

Grundlagen Mathematik, Geometrie und Chemie

Allgemeine Grundlagen	15
Normung	15
Ebenen der Normung	15
Griechisches Alphabet	16
Römische Zahlzeichen	16
Mathematische Zeichen	16
Basisgrößen und Basiseinheiten	17
Formelzeichen, Größen und Einheiten	17
Indizes	20
Britische und US-Einheiten	20
Interpolieren	20
Schaubilder, Diagramme und Tabellen	21
Allgemeine Mathematik	23
Grundrechenarten	23
Strichrechnung	23
Multiplikation	23
Division	24
Bruchrechnung	24
Potenzieren	26
Radizieren (Wurzelziehen)	27
Logarithmen	27
Binomische Formeln	27
Gleichungen	28
Prozentrechnung	30
Zinsrechnung	30
Dreisatzrechnung	30
Runden	30
Rechnen mit dem Taschenrechner	31
Technische Mathematik	32
Flächenberechnung	32
Körperberechnung	33
Masse und Dichte	35
Dichte von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen	35
Dichte und spez. Volumen von Wasser	36
Berechnung der Masse bei Halbzeugen	37
Masse bei Halbzeugen	37
Längenbezogene Masse	37
Flächenbezogene Masse	37
Berechnung elementarer Rohdaten	37
Gestreckte Längen	38
Zusammengesetzte Längen und Flächen	38
Teilung von Längen (Gitterteilung)	38
Teilung auf dem Lochkreis	38
Geometrie	39
Winkelarten	39
Winkel an geschnittenen Parallelen	39
Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechtwinkligen Dreieck	39
Lehrsatz des Pythagoras	40
Lehrsatz des Euklid	40
Höhensatz	40
Winkelfunktionen	41
Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks	41
Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens	41
Funktionswerte zwischen 0° und 360° sowie für Winkel $> 360^\circ$	41

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

Mechanik der festen Körper, Flüssigkeiten und Gase

Mechanik der festen Körper	47
Resultierende Kraft im zentralen Kräftesystem	47
Hebelgesetz und Drehmoment (Kraftmoment)	48
Gleichförmige und ungleichförmige gradlinige Bewegung	48
Gleichförmige kreisförmige Bewegung	49
Dynamisches Grundgesetz	49
Kraft und Gewichtskraft	49
Mechanische Arbeit und mechanische Energie	49
Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	50
Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	51
Hydrostatischer Druck und Druckeinheiten	51
Aerostatischer Druck	51
Druckkraft auf Flächen	52
Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen	52
Saugwirkung	53
Steigung und Gefälle von Rohrleitungen	53
Kontinuitätsgleichung (Durchflussgleichung) inkompressibler Fluide	53
Massenstrom	53
Volumenstrom	53
Energiegleichung (Bernoulli) ohne Reibungsverluste	54
Statischer Druck, statische Höhe	54
Geodätischer Druck, geodätische Höhe	54
Geschwindigkeitsdruck, Geschwindigkeitshöhe	54
Druckgleichung, Druckhöhengleichung	54
Venturiprinzip	55
Viskosität	55
Druckverluste in geraden Rohren und Kanälen	57
Druckverluste in Rohrleitungssystemen	58
Wärmelehre	60
Temperatur, Temperaturdifferenz	60
Absoluter Nullpunkt, absolute Temperatur	60
Kelvin, Celsius, Fahrenheit	60
Wärmeausdehnung fester und flüssiger Stoffe	60
Längenänderung, Volumenänderung	60
Volumenänderung von Gasen	61
Wärmemenge bei Temperaturänderung	61
Spezifische Wärmekapazität	61
Wärmeleistung	62
Wassermischung	62
Mischungsregel, Mischungstemperatur	62
Mischungskreuz	63
Schmelzen und Erstarren	63
Verdampfen, Kondensieren, Sublimieren	64
Wobbe-Index bei Gasen	64
Geräteleistung und Wirkungsgrad	64
Brennwert und Heizwert	65
Gasgesetze	66
Gesetz von Boyle-Mariotte	66

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

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

Spannungsfrei schalten	172
Überstromschutzeinrichtungen	172
Schutzklassen	172
Hausanschlussraum	173
Installationszonen	173
Schutzbereiche in Bädern und Duschräumen	173
Kennzeichnung von Leitungen	174
Verlegung von Leitungen	175
Verlegungsarten	175
Mindestquerschnitte Kupferadern	175
Leitungen	175
Aderkennzeichnung	175
Schaltpläne in der Elektrotechnik	176
Kurzbezeichnung elektrischer Betriebsmittel	177
Stecksysteme	178
Installationsschaltungen	179
Schützsicherungen	179
Transformator	180
Wechselrichter	180
Frequenzumrichter	180
Leistungssteuerung	180
Elektromotoren	181
Leistungsschild	181
Gleichstrommotor	181
Einphasen-Wechselstrommotor	181
Drehstrommotor	181
Bauteile der Elektronik	182
Kondensator	182
Diode	182
LDR	182
PTC, NTC	182
Farbcode für Widerstände	182
Messen	183
Schreibweise von Messwerten	183
Messfehler	183
Begriffe der Messtechnik	183
Gegenüberstellung analoger und digitaler Messgeräte	184
Analoge Anzeige	184
Digitale Anzeige	184
Duspol	184
Skalensymbole	185
Messen mit dem Multimeter (Vielfachinstrument)	185
Messtechnik – Anwendungen	186
Messprotokolle erstellen	186
Aufnahme von Kennlinien	186
Prüfungen elektrischer Anlagen	187
Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 – 0702	188
Prüfprotokoll und Heizkurvenschar	189
Temperaturmessung	190
Druckmessung	191
Durchflussmessung	192
Füllstandsmessung	193
Feuchtemessung	194
Drehzahlmessung	194
Lichtstärkenmessung	194
Gasanalyse (O ₂ -Gehalt)	194
Steuern und Regeln	195
Begriffe der Regelungstechnik	195
Steuern, Regeln – Definition	195
Regler	196
Stetige Regler	196

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

Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik **203**

Sanitärtechnik **203**

Trinkwassertechnik **203**

Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft	203
Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften)	204
Zentrale Trinkwasserversorgung	204
Wasserhärte	205
Trinkwasseraufbereitung	205
Trinkwasserbehandlungsverfahren	206
Nicht rückspülbare mechanische Filter	206
Rückspülbare mechanische Filter	206
Aktivkohlefilter	207
Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren	207
Mineralstoff-Dosiergeräte	207
Physikalische Wasserbehandlung	208
Umkehrosmose-Anlagen	208
UV-Entkeimungsanlage	208

Trinkwasserinstallation **209**

Trinkwasser-Versorgungsanlage	209
Trinkwasseranschluss Einzel- und Mehrspartenhauseinführung	209
Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler)	209
Großwasserzähler (Woltmann-Zähler)	210
Druckminderer	210
Filterkombinationen	211
Absperrarmaturen	211
Außenarmaturen	211
Ventile	211
Schieber	211
Kugelhähne	211
Durchflussdiagramme für Ventile	213
Unterputzarmaturen	213
Eckreguliertventile, Kombieckventile	213
Auslaufarmaturen	214
Unterputzeinbaukörper für Wannenbatterien	215
Flüssigkeitskategorien DIN EN 1717	216
Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich	216
Flüssigkeitskategorie von Wärmeträgern	216
Sicherungseinrichtungen mit Flüssigkeitskategorien	217
Darstellung von Sicherungseinrichtungen	217
Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen	218
Sicherungseinrichtungen	220
Freier Auslauf	220
Systemtrenner	220
Rohrunterbrecher A1	220

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

Inhaltsverzeichnis

9

Dimensionierung von Lüftungsleitungen	281	Gas- und Abgastechnik	306
Rückstausicherungen	281	Gastechnik	306
Rückstauverschluss	282	Aufbau von Erdgasanlagen	306
Hebeanlage mit Rückstauschleife	282	Ermittlung der Rohrdurchmesser in Gasanlagen	306
Sinkstoffabscheider, Leichtflüssigkeits- abscheider, Fettabscheider	283	Auswahl Strömungswächter	306
Abwasserkanäle und Formstücke (PVC-U)	284	Auswahl Balgengaszähler	306
Rohre und Formstücke HT	285	Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren	307
Rohre und Formstücke PE-HD	286	Rohrdruckgefälle von Stahlrohren	307
Schallgedämmte Abwasserrohre und Formstücke	288	Längenzuschlag für Formteile in metallinen Leitungen	308
Bodenabläufe, Geruchverschlüsse	290	Geräteanschlussarmatur mit integrierter TAE	308
Prüfen von Freispiegelleitungen	291	Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Verbrauchs- und Verteilungs- leitungen (Streckenbelastung \dot{Q}_{SB})	309
Inspektions- und Wartungsmaßnahmen	292	Druckverluste für Gasströmungswächter	309
Dimensionierung abwassertechnischer Anlagen	293	Druckverluste für Balgengaszähler	309
Schmutzwasserabfluss, Anschlusswerte und Nennweite von Einzelanschlussleitungen	293	Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	309
Abflusskennzahlen	294	Rohrdruckgefälle von Stahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	310
Gesamtschmutzwasserabfluss	294	Zusatz – GS K	310
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite	294	Druckverluste für Absperreinrichtungen – Einzelzuleitungen und Abzweigleitungen	310
Anwendungsgrenzen bei Einzelanschlussleitungen	294	Druckverluste für Absperreinrichtungen – Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	311
Minimale Luftmenge für Belüftungsventile in Anschlussleitungen	294	Längenzuschlag für Formteile	311
Bemessung von Sammelanschlussleitungen	295	Längenabgleich Gasströmungswächter	312
Anwendungsgrenzen für unbelüftete Sammel- anschlussleitungen	295	Berechnungsgang zur Rohrleitungsbemessung	313
Zulässiger Schmutzwasserabfluss und Nennweite für Fallleitungen	295	Rohrleitungsdurchmesser im Diagramm- verfahren	314
Bemessung von Sammel- und Grundleitungen	296	Gaszähler, Abmessungen	317
Anwendungsgrenzen bei Sammel- und Grundleitungen	297	Gas-Kugelhahn, Eckform	317
Regenwasseremutzung	298	Gas-Kugelhahn-Durchgang	317
Möglichkeiten der Regenwassernutzung	298	Thermisch auslösende Absperrereinrichtung	317
Rechtliche Rahmenbedingungen	298	Gas-Strömungswächter	318
Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage	298	Auswahl von Strömungswächtern	318
Abflussbeiwerte verschiedener Dächer	298	Rohr-/Verbindungsstücke für Gasleitungen	319
Regenmengen	299	Rohrverbindungen für Gasleitungen	319
Regenwasserertrag	299	Rohrverbindungsarten, Beispiele	320
Betriebswasserbedarf je Person und Tag	299	Dichtungsmaterialien für Gasleitungen	320
Tankgröße	299	Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen	320
Regenwasserspeicher	300	Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen	321
Tankarten	300	Gasleckmengen	321
Belastbarkeitsklassen	300	Inbetriebnahme von Gasleitungen	322
Trinkwassernachspeisung	300	Abnahmeprotokoll	322
Filter (Zulauf zum Speicher)	300	Aufbau von Flüssiggasanlagen	323
Leitungssystem	301	Aufstellrichtlinien – Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter in Gebäuden	323
Kennzeichnung und Sicherheitseinrichtungen	301	Flüssiggaslagerung – Ortsfeste Flüssiggasbehälter im Freien	324
Inspektions- und Wartungsintervalle	301	Druckregelgeräte für Flüssiggasanlagen	325
Schall- und Brandschutz in der Installations- technik	302	Inhalt von ortsbeweglichen Flüssiggasbehältern	325
Schallschutz	302	Explosionsgefährdete Bereiche	325
Schallschutzstufen	302	Anforderungen an Aufstellung von Flüssiggastanks	326
Schallschutzmaßnahmen	302	Abstände zu Brandlasten	326
Schallschutzklassen im Wohnungsbau	303	Druckregelgeräte in Flüssiggasanlagen	326
Brandschutz	304	Rohre für Flüssiggasleitungen	327
Gebäudeklassen	304	Rohrverbindungen für Flüssiggasleitungen	327
Feuerwiderstandsklassen	304	Rohre für Innenleitungen	327
Teilabnahme der Leitungen	305		
Dokumentation der Abnahme	305		

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

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

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

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

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