



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für metalltechnische Berufe

# **Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik**

**1. Auflage**

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

Europa-Nr.: 16638

*ULB Darmstadt*



17998811

<b>Grundlagen</b>	<b>15</b>	Zusammengesetzte Längen	38
<b>Allgemeine Grundlagen</b>	<b>15</b>	Zusammengesetzte Flächen	38
Gräechisches Alphabet	15	Berechnung der Masse bei Halbzeugen	38
Römische Zahlzeichen	15	Längenbezogene Masse	38
Mathematische Zeichen	15	Flächenbezogene Masse	38
Basisgrößen und Basiseinheiten	16	<b>Daten aus Chemie und Umwelt</b>	<b>39</b>
Kohärente und nicht-kohärente Einheiten	16	Chemische Grundbegriffe	39
Vorsätze vor Einheiten	16	Aufbau chemischer Elemente	39
Formelzeichen, Größen und Einheiten	16	Periodensystem der Elemente	40
Indizes	18	Auswahl wichtiger chemischer Verbindungen	41
Britische und US-Einheiten	19	Gefahrstoffe	41
Rechnen mit dem Taschenrechner	19	R-Sätze (Gefahrenhinweise)	42
Schaubilder, Diagramme und Tabellen	19	S-Sätze (Sicherheitsratschläge)	43
Interpolieren	20	Kombination der R-Sätze und S-Sätze (Auszug)	44
<b>Allgemeine Mathematik</b>	<b>21</b>	<b>Umwelt-Grundlagen</b>	<b>44</b>
Grundrechenarten	21	Geruchsstoffe	44
Gliederung der Grundrechenarten	21	Treibhauseffekt	44
Strichrechnung	21	Treibhauspotential	45
Klammerregeln bei der Strichrechnung	21	Ozonabbaupotential	45
Multiplikation	21	Boden und Wasser	45
Division	22	<b>Technische Physik /</b>	
Gemischte Strich- und Punktrechnung	23	<b>Technische Mechanik</b>	<b>47</b>
Bruchrechnung	23	<b>Mechanik der festen Körper</b>	<b>47</b>
Potenzieren	25	Grundlegende mechanische Größen	47
Radizieren (Wurzelziehen)	26	Masse und Dichte	47
Logarithmen	27	Dichte technisch wichtiger Stoffe	47
Binomische Formeln	27	Dichte und spezifisches Volumen von Wasser als Funktion der Wassertemperatur	49
Gleichungen	28	Resultierende Kraft im zentralen Kräftesystem	50
Prozentrechnung	29	Hebelgesetz und Drehmoment (Kraftmoment)	51
Zinsrechnung	29	Hebelarten	51
Dreisatzrechnung	29	Gleichförmige und ungleichförmige gradlinige Bewegung	51
Runden	29	Gleichförmige kreisförmige Bewegung	52
Statistische Maßzahlen	29	Dynamisches Grundgesetz	52
<b>Geometrie</b>	<b>30</b>	Kraft und Gewichtskraft	52
Flächenberechnung	30	Mechanische Arbeit und mechanische Energie	52
Körperberechnung	31	Potentielle Energie	53
Winkelarten	33	Kinetische Energie	53
Winkel an geschnittenen Parallelen	33	Arbeit auf der schiefen (geneigten) Ebene	53
Winkelsumme im Dreieck und Seiten im rechwinkeligen Dreieck	33	Goldene Regel der Mechanik	53
Lehrsatz des Pythagoras	34	Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	53
Lehrsatz des Euklid	34	<b>Fluidmechanik</b>	<b>54</b>
Höhensatz	34	Hydrostatischer Druck und Druckeinheiten	54
Satz des Heron	34	Pressdruck, Schweredruck	54
Winkelfunktionen	35	Aerostatischer Druck	54
Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks	35	Atmosphärendruck, Überdruck, absoluter Druck	54
Sinus, Cosinus, Tangens, Cotangens	35	Druckfortpflanzungsgesetz	55
Funktionswerte zwischen 0° und 360° sowie für Winkel > 360°	35	Druckkraft auf Flächen	55
Beziehungen zwischen den Funktionswerten der Winkelfunktionen	36	Statischer Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen	55
Wichtige Funktionswerte der vier Winkelfunktionen	36	Saugwirkung	56
Trigonometrie des schiefwinkligen Dreiecks	36	Steigung und Gefälle von Rohrleitungen	56
Sinussatz, Cosinussatz	36	Strömungsgeschwindigkeit	56
<b>Technische Mathematik</b>	<b>37</b>	Kontinuitätsgleichung (Durchflussgleichung) inkompressibler Fluide	56
Teilung von Längen (Gitterteilung)	37	Massenstrom	56
Teilung auf dem Lochkreis	37	Volumenstrom	56
Berechnung elementarer Rohrrdaten	37		
Gestreckte Längen (kreisförmig gebogen)	38		

# Inhaltsverzeichnis

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

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

# Inhaltsverzeichnis

Aufbauorganisation im SHK-Handwerk .....	173	Überstromschutzeinrichtungen .....	191
Ablauforganisation und Einsatzplanun .....	174	Schutzklassen .....	191
Projektmanagement .....	174	Leistungsbezeichnungen .....	192
Qualitätsmanagement .....	174	Hausanschlussraum .....	193
Qualitätssicherungssysteme .....	174	Installationszonen .....	193
<b>Buchführung im SHK-Betrieb .....</b>	<b>175</b>	Schutzbereiche in Bädern und Duschräumen .....	193
Überblick .....	175	Verlegung von Leitungen .....	194
Randbedingungen der Buchführung .....	175	Verlegungsarten .....	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
<b>Kostenrechnung und Kalkulation .....</b>	<b>177</b>	Installationsschaltungen .....	198
Begriffe und Abgrenzungen .....	177	Schützsaltungen .....	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
<b>Controlling .....</b>	<b>180</b>	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
<b>Bauvertragsrecht .....</b>	<b>181</b>	<b>Messen .....</b>	<b>202</b>
Vertragsarten .....	181	Schreibweise von Messwerten .....	202
Werkvertrag und VOB .....	181	Messfehler .....	202
<b>Elektrotechnik, .....</b>		Begriffe der Messtechnik .....	202
<b>Steuern und Regeln .....</b>	<b>183</b>	Gegenüberstellung analoger und .....	
<b>Elektrotechnik .....</b>	<b>183</b>	digitaler Messgeräte, Duspöl .....	203
Einfacher elektrischer Stromkreis .....	183	Analoge Anzeige .....	203
Ohm'sches Gesetz .....	183	Digitale Anzeige .....	203
Spezifischer Widerstand .....	184	Duspöl .....	203
Temperaturabhängiger Widerstand .....	184	Skalensymbole .....	204
Kirchhoff'sche Gesetze .....	184	Messen mit dem Multimeter (Vielfachinstrument) .....	204
Stern-Dreieck-Umwandlung .....	184	Messtechnik – Anwendungen .....	205
Reihen-, Parallel- und Gemischte Schaltungen .....	185	Messprotokolle erstellen .....	205
Strom- und Spannungsarten und -formen .....	186	Aufnahme von Kennlinien .....	205
Elektrische Leistung .....	187	Prüfungen elektrischer Anlagen .....	206
Elektrische Arbeit .....	187	Prüfprotokoll und Heizkurvenschar (Beispiele) .....	207
Verteilungssysteme .....	188	Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 – 0702 .....	208
Schutzmaßnahmen in der Elektrotechnik .....	189	Temperaturmessung .....	209
Wirkung des Stromes .....	189	Druckmessung .....	210
Schutzarten .....	190	Durchflussmessung .....	211
Schutz gegen elektrischen Schlag .....	190	Füllstandsmessung .....	212
Fehlerstromschutzschalter RCD .....	190	Feuchtemessung .....	213
Überwachung mit RCM .....	190	Drehzahlmessung .....	213
Überwachungsrelais .....	190	Lichtstärkenmessung .....	213
Spannungsebenen .....	191	Gasanalyse (O <sub>2</sub> -Gehalt) .....	213
Spannungsfrei schalten .....	191	<b>Steuern und Regeln .....</b>	<b>214</b>
		Begriffe der Regelungstechnik .....	214
		Steuern, Regeln – Definition .....	214

Regler ..... 215  
Stetige Regler ..... 215  
Digitale Regler ..... 215  
Unstetige Regler ..... 216  
Fuzzy- Regler ..... 216  
Regelstrecken ..... 217  
PC-Schnittstellen ..... 218  
Zahlensysteme ..... 219  
Digitalcodes ..... 219  
Logische Grundschaltungen ..... 220  
AD- Wandler ..... 220  
DA-Wandler ..... 220  
Bussysteme ..... 221  
Leittechnikenebenen ..... 221  
Gebäudeautomation ..... 221  
Hydraulische Grundschaltungen ..... 222

**Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik ..... 223**

**Sanitärtechnik ..... 223**

**Trinkwassertechnik ..... 223**  
Trinkwasser – Verbrauch, Kosten, Herkunft ..... 223  
Merkmale von Trinkwasser (Rechtsvorschriften) ..... 224  
Zentrale Trinkwasserversorgung ..... 224  
Calcit-Sättigung ..... 225  
Trinkwasseraufbereitung ..... 225  
Trinkwasserbehandlungsverfahren ..... 226  
Nicht rückspülbare mechanische Filter ..... 226  
Rückspülbare mechanische Filter ..... 226  
Aktivkohlefilter ..... 227  
Enthärtungsanlage mit Ionenaustauschverfahren ..... 227  
Mineralstoff-Dosiergeräte ..... 227  
Physikalische Wasserbehandlung ..... 228  
Umkehrosmose-Anlagen ..... 228  
UV-Entkeimungsanlage ..... 228

**Trinkwasserinstallation ..... 229**

Trinkwasser-Versorgungsanlage ..... 229  
Trinkwasseranschluss  
Einzel- und Mehrspartenhauseinführung ..... 229  
Hauswasserzähler (Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler) ..... 229  
Großwasserzähler (Woltmann-Zähler) ..... 230  
Druckminderer ..... 230  
Absperrarmaturen in der Trinkwasser-  
installation ..... 231  
Außenarmaturen ..... 231  
Ventile ..... 231  
Schieber ..... 231  
Kugelhähne ..... 231  
Durchflussdiagramm, Absperrarmaturen ..... 233  
Freistromventile ..... 233  
KFR-Ventile ..... 233  
Unterputzarmaturen ..... 233  
Eckregulierventile, Kombieckventile ..... 233  
Auslaufarmaturen ..... 234  
Flüssigkeitskategorien DIN EN 1717 ..... 236  
Sicherungsarmaturen im häuslichen Bereich ..... 236  
Flüssigkeitskategorie von Wärmeträgern ..... 236  
Sicherungseinrichtungen  
mit Flüssigkeitskategorien ..... 237

Darstellung von Sicherungseinrichtungen ..... 237  
Einsatzbeispiele für Sicherungseinrichtungen ..... 238  
Sicherungseinrichtungen ..... 240  
Freier Auslauf ..... 240  
Systemtrenner ..... 240  
Rohrunterbrecher A1 ..... 240  
Rohrunterbrecher A2 ..... 240  
Rohrtrenner EA1, Rohrtrenner EA2,  
Rohrtrenner EA3 ..... 241  
Rückflussverhinderer ..... 242  
Rohrbelüfter (Bauform C) ..... 242  
Sicherungskombination ..... 242  
Inspektions- und Wartungsplan ..... 243  
Rohrwerkstoffe in der Trinkwassertechnik ..... 243  
Rohre aus unlegiertem Stahl ..... 244  
Tempergussfittings ..... 244  
Edelstahl-Rohre, Pressfittings ..... 246  
Kupferrohre für Wasser- und Gasleitungen ..... 248  
Lötittings für Kupferrohre ..... 248  
Kupfer Pressfittings ..... 251  
PVC-C-Rohre, Fittings ..... 252  
Metallverbundrohre, Fittings ..... 254  
Prüfen von Trinkwasserleitungsanlagen ..... 255

**Dimensionierung trinkwassertechnischer Anlagen ..... 256**

Verfahrensablauf zur Dimensionierung  
DIN-EN 806-3 oder 1988-3 ..... 256  
Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 806-3 ..... 257  
Berechnungsbeispiel nach DIN EN 806-3 ..... 258  
Berechnungen nach DIN 1988-3 ..... 258  
Berechnungsdurchflüsse ..... 259  
Summendurchfluss ..... 259  
Spitzendurchfluss ..... 260  
Verfügbare Druckdifferenz für Rohrreibung  
und Einzelwiderstände ..... 261  
Verfügbares Rohrreibungsdrukgefälle,  
rechnerische Fließgeschwindigkeit ..... 261  
Richtwerte für Druckverluste in  
Stockwerksleitungen und Einzeileitungen ..... 262  
Richtwerte für Druckverluste  
in Stockwerks-Verteilern ..... 263  
Richtwerte für Druckverluste in  
Einzeileitungen ..... 263  
Zirkulationsleitungsberechnung ..... 263  
Rohrreibungsdrukgefälle Gewindeohr ..... 264  
Rohrreibungsdrukgefälle nichtrostender Stähle ..... 265  
Rohrreibungsdrukgefälle Kupferrohr ..... 266  
Rohrreibungsdrukgefälle PVC-U-Rohr ..... 267  
Rohrreibungsdrukgefälle Verbundrohr ..... 268  
Druckverluste aus Einzelwiderständen ..... 268  
Grafische Symbole und Richtwerte  
für Verlustbeiwerte von Einzelwiderständen ..... 269

**Druckerhöhungsanlagen ..... 270**

Druckerhöhung ..... 270  
Anschlussarten von Druckerhöhungsanlagen ..... 270  
Richtwerte für den maximalen Wasserbedarf  
verschiedener Gebäudetypen ..... 271  
Maximaler Förderstrom ..... 271  
Auslegung einer Druckerhöhungsanlage  
(DEA) ..... 271  
Druckwasserbehälter ..... 271

# Inhaltsverzeichnis

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

<b>Gas- und Abgastechnik</b>	<b>322</b>	<b>Abgastechnik</b>	
<b>Gastechnik</b>	<b>322</b>	Abgas-Verbindungsstücke und Material	346
Aufbau von Erdgasanlagen	322	Abgasführung über Dach	346
Ermittlung der Rohrdurchmesser in Gasanlagen	322	Mündungen in der Fassade	347
Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Leitungen (Nennbelastung $\dot{Q}_{NB}$ )	322	<b>Heizungstechnik</b>	<b>348</b>
Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren	323	<b>Allgemeine Grundlagen</b>	<b>348</b>
Rohrdruckgefälle von Stahlrohren	323	Planung, Ausführung, Betrieb und Kosten	348
Längenzuschlag für Formteile in metallenen Leitungen	324	Kennzeichen von Heizungsanlagen	349
Geräteanschlussarmatur mit integrierter TAE	324	Heizungsarten	350
Druckverluste und Rohrdruckgefälle für metallene Verbrauchs- und Verteilungsleitungen (Streckenbelastung $\dot{Q}_{SB}$ )	325	Richtlinien zum Immissionsschutz	351
Rohrdruckgefälle von Kupfer- und Edelstahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	325	Verlustgrenzwerte Öl-/Gasfeuerungsanlagen	352
Rohrdruckgefälle von Stahlrohren in Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	326	Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger	352
Zusatz – GS K	326	Aufstell- und Heizraum	353
Absperreinrichtungen – Einzelzuleitungen und Abzweigleitungen	326	Verbrennungsluftleitungen für Heizräume	354
Absperreinrichtungen – Verbrauchs- und Verteilungsleitungen	327	Abluftquerschnitt bei Heizräumen	354
Längenabgleich Gasströmungswächter	328	Brennstofflagerräume	354
Berechnungsgang zur Rohrleitungbemessung	329	Bestandteile, Angebot und Abnahme einer Heizungsanlage	355
Gaszähler	330	Wirtschaftlichkeit und Kosten einer Heizungsanlage	356
Gas-Strömungswächter	331	Heizkostenverordnung	357
Auswahl von Strömungswächtern	331	Lebensdauer der Anlagenkomponenten und Verbrauchskosten	358
Rohr-/Verbindungsstücke für Gasleitungen	332	Jährliche Energiekosten von Heizung und TWV-Anlage	359
Rohr für Flüssiggasleitungen	332	<b>Norm-Heizlast</b>	<b>363</b>
Rohrverbindungen für Gasleitungen	333	Prozess zur Berechnung der Norm-Heizlast	363
Form- und Verbindungsstücke für Flüssiggasleitungen	333	Grundlagen zur Heizlastberechnung	364
Lösbare Verbindungen bei Flüssiggasanlagen	333	Wärmedurchgang durch Bauteile und Temperaturverlauf	365
Rohrverbindungsarten, Beispiele	333	Wärmeübertragung	365
Dichtungsmaterialien für Gasleitungen	334	Wärmedurchgangskoeffizient ( $U$ -Wert)	365
Äußerer Korrosionsschutz bei Gasleitungen	334	Wärmeleitfähigkeit	366
Prüfung und Inbetriebnahme von Gasleitungen	335	Wärmedurchlasswiderstand	367
Prüfung und Inbetriebnahme von Flüssiggasleitungen	336	Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster und Fenstertüren	368
Aufbau von Flüssiggasanlagen	337	Berechnung der Norm-Heizlast	369
Flüssiggaslagerung – Ortsbewegliche Flüssiggasbehälter	337	Transmissions-Heizlast	381
Flüssiggaslagerung – Ortsfeste Flüssiggasbehälter	338	<b>Energieeinsparverordnung</b>	<b>383</b>
Oberirdische Flüssiggasbehälter, Grundplatte	338	Anforderung an zu errichtende Wohngebäude	388
Druckregelgeräte für Flüssiggasanlagen	339	Anforderung an Wohngebäude	390
Ermittlung der Rohrdurchmesser in Flüssiggasanlagen	340	Anforderung an Nichtwohngebäude	391
Gasgerätearten nach Luft- und Abgasführung	342	Anforderung bei Sanierung und Leitungsdämmung	395
Verbrennungsluftversorgung und Abgasführung von Gasgeräten	343	Mindest-Dämmschichtdicke	396
Aufstellbedingungen für Gasgeräte	343	Anlagenaufwandszahl	396
Kennzeichnung von Gasgeräten	344	<b>Heizkörperberechnung</b>	<b>398</b>
Geräteschild nach Gasgeräterichtlinie	344	Heizkörperauslegung für Einrohrheizung	398
Aufschlüsselung Ländercode	344	Heizkörperauslegung für Zweirohrheizung	399
Aufschlüsselung Jahreszahl	344	Untergruppen der Heizflächen	400
Verbrennungsluftversorgung von Gasgeräten	344	Heizkörperberechnungen	400
Verbrennungsluftverbund	345	Minderungsfaktoren, Drücke	402
Anrechenbare Nennleistung	345	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 (Gasbrenner ohne und mit Gebläse) .....	441
Fußbodenheizung – Auslegung .....	412	Einstellwerte von Gaswärmeerzeugern .....	442
<b>Rohrnetz</b> .....	<b>419</b>	Brennwerttechnik .....	442
Verteilungs- und Rohrsysteme .....	420	Ermittlung des Normnutzungsgrades von Heizkesseln .....	443
Dimensionierung .....	421	Reduzierung der Heizwassermittel- temperatur .....	444
Überschlägige Berechnung des Druckgefälles .....	421	Kondensationszahl $\alpha$ .....	444
Richtwerte für Druckgefälle und Fließgeschwindigkeit .....	421	Eigenschaften des Kondenswassers .....	444
Ermittlung der Druckverluste .....	422	<b>Ölfeuerung</b> .....	<b>445</b>
Druckverluste, Druckgefälle für Kupfer .....	423	Heizöl EL .....	445
Druckgefälle für Stahlrohre .....	423	Anforderungen an Heizöl EL .....	445
Widerstandsbeiwerte und Einzelwiderstände .....	426	Verbrennung von Heizöl EL .....	445
Einzelwiderstände und Ventilautorität .....	427	Ölbrennerarten .....	445
<b>Hydraulischer Abgleich</b> .....	<b>428</b>	Schematischer Aufbau von Ölbrennern .....	446
Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich .....	428	Regelungs-/sicherheitstechnische Ausrüstung von Ölbrennern .....	446
Vergleich hydraulischer Abgleiche .....	428	Ölzerstäuberdüsen – Eigenschaften und Kennzeichnung .....	446
Auswahl hydraulischer Strangregler .....	429	Auslegung und Auswahl von Ölzerstäuber- düsen .....	447
Hydraulische Weiche .....	429	Öllagerung .....	448
Voreinstellungen für Heizkörperleistung .....	430	Lagermengen .....	448
Einstellungen an Heizkörper-Armaturen .....	430	Tankbauarten .....	448
Reguliventile .....	430	Füll-, Be- und Entlüftungseinrichtungen und Entnahmeleitungen bei Öltanks .....	448
<b>Pumpen</b> .....	<b>431</b>	Ölzuführung im Ein- und Zweistrangsystem .....	449
Umwälzpumpe geschlossener Heizkreisläufe .....	431	Armaturen für unter- und oberirdische Öllagerung .....	449
Proportionalgesetze bei Drehzahländerung .....	431	<b>Festbrennstoff-Feuerung</b> .....	<b>450</b>
Montage der Heizungspumpe .....	431	Holzfeuerungen .....	450
Differenzdruckregelung .....	431	Heizwerte im Vergleich .....	450
Pumpenauswahl, -regelung, -einbau .....	432	Ausführungen und Eigenschaften von Holzfeuerungen .....	450
Pumpenkennlinien .....	432	<b>Fernwärmeversorgung</b> .....	<b>451</b>
Zusammenschalten mehrerer Pumpen .....	433	Fernwärmeanlagen .....	451
Reihenschaltung – Parallelschaltung .....	433	Eigenschaften .....	451
Volumenstrom nach Wärmebedarf .....	433	Bereiche und Leitungszonen .....	451
Ermittlung des Volumenstroms .....	433	Indirekte und direkte Versorgung .....	451
<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b> .....	<b>434</b>	Temperaturabsicherung .....	451
Anlagenausrüstung .....	434	<b>Dampfkesselanlagen</b> .....	<b>452</b>
Offene Anlage .....	435	Aufbau von Dampfkesselanlagen .....	452
Umtriebsdruck in offenen Systemen .....	435	Arten von Wasserdampf in Dampfheizungen .....	452
Sicherheitsleitungen bei offenen Systemen .....	435	Eigenschaften von Wasserdampf .....	452
Ausdehnungsgefäße .....	435	Leistung von Dampfkesseln .....	453
Sicherheitsventile, Leitungen und Entspannungstöpfe .....	436	Erforderliche Durchmesser von Dampf- und Kondensatleitungen .....	453
Abblaseleistung .....	436	Dimensionierung von Kondensatleitungen .....	454
Sicherheitstechnische Einrichtungen (Übersicht) .....	436	Anforderungen an die Wasserqualität bei Dampfkesseln .....	454
Membran-Ausdehnungsgefäße .....	437	<b>Verbrennung</b> .....	<b>454</b>
Ermittlung des Anlagenvolumens .....	437	Verbrennungsvorgang .....	454
Bestimmung des vom MAG aufzunehmenden Ausdehnungsvolumens .....	437	Chemische Reaktionen .....	454
Bestimmung der Nenngröße des MAG .....	437	Verluste und Wirkungsgrade .....	455
Inhalt und Abmessung von MAG .....	438	<b>Heizkosten</b> .....	<b>456</b>
Gefäßgröße .....	438	Zusammensetzung der Heizkosten .....	456
Ermittlung des benötigten Fülldruckes .....	438	Messfehler bei Wärmemengenzählern .....	456
Montagebeispiele für Membran-Ausdehnungsgefäße .....	438		
<b>Heizungsregelung</b> .....	<b>439</b>		
Regler in Heizungsanlagen .....	439		
Arten der Temperaturregelung .....	439		
<b>Gasfeuerung</b> .....	<b>440</b>		
Eigenschaften von Brenngasen nach Familien .....	440		
Verbrennungseigenschaften von Brenngasen .....	440		

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)<sub>1,2</sub> ..... 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 lufttechnischen Anlagen ..... 461

Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlage ..... 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 Klimaanlage ..... 465

Festlegung der Luftarten ..... 465

Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlage ..... 466

Klassifizierung der Abluft (ABL) ..... 466

Klassifizierung der Fortluft (FOL) ..... 466

Klassifizierung der Außenluft (AUL) ..... 466

Verunreinigungskonzentrationen der AUL ..... 466

Klassifizierung der Zuluft (ZUL) ..... 466

Allgemeine Klassifizierung der Raumluft ..... 467

Klassifizierung durch CO<sub>2</sub>-Konzentration (Direkte Klassifizierung) ..... 467

Außenluftvolumenströme je Person (Indirekte Klassifizierung) ..... 467

Volumenstrom der Außenluft 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 Wärmeeinfall von elektrischen Geräten ..... 477

Wärmeabgabe  $\phi_M$  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

<b>Volumenstromberechnung</b> .....	<b>479</b>	Bauteile für Zu- und Abluftanlagen .....	<b>493</b>
Volumenstromberechnung zur Deckung der trockenen Kühllast .....	479	Lufterwärmer/-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
		Wärmerückgewinnungsverfahren – Übersicht .....	496
<b>Thermodynamische Luftbehandlung</b> .....	<b>480</b>	<b>Schallschutz</b> .....	<b>497</b>
Wärmeinhalt (Enthalpie) von Luft $h$ .....	480	Ventilator-Schalldaten (Herstellerangaben) .....	497
Luftheizung .....	480	Einfügdämpfung DE eines Absorptions- schalldämpfers .....	497
Luftkühlung, trocken .....	481	Richtwerte für den Schalldruckpegel in Räumen .....	497
Luftkühlung und Entfeuchtung .....	481	Zulässiger Schalldruckpegel am Arbeitsplatz nach Arbeitsstättenrichtlinie .....	497
Luftbefeuchtung mit Dampf .....	481	Zulässiger Schalldruckpegel auf die Nachbarschaft .....	497
Luftmischung .....	481		
Zustandsgrößen und Zustandsänderung feuchter Luft im $h,x$ -Diagramm .....	482	<b>Brandschutz in RLT-Anlagen</b> .....	<b>498</b>
<b>Kanäle und Formstücke</b> .....	<b>483</b>	Technische Ausführung des Brandschutzes in RLT-Anlagen .....	498
Luftleitungen aus Stahlblech mit rundem Querschnitt .....	483	Maße von Brandschutzklappen .....	498
Wanddicken für runde Blechrohre und zulässige Überdrücke .....	483	Dimensionierung von Brandschutzklappen .....	499
Luftleitungen aus Stahlblech mit rechteckigem Querschnitt .....	483	<b>Regelung von RLT-Anlagen</b> .....	<b>500</b>
Dichtheitsklassen von Lüftungsbauteilen .....	483	<b>Planungshinweise</b> .....	<b>500</b>
Vergleich des Leckvolumenstroms runder und eckiger Kanäle .....	483	Checkliste für Entwurf und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage .....	500
Stoßverbindungen bei Blechkanälen .....	484		
Nennweiten und zulässige Drücke .....	484	<b>Klempnertechnik</b> .....	<b>501</b>
Nennweiten flexibler Rohre, zulässige Drücke und längenbezogene Masse .....	484	<b>Dach – Grundlagen und Bauphysik</b> .....	<b>501</b>
Formstücke .....	485	Dachgestaltung .....	501
Verbindungen für Luftleitungen und Formstücke aus Blech .....	486	Bezeichnungen am Dach .....	501
Querschnittsberechnung von Lüftungskanälen .....	486	Dachformen .....	501
		Dachöffnungen .....	501
<b>Druckverluste in geraden Kanälen</b> .....	<b>487</b>	Dachneigung von Metalldächern .....	502
Bestimmung des Druckgefälles $R$ im geraden waagerechten Rohr .....	487	Dachaufbau der Metalldächer .....	502
Luftgeschwindigkeit $v$ in RLT-Anlagen .....	487	Belüftetes Metalldach .....	502
$R$ -Werte für Wickelfalzrohre bei trockener Luft .....	488	Unbelüftetes Metalldach .....	502
		Deckblech .....	502
<b>Druckverluste in Lüftungs- und Klimaanlage</b> .....	<b>489</b>	Trennschicht .....	502
Dimensionierungsbeispiel Abluftkanal .....	489	Wärmedämmschicht .....	502
		Dampfsperre .....	502
<b>Ventilatoren in Lüftungs- und Klimaanlage</b> .....	<b>490</b>	Be- und Entlüftung bei belüfteten Metalldächern .....	502
Ventilatorbauarten .....	490	Korrosion bei Klempnerarbeiten .....	503
Ventilatorleistung .....	490	Korrosionsschutz bei Klempnerarbeiten .....	503
Ventilatordruck .....	490	Werkstoffkombination bei Klempnerarbeiten .....	503
Zusammenhang Drehzahl $n$ , Druck $p$ und Leistung $P$ .....	490	Schallschutz bei Metalldach- konstruktionen .....	504
Ventilator Kennlinie – Radialventilator .....	491		
<b>Filter für RLT-Anlagen</b> .....	<b>492</b>	<b>Dimensionierung von Regenwasserleitungen</b> .....	<b>505</b>
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 $\Delta p$ 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
		<b>Dachrinnen und Rinnenhalter</b> .....	<b>509</b>
		Dachrinnen (Maße) .....	509
		Rinnenhalter (Maße) .....	509

Beanspruchungskategorien für Rinnenhalter .....	509	Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung .....	521
Bohrungsdurchmesser für Rinnenhalter .....	509	<b>Biomasse</b> .....	<b>522</b>
Einteilung von Dachrinnen .....	510	Begriffe und Zusammenhänge .....	522
Regenrinnen-Teiligkeit .....	510	Energieinhalt von Biomasse .....	522
Regenrinnen-Notüberlauf .....	510	Flüssige Kraftstoffe aus Biomasse .....	522
DIN-Bezeichnung Dachrinne .....	511	Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse .....	522
DIN-Bezeichnung Regenfallrohr .....	511	Richtwerte für Gaserträge .....	523
<b>Fallrohre und Stutzen</b> .....	<b>511</b>	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
<b>Haft- und Klammern</b> .....	<b>512</b>	Feste Biomasse .....	524
Haftausführungen .....	512	Verbrennungssysteme für die feste Biomasse .....	524
Anzahl und Abstand der Haften .....	512	<b>Windkraft</b> .....	<b>525</b>
Haften und Befestigungsmittel, Anforderungen .....	513	Begriffe .....	525
Klammern als Befestigungsmittel .....	513	Aufbau und Elemente einer WKA .....	525
Kamineinfassung .....	513	Unterscheidung von WKA .....	525
<b>Windsog, Festhaft, Schiebehaft</b> .....	<b>514</b>	Entstehung von Wind .....	525
Windsoglasten .....	514	Physikalische Zusammenhänge .....	525
Anordnung der Schiebehaften .....	514	Umweltauswirkungen von WKA .....	525
Scharen .....	514	<b>Wasserkraft</b> .....	<b>526</b>
<b>Scharen und Querfalze</b> .....	<b>515</b>	Begriffe .....	526
Mindest-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	<b>Geothermie</b> .....	<b>527</b>
Querverbindungen der Scharen .....	516	Begriffe .....	527
Maximale Abstände von Bewegungsausgleichern .....	516	Klassifikation der Erdwärmequellen .....	527
Schornsteinkopfbekleidungen .....	516	Nutzung der Erdwärme .....	527
<b>Erneuerbare Energien</b> .....	<b>517</b>	Anlagenschema zur direkten Nutzung für Heizzwecke .....	527
<b>Wärmepumpen</b> .....	<b>517</b>	<b>Blockheizkraftwerke</b> .....	<b>528</b>
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 Energie- erzeugungsanlagen .....	529
Leistungszahlen .....	518	<b>Gesetzliche Randbedingungen</b> .....	<b>530</b>
Einstufung 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
<b>Solaranlagen</b> .....	<b>520</b>	Bioabfallverordnung .....	530
Einteilung von thermischen Solaranlagen .....	520	Fördermöglichkeiten .....	530
Solardaten für den Standort Deutschland .....	520	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>531</b>
Kennzahlen .....	520	<b>Firmenverzeichnis</b> .....	<b>541</b>
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		