



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

1. Auflage

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

Europa-Nr.: 16638



Inhaltsverzeichnis

Grundlagen

Allgemeine Grundlagen	15
Griechisches Alphabet	15
Römische Zahlzeichen	15
Mathematische Zeichen	15
Basisgrößen und Basiseinheiten	16
Kohärente und nicht-kohärente Einheiten	16
Vorsätze vor Einheiten	16
Formelzeichen, Größen und Einheiten	16
Indizes	18
Britische und US-Einheiten	19
Rechnen mit dem Taschenrechner	19
Schaubilder, Diagramme und Tabellen	19
Interpolieren	20
Allgemeine Mathematik	21
Grundrechenarten	21
Gliederung der Grundrechenarten	21
Strichrechnung	21
Klammerregeln bei der Strichrechnung	21
Multiplikation	21
Division	22
Gemischte Strich- und Punktrechnung	23
Bruchrechnung	23
Potenzieren	25
Radizieren (Wurzelziehen)	26
Logarithmen	27
Binomische Formeln	27
Gleichungen	28
Prozentrechnung	29
Zinsrechnung	29
Dreisatzrechnung	29
Runden	29
Statistische Maßzahlen	29
Geometrie	30
Flächenberechnung	30
Körperberechnung	31
Winkelarten	33
Winkel an geschnittenen Parallelen	33
Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechteckigen Dreieck	33
Lehrsatz des Pythagoras	34
Lehrsatz des Euklid	34
Höhensatz	34
Satz des Heron	34
Winkelfunktionen	35
Trigonometrie des rechtwinkeligen Dreiecks	35
Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens	35
Funktionswerte zwischen 0° und 360° sowie für Winkel > 360 °	35
Beziehungen zwischen den Funktionswerten der Winkelfunktionen	36
Wichtige Funktionswerte der vier Winkelfunktionen	36
Trigonometrie des schiefwinkeligen Dreiecks	36
Sinussatz, Cosinussatz	36
Technische Mathematik	37
Teilung von Längen (Gitterteilung)	37
Teilung auf dem Lochkreis	37
Berechnung elementarer Rohrdaten	37
Gestreckte Längen (kreisförmig gebogen)	38

Zusammengesetzte Längen	38
Zusammengesetzte Flächen	38
Berechnung der Masse bei Halbzeugen	38
Längenbezogene Masse	38
Flächenbezogene Masse	38
Daten aus Chemie und Umwelt	39
Chemische Grundbegriffe	39
Aufbau chemischer Elemente	39
Periodensystem der Elemente	40
Auswahl wichtiger chemischer Verbindungen	41
Gefahrstoffe	41
R-Sätze (Gefahrenhinweise)	42
S-Sätze (Sicherheitsratschläge)	43
Kombination der R-Sätze und S-Sätze (Auszug)	44
Umwelt-Grundlagen	44
Geruchsstoffe	44
Treibhauseffekt	44
Treibhauspotential	45
Ozonabbaupotential	45
Boden und Wasser	45
Technische Physik /	47
Technische Mechanik	47
Mechanik der festen Körper	47
Grundlegende mechanische Größen	47
Masse und Dichte	47
Dichte technisch wichtiger Stoffe	47
Dichte und spezifisches Volumen von Wasser als Funktion der Wassertemperatur	49
Resultierende Kraft im zentralen Kräftesystem	50
Hebelgesetz und Drehmoment (Kraftmoment)	51
Hebelarten	51
Gleichförmige und ungleichförmige gradlinige Bewegung	51
Gleichförmige kreisförmige Bewegung	52
Dynamisches Grundgesetz	52
Kraft und Gewichtskraft	52
Mechanische Arbeit und mechanische Energie	52
Potentielle Energie	53
Kinetische Energie	53
Arbeit auf der schießen (geneigten) Ebene	53
Goldene Regel der Mechanik	53
Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	53
Fluidmechanik	54
Hydrostatischer Druck und Druckeinheiten	54
Pressdruck, Schwerdruck	54
Aerostatischer Druck	54
Atmosphärendruck, Überdruck, absoluter Druck	54
Druckfortpflanzungsgesetz	55
Druckkraft auf Flächen	55
Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen	55
Saugwirkung	56
Steigung und Gefälle von Rohrleitungen	56
Strömungsgeschwindigkeit	56
Kontinuitätsgleichung (Durchflussgleichung) inkompressibler Fluide	56
Massenstrom	56
Volumenstrom	56

Inhaltsverzeichnis

Energiegleichung (Bernoulli)	92
ohne Reibungsverluste	57
Statischer Druck, statische Höhe	57
Geodätischer Druck, geodätische Höhe	57
Geschwindigkeitsdruck, Geschwindigkeitshöhe	57
Druckgleichung, Druckhöhengleichung	57
Venturiprinzip	58
Viskosität	58
Druckverluste in geraden Rohren und Kanälen	60
Druckverluste in Rohrleitungssystemen	61
Auswahl von Druckverlustzahlen (Widerstandsbeiwerte)	63
Wärmelehre	64
Temperatur, Temperaturdifferenz	64
Absoluter Nullpunkt, absolute Temperatur	64
Kelvin, Celsius, Fahrenheit	64
Wärmeausdehnung fester und flüssiger Stoffe	64
Längenänderung, Volumenänderung	64
Wärmemenge bei Temperaturänderung	65
Spezifische Wärmekapazität	65
Kalorimetrie, Wärmekapazität	66
Mischungsregel, Mischungstemperatur	66
Schmelzen und Erstarren	67
Spezifische Schmelzwärme	67
Verdampfen, Kondensieren, Sublimieren	68
Enthalpie, spezifische Enthalpie	69
Nassdampf, Sattdampf, Heißdampf	69
Gasgesetze	70
Gesetz von Boyle-Mariotte	70
1. und 2. Gesetz von Gay-Lussac	70
Vereinigtes Gasgesetz	70
Normzustand und spezielle Gaskonstante	70
Molare Zustände und Größen	71
Mischung idealer Gase	72
Partialdrücke, Gesetz von Dalton	72
Brennwert und Heizwert	73
Bauphysik	73
Wärme- und Kälteschutz	73
Wärmetransport (Wärmeübertragung)	73
Wärmeleitung und Wärmestrom	74
Wärmeübergang und Wärmedurchgang	74
Wärmeaustauscher	78
Wärmestrahlung	79
Feuchtigkeitsschutz	81
Feuchte Luft, h,x -Diagramm	81
Schwitzwasserbildung	84
Schallschutz	85
Schalldruck	85
Hörschwellendruck und Schmerzwelle	86
Schalldruckpegel, Schallleistungspegel	86
Hörfläche und Schallspektrum	87
Reflexion, Absorption, Dissipation, Transmission	89
Schallschutzmaßnahmen	89
Schalldämpfung und Schalldämmung	89
Brandschutz	90
Baustoffklassen	90
Widerstandsklassen nach DIN 4102	91
Korrosionsschutz	92
Korrosionsarten und ihre Erscheinungs- formen	92
Elektrochemische Spannungsreihe	92
Korrosionsschutz – Übersicht	92
Statik und Festigkeitslehre	93
Zugspannung	93
Druckspannung	93
Scherspannung	93
Dehnung und Verlängerung	93
Elastizitätsmodul	93
Spannungs-, Dehnungs-Diagramm	94
Zugfestigkeit und Grenzspannungen	94
Wärmespannungen, Kräfte im Bauteil	95
Biegung	95
Flächennmoment 2. Grades, Widerstandsmoment	95
Biegehauptgleichung	95
Technische Kommunikation	97
Grundlagen der Technischen Zeichnung	97
Normschrift	97
Papierformate	97
Maßstäbe	97
Geometrische Grundkonstruktionen	98
Linienarten	99
Isometrische Projektion und besondere Darstellungen	100
Normalprojektionen	100
Axonometrische Projektionen	100
Darstellungsregeln	101
Schnittdarstellungen	102
Maßeintragung	103
Abwicklung von Körpern	105
Bauzeichnungen	106
Planungsstufen, Bauzeichnungen, Maßstäbe	106
Ansichten und Schnitte	106
Kennzeichnung von Schnittflächen	107
Linienarten in Bauzeichnungen	107
Maßeintragung und Schnittverlauf	108
Darstellung von Treppen	109
Darstellung von Türen	109
Darstellung angehängter Decken	109
Abkürzungen in Bauzeichnungen	110
Darstellung von Schlitten und Aussparungen	110
Maße für Schlüsse und Aussparungen	110
Sinnbilder	111
Zeichnen von Sinnbildern	111
Sinnbilder Trinkwasserinstallation	111
Sanitäre Ausstattungsgegenstände	114
Abwassertechnik	114
Gastechnik	115
Heizungstechnik	115
Lüftungs- und Klimatechnik	116
Steuerungs- und Regelgeräte	117
Elektrotechnik	117
Darstellung von Schweiß- und Lotnähten	118
Hinweisschilder für Wasserversorgung/ Gasversorgung	119
CAD-Zeichnungen	119

Inhaltsverzeichnis

Werkstoffkunde	120	Unterlegscheiben / Pressverbindungen	152
Grundlagen der Werkstoffkunde	120	Löten	153
Rohstoffe, Materialien, Werkstoffe	120	Lötverbindungen	153
Feinstruktur, Gitterkonstante	120	Weichlöten, Flussmittel, Lote	153
Von Feinstruktur zur Grobstruktur und zum Gefüge	121	Hartlöten, Flussmittel, Lote	154
Mechanische Beanspruchungen und Werkstoffeigenschaften	121	Schweißen	154
Anforderungsprofil und Eigenschaftsprofil	122	Übersicht über Schweißverfahren	154
Kaltverfestigung und Rekristallisation	122	Gasschmelzschweißen	155
Zweistofflegierungen und Zustands- schaubilder	123	Kennzeichnung von Druckgasflaschen	155
Härte und Dichte als Erkennungsmerkmal von Mineralien	124	Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen	155
Legierungsmetalle und nichtmetallische Legierungselemente	124	Metallschutzgasschweißen	156
Technische Werkstoffe	126	Drahtelektroden, Schutzgase	156
Eisenwerkstoffe	126	Kleben	157
Eisen-Gusswerkstoffe	126	Befestigungselemente	158
Einteilung von Gusseisen	127	Dübel	158
Stahl	128	Rohrbefestigungselemente	160
Einteilung der Stähle	128	Rohrschellen	163
Druckbehälterstähle	129	Befestigungsabstände für Rohrschellen	164
Kupfer – Eigenschaften	131	Betriebswirtschaftslehre	165
Kupfer und Kupferlegierungen	132	Betriebswirtschaftslehre – Übersicht	165
Rundrohre aus Kupfer	134	Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb	165
Kupferrohre – Vorzugsmaße, Rohrwerkstoffe, Korrosion	136	Einflussfaktoren des Umfeldes	165
Aluminium und Aluminiumlegierungen	137	Material- und Finanzmittelfluss	165
Weitere für die Versorgungstechnik wichtige Metalle und Metalllegierungen	138	Materialbeschaffung in SHK-Betrieb	166
Kunststoffe	138	Ablauf der Materialbeschaffung	166
Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe	140	Beschaffungsmarkt erkunden und Lieferanten finden	166
Arbeitshilfen und Literatur zur Werkstoffkunde	140	Bezugspreise berechnen	166
Fertigungs- und Montagetechnik	141	Nicht geldbezogene Faktoren	166
Prüfen, Messen, Lehren	141	Nutzwertanalyse	166
Längen- und Formprüfmittel	141	Kaufvertrag	167
Richtungsprüfmittel	141	Leistungsstörungen aus Verträgen	167
Fertigungsverfahren	142	Leistungserstellung im SHK-Betrieb	168
Einteilung der Fertigungsverfahren	142	Kundenauftag im SHK-Betrieb	168
Sägen	142	Ablauf der Leistungserstellung	168
Bohren	143	Kundenkontakte	168
Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	143	Phasen der Leistungserstellung	169
Drehfrequenz (Drehzahl)-Diagramm	144	Marktforschung, Marketing und Vertrieb	170
Hauptnutzungszeit und Vorschubweg	144	Grundbegriffe	170
Schleifen	145	Unterprozesse der Marktforschung	170
Thermisches Trennen	146	Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel)	170
Fügeverbindungen	146	Marktprognose im SHK-Betrieb	170
Gewinde	147	Instrumente des Marketings im SHK-Betrieb	171
Whitworth-Rohrgewinde	147	Produkt-/Sortimentsanalyse	171
Metriche ISO-Gewinde	148	Begriffe der Sortimentspolitik	171
Schrauben und Muttern	149	Produktlebenszyklus	171
Schräubenbezeichnung	149	Produktelimination	171
Festigkeitsklassen von Schrauben	149	Service im SHK-Betrieb	171
Festigkeitsklassen von Muttern	149	Kommunikationspolitik: Arten der Werbung	172
Muttern – Übersicht	149	Regeln für Werbung	172
Schrauben – Übersicht	150	Ablauf einer Werbemaßnahme	172
		Preis- und Konditionenpolitik	172
		Distributionspolitik	172
		Leitung und Verwaltung im SHK-Betrieb	173
		Rechtsformen	173
		Organisation im SHK-Betrieb	173

Inhaltsverzeichnis

Aufbauorganisation im SHK-Handwerk	173	Überstromschutzeinrichtungen	191
Ablauforganisation und Einsatzplanung	174	Schutzklassen	191
Projektmanagement	174	Leitungsbezeichnungen	192
Qualitätsmanagement	174	Hausanschlussraum	193
Qualitätssicherungssysteme	174	Installationszonen	193
Buchführung im SHK-Betrieb	175	Schutzbereiche in Bädern und Duschräumen	193
Überblick	175	Verlegung von Leitungen	194
Randbedingungen der Buchführung	175	Verlegungarten	194
Klassifizierung von Belegen	175	Mindestquerschnitte Kupferadern	194
Bearbeitung von Buchungsbelegen	175	Leitungen	194
Belegnummernsystem	175	Aderkennzeichnung	194
Kontenrahmen	176	Schaltpläne in der Elektrotechnik	195
Bilanz	176	Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel	196
Gewinn- und Verlustrechnung	176	Stecksysteme	197
Kostenrechnung und Kalkulation	177	Installationsschaltungen	198
Begriffe und Abgrenzungen	177	Schützschaltungen	198
Teilgebiete der Kostenrechnung	177	Transformatoren	199
Betriebsabrechnungsbogen (BAB)	178	Wechselrichter	199
Kalkulation im SHK-Betrieb - Übersicht	178	Frequenzumrichter	199
Lohngruppen und Stundenlohn	178	Leistungsregelung	199
Zusammensetzung von Personalkosten	178	Elektromotoren	200
Zuschlagkalkulation	179	Leistungsschild nach DIN 42961	200
Stundenverrechnungssatz	179	Gleichstrommotor	200
Einheitspreiskalkulation	179	Einphasen-Wechselstrommotor	200
Controlling	180	Drehstrommotor	200
Controlling im SHK-Betrieb	180	Bauteile der Elektrotechnik	201
Kennzahlen der betrieblichen Tätigkeit	180	Kondensator	201
Kennzahlen der Kosten- und Leistungsrechnung	180	Diode	201
Kennzahlen der Bilanz und betrieblichen Stabilität	180	LDR	201
Bauvertragsrecht	181	PTC, NTC	201
Vertragsarten	181	Farbcode für Widerstände	201
Werkvertrag und VOB	181	Messen	202
Elektrotechnik, Steuern und Regeln	183	Schreibweise von Messwerten	202
Elektrotechnik	183	Messfehler	202
Einfacher elektrischer Stromkreis	183	Begriffe der Messtechnik	202
Ohm'sches Gesetz	183	Gegenüberstellung analoger und digitaler Messgeräte, Duspol	203
Spezifischer Widerstand	184	Analoge Anzeige	203
Temperaturabhängiger Widerstand	184	Digitale Anzeige	203
Kirchhoff'sche Gesetze	184	Duspol	203
Stern-Dreieck-Umwandlung	184	Skalensymbole	204
Reihen-, Parallel- und Gemischte Schaltungen	185	Messen mit dem Multimeter (Vielfachinstrument)	204
Strom- und Spannungsarten und -formen	186	Messtechnik – Anwendungen	205
Elektrische Leistung	187	Messprotokolle erstellen	205
Elektrische Arbeit	187	Aufnahme von Kennlinien	205
Verteilersysteme	188	Prüfungen elektrischer Anlagen	206
Schutzaßnahmen in der Elektrotechnik	189	Prüfprotokoll und Heizkurvenschar (Beispiele)	207
Wirkung des Stromes	189	Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 – 0702	208
Schutzarten	190	Temperaturmessung	209
Schutz gegen elektrischen Schlag	190	Druckmessung	210
Fehlerstromschutzschalter RCD	190	Durchflussmessung	211
Überwachung mit RCM	190	Füllstandsmessung	212
Überwachungsrelais	190	Feuchtemessung	213
Spannungsebenen	191	Drehzahlmessung	213
Spannungsfrei schalten	191	Lichtstärkenmessung	213
		Gasanalyse (O_2 -Gehalt)	213
Steuern und Regeln	214		
Begriffe der Regelungstechnik	214		
Steuern, Regeln – Definition	214		

Inhaltsverzeichnis

Regler	215	Darstellung von Sicherungseinrichtungen	237
Stetige Regler	215	Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen	238
Digitale Regler	215	Sicherungseinrichtungen	240
Unstetige Regler	216	Freier Auslauf	240
Fuzzy- Regler	216	Systemtrenner	240
Regelstrecken	217	Rohrunterbrecher A1	240
PC-Schnittstellen	218	Rohrunterbrecher A2	240
Zahlensysteme	219	Rohrtrenner EA1, Rohrtrenner EA2, Rohrtrenner EA3	241
Digitalcodes	219	Rückflussverhinderer	242
Logische Grundschaltungen	220	Rohrbelüfter (Bauform C)	242
AD-Wandler	220	Sicherungskombination	242
DA-Wandler	220	Inspekts- und Wartungsplan	243
Bussysteme	221	Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik	243
Leitechnikebenen	221	Rohre aus unlegiertem Stahl	244
Gebäudeautomation	221	Tempergussfittings	244
Hydraulische Grundschaltungen	222	Edelstahl-Rohre, Pressfittings	246
 		Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen	248
Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	223	Lötfittings für Kupferrohre	248
Sanitärtechnik	223	Kupfer Pressfittings	251
Trinkwassertechnik	223	PVC-C-Rohre, Fittings	252
Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft	223	Metallverbundrohre, Fittings	254
Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften)	224	Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen	255
Zentrale Trinkwasserversorgung	224	 	
Calcit-Sättigung	225	Dimensionierung trinkwassertechnischer Anlagen	256
Trinkwasseraufbereitung	225	Verfahrensallauf zur Dimensionierung	
Trinkwasserbehandlungsverfahren	226	DIN-EN 806-3 oder 1988-3	256
Nicht rückspülbare mechanische Filter	226	Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-3	257
Rückspülbare mechanische Filter	226	Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3	258
Aktivkohlefilter	227	Berechnungen nach DIN 1988-3	258
Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren	227	Berechnungsdurchflüsse	259
Mineralstoff-Dosiergeräte	227	Summendurchfluss	259
Physikalische Wasserbehandlung	228	Spitzendurchfluss	260
Umkehrosmose-Anlagen	228	Verfügbare Druckdifferenz für Rohrreibung und Einzelwiderstände	261
UV-Entkeimungsanlage	228	Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle, rechnerische Fließgeschwindigkeit	261
Trinkwasserinstallation	229	Richtwerte für Druckverluste in Stockwerksleitungen und Einzelleitungen	262
Trinkwasser-Versorgungsanlage	229	Richtwerte für Druckverluste in Stockwerks-Verteilern	263
Trinkwasseranschluss		Richtwerte für Druckverluste in Einzelleitungen	263
Einzel- und Mehrpartenhauseinführung	229	Zirkulationsleistungsberechnung	263
Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler)	229	Rohrreibungsdruckgefälle Gewindeoehr	264
Großwasserzähler (Woltmann-Zähler)	230	Rohrreibungsdruckgefälle nichtrostender Stähle	265
Druckminderer	230	Rohrreibungsdruckgefälle Kupferrohr	266
Absperrarmaturen in der Trinkwasser- installation	231	Rohrreibungsdruckgefälle PVC-U-Rohr	267
Außenarmaturen	231	Rohrreibungsdruckgefälle Verbundrohr	268
Ventile	231	Druckverluste aus Einzelwiderständen	268
Schieber	231	Grafische Symbole und Richtwerte für Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen	269
Kugelhähne	231	 	
Durchflusssdiagramm, Absperrarmaturen	233	Druckerhöhungsanlagen	270
Freistromventile	233	Druckerhöhung	270
KFR-Ventile	233	Anschlussarten von Druckerhöhungsanlagen	270
Unterputzarmaturen	233	Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf verschiedener Gebäudetypen	271
Eckregulierventile, Kombieckventile	233	Maximaler Förderstrom	271
Auslaufarmaturen	234	Auslegung einer Druckerhöhungsanlage (DEA)	271
Flüssigkeitskategorien DIN EN 1717	236	Druckwasserbehälter	271
Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich	236		
Flüssigkeitskategorie von Wärmeträgern	236		
Sicherungseinrichtungen mit Flüssigkeitskategorien	237		

Inhaltsverzeichnis

Trinkwasserwärmungsanlagen	272
Ermittlung des Wärmebedarfs	272
Ermittlung der Bedarfskennzahl N	272
Zapfstellenbedarf Wohnung	273
Sanitäre Ausstattung der Wohnung	273
Statistischer Warmwasserbedarf	273
Warmwasserbedarf im Haushalt	273
Speicherwassererwärmer, indirekt beheizt	274
Auswahl des Wassererwärmers	274
Zirkulation, Begleitheizung	275
Ziele Arbeitsblatt DVGW W551, W553	275
Kurzverfahren nach	
Arbeitsblatt DVGW W553	275
Vereinfachtes Verfahren nach	
Arbeitsblatt DVGW W553	275
Zirkulationspumpen	276
Inliner-System	277
Elektrische Begleitheizung	277
Anschlussarten von Trinkwassererwärmern	278
Vorgeschrriebene Armaturen in der	
Kaltwasserleitung vor TWE	279
Sicherheitsventile für geschlossene	
Trinkwassererwärmer	279
Membran-Druckausdehnungsgefäß	
für Trinkwasser	280
Schutz des Trinkwassers vor Legionellen	280
Wärmedämmung von	
Trinkwarmwasserleitungen	282
Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	284
Brandklassen, Feuerlöscher, Löschmittel	284
Feuerlösch- und Brandschutzanlagen	284
Löschwasserverteilsysteme	284
Schmelzlot- und Glasfasssprinkler	285
Funktionschema einer Sprinkleranlage	285
Verhalten im Brandfall, Brandschutzzordnung A	285
Sanitäre Einrichtungen	286
Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	286
Seitliche Abstände von Stellflächen	
in Bädern und WC-Räumen	286
Bewegungsflächen	287
Sanitäre Mindestausstattung in Wohnungen	288
Einrichtungsgegenstände für unterschiedliche	
Gebäude	288
Werkstoffe für Sanitärgegenstände	289
Farbtöne von Sanitärobjekten	289
Farb- und Raumgestaltung von Bädern	290
Maße, Montagemaße sanitärer	
Einrichtungsgegenstände	291
Waschtische	291
Badewannen	291
Duschwannen	292
Sitzwaschbecken	292
Klosettanlagen	293
Fliesengerechte Installation	294
Elastische Fugen in Sanitärräumen	294
Barrierefreie Installation	295
Abwasser- und Abscheideanlagen	296
Arten von Abwässern, Schmutz- und	
Regenwasser	296
Normen	296
Systemübersicht	296
Schutz vor Überflutung	296
Füllungsgrad, Gefälle	297
Verlegerichtlinien liegender Leitungen	
innerhalb von Gebäuden	297
Verlegerichtlinien Falleitungen	298
Richtungsänderungen von	
Schmutzwasserfalleitungen	298
Mehrfach verzogene Falleitungen	
(Terrassenhäuser)	300
Lüftungsarten und Verlegeregeln	300
Dimensionierung von Lüftungsleitungen	301
Rückstausicherungen	301
Rückstauverschluss	302
Hebeanlage mit Rückstauschleife	302
Sinkstoffabscheider, Leichtflüssigkeits-	
abscheider, Fettabscheider	303
Abwasserkanäle und Formstücke (PVC-U)	304
Rohre und Formstücke HT	305
Rohre und Formstücke PE	306
Schallgedämmte Abwasserrohre	
und Formstücke	308
Bodenabläufe, Geruchverschlüsse	310
Prüfen von Freispiegelleitungen	311
Inspektions- und Wartungsmaßnahmen	312
Dimensionierung abwassertechnischer	313
Anlagen	
Schmutzwasserabfluss, Anschlusswerte und	
Nennwerte von Einzelanschlussleitungen	313
Abflusskennzahlen	314
Gesamtschmutzwasserabfluss	314
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und	
Nennweite	314
Anwendungsgrenzen bei	
Einzelanschlussleitungen	314
Minimale Luftmenge für Belüftungsventile in	
Anschlussleitungen	314
Bemessung von Sammelsonchlussleitungen	315
Anwendungsgrenzen für unbelüftete Sammel-	
anschlussleitungen	315
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und	
Nennweite für Falleitungen	315
Bemessung von Sammel- und Grundleitungen	316
Anwendungsgrenzen bei Sammel- und	
Grundleitungen	317
Regenwassernutzung	318
Möglichkeiten der Regenwassernutzung	318
Rechtliche Rahmenbedingungen	318
Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage	318
Abflussbeiwerte verschiedener Dächer	318
Regenmengen	319
Regenwasserertrag	319
Betriebswasserbedarf je Person und Tag	319
Tankgröße	319
Regenwasserspeicher	320
Tankarten	320
Belastbarkeitsklassen	320
Trinkwassernachspeisung	320
Filter (Zulauf zum Speicher)	320
Leitungssystem	321
Kennzeichnung und Sicherheitseinrichtungen	321
Inspektions- und Wartungsintervalle	321

Inhaltsverzeichnis

Gas- und Abgastechnik	322
Gastechnik	322
Aufbau von Erdgasanlagen	322
Ermittlung der Rohrdurchmesser in Gasanlagen	322
Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Leitungen (Nennbelastung \hat{Q}_{NB})	322
Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren	323
Rohrdruckgefälle von Stahlrohren	323
Längenzuschlag für Formteile in metallenen Leitungen	324
Geräteanschlussarmatur mit integrierter TAE	324
Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Verbrauchs- und Verteilungsleitungen (Streckenbelastung \hat{Q}_{SB})	325
Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	325
Rohrdruckgefälle von Stahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	326
Zusatz - GS K	326
Absperreinrichtungen – Einzelzuleitungen und Abzweigleitungen	326
Absperreinrichtungen – Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	327
Längenabgleich Gasströmungswächter	328
Berechnungsgang zur Rohrleitungsbemessung	329
Gaszähler	330
Gas-Strömungswächter	331
Auswahl von Strömungswächtern	331
Rohr-/Verbindungsstücke für Gasleitungen	332
Rohr für Flüssiggasleitungen	332
Rohrverbindungen für Gasleitungen	333
Form- und Verbindungsstücke für Flüssiggasleitungen	333
Lösbare Verbindungen bei Flüssiggasanlagen	333
Rohrverbindungsarten, Beispiele	333
Dichtungsmaterialien für Gasleitungen	334
Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen	334
Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen	335
Prüfung und Inbetriebnahme von Flüssiggasleitungen	336
Aufbau von Flüssiggasanlagen	337
Flüssiggaslagerung – Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter	337
Flüssiggaslagerung – Ortsfeste Flüssiggasbehälter	338
Oberirdische Flüssiggasbehälter, Grundplatte	338
Druckregelgeräte für Flüssiggasanlagen	339
Ermittlung der Rohrdurchmesser in Flüssiggasanlagen	340
Gasgerätearten nach Luft- und Abgasführung	342
Verbrennungsluftversorgung und Abgasführung von Gasgeräten	343
Aufstellbedingungen für Gasgeräte	343
Kenzeichnung von Gasgeräten	344
Geräteschild nach Gasgeräterichtlinie	344
Aufschlüsselung Ländercode	344
Aufschlüsselung Jahreszahl	344
Verbrennungsluftversorgung von Gasgeräten	344
Verbrennungsluftverbund	345
Anrechenbare Nennleistung	345
Abgastechnik	346
Abgas-Verbindungsstücke und Material	346
Abgasführung über Dach	346
Mündungen in der Fassade	347
Heizungstechnik	348
Allgemeine Grundlagen	348
Planung, Ausführung, Betrieb und Kosten	348
Kennzeichen von Heizungsanlagen	349
Heizungsarten	350
Richtlinien zum Immissionschutz	351
Verlustgrenzwerte Öl-/Gasfeuerungsanlagen	352
Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger	352
Aufstell- und Heizraum	353
Verbrennungsluftleitungen für Heizräume	354
Abluftquerschnitt bei Heizräumen	354
Brennstofflagerräume	354
Bestandteile, Angebot und Abnahme einer Heizungsanlage	355
Wirtschaftlichkeit und Kosten einer Heizungsanlage	356
Heizkostenverordnung	357
Lebensdauer der Anlagenkomponenten und Verbrauchskosten	358
Jährliche Energiekosten von Heizung und TWV-Anlage	359
Norm-Heizlast	363
Prozess zur Berechnung der Norm-Heizlast	363
Grundlagen zur Heizlastberechnung	364
Wärmedurchgang durch Bauteile und Temperaturverlauf	365
Wärmeübertragung	365
Wärmedurchgangskoeffizient (U -Wert)	365
Wärmeleitfähigkeit	366
Wärmedurchlasswiderstand	367
Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster und Fenstertüren	368
Berechnung der Norm-Heizlast	369
Transmissions-Heizlast	381
Energieeinsparverordnung	383
Anforderung an zu errichtende Wohngebäude-	388
Anforderung an Wohngebäude	390
Anforderung an Nichtwohngebäude	391
Anforderung bei Sanierung und Leitungsdämmung	395
Mindest-Dämmungsschichtdicke	396
Anlagenaufwandszahl	396
Heizkörperberechnung	398
Heizkörperauslegung für Einrohrheizung	398
Heizkörperauslegung für Zweirohrheizung	399
Untergruppen der Heizflächen	400
Heizkörperberechnungen	400
Minderungsfaktoren, Drücke	402
Umrechnungsfaktor f_u	403
Radiatoren	404
Spezialradiatoren	405
Fachheizkörper, Befestigungen	406
Konvektoren	407

Inhaltsverzeichnis

Rohrheizkörper	409	Gasbrenner, Einteilung und Aufbau	440
Deckenstrahlplatten	410	Ausrüstung und Sicherheitszeiten	441
Fußbodenheizung – Auslegung	412	(Gasbrenner ohne und mit Gebläse)	441
Rohmetz	419	Einstellwerte von Gaswärmeverzeugern	442
Verteilungs- und Rohrsysteme	420	Brennwerttechnik	442
Dimensionierung	421	Ermittlung des Normnutzungsgrades	443
Überschlägige Berechnung des Druckgefälles	421	von Heizkesseln	443
Richtwerte für Druckgefälle und Fließgeschwindigkeit	421	Reduzierung der Heizwassermittel-temperatur	444
Ermittlung der Druckverluste	422	Kondensationszahl α	444
Druckverluste, Druckgefälle für Kupfer	423	Eigenschaften des Kondenswassers	444
Druckgefälle für Stahlrohre	423	Ölfeuerung	445
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände	426	Heizöl EL	445
Einzelwiderstände und Ventilautorität	427	Anforderungen an Heizöl EL	445
Hydraulischer Abgleich	428	Verbrennung von Heizöl EL	445
Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich	428	Ölbrennerarten	445
Vergleich hydraulischer Abgleiche	428	Schematischer Aufbau von Ölfernern	446
Auswahl hydraulischer Strangregler	429	Regelungs-/sicherheitstechnische Ausrüstung von Ölfernern	446
Hydraulische Weiche	429	Ölzerstäuberdüsen – Eigenschaften und Kennzeichnung	446
Voreinstellungen für Heizkörperleistung	430	Auslegung und Auswahl von Ölzerstäuber-düsen	447
Einstellungen an Heizkörper-Armaturen	430	Öllagerung	448
Regulierventile	430	Lagermengen	448
Pumpen	431	Tankbauarten	448
Umwälzpumpe geschlossener Heizkreisläufe	431	Füll-, Be- und Entlüftungseinrichtungen und Entnahmeeleitungen bei Öltanks	448
Proportionalgesetze bei Drehzahländerung	431	Ölzuführung im Ein- und Zweistrangsystem	449
Montage der Heizungspumpe	431	Armaturen für unter- und oberirdische Öllagerung	449
Differenzdruckregelung	431	Festbrennstoff-Feuerung	450
Pumpenauswahl, -regelung, -einbau	432	Holzfeuerungen	450
Pumpenkennlinien	432	Heizwerte im Vergleich	450
Zusammenschalten mehrerer Pumpen	433	Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen	450
Reihenschaltung – Parallelschaltung	433	FernwärmeverSORGUNG	451
Volumenstrom nach Wärmebedarf	433	Fernwärmeanlagen	451
Ermittlung des Volumenstroms	433	Eigenschaften	451
Sicherheitstechnische Ausrüstung	434	Bereiche und Leitzonen	451
Anlagenausrüstung	434	Indirekte und direkte Versorgung	451
Offene Anlage	435	Temperaturabsicherung	451
Umtriebsdruck in offenen Systemen	435	Dampfkesselanlagen	452
Sicherheitsleitungen bei offenen Systemen	435	Aufbau von Dampfkesselanlagen	452
Ausdehnungsgefäße	435	Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen	452
Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungsstöpfe	436	Eigenschaften von Wasserdampf	452
Abblasleistung	436	Leistung von Dampfkesseln	453
Sicherheitstechnische Einrichtungen (Übersicht)	436	Erforderliche Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen	453
Membran-Ausdehnungsgefäße	437	Dimensionierung von Kondensatleitungen	454
Ermittlung des Anlagenvolumens	437	Anforderungen an die Wasserqualität bei Dampfkesseln	454
Bestimmung des vom MAG aufzunehmenden Ausdehnungsvolumens	437	VerBrennung	454
Bestimmung der Nenngröße des MAG	437	VerBrennungsvorgang	454
Inhalt und Abmessung von MAG	438	Chemische Reaktionen	454
Gefäßgröße	438	Verluste und Wirkungsgrade	455
Ermittlung des benötigen Fülldruckes	438	Heizkosten	456
Montagebeispiele für Membran-Ausdehnungsgefäße	438	Zusammensetzung der Heizkosten	456
Heizungsregelung	439	Messfehler bei Wärmemengenzählern	456
Regler in Heizungsanlagen	439		
Arten der Temperaturregelung	439		
Gasfeuerung	440		
Eigenschaften von Brenngasen nach Familien	440		
Verbrennungseigenschaften von Brenngasen	440		

Inhaltsverzeichnis

Eigenschaften von Wärmemengenzählern	456	Wiederverwendung von Abluft und Überströmluft	468
Ermittlung der Wärmemenge mit Heizkostenverteilern	456	Auslegungskriterien für die Netto-Bodenfläche je Person	468
Monatliche Heizkostenvorauszahlung	456	MAK- und TRK-Werte für bestimmte Gefahrstoffe TRGS 900: 2000-10	468
Aufteilung der Heizkosten bei Nutzerwechsel	456	Bestimmung der Luftvolumenströme q_v für Nichtwohngebäude	469
Rohrsysteme für die Heizungstechnik	457	Zuluftvolumenstrom $q_{v,zul}$ durch Personenbelegung	469
Rohrarten für den Heizungsbau	457	Zuluftvolumenstrom $q_{v,zul}$ durch bekannte Emissionen	469
Rohre aus unlegiertem Stahl		Zuluftvolumenstrom $q_{v,zul}$ durch Heiz- und/oder Kühllast	469
zum Schweißen/Gewindeschneiden	457	Auslegung von RLT-Anlagen	470
Nahlose und geschweißte Stahlrohre	457	Druckverluste von Bauteilen in Zu- und Abluftanlagen	470
Gewinderohre mit Gütevorschrift	457	Empfohlene Filterklassen je Filterstufe	470
Präzisionsstahlrohre	458	Anordnung der AUL- und der FOL-Öffnung	470
Rohre aus unlegiertem Stahl zum Schweißen/Gewindeschneiden	458	RLT-Anlagen für Küchen	471
Kupferrohre	458	Aus hygienischen Gründen erforderliche Raumtemperaturen	471
Kunststoffrohre aus Polybuten (PB)	459	Zulässige Raumluftzustände im Aufenthaltsbereich der Küche	471
Polyethylen (PE-X)	459	Luftmengenabschätzung (Küche)	471
Rohre aus PE-MDX	460	Luftmengen für Nebenräume	471
Rohre aus Polypropylen (PP)	460	RLT-Anlagen für Garagen	472
Verbundrohre Polyethylen und Aluminium (PE-X/Al/PE-X)	460	Außenluftvolumenstrom für geschlossene Garagen	472
Raumlufttechnik	461	RLT-Anlagen für Hallenbäder	473
Thermische Behaglichkeit	461	RLT-Anlagen für Krankenhäuser	474
Einteilung der lufttechnischen Anlagen	461	RLT-Anlagen für Laboratorien	475
Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlagen	461	Wohnraumlüftung	475
Ergonomie der thermischen Umgebung	462	Lüftung von Wohnungen	475
Vorausgesagtes mittleres Votum (PMV, predicted mean vote)	462	Systeme der Wohnungslüftung	475
Kategorien des Umgebungsklimas	462	Freie Lüftung	475
Lokale thermische Unbehaglichkeit	462	Abluftsystem	475
Optimale operative Temperatur	462	Zu- und Abluftsystem	475
Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit bei lokaler Temperatur	463	Planmäßige Außenluftvolumenströme für Räume mit Außenfenster	476
Gestaltungskriterien für Räume	463	Planmäßige Außenluftvolumenströme für fensterlose Räume	476
Energieumsätze von Menschen in Abhängigkeit der Tätigkeit	463	Kontrollierte Wohnraumlüftung mit/ohne WRG	476
Zustandsgrößen trockener und gesättigter Luft	464	Kühllastberechnung	477
Luftvolumenströme in Nichtwohngebäuden	465	Kühllastberechnung im Sommerbetrieb	477
Lüftung von Nichtwohngebäuden	465	Kühllast der elektrischen Beleuchtung und elektrischen Geräte	477
Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen	465	Anhaltswerte für Wärmeanfall von elektrischen Geräten	477
Festlegung der Luftarten	465	Wärmeabgabe Φ_M von Drehstrom-Asynchronmotoren bei Volllast	477
Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlagen	466	Wärmeabgabe des Menschen; Personenwärme	477
Klassifizierung der Abluft (ABL)	466	Äußere Kühllast	478
Klassifizierung der Fortluft (FOL)	466	Sonnendurchlassfaktoren b bei Verglasung und Sonnenschutz	478
Klassifizierung der Außenluft (AUL)	466	Überschlagswerte g_v für Glasflächenanteil von Fenstern	478
Verunreinigungskonzentrationen der AUL	466	Mitteltemperaturen angrenzender Räume im Sommer	479
Klassifizierung der Zuluft (ZUL)	466		
Allgemeine Klassifizierung der Raumluft	467		
Klassifizierung durch CO_2 -Konzentration (Direkte Klassifizierung)	467		
Außenluftvolumenströme je Person (Indirekte Klassifizierung)	467		
Volumenstrom der AUL oder ÜSL je Netto-Bodenfläche (indirekt)	467		
Auslegungswerte für Abluftvolumenströme	467		

Inhaltsverzeichnis

Volumenstromberechnung	479	Bauteile für Zu- und Abluftanlagen	493
Volumenstromberechnung zur Deckung der trockenen Kühllast	479	Lufthermometer-/kühler in einer Kammeranlage	493
Technische Ausführung der Luftkühlung	479	Luftauslässe	494
Kühlung ohne Kältemaschine	479	Aufbau von Lüftungs- und Klimazentralen	495
Kühlung mit Kältemaschine	480	Wärmerückgewinnung (WRG)	495
Thermodynamische Luftbehandlung	480	Wärmerückgewinnungsverfahren – Übersicht	496
Wärmeinhalt (Enthalpie) von Luft h	480	Schallschutz	497
Luftheizung	480	Ventilator-Schalldämmungen (Herstellerangaben)	497
Luftkühlung, trocken	481	Einfügungsdämpfung DE eines Absorptions- schalldämpfers	497
Luftkühlung und Entfeuchtung	481	Richtwerte für den Schalldruckpegel in Räumen	497
Luftbefeuhtung mit Dampf	481	Zulässiger Schalldruckpegel am Arbeitsplatz nach Arbeitsstättenrichtlinie	497
Luftbefeuhtung mit Wasser	481	Zulässiger Schalldruckpegel auf die Nachbarschaft	497
Luftmischung	481	Brandschutz in RLT-Anlagen	498
Zustandsgrößen und Zustandsänderung feuchter Luft im h,x -Diagramm	482	Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen	498
Kanäle und Formstücke	483	Maße von Brandschutzklappen	498
Luftleitungen aus Stahlblech mit rundem Querschnitt	483	Dimensionierung von Brandschutzklappen	499
Wanddicken für runde Blechrohre und zulässige Überdrücke	483	Regelung von RLT-Anlagen	500
Luftleitungen aus Stahlblech mit rechteckigem Querschnitt	483	Planungshinweise	500
Dichtheitsklassen von Lüftungsbauteilen	483	Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlagen	500
Vergleich des Leckvolumenstroms runder und eckiger Kanäle	483	Klempnertechnik	501
Stoßverbindungen bei Bleckkanälen	484	Dach – Grundlagen und Bauphysik	501
Nennweiten und zulässige Drücke	484	Dachgestaltung	501
Nennweiten flexibler Rohre, zulässige Drücke und längenbezogene Masse	484	Bezeichnungen am Dach	501
Formstücke	485	Dachformen	501
Verbindungarten für Luftleitungen und Formstücke aus Blech	486	Dachöffnungen	501
Querschnittsberechnung von Lüftungsanälen	486	Dachneigung von Metalldächern	502
Druckverluste in geraden Kanälen	487	Dachaufbau der Metalldächer	502
Bestimmung des Druckgefälles R im geraden waagerechten Rohr	487	Belüftetes Metalldach	502
Luftgeschwindigkeit v in RLT-Anlagen	487	Unbelüftetes Metalldach	502
R-Werte für Wickelfalzrohre bei trockener Luft	488	Deckblech	502
Druckverluste in Lüftungs- und Klimaanlagen	489	Trennschicht	502
Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal	489	Wärmedämmsschicht	502
Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlagen	490	Dampfsperre	502
Ventilatorturbauarten	490	Be- und Entlüftung bei belüfteten Metalldächern	502
Ventilatorleistung	490	Korrosion bei Klempnerarbeiten	503
Ventilatordruck	490	Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten	503
Zusammenhang Drehzahl n , Druck p und Leistung P	490	Werkstoffkombination bei Klempnerarbeiten	503
Ventilatorkennlinie – Radialventilator	491	Schallschutz bei Metalldach- konstruktionen	504
Filter für RLT-Anlagen	492	Dimensionierung von Regenwasserleitungen	505
Luftfilter	492	Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	505
Partikel-Luftfilter – Klasseneinteilung	492	Regenspenden ausgewählter Orte	506
Schwebstoff- (H) und Hochleistungs- Schwebstofffilter (U) – Klasseneinteilung	492	Abflussbeiwert C	507
Zulässige Differenzdrücke Δp bei Luftfiltern nach EN 779	492	Wirksame Dachfläche A	507
Mögliche Luftverunreinigungen und Abscheidemethoden	493	Abflussvermögen vorgehängter Dachrinnen	507
Anfangswiderstände von Taschenfiltern in Lüftungsgeräten	493	Abflussvermögen von runden und quadratischen Fallleitungen	508
		Beispielrechnung	508
Dachrinnen und Rinnenhalter	509		
Dachrinnen (Maße)	509		
Rinnenhalter (Maße)	509		

Inhaltsverzeichnis

Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter	509	Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	521
Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter	509	Biomasse	522
Einteilung von Dachrinnen	510	Begriffe und Zusammenhänge	522
Regenrinnen-Teiligkeit	510	Energieeinheit von Biomasse	522
Regenrinnen-Nottüberlauf	510	Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse	522
DIN-Bezeichnung Dachrinne	511	Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse	522
DIN-Bezeichnung Regenfallrohr	511	Richtwerte für Gaserträge	523
Fallrohre und Stutzen	511	Genehmigung von Biogasanlagen	523
Regenfallrohre – Maße	511	Prozess der Biogaserzeugung	523
Regenfallrohre – Nähte	511	Vereinfachtes Anlagenschema einer Biogasanlage	523
Trichterförmige Rinneneinhangstutzen für halbrunde Rinnen	511	Aspekte zur Sicherheit von Biogasanlagen	523
Hafe und Klammern	512	Feste Biomasse	524
Haftausführungen	512	Verbrennungssysteme für die feste Biomasse	524
Anzahl und Abstand der Hafe	512	Windkraft	525
Hafe und Befestigungsmittel, Anforderungen	513	Begriffe	525
Klammern als Befestigungsmittel	513	Aufbau und Elemente einer WKA	525
Kamineinfassung	513	Unterscheidung von WKA	525
Windsog, Festhaft, Schiebehafte	514	Entstehung von Wind	525
Windsoglasten	514	Physikalische Zusammenhänge	525
Anordnung der Schiebehafte	514	Umweltauswirkungen von WKA	525
Scharen	514	Wasserkraft	526
Scharen und Querfalze	515	Begriffe	526
Mindes-Werkstoffdicken der Deckbleche	515	Wasserkraftanlagen (Übersicht)	526
Maximale Scharenlängen	515	Grundlegende Turbinenarten	526
Einfalzverluste für Bänder	515	Hochdruckkraftwerk mit Kaplan-Turbine	526
Falzarten	515	Gezeitenkraftwerk	526
Wasserdichte Quernähte und Verbindungen	515	Geothermie	527
Querverbindungen der Scharen	516	Begriffe	527
Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern	516	Klassifikation der Erdwärmeketten	527
Schornsteinkopfbekleidungen	516	Nutzung der Erdwärme	527
Erneuerbare Energien	517	Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke	528
Wärmepumpen	517	Blockheizkraftwerke	528
Übersicht der Wärmepumpensysteme	517	Aufbau und Arten	528
Kompressionswärmepumpen	517	Berechnungsgrundlagen von BHKW	528
Absorptionswärmepumpen	517	Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade	529
Energieflussdarstellung	518	Wirkungsgrade (Beispieldaten)	529
Wärmeleistung	518	Betriebsarten	529
Kennzahlen	518	Einbindung von BHKW in Energieerzeugungsanlagen	529
Leistungszahlen	518	Gesetzliche Randbedingungen	530
Einstellung von Wärmepumpen	518	KWK-Gesetz	530
Auslegung von Wärmepumpenanlagen mittels Jahresdauerlinie	518	Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	530
Wärmepumpenanlagen nach Art der Wärmequelle	519	Biomasseverordnung	530
Solaranlagen	520	Bioabfallverordnung	530
Einteilung von thermischen Solaranlagen	520	Fördermöglichkeiten	530
Solardaten für den Standort Deutschland	520	Sachwortverzeichnis	531
Kennzahlen	520	Firmenverzeichnis	541
Ablaufschema für die Planung einer thermischen Solaranlage	521		
Bestimmung von Kollektorfläche und Speichervolumen	521		
Solarertrag abhängig von Neigung und Ausrichtung	521		
Jahreszeitlicher Verlauf	521		
Solaranlage zur Trinkwassererwärmung	521		