von Wohnungen 446

RLT-Anlagen für Laboratorien	446
Lüftung von Wohnungen	446
Freie Lüftung	446
Abluftsystem	446
Zu- und Abluftsystem	446
Systeme der Wohnungslüftung	446
Außenluftvolumenströme für Räume mit Außenfenster	447
Abluftvolumenströme für fensterlose Räume	447
Be- und Entlüftung von Einzelräumen mit Wanddurchlasselementen	447
Zentrales Entlüftungssystem	448
Standgeräte mit Wärmerückgewinnung	448
Deckengeräte mit Wärmerückgewinnung	449
Zentrallüftungsggerät mit Wärmerückgewinnung	450
Abmessungen für Standgeräte mit WRG	450
Luftverteilsysteme	450
Abmessungen für Lüftungskanäle	450
Abmessungen für Anschluss-/Verteilerkasten mit schallabsorbierender Auskleidung	450

Kühllastberechnung 451

Kühllastberechnung im Sommerbetrieb	451
Kühllast der elektrischen Beleuchtung und elektrischen Geräte	451
Wärmeabgabe des Menschen; Personenwärme	451
Anhaltswerte für Wärmeeinfall von elektrischen Geräten	451
Außere Kühllast	452
Strahlung	452
Wärmestrahlung	452
Transmission	452
Sonnendurchlassfaktoren bei Verglasungen und Sonnenschutz	452
Überschlägige Sonneneinstrahlungswerte bei Doppelverglasung	452

Volumenstromberechnung 453

Kühlung ohne Kältemaschine	453
Volumenstromberechnung zur Deckung der Heizlast	453
Volumenstromberechnung zur Deckung der trockenen Kühllast	453
Kühlung mit Kältemaschine	454

Kältemittelverdampfer	454
Kältemittelverflüssiger	454
Thermodynamische Luftbehandlung	454
Wärmeinhalt (Enthalpie) von Luft	454
Luftheizung	454

Thermodynamische Luftbehandlung 454

Luftkühlung und Entfeuchtung	455
Luftbefeuchtung	455
Luftmischung	455
Zustandsgrößen und Zustandsänderungen feuchter Luft im h,x -Diagramm	456
Lufttemperatur	456

Kanäle und Formstücke 457

Luftleitungen aus Stahlblech mit rundem Querschnitt	457
Luftleitungen aus Stahlblech mit rechteckigem Querschnitt	457
Dichtheitsklassen von Lüftungsbauteilen	457
Längsverbindungen bei eckigen Blechkanälen	458
Stoßverbindungen für runde und eckige Luftleitungen aus Blech	458
Nennweiten und Dichtheitsklassen für Blechrohre	458
Formstücke für runde Blechrohre	458

Druckverluste in Kanälen und Anlagen 459

Nennweiten flexibler Rohre	459
Kanalbestimmung	459
Widerstandsbeiwerte für Formstücke	459
Formstücke für runde Luftleitungen	459
Formstücke für Luftleitungen mit Rechteckquerschnitt	460
Widerstandsbeiwerte für Ein- und Ausströmöffnungen	460
Bestimmung des Druckgefälles im geraden waagerechten Rohr	461
Luftgeschwindigkeiten in RLT-Anlagen	461
R-Werte für Wickelfalzrohre bei trockener Luft	462
Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal	463
Bestimmung des Druckverlustes	463

Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlage 464

Ventilatorbauarten	464
Ventilatorleistung	464
Ventilatordruck	464
Zusammenhang Drehzahl, Druck und Leistung	464
Ventilator Kennlinien – Radialventilator	465
Ventilator dimensionierung	465
Auswahltablelle – Axialventilatoren	465

Einbauteile für RLT-Anlagen 466

Bauarten von Luftfiltern	466
Luftverunreinigungen und Abscheidemethoden	466
Differenzdrücke bei Luftfiltern	466
Filterarten	466
Klasseneinteilung von Filtern	467
Schwebstoff- und Hochleistungs-Schwebstofffilter	467
Taschenfiltern in Lüftungsgeräten	467
Bauteile in Zu- und Abluftanlagen	467
Lufterwärmer/-kühler	467
Luftauslässe	468
Decken- und Fußbodenauslässe	468
Zu- und Abluftgitter	468
Aufbau von Lüftungs- und Klimageräten	469
Ventilator-Schalldaten	469
Größenbestimmung von Kulissen-Schalldämpfern	469
Zulässiger Schalldruckpegel am Arbeitsplatz	470
Schalldruckpegel in Nichtwohnungen	470

Schallschutzstufen in Mehrfamilienhäusern	470	Hausanschlussraum	485
Zulässiger Schalldruckpegel auf die Nachbarschaft.	470	Installationszonen.	485
Wärmerückgewinnungssysteme	471	Schutzbereiche in Bädern und Duschräumen	485
Wärmerückgewinnung (WRG).	471	Verlegung von Leitungen	486
Wärmerückgewinnungsverfahren.	471	Kennzeichnung von Leitungen	486
Trennflächen-Wärmetauscher	471	Verlegung von Leitungen	487
Kreislaufverbund-Wärmetauscher.	471	Mindestquerschnitte Kupferadern.	487
Rotations-Wärmetauscher	471	Aderkennzeichnung	487
Brandschutz in RLT-Anlagen.	472	Schaltpläne	488
Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen	472	Schaltpläne der Elektrotechnik	488
Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen	472	Kurzbezeichnung elektrischer Betriebsmittel	489
Brandschutzklappen K 90	472	Stecksysteme	490
Feuerbeständige Kanäle.	472	Installationsschaltungen	491
Maße von Brandschutzklappen	472	Schützsaltungen	491
Dimensionierung von Brandschutzklappen	473	Elektromotoren, Transformatoren	492
Regelung von RLT-Anlagen und Planungshinweise 474		Transformator	492
Regelungsmöglichkeiten bei RLT-Anlagen	474	Wechselrichter.	492
Mischluftregelung.	474	Frequenzumrichter	492
Raumtemperatur-Regelung	474	Leistungssteuerung	492
Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage	474	Gleichstrommotor.	493
Entwurfsphase	474	Einphasen-Wechselstrommotor	493
Berechnungsphase	474	Drehstrommotor.	493
Elektrotechnik	475	Messen und Prüfen elektrischer Anlagen	494
Grundlagen	476	Elektronikbauteile	494
Bestandteile eines Stromkreises	476	PTC, NTC	494
Spannungsquelle	476	Farbcode für Widerstände	494
Verbraucher.	476	Schreibweise von Messwerten	495
Verbindungsleitungen	476	Messfehler.	495
Ohm'sches Gesetz.	476	Begriffe der Messtechnik	495
Elektrisches Feld	476	Analoge und digitale Messgeräte	496
Widerstand	477	Gegenüberstellung von analogen und digitalen Messgeräten	496
Kirchhoff'sche Gesetze	477	Duspol	496
Magnetisches Feld	477	Skalensymbole	497
Reihenschaltung	478	Multimeter (Vielfachinstrument)	497
Parallelschaltung.	478	Messtechnik – Anwendungen	498
Umwandlung von Schaltungen.	478	Messprotokolle erstellen	498
Strom- und Spannungsarten	479	Kennlinienaufnahme	498
Strom- und Spannungsformen	479	Prüfung für elektrische Anlagen und Betriebsmittel	499
Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	480	Geräteprüfung.	500
Elektrische Leistung	480	Sichtprüfung	500
Elektrische Arbeit	480	Prüfung des Schutzleiters	500
Elektrischer Wirkungsgrad	480	Messung des Isolationswiderstandes – Alle Stromkreise müssen geschlossen sein	500
Stromversorgungssysteme	481	Messen des Schutzleiterstromes.	500
Stromversorgungssysteme	481	Messen des Berührungstromes.	500
Schutzmaßnahmen, Schutzbereiche.	482	Prüfprotokoll elektrischer Geräte	501
Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik.	482	Temperaturmessung	502
Stromwirkungen	482	Druckmessung	503
Schutzarten	483	Durchflussmessung	504
Schutz gegen elektrischen Schlag	483	Füllstandsmessung.	505
Reststromschutzgerät.	483	Feuchtemessung.	506
Differenzstromüberwachung	483	Drehzahlmessung	506
Überwachungsrelais.	483	Lichtstärkemessung	506
Spannungsebenen	484	Gasanalyse	506
Überstromschutzeinrichtungen	484	Steuern und Regeln.	507
Schutzklassen	484	Begriffe der Regelungstechnik.	507
		Steuern, Regeln	507
		Regler.	508
		Stetige Regler	508
		Digitale Regler.	508
		Unstetige Regler	509
		Regelstrecken	510
		PC-Schnittstellen.	511
		Parallele Schnittstellen	511

Serielle Schnittstellen	511
Zahlensysteme	512
Digitalcodes	512
Logische Grundschialtung	513
AD-Wandler	513
DA-Wandler	513

Gebäudeautomation 514

Bussysteme	514
Leittechnikenebenen	514
EIB (Europäischer Installationsbus)	514
Gebäudeautomation, Smart Home	515
Steuerung betriebstechnischer Anlagen	516

Erneuerbare Energien und Umwelttechnik 517

Wärmepumpen 518

Übersicht der Wärmepumpensysteme	518
Kompressionswärmepumpen	518
Absorptionswärmepumpen	518
Wärmepumpensysteme	518
Energieflussdarstellung	519
Wärmeleistung	519
Kennzahlen	519
Leistungszahlen	519
Auslegung von Wärmepumpenanlagen mittels Jahresdauerlinie	519
Auslegung von Wärmepumpenanlage	519
Wärmepumpenanlagen nach Art der Wärmequelle	520
Leistungsdaten für Wärmepumpen	521

Solaranlagen 522

Einteilung von thermischen Solaranlagen	522
Solardaten für den Standort Deutschland	522
Kennzahlen für thermische Solaranlagen	522
Solaranlage zur Trinkwassererwärmung	523
Bestimmung von Kollektorfläche und Speichervolumen	523
Solarertrag	523
Daten für Solarkollektoren	524

Biomasseanlagen 525

Biomasse	525
Begriffe und Zusammenhänge	525
Energieinhalt von Biomasse	525
Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse	525
Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse	525
Prozess der Biogaserzeugung	526
Sicherheit von Biogasanlagen	526
Feste Biomasse	527
Verbrennungssysteme für feste Biomasse	527

Windkraftanlagen 528

Begriffe	528
Aufbau und Elemente einer Windkraftanlage	528
Unterscheidung von WKA	528
Entstehung von Wind	528
Physikalische Zusammenhänge	528
Umweltauswirkungen von WKA	528
Berechnungsgrundlagen für Windkraftanlagen	529
Leistung und Wirkungsgrad	529
Kennzahlen von Windkraftanlagen	529
Daten für Windkraftanlagen	529

Wasserkraftanlagen 530

Wasserkraftanlagen	530
Begriffe	530

Wasserkraftanlagen (Übersicht)	530
Grundlegende Turbinenarten	530
Turbinenarten	530
Pelton-Turbine	530
Kaplan-Turbine	530
Gezeitenkraftwerk	530
Berechnungsgrundlagen für Wasserkraftanlagen	531
Elektrische Leistung und Wirkungsgrade	531
Turbinenwirkungsgrad	531
Turbinenarten und Einsatzgebiete	531

Blockheizkraftwerke 532

Aufbau und Arten von Blockheizkraftwerken	532
Berechnungsgrundlagen von BHKW	532
Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade	533
Betriebsarten	533
Einbindung von BHKW in Energieerzeugungsanlagen	533
Betriebsdaten von Blockheizkraftwerken	534

Geothermie 535

Begriffe	535
Erdwärme	535
Klassifizierung der Erdwärmequellen	535
Nutzung der Erdwärme	535
Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke	535

Transport und Speicherung elektrischer Energie .. 536

Stromtransport	536
Speichern elektrischer Energie	536
Verfahren der Energiespeicherung	536

Umwelttechnik 537

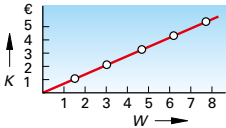
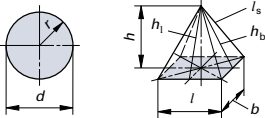
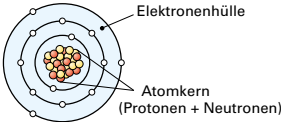
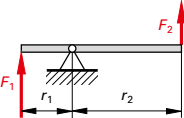
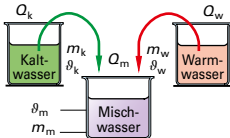
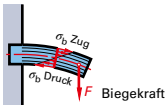
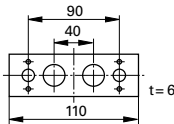
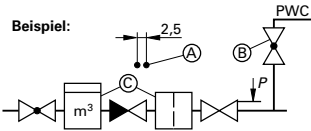
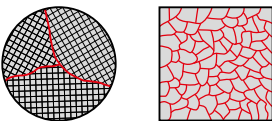
Allgemeine Zusammenhänge und Effekte	537
Emission	537
Immission	537
Kontamination	537
Treibhauseffekt	537
Umweltrecht	538
Haftungsarten	538
Umweltstrafrecht	538
Analytik in der Umwelttechnik	539
Arten der Analytik	539
Instrumentelle Analytik	540
Disperse Systeme	541
Bedeutung, Fakten und Handhabung	541
Lösungsmittel	542
Gehaltsangaben in Lösungsmittel	543

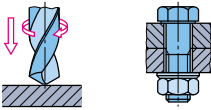
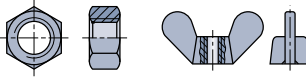
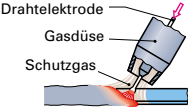
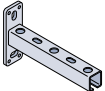
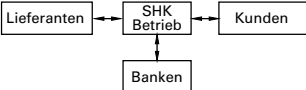
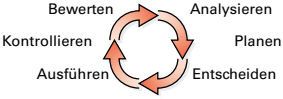
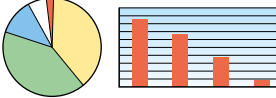
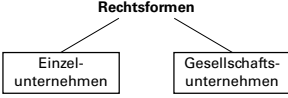
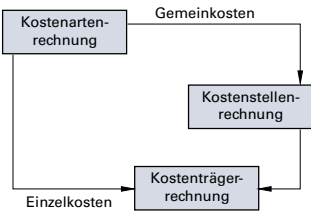
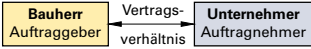
Umweltbelastungen 544

Bodenbelastungen	544
Prüfwerte für die Bodenbelastung	544
Gasförmiger Immissionen	545
Gesundheitsschädlicher Stäube	545
Grenzwerte für Abgasverluste	546
Abgasmessung	546
Brennstoffe für Kleinfeuerungsanlagen	546

Sachwortverzeichnis 547

Firmenverzeichnis 560

	Normung und physikalische Größen Regelwerk, ISO, EN, DIN 17 Einheiten, Formelzeichen, Größen 19 Schaubilder, Diagramme und Tabellen 23
	Mathematik und Geometrie Rechenarten, Rechenregeln 25 Prozent- und Dreisatzregeln 32 Flächen, Körper- und Massenberechnung 34 Winkelarten, rechtwinkliges Dreieck 41
	Grundbegriffe der Chemie Chemische Elemente 44 Periodensystem 45 chemische Reaktionen und Bindungen 46
	Mechanik fester Körper, Flüssigkeiten und Gase Kräfte, Hebel, Drehmoment 49 Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad 51 Druck, Auftrieb 53 Steigung, Gefälle 55 Volumenstrom, Druckverluste 55
	Wärmelehre Temperatur, Temperaturdifferenz 60 Wärme, Wärmemenge, Wärmeleistung 61 Brennwert, Heizwert 65 Anschluss- und Einstellwert und Düsendruck 66 Wärmestrahlung, -strom, -leitung, -übergang 67
	Festigkeitslehre und Statik Zug-, Druck-, Scherspannung 71 Dehnung 71 Torsion, Biegung 72 Lagerungsarten und Nutzlasten 73
	Grundlagen der technischen Kommunikation Geometrische Grundlagen 76 Linienarten 77 isometrische Projektion, Schnittdarstellungen 78 Bauzeichnungen 84
	Sinnbilder Trinkwasserinstallation und Abwassertechnik 89 Gas- und Heizungstechnik 93 Lüftungs- und Klimatechnik 94 Elektrotechnik 95 Schweiß- und Löt-nähte 96
	Grundlagen der Werkstoffkunde und technische Werkstoffe Einteilung der Werkstoffe 97 Eisenwerkstoffe 101 Nichteisenmetalle 105 Kunststoffe, Verbund- und Sinterwerkstoffe 108

	Fertigungsverfahren Prüfen, Messen, Lehren 111 Sägen, Bohren, Schleifen 112 Thermisches Trennen 116 Fügeverbindungen und Gewinde 116
	Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben Bezeichnungen 119 Arten 120 Festigkeitsklassen 121
	Verbindungstechnik Pressen 122 Löten 123 Schweißen 124 Kleben 127
	Befestigungselemente Dübel 128 Konsolen 130 Schienen und Rohrschellen 132
	Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Arbeitsprozesse im Betrieb 135 Material- und Finanzmittel 135
	Materialbeschaffung und Leistungserstellung Beschaffungsmarkt 136 Preisermittlung 136 Kaufvertrag 137
	Marktforschung, Marketing und Vertrieb Marktanalyse 140 Marktprognose 140 Produktanalyse 141 Werbung 142
	Leitung und Verwaltung Rechtsformen im SHK-Betrieb 143 Organisation 143 Qualitätsmanagement 144
	Buchführung im SHK-Betrieb Buchführung 145 Kontenrahmen 146 Gewinn- und Verlustrechnung 146 Kostenrechnung, Kalkulation und Controlling Kostenrechnung 147 Lohngruppen 148 Zuschlagskalkulation 149 Wirtschaftlichkeit 150
	Bauvertragsrecht Werkvertrag 151 VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistung) .. 152

Normung			EN 45 020: 2007-03			
Regelwerke, ISO, EN, DIN						
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 Normungs-organisation 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						
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz	TRD	Technische Regeln für Dampfkessel			
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung	TRG	Technische Regeln Druckgase			
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz	TRGI	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	Gültigkeits datum
Beispiel	DIN 16893	DIN 422-2	DIN EN 12831 Bbl. 2	E DIN 1999-100	DIN V 4107	DIN EN 673 2011-04

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	Θ	Theta	Temperatur in °C	υ	Υ	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	$\sqrt{\quad}$	minus, weniger	Δ	Delta, Zeichen f. Differenz
=	gleich	$\sqrt[n]{\quad}$	Quadratwurzel aus a mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	$\cong$	kongruent
$\neq$	nicht gleich, ungleich	$\div, 2$	durch, geteilt durch, dividiert durch	$\equiv$	identisch
$\sim$	proportional	%	Prozent, von Hundert	$\angle$	Winkel
$\approx$	annähernd, nahezu	‰	Promille, von Tausend	$\overline{AB}$	Strecke AB
$\triangleq$	gleich, rund, etwa	{}, [], {}	runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu	$\widehat{AB}$	Bogen AB
<	kleiner als		parallel	$\sum$	Summe
>	größer als	$\nparallel$	nicht parallel	e	Euler'sche Zahl e = 2,718 281 828 ...
$\geq$	größer oder gleich, mindestens gleich	$\perp$	rechtwinklig zu, normal auf, senkrecht auf	π	Pi = 3,141 59...
$\leq$	kleiner oder gleich, höchstens gleich	tan	Tangens	∞	unendlich
+	plus, mehr, und	cot	Cotangens	log	Logarithmus (allgemein)
sin	Sinus			lg	Zehnerlogarithmus
cos	Cosinus			ln	natürlicher Logarithmus
				lb	binärer Logarithmus



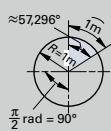
SI-Basiseinheiten¹⁾

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	l	Meter	m		m	dm	cm	mm
Breite	b			1 km	1000	10000	100000	1000000
Höhe, Tiefe	h, t			1 m	1	10	100	1000
Radius	r			1 dm	0,1	1	10	100
Durchmesser	$d,$			1 cm	0,01	0,1	1	10
Dicke	d, D			1 mm	0,001	0,01	0,1	1
Umfang	U			1 nm	0,000001	0,00001	0,0001	0,001
Weglänge	s			Ablesebeispiel: 1 dm = 0,1 m = 10 cm = 100 mm				
					m ²	dm ²	cm ²	mm ²
Fläche	A	Quadratmeter	m ²					
Oberfläche	A, Q, S			1 m ²	1	100	1000	1000000
Querschnittsfläche				1 dm ²	0,01	1	100	10000
Grundstücksfläche				A	1 cm ²	0,0001	0,01	1
				1 mm ²	0,000001	0,0001	0,01	1
		Ablesebeispiel: 1 dm ² = 0,01 m ² = 100 cm ² = 10000 mm ²						
Volumen	V	Kubikmeter	m ³		m ³	dm ³ (l)	cm ³ (ml)	mm ³
				1 m ³				
				1 dm ³ (l)				
				1 cm ³ (ml)				
		Ablesebeispiel: 1 dm ³ = 0,001 m ³ = 1000 cm ³ = 1000000 mm ³						
ebener Winkel (Winkel)	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$	Radiant	rad	$1 \text{ rad} = \frac{1 \text{ m (Bogen)}}{1 \text{ m (Bogen)}} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,2957 \dots^\circ$				
		Vollwinkel Grad Minute Sekunde		$1 \text{ Vollwinkel} = 2 \cdot \pi \text{ rad}$ $1^\circ = (\pi/180) \text{ rad} = 60'$ $1' = (1/60)^\circ = 60''$ $1'' = (1/60)' \text{ rad} = (1/3600)^\circ$				

Mechanik

Masse	<i>m</i>	Kilogramm	kg	1 kg = 1000 g	0,001 mg (t)
				1 Mg (t) = 1000000 g	1000 kg
längenbezogene Masse	<i>m'</i>	Kilogramm	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 Masse	<i>v</i>	Kubikmeter pro Kilogramm	m ³ /kg	1 m ³ /kg	1000 dm ³ /kg
					1 dm ³ /g



Formelzeichen, Größen, Einheiten (Fortsetzung)								
Größe	Formel- zeichen	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	1 kg/m ³	0,001	1	
Kraft Gewichtskraft	F F_G	Newton	N		mN	N	daN	kN
				1 mN	1	0,001	0,00001	0,000001
				1 N	1000	1	0,01	0,001
				1 kN	1000000	1000	100	1
				1 MN	10 ⁹	1000000	100000	1000
				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	0,00001	0,0001
				1 mbar, 1 hPa	100	1	0,001	0,01
				1 bar	100000	1000	1	10
				1 N/cm ²	10000	1000	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	3600000	3600	3,6
				1 J	2,7 · 10 ⁻⁷	1	0,001	0,000001
				1 kJ	0,0002778	1000	1	0,001
				1 MJ	0,27	1000000	1000	1
				1 J = 1 N · m = 1 W · s = 1 kgm ² /s ²				
Leistung mechanisch Wärmestrom	P $\dot{Q}, \phi$	Watt	W		mW	W	kW	MW
				1 mW	1	0,001	0,000 001	10 ⁻⁹
				1 W	1000	1	0,001	0,000001
				1 kW	1000000	1000	1	0,001
				1 MW	10 ⁹	1000000	1000	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	1/3600	1/86400
				1 min	60	1	1/60	1/1440
				1 h	3600	60	1	1/24
				1 d	86400	1440	24	1
				1 a	31556952	525949,2	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	n		1/min	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$				
Kreiszfrequenz	ω		1/s					
Periodendauer	T	Sekunde	s					