

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen	15
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 rechtwinkeligen 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 $> 360^\circ$	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 /	
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 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, Schweredruck	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)	
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
Flächenmoment 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 Schlitzen und Aussparungen	110
Maße für Schlitze 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 Regeleinrichtungen	117
Elektrotechnik	117
Darstellung von Schweiß- und Lotnähten	118
Hinweisschilder für Wasserversorgung/ Gasversorgung	119
CAD-Zeichnungen	119

Inhaltsverzeichnis

Werkstoffkunde

Grundlagen der Werkstoffkunde	120
Rohstoffe, Materialien, Werkstoffe	120
Feinstruktur, Gitterkonstante	120
Von Feinstruktur zur Grobstruktur und zum Gefüge	121
Mechanische Beanspruchungen und Werkstoffeigenschaften	121
Anforderungsprofil und Eigenschaftsprofil	122
Kaltverfestigung und Rekristallisation	122
Zweistofflegierungen und Zustands- schaubilder	123
Härte und Dichte als Erkennungsmerkmal von Mineralien	124
Legierungsmetalle und nichtmetallische Legierungselemente	124

Technische Werkstoffe	126
Eisenwerkstoffe	126
Eisen-Gusswerkstoffe	126
Einteilung von Gusseisen	127
Stahl	128
Einteilung der Stähle	128
Druckbehälterstähle	129
Kupfer – Eigenschaften	131
Kupfer und Kupferlegierungen	132
Rundrohre aus Kupfer	134
Kupferrohre – Vorzugsmaße, Rohrwerkstoffe, Korrosion	136
Aluminium und Aluminiumlegierungen	137
Weitere für die Versorgungstechnik wichtige Metalle und Metalllegierungen	138
Kunststoffe	138
Verbundwerkstoffe, Sinterwerkstoffe	140
Arbeitshilfen und Literatur zur Werkstoffkunde	140

Fertigungs- und Montagetechnik

141	
Prüfen, Messen, Lehren	141
Längen- und Formprüfmittel	141
Richtungsprüfmittel	141

Fertigungsverfahren	142
Einteilung der Fertigungsverfahren	142
Sägen	142
Bohren	143
Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	143
Drehfrequenz (Drehzahl)-Diagramm	144
Hauptnutzungszeit und Vorschubweg	144
Schleifen	145
Thermisches Trennen	146
Fügeverbindungen	146

Gewinde	147
Whitworth-Rohrgewinde	147
Metrische ISO-Gewinde	148

Schrauben und Muttern	149
Schraubenbezeichnung	149
Festigkeitsklassen von Schrauben	149
Festigkeitsklassen von Muttern	149
Muttern – Übersicht	149
Schrauben – Übersicht	150

Unterlegscheiben / Pressverbindungen	152
Löten	153
Lötverbindungen	153
Weichlöten, Flussmittel, Lote	153
Hartlöten, Flussmittel, Lote	154
Schweißen	154
Übersicht über Schweißverfahren	154
Gasschmelzschweißen	155
Kennzeichnung von Druckgasflaschen	155
Schweißstäbe für das Gasschmelzschweißen	155
Metallschutzgasschweißen	156
Drahtelektroden, Schutzgase	156
Kleben	157
Befestigungselemente	158
Dübel	158
Rohrbefestigungselemente	160
Rohrschellen	163
Befestigungsabstände für Rohrschellen	164
Betriebswirtschaftslehre	165
Betriebswirtschaftslehre – Übersicht	165
Übersicht der Prozesse im SHK-Betrieb	165
Einflussfaktoren des Umfeldes	165
Material- und Finanzmittelfluss	165
Materialbeschaffung in SHK-Betrieb	166
Ablauf der Materialbeschaffung	166
Beschaffungsmarkt erkunden und Lieferanten finden	166
Bezugspreise berechnen	166
Nicht geldbezogene Faktoren	166
Nutzwertanalyse	166
Kaufvertrag	167
Leistungsstörungen aus Verträgen	167
Leistungserstellung im SHK-Betrieb	168
Kundenauftrag im SHK-Betrieb	168
Ablauf der Leistungserstellung	168
Kundenkontakte	168
Phasen der Leistungserstellung	169
Marktforschung, Marketing und Vertrieb	170
Grundbegriffe	170
Unterprozesse der Marktforschung	170
Fragebogen für die Marktanalyse (Beispiel)	170
Marktprognose im SHK-Betrieb	170
Instrumente des Marketings im SHK-Betrieb	171
Produkt-/Sortimentsanalyse	171
Begriffe der Sortimentspolitik	171
Produktlebenszyklus	171
Produktelimination	171
Service im SHK-Betrieb	171
Kommunikationspolitik: Arten der Werbung	172
Regeln für Werbung	172
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 Einsatzplanun	174	Schutzklassen	191
Projektmanagement	174	Leitungsbezeichnungen	192
Qualitätsmanagement	174	Hausanschlussraum	193
Qualitäts sicherungssysteme	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
Klassifizieren 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
Zuschlagskalkulation	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		Diode	201
Leistungsrechnung	180	LDR	201
Kennzahlen der Bilanz und		PTC, NTC	201
betrieblichen Stabilität	180	Farbcode für Widerstände	201
Bauvertragsrecht	181	Messen	202
Vertragsarten	181	Schreibweise von Messwerten	202
Werkvertrag und VOB	181	Messfehler	202
Elektrotechnik, Steuern und Regeln	183	Begriffe der Messtechnik	202
Elektrotechnik	183	Gegenüberstellung analoger und	
Einfacher elektrischer Stromkreis	183	digitaler Messgeräte, Duspol	203
Ohm'sches Gesetz	183	Analoge Anzeige	203
Spezifischer Widerstand	184	Digitale Anzeige	203
Temperaturabhängiger Widerstand	184	Duspol	203
Kirchhoff'sche Gesetze	184	Skalensymbole	204
Stern-Dreieck-Umwandlung	184	Messen mit dem Multimeter (Vielfachinstrument)	204
Reihen-, Parallel- und Gemischte Schaltungen	185	Messtechnik – Anwendungen	205
Strom- und Spannungsarten und -formen	186	Messprotokolle erstellen	205
Elektrische Leistung	187	Aufnahme von Kennlinien	205
Elektrische Arbeit	187	Prüfungen elektrischer Anlagen	206
Verteilersysteme	188	Prüfprotokoll und Heizkurvenschar (Beispiele)	207
Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik	189	Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 – 0702	208
Wirkung des Stromes	189	Temperaturmessung	209
Schutzarten	190	Druckmessung	210
Schutz gegen elektrischen Schlag	190	Durchflussmessung	211
Fehlerstromschutzschalter RCD	190	Füllstandsmessung	212
Überwachung mit RCM	190	Feuchtemessung	213
Überwachungsrelais	190	Drehzahlmessung	213
Spannungsebenen	191	Lichtstärkenmessung	213
Spannungsfrei schalten	191	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 (Baiform C)	242
AD- Wandler	220	Sicherungskombination	242
DA-Wandler	220	Inspektions- 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
Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	223	Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen	248
Sanitärtechnik	223	Lötfittings für Kupferrohre	248
Trinkwassertechnik	223	Kupfer Pressfittings	251
Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft	223	PVC-C-Rohre, Fittings	252
Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften)	224	Metallverbundrohre, Fittings	254
Zentrale Trinkwasserversorgung	224	Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen	255
Calcit-Sättigung	225	Dimensionierung trinkwassertechnischer Anlagen	256
Trinkwasseraufbereitung	225	Verfahrensablauf zur Dimensionierung	256
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 Rohreibung und Einzelwiderstände	261
UV-Entkeimungsanlage	228	Verfügbares Rohreibungsdruckgefälle, 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 Mehrpartenhauseneinführung	229	Zirkulationsleistungsberechnung	263
Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler)	229	Rohreibungsdruckgefälle Gewindeohr	264
Großwasserzähler (Woltmann-Zähler)	230	Rohreibungsdruckgefälle nichtrostender Stähle	265
Druckminderer	230	Rohreibungsdruckgefälle Kupferrohr	266
Absperrarmaturen in der Trinkwasser- installation	231	Rohreibungsdruckgefälle PVC-U-Rohr	267
Außenarmaturen	231	Rohreibungsdruckgefälle Verbundrohr	268
Ventile	231	Druckverluste aus Einzelwiderständen	268
Schieber	231	Grafische Symbole und Richtwerte für Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen	269
Kugelhähne	231	Druckerhöhungsanlagen	270
Durchflussdiagramm, Absperrarmaturen	233	Ausführungsarten von Druckerhöhungsanlagen	270
Freistromventile	233	Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf verschiedener Gebäudetypen	271
KFR-Ventile	233	Maximaler Förderstrom	271
Unterputzarmaturen	233	Auslegung einer Druckerhöhungsanlage (DEA)	271
Eckregulierventile, Kombieckventile	233	Druckwasserbehälter	271
Auslaufarmaturen	234		
Flüssigkeitskategorien DIN EN 1717	236		
Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich	236		
Flüssigkeitskategorie von Wärmeträgern	236		
Sicherungseinrichtungen mit Flüssigkeitskategorien	237		

Inhaltsverzeichnis

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

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
Lösbarverbindungen 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
Kennzeichnung 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 Immissionsschutz	351
Grenzwerte Feuerungsanlage fester Brennstoffe	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
Vollkosten für Heizungs- und Warmwassersystem	359
Jährliche Energiekosten von Heizung und TWW-Anlage	360
Jahresnutzungsgrad	360
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
Wärmedämmung für Gebäude	395
Wärmedämmung für Rohrleitungen	395
Mindest-Dämmsschichtdicke	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

Inhaltsverzeichnis

Fachheizkörper, Befestigungen	406	Gasbrenner, Einteilung und Aufbau	440
Konvektoren	407	Ausrüstung und Sicherheitszeiten	
Rohrheizkörper	409	(Gasbrenner ohne und mit Gebläse)	441
Deckenstrahlplatten	410	Einstellwerte von Gaswärmegeräten	442
Fußbodenheizung – Auslegung	412	Brennwerttechnik	442
Rohrnetz	419	Ermittlung des Normnutzungsgrades	
Rohrnetzauslegung	419	von Heizkesseln	443
Wärmeverteilungssystem	420	Reduzierung der Heizwassermittel-	
Rohrsysteme	421	temperatur	444
Dimensionierung	421	Kondensationszahl α	444
Überschlägige Berechnung des Druckgefälles	421	Eigenschaften des Kondenswassers	444
Richtwerte für Druckgefälle und		Ölfeuerung	445
Fließgeschwindigkeit	421	Heizöl EL	445
Ermittlung der Druckverluste und Nennweiten	422	Anforderungen an Heizöl EL	445
Druckverluste durch Einzelwiderstände	423	Verbrennung von Heizöl EL	445
Druckverluste, Druckgefälle für Kupfer	424	Ölbrennerarten	445
Druckgefälle für Stahlrohre	425	Schematischer Aufbau von Ölfernern	446
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände	426	Regelungs-/sicherheitstechnische	
Druckverluste für PE-Rohre	426	Ausrüstung von Ölfernern	446
Einzelwiderstände und Ventilautorität	427	Ölzerstäuberdüsen – Eigenschaften	
Hydraulischer Abgleich	428	und Kennzeichnung	446
Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich	428	Auslegung und Auswahl von Ölzerstäuber-	
Vergleich hydraulischer Abgleiche	428	düsen	447
Auswahl hydraulischer Strangregler	429	Öllagerung	448
Hydraulische Weiche	429	Lagermengen	448
Einstellungen an Heizkörper-Armaturen	429	Tankbauarten	448
Voreinstellungen für Heizkörperleistung	430	Füll-, Be- und Entlüftungseinrichtungen	
Regulierventile	430	und Entnahmleitungen bei Öltanks	448
Pumpen	431	Ölzuflöhrung im Ein- und Zweistrangsystem	449
Umwälzpumpe geschlossener Heizkreisläufe	431	Armaturen für unter- und	
Proportionalgesetze bei Drehzahländerung	431	oberirdische Ölagerung	449
Pumpenauswahl, -regelung, -einbau	432	Festbrennstoff-Feuerung	450
Pumpenkennlinien	432	Holzfeuerungen	450
Zusammenhalten mehrerer Pumpen	433	Heizwerte im Vergleich	450
Geregelte Elektronikpumpen	433	Ausführungen und Eigenschaften	
Sicherheitstechnische Ausrüstung	434	von Holzfeuerungen	450
Anlagenausrüstung	434	FernwärmeverSORGUNG	451
Offene Anlage	435	Fernwärmeanlagen	451
Umtriebsdruck in offenen Systemen	435	Eigenschaften	451
Sicherheitsleitungen bei offenen Systemen	435	Bereiche und Leitungszonen	451
Sicherheitsventile, Leitungen und		Indirekte und direkte Versorgung	451
Entspannungstöpfe	436	Temperaturabsicherung	451
Abblaseleistung	436	Dampfkesselanlagen	452
Sicherheitstechnische Einrichtungen (Übersicht)	436	Aufbau von Dampfkesselanlagen	452
Membran-Ausdehnungsgefäß	437	Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen	452
Ermittlung des Anlagenvolumens	437	Eigenschaften von Wasserdampf	452
Bestimmung des vom MAG		Leistung von Dampfkesseln	453
aufzunehmenden Ausdehnungsvolumens	437	Erforderliche Durchmesser von Dampf- und	
Bestimmung der Nenngröße des MAG	437	Kondensatleitungen	453
Inhalt und Abmessung von MAG	438	Dimensionierung von Kondensatleitungen	454
Gefäßgröße	438	Anforderungen an die Wasserqualität	
Ermittlung des benötigten Fülldruckes	438	bei Dampfkesseln	454
Montagebeispiele für		Verbrennung	454
Membran-Ausdehnungsgefäß	438	Verbrennungsvorgang	454
Heizungsregelung	439	Chemische Reaktionen	454
Regler in Heizungsanlagen	439	Verluste und Wirkungsgrade	455
Arten der Temperaturregelung	439	Heizkosten	456
Gasfeuerung	440	Zusammensetzung der Heizkosten	456
Eigenschaften von Brenngasen nach Familien	440	Messfehler bei Wärmemengenzählern	456
Verbrennungseigenschaften von Brenngasen	440		

Inhaltsverzeichnis

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

Inhaltsverzeichnis

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

Inhaltsverzeichnis

Dachrinnen und Rinnenhalter	509
Dachrinnen (Maße)	509
Rinnenhalter (Maße)	509
Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter	509
Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter	509
Einteilung von Dachrinnen	510
Regenrinnen-Teiligkeit	510
Regenrinnen-Notüberlauf	510
DIN-Bezeichnung Dachrinne	511
DIN-Bezeichnung Regenfallrohr	511
Falrohre und Stutzen	511
Regenfallrohre – Maße	511
Regenfallrohre – Nähte	511
Trichterförmige Rinneneinhangstutzen für halbrunde Rinnen	511
Hafe und Klammern	512
Haftausführungen	512
Anzahl und Abstand der Hafe	512
Hafe und Befestigungsmittel, Anforderungen	513
Klammern als Befestigungsmittel	513
Kamineinfassung	513
Windsog, Festhaft, Schiebehäft	514
Windsoglasten	514
Anordnung der Schiebehäfte	514
Scharen	514
Scharen und Querfalze	515
Mindest-Werkstoffdicken der Deckbleche	515
Maximale Scharenlängen	515
Einfalzverluste für Bänder	515
Falzarten	515
Wasserdichte Quernähte und Verbindungen	515
Querverbindungen der Scharen	516
Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern	516
Schornsteinkopfbekleidungen	516
Erneuerbare Energien	517
Wärmepumpen	517
Übersicht der Wärmepumpensysteme	517
Kompressionswärmepumpen	517
Absorptionswärmepumpen	517
Energieflussdarstellung	518
Wärmeleistung	518
Kennzahlen	518
Leistungszahlen	518
Einstufung von Wärmepumpen	518
Auslegung von Wärmepumpenanlagen mittels Jahresdauerlinie	518
Wärmepumpenanlagen nach Art der Wärmequelle	519
Solaranlagen	520
Einteilung von thermischen Solaranlagen	520
Solardaten für den Standort Deutschland	520
Kennzahlen	520
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
Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	521
Biomasse	522
Begriffe und Zusammenhänge	522
Energieinhalt von Biomasse	522
Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse	522
Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse	522
Richtwerte für Gaserträge	523
Genehmigung von Biogasanlagen	523
Prozess der Biogaserzeugung	523
Vereinfachtes Anlagenschema einer Biogasanlage	523
Aspekte zur Sicherheit von Biogasanlagen	523
Feste Biomasse	524
Verbrennungssysteme für die feste Biomasse	524
Windkraft	525
Begriffe	525
Aufbau und Elemente einer WKA	525
Unterscheidung von WKA	525
Entstehung von Wind	525
Physikalische Zusammenhänge	525
Umweltauswirkungen von WKA	525
Wasserkraft	526
Begriffe	526
Wasserkraftanlagen (Übersicht)	526
Grundlegende Turbinenarten	526
Hochdruckkraftwerk mit Kaplan-Turbine	526
Gezeitenkraftwerk	526
Geothermie	527
Begriffe	527
Klassifikation der Erdwärmesonden	527
Nutzung der Erdwärme	527
Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke	527
Blockheizkraftwerke	528
Aufbau und Arten	528
Berechnungsgrundlagen von BHKW	528
Energieflussdarstellung und Wirkungsgrade	529
Wirkungsgrade (Beispieldaten)	529
Betriebsarten	529
Einbindung von BHKW in Energie- erzeugungsanlagen	529
Gesetzliche Randbedingungen	530
KWK-Gesetz	530
Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	530
Biomasseverordnung	530
Bioabfallverordnung	530
Fördermöglichkeiten	530
Sachwortverzeichnis	531
Firmenverzeichnis	544