

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Energiebilanz</b> . . . . .	<b>1</b>	<b>3.2</b>	<b>Elektrische Bauteile</b> . . . . .	<b>43</b>
1.1	Geschichtliche Entwicklung . . . . .	1	3.2.1	Transformatoren . . . . .	43
1.2	Energiesparmaßnahmen . . . . .	1	3.2.2	Elektromotoren . . . . .	43
<b>2</b>	<b>Physikalische und bauphysikalische Grundlagen</b> . . . . .	<b>4</b>	3.2.2.1	Einphasen-Asynchronmotor und Kondensator . . . . .	44
2.1	Die Elemente des Lebens: Wasser und Luft . . . . .	4	3.2.2.2	Dreiphasen-Asynchronmotor . . . . .	44
2.1.1	Wasser . . . . .	4	3.2.3	Schaltzeichen und Schaltpläne . . . . .	45
2.1.2	Luft . . . . .	7	3.2.4	Gefährdung durch elektrischen Strom . . . . .	46
2.1.2.1	Stickstoff . . . . .	8	3.2.5	Schutzmaßnahmen . . . . .	47
2.1.2.2	Sauerstoff . . . . .	8	<b>4</b>	<b>Grundlagen der Wärmeerzeugung</b> . . . . .	<b>50</b>
2.1.2.3	Edelgase . . . . .	9	<b>4.1</b>	<b>Feste Brennstoffe</b> . . . . .	<b>52</b>
2.1.2.4	Kohlendioxid . . . . .	9	4.1.1	Holzbrennstoffe . . . . .	52
2.2	Druck in Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	10	4.1.1.1	Einteilung und Eigenschaften . . . . .	52
2.2.1	Druck allgemein . . . . .	10	4.1.1.2	Verbrennung des Holzes . . . . .	54
2.2.2	Druck in Flüssigkeiten . . . . .	11	4.1.2	Kohle . . . . .	54
2.2.2.1	Hydrostatischer Druck . . . . .	11	4.1.2.1	Eigenschaften der Kohle . . . . .	54
2.2.2.2	Kommunizierende Gefäße . . . . .	12	4.1.2.2	Verbrennung der Kohle . . . . .	54
2.2.2.3	Saugheberprinzip . . . . .	12	<b>4.2</b>	<b>Flüssige Brennstoffe</b> . . . . .	<b>55</b>
2.2.2.4	Druckfortpflanzung . . . . .	12	4.2.1	Heizöl . . . . .	55
2.2.2.5	Theoretische Saughöhe von Pumpen bei Wasser . . . . .	13	4.2.1.1	Einteilung und Eigenschaften . . . . .	55
2.2.3	Druck in Gasen . . . . .	13	4.2.1.2	Kenndaten von Heizölen . . . . .	55
2.2.3.1	Das Boyle-Mariottesche Gesetz . . . . .	13	4.2.1.3	Verbrennung von Heizöl . . . . .	57
2.2.3.2	Luftdruck . . . . .	14	4.2.2	Vorgänge bei der Verbrennung . . . . .	57
2.2.4	Druckmessgeräte . . . . .	14	4.2.2.1	Zündverhalten . . . . .	57
<b>2.3</b>	<b>Wärmelehre (Kalorik)</b> . . . . .	<b>17</b>	4.2.2.2	Zündgrenzen . . . . .	57
2.3.1	Temperatur . . . . .	17	4.2.2.3	Zündgeschwindigkeit . . . . .	57
2.3.1.1	Temperaturskalen . . . . .	17	4.2.2.4	Verbrennungsluftbedarf . . . . .	58
2.3.2	Thermische Ausdehnung . . . . .	18	<b>4.3</b>	<b>Gasförmige Brennstoffe</b> . . . . .	<b>58</b>
2.3.2.1	Anomalie des Wassers . . . . .	19	4.3.1	Eigenschaften von Brenngasen . . . . .	58
2.3.2.2	Thermische Ausdehnung von Gasen . . . . .	20	4.3.1.1	Einteilung von Brenngasen . . . . .	58
2.3.3	Temperaturmessung . . . . .	20	4.3.1.2	Kenndaten von Brenngasen . . . . .	61
2.3.4	Wärmeenergie . . . . .	23	4.3.2	Vorgänge bei der Verbrennung . . . . .	62
2.3.5	Wärmeleistung (Wärmestrom) . . . . .	24	4.3.2.1	Zündverhalten von Brenngasen . . . . .	62
2.3.6	Schmelz- und Verdampfungswärme . . . . .	25	4.3.2.2	Verbrennungsabläufe und Flammenbilder . . . . .	62
2.3.7	Wärmeübertragung . . . . .	26	<b>4.4</b>	<b>Schadstoffe und ihre Grenzwerte</b> . . . . .	<b>64</b>
2.3.8	Wärmeübergang . . . . .	29	4.4.1	Schadstoffe . . . . .	64
2.3.9	Wärmedurchgang . . . . .	30	4.4.2	Grenzwerte von Schadstoffen . . . . .	66
<b>2.4</b>	<b>Schall und Schallschutz</b> . . . . .	<b>32</b>	4.4.2.1	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen . . . . .	66
2.4.1	Schall . . . . .	32	4.4.2.2	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit flüssigen Brennstoffen . . . . .	66
2.4.2	Das menschliche Ohr . . . . .	32	4.4.2.3	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit gasförmigen Brennstoffen . . . . .	67
2.4.3	dB als Messgröße des Schalls . . . . .	33	4.4.2.4	Grenzwerte zur Vergabe von Umweltzeichen und Förderprogrammen . . . . .	68
2.4.4	Geräuschwahrnehmung des Menschen . . . . .	33	<b>4.5</b>	<b>Abgase und Abgasanlagen</b> . . . . .	<b>69</b>
2.4.5	Schallarten und Schallausbreitung . . . . .	34	4.5.1	Grundlagen . . . . .	69
2.4.6	Schallpegelmesser . . . . .	34	4.5.2	Schornsteine . . . . .	71
2.4.7	Richtiges Messen . . . . .	35	4.5.2.1	Anforderungen an Schornsteine . . . . .	72
2.4.7.1	Hintergrundgeräusche . . . . .	35	4.5.2.2	Schornsteinentwicklung . . . . .	74
2.4.7.2	Addition von Schallquellen . . . . .	35	4.5.2.3	Belegung von Schornsteinen . . . . .	75
2.4.8	Schallschutz . . . . .	36	4.5.2.4	Schornsteinauslegung . . . . .	75
<b>2.5</b>	<b>Grundlagen des Brandschutzes</b> . . . . .	<b>38</b>	4.5.3	Verbindungsstücke . . . . .	76
2.5.1	Allgemeines . . . . .	38	4.5.4	Abgasklappen . . . . .	76
2.5.2	Gesetzliche Regelungen . . . . .	38	4.5.5	Nebenluftvorrichtungen . . . . .	76
2.5.3	Baulicher Brandschutz . . . . .	39	<b>4.6</b>	<b>Heizkessel</b> . . . . .	<b>78</b>
<b>3</b>	<b>Elektrotechnik</b> . . . . .	<b>41</b>	4.6.1	Einteilung der Heizkessel . . . . .	78
<b>3.1</b>	<b>Stromarten und Stromverteilung</b> . . . . .	<b>41</b>	4.6.1.1	Einteilung nach dem Kesselwerkstoff . . . . .	78
3.1.1	Gleichstrom . . . . .	41	4.6.1.2	Einteilung nach dem Brennstoff . . . . .	79
3.1.2	Wechselstrom . . . . .	42			
3.1.3	Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) . . . . .	42			
3.1.4	Stromverteilung . . . . .	42			

4.6.1.3	Einteilung nach dem Druck im Verbrennungsraum . . . . .	79		
4.6.1.4	Einteilung nach der Art der Heizgasführung . . . . .	80		
4.6.1.5	Einteilung nach der Bauart . . . . .	80		
4.6.2	Wirkungsgrade und Nutzungsgrade . . . . .	88		
4.6.2.1	Feuerungstechnischer Wirkungsgrad . . . . .	88		
4.6.2.2	Kesselwirkungsgrad . . . . .	88		
4.6.2.3	Jahresnutzungsgrad des Heizkessels . . . . .	89		
4.6.2.4	Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage . . . . .	90		
4.6.2.5	Norm-Nutzungsgrad . . . . .	91		
4.6.3	Wartung der Heizkessel . . . . .	92		
<b>4.7</b>	<b>Aufstellung von Feuerstätten – Verbrennungsluftversorgung . . . . .</b>	<b>94</b>		
4.7.1	Aufstellung und Verbrennungsluftversorgung raumluftabhängiger Feuerstätten . . . . .	96		
4.7.2	Aufstellräume . . . . .	96		
4.7.2.1	Anforderungen an Aufstellräume für raumluftabhängige Feuerstätten der Art B bis 35 kW Gesamtnennwärmeleistung . . . . .	96		
4.7.2.2	Anforderungen an Aufstellräume für raumluftabhängige Feuerstätten der Art B größer 35 kW bis 50 kW Gesamtnennwärmeleistung . . . . .	98		
4.7.2.3	Messtechnischer Nachweis der Verbrennungsluftversorgung . . . . .	98		
4.7.3	Bedingungen für raumluftunabhängige Gasfeuerstätten der Art C . . . . .	98		
4.7.4	Besondere Anforderungen an Aufstellräume für Gasfeuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung > 100 kW . . . . .	98		
4.7.5	Heizräume . . . . .	99		
<b>5</b>	<b>Feste Brennstoffe: Bereitstellung – Verbrennung – Kessel . . . . .</b>	<b>102</b>		
<b>5.1</b>	<b>Holz . . . . .</b>	<b>102</b>		
5.1.1	Bereitstellung von Stückholz . . . . .	102		
5.1.2	Bereitstellung von Holzpellets . . . . .	102		
5.1.2.1	Pellet-Lagerräume . . . . .	102		
5.1.2.1.1	Anforderungen an den Lagerraum . . . . .	102		
5.1.2.1.2	Ausführung des Befüllsystems . . . . .	103		
5.1.2.1.3	Raumaustragungssysteme . . . . .	104		
5.1.2.2	Fertiglagersysteme . . . . .	104		
5.1.2.2.1	Sacksilos/Gewebesilos . . . . .	105		
5.1.2.2.2	Stahlblechtanks . . . . .	105		
5.1.2.2.3	Erdtanks (Erdsilos) . . . . .	105		
5.1.3	Bereitstellung von Hackgut, Säge- und Hobelspänen . . . . .	106		
<b>5.2</b>	<b>Kohle . . . . .</b>	<b>106</b>		
5.2.1	Bereitstellung der Kohle . . . . .	106		
<b>5.3</b>	<b>Festbrennstoffheizkessel . . . . .</b>	<b>107</b>		
5.3.1	Werkstoffe . . . . .	107		
5.3.2	Brenndauer und Zugbedarf . . . . .	107		
5.3.3	Verbrennungssysteme . . . . .	107		
5.3.4	Naturzug- und Gebläsefeuerung . . . . .	107		
5.3.5	Leistungs- und Verbrennungsregelung . . . . .	108		
5.3.6	Holzessel . . . . .	108		
5.3.7	Kohleessel . . . . .	111		
<b>5.4</b>	<b>Pufferspeicher . . . . .</b>	<b>111</b>		
<b>5.5</b>	<b>Schornsteine für Festbrennstoffheizkessel . . . . .</b>	<b>112</b>		
<b>5.6</b>	<b>Abgasmessungen nach der Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) . . . . .</b>	<b>112</b>		
<b>6</b>	<b>Flüssige Brennstoffe: Bereitstellung – Brenner – Kessel . . . . .</b>	<b>115</b>		
<b>6.1</b>	<b>Bereitstellung von Heizöl . . . . .</b>	<b>115</b>		
6.1.1	Heizöllagerung . . . . .	115		
6.1.1.1	Unterirdische Lagerung von Heizöl im Freien . . . . .	116		
6.1.1.2	Oberirdische Lagerung von Heizöl . . . . .	117		
6.1.1.2.1	Oberirdische Lagerung von Heizöl im Freien . . . . .	117		
6.1.1.2.2	Oberirdische Lagerung von Heizöl in Gebäuden . . . . .	117		
6.1.2	Ausrüstung der Heizöllagerbehälter . . . . .	119		
6.1.2.1	Lüftungsleitung . . . . .	120		
6.1.2.2	Ölleitungen . . . . .	120		
6.1.2.3	Ölstandsanzeiger . . . . .	121		
6.1.2.4	Überfüllsicherung/Grenzwertgeber . . . . .	121		
6.1.2.5	Leckanzeigergeräte . . . . .	122		
<b>6.2</b>	<b>Ölbrenneranschlüsse im Ein- und Zweistrangsystem . . . . .</b>	<b>124</b>		
<b>6.3</b>	<b>Ölbrenner . . . . .</b>	<b>127</b>		
6.3.1	Ölverdampfbrenner . . . . .	127		
6.3.1.1	Verdampfbrenner . . . . .	127		
6.3.1.2	Gebläse-Verdampfbrenner . . . . .	127		
6.3.2	Ölzerstäubungsbrenner . . . . .	128		
6.3.2.1	Aufbau des Ölzerstäubungsbrenners . . . . .	128		
6.3.2.2	Programmablauf . . . . .	131		
6.3.2.3	Arten und Betriebsweisen von Ölzerstäubungsbrennern . . . . .	132		
6.3.2.3.1	Gelbbrenner . . . . .	132		
6.3.2.3.2	Blaubrenner . . . . .	132		
6.3.2.3.3	Rotationszerstäubungsbrenner . . . . .	133		
6.3.2.3.4	Zweistufige und modulierende Betriebsweise . . . . .	133		
6.3.2.4	Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoffen . . . . .	133		
6.3.2.5	Einstellung und Inbetriebnahme . . . . .	134		
6.3.2.6	Wartung und Störungssuche . . . . .	138		
<b>6.4</b>	<b>Heizkessel für Ölzerstäubungsbrenner . . . . .</b>	<b>143</b>		
6.4.1	Öl-Brennwertkessel mit interner Kondensation . . . . .	143		
6.4.2	Öl-Brennwertkessel mit externer Kondensation . . . . .	145		
<b>6.5</b>	<b>Abgasanlagen für Ölfeuerungen . . . . .</b>	<b>145</b>		
<b>7</b>	<b>Gasförmige Brennstoffe: Bereitstellung – Brenner – Kessel . . . . .</b>	<b>147</b>		
<b>7.1</b>	<b>Bereitstellung von Gasen . . . . .</b>	<b>147</b>		
7.1.1	Bereitstellung von Erdgas . . . . .	147		
7.1.1.1	Transport und Verteilung . . . . .	147		
7.1.1.2	Speicherung . . . . .	148		
7.1.2	Bereitstellung von Flüssiggas . . . . .	148		
7.1.2.1	Transport und Verteilung . . . . .	148		
7.1.2.2	Lagerung . . . . .	148		
7.1.3	Hausanschluss Erdgas . . . . .	150		
7.1.4	Hausanschluss Flüssiggas . . . . .	152		
7.1.5	Manipulationen an Gasinstallationen . . . . .	153		
7.1.5.1	Aktive Maßnahmen – Gasströmungswächter . . . . .	153		
7.1.5.1.1	Grundlagen für die Auslegung von Gasströmungswächtern . . . . .	154		
7.1.5.2	Passive Maßnahmen . . . . .	155		
7.1.6	Gasinstallation in Gebäuden . . . . .	155		
7.1.6.1	Leitungsanlagen . . . . .	156		
7.1.6.1.1	Innenleitungen . . . . .	156		

7.1.6.2	Gaszähler	159	7.5.1	Wartung	202
7.1.6.3	Hausdruckregler	159	7.5.2	Störungssuche	204
7.1.6.4	Verahren von Leitungen	160			
7.1.6.5	Prüfung von Leitungsanlagen	161	<b>8</b>	<b>Energieeinsparung, erneuerbare Energien</b>	<b>205</b>
7.1.6.5.1	Belastungsprüfung	161			
7.1.6.5.2	Dichtheitsprüfung	161	<b>8.1</b>	<b>Energieeinsparverordnung (EnEV)</b>	<b>205</b>
7.1.6.5.3	Prüfungen im Mitteldruckbereich	161	<b>8.2</b>	<b>Solaranlagen</b>	<b>208</b>
7.1.6.5.4	Gebrauchsfähigkeitsprüfung	162	8.2.1	Die Sonne als Energiequelle	209
7.1.6.5.5	Prüfung von Flüssiggasleitungen	163	8.2.1.1	Solarkonstante und Globalstrahlung	209
7.1.6.6	Inbetriebnahme	163	8.2.1.2	Strahlungsleistung und Sonnenscheindauer	209
7.1.6.7	Verhalten bei Gasgeruch	163	8.2.2	Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsweise einer thermischen Solaranlage	211
<b>7.2</b>	<b>Gasbrenner</b>	<b>165</b>	8.2.2.1	Sonnenkollektoren	213
7.2.1	Aufbau von Gasbrennern ohne Gebläse (atmosphärische Brenner)	165	8.2.2.2	Einsatzgebiete und Wirkungsgrade	218
7.2.1.1	Zündeinrichtungen	166	8.2.2.3	Kollektormontage	219
7.2.1.2	Flammenüberwachungseinrichtungen	166	8.2.2.4	Solarkreis	223
7.2.1.3	Gasregelstrecke (Gasstraße)	169	8.2.2.5	Solarspeicher und Nachheizung	224
7.2.1.4	Elektrische Steuer- und Regleinrichtungen	170	8.2.2.6	Steuerung und Regelung	227
7.2.1.5	Maßnahmen zur Verringerung von Stickoxiden und Kohlenmonoxiden	170	8.2.3	Solare Heizungsunterstützung	228
7.2.1.6	Vor- und Nachteile von Gasbrennern ohne Gebläse	173	8.2.3.1	Komponenten einer Kombisolaranlage	229
7.2.2	Aufbau von Gebläsebrennern	174	8.2.3.1.1	Solarspeicher	229
7.2.2.1	Verbrennungsluftzuführung und -überwachung	175	8.2.3.1.2	Auslegung	231
7.2.2.2	Zündeinrichtungen	175	<b>8.3</b>	<b>Photovoltaik</b>	<b>233</b>
7.2.2.3	Flammenüberwachungseinrichtungen	176	8.3.1	Aufbau einer Photovoltaikanlage	233
7.2.2.4	Gasregelstrecke	176	8.3.2	Wirkungsweise einer Photovoltaikanlage	233
7.2.2.5	Dichtheitskontrolle	177	<b>8.4</b>	<b>Wärmepumpen</b>	<b>234</b>
7.2.2.6	Elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen	177	8.4.1	Einleitung	234
7.2.2.7	Maßnahmen zur Verringerung von Stickoxiden und Kohlenmonoxiden	180	8.4.2	Aufbau und Funktionsweise	234
7.2.2.8	Vor- und Nachteile von Gasgebläse-brennern	180	8.4.2.1	Verdampfer	235
7.2.3	Sonderausführungen von Gasbrennern	181	8.4.2.2	Verdichter (Kompressor)	235
7.2.3.1	Strahlungsflächenbrenner	181	8.4.2.3	Verflüssiger (Kondensator)	235
7.2.3.2	Katalytische Brenner	182	8.4.2.4	Expansionsventil	235
7.2.3.3	Zweistoffbrenner	183	8.4.2.5	Kältemittel	236
7.2.4	Einstellung und Inbetriebnahme von Gasbrennern	183	8.4.3	Wärmequellen und Anlagenkonzepte	236
7.2.4.1	Einstellung eines atmosphärischen Gasbrenners	185	8.4.3.1	Wärmequelle Erdreich bei Sole-Wasser-Wärmepumpen	236
7.2.4.2	Einstellung eines Gebläsebrenners	187	8.4.3.1.1	Erdkollektoren	237
7.2.4.3	Funktionsprüfung der Abgasanlage raumluftabhängiger Gasgeräte mit Strömungssicherung	188	8.4.3.1.2	Erdsonden	237
<b>7.3</b>	<b>Verbrennungsluftzuführung und Abgasableitung</b>	<b>190</b>	8.4.3.2	Wärmequelle Wasser bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen	238
7.3.1	Gasgeräte	190	8.4.3.3	Wärmequelle Luft bei Luft-Wasser-Wärmepumpen	239
7.3.2	Raumluftabhängige Gasfeuerstätten	192	8.4.4	Betriebsweisen von Wärmepumpen	240
7.3.3	Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten	193	8.4.4.1	Monovalente Betriebsweise	240
<b>7.4</b>	<b>Heizkessel für Gasfeuerungen</b>	<b>196</b>	8.4.4.2	Monoenergetische Betriebsweise	240
7.4.1	Heizkessel mit Gasbrennern ohne Gebläse	196	8.4.4.3	Bivalente Betriebsweise	240
7.4.2	Heizkessel mit Gasgebläsebrennern	197	8.4.5	Einsatz eines Pufferspeichers	240
7.4.3	Gas-Niedertemperaturheizkessel	197	8.4.6	Energetische Beurteilung von Wärmepumpen	241
7.4.4	Gas-Brennwertheizkessel	198	8.4.6.1	Leistungszahl und COP	241
7.4.5	Gas-Heizkessel/Gaskombiwasserheizer	199	8.4.6.2	Jahresarbeitszahl	241
7.4.6	Gasherde und Gasbacköfen	200	8.4.6.3	Wirtschaftlichkeit	242
7.4.7	Gas-Raumheizer	200	8.4.7	Auslegung der Wärmepumpe	242
<b>7.5</b>	<b>Wartung und Störungssuche</b>	<b>202</b>	<b>8.5</b>	<b>Blockheizkraftwerke</b>	<b>244</b>
			8.5.1	Normen, Richtlinien und Vorschriften	244
			8.5.2	Aufbau und Funktionsweise	244
			8.5.3	Wirtschaftlichkeit und Grundlagen für die Errichtung von Klein-Blockheizkraftwerken	245
			<b>8.6</b>	<b>Brennstoffzelle</b>	<b>246</b>
			8.6.1	Historischer Rückblick	246
			8.6.2	Grundprinzip der Brennstoffzelle	246

8.6.3	Technische Anwendung am Beispiel einer PEM-Brennstoffzelle . . . . .	246	10.3.1.2	Schweißen von Rohren . . . . .	285
<b>8.7</b>	<b>Niedrigenergiehaus</b> . . . . .	248	10.3.1.3	Gasschmelzschweißen von Rohren . . . . .	290
8.7.1	Begriffsbestimmung . . . . .	248	10.3.1.4	Lichtbogenhandschweißen von Rohren . . . . .	297
8.7.2	Wärmeschutz und Heiztechnik als gemeinsame Merkmale des Niedrigenergiehauses und der Energieeinsparverordnung (EnEV) . . . . .	248	10.3.1.5	Schutzgasschweißen von Rohren . . . . .	300
<b>9</b>	<b>Trinkwassererwärmung</b> . . . . .	250	10.3.1.6	Schweißen von Kunststoffrohren . . . . .	306
<b>9.1</b>	<b>Anforderungen an Trinkwassererwärmungsanlagen</b> . . . . .	250	10.3.1.7	Kleben von PVC-Rohren . . . . .	313
<b>9.2</b>	<b>Einteilung der Trinkwassererwärmungsanlagen</b> . . . . .	250	10.3.1.8	Rohrpressverbindungen . . . . .	313
9.2.1	Versorgung der Entnahmestellen . . . . .	251	10.3.1.9	Schiebehülsevenverbindungen . . . . .	315
9.2.2	Systeme von Trinkwassererwärmern . . . . .	251	10.3.1.10	Gewinderohrverbindungen . . . . .	316
9.2.3	Offene und geschlossene Trinkwassererwärmer . . . . .	252	10.3.2	Lösbare Rohrverbindungen . . . . .	318
9.2.4	Beheizung der Trinkwassererwärmer . . . . .	253	10.3.2.1	Rohrverschraubungen . . . . .	318
<b>9.3</b>	<b>Trinkwassererwärmer für die zentrale Versorgung</b> . . . . .	254	10.3.2.2	Klemmringverschraubungen . . . . .	319
9.3.1	Speicher-Trinkwassererwärmer – indirekt beheizt . . . . .	254	10.3.2.3	Schneidringverschraubungen . . . . .	320
9.3.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer – indirekt beheizt . . . . .	256	10.3.2.4	Rohrkupplungen . . . . .	320
9.3.3	Direkt (unmittelbar) beheizte Speicher-Trinkwassererwärmer . . . . .	256	10.3.2.5	Flanschverbindungen . . . . .	321
<b>9.4</b>	<b>Trinkwasseranschluss geschlossener Trinkwassererwärmer</b> . . . . .	257	10.3.2.6	Steckfitting-Verbindungen . . . . .	322
<b>10</b>	<b>Rohrleitungen, Rohrverlegung, Armaturen</b> . . . . .	260	<b>10.4</b>	<b>Rohrmontage</b> . . . . .	323
<b>10.1</b>	<b>Allgemeine Kenngrößen von Rohren</b> . . . . .	260	10.4.1	Der Rohrleitungsplan . . . . .	323
<b>10.2</b>	<b>Rohrarten</b> . . . . .	261	10.4.1.1	Darstellung von Rohrleitungen . . . . .	323
10.2.1	Stahlrohre . . . . .	262	10.4.1.2	Kennzeichnung von Rohrleitungen . . . . .	325
10.2.1.1	Rohre aus unlegiertem Stahl mit Eignung zum Schweißen und Gewindeschneiden . . . . .	262	10.4.2	Messtechniken der Rohrinstitution . . . . .	326
10.2.1.2	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre . . . . .	262	10.4.2.1	Vorfertigung von Rohrleitungen . . . . .	326
10.2.1.3	Präzisionsstahlrohre . . . . .	263	10.4.2.2	Messen „Mitte – Mitte“ und z-Maß-Methode . . . . .	326
10.2.1.4	Nichtrostende Stahlrohre . . . . .	264	10.4.3	Rohrverarbeitung . . . . .	327
10.2.1.5	Stahlrohre für Gasleitungen . . . . .	264	10.4.3.1	Trennen von Rohren . . . . .	327
10.2.2	Kupferrohre . . . . .	265	10.4.3.2	Biegen von Rohren . . . . .	331
10.2.2.1	Verwendung von Kupferrohren . . . . .	265	10.4.4	Dehnungsausgleich bei Rohren . . . . .	334
10.2.2.2	Eigenschaften der Kupferrohre . . . . .	265	10.4.4.1	Natürlicher Dehnungsausgleich . . . . .	334
10.2.2.3	Lieferformen von Kupferrohren . . . . .	265	10.4.4.2	Dehnungsbögen und Kompensatoren . . . . .	335
10.2.2.4	Kupferrohre nach DIN EN 1057 . . . . .	265	10.4.5	Rohrbefestigung . . . . .	338
10.2.2.5	Sonstige Kupferrohre . . . . .	267	10.4.5.1	Gleitbefestigungen und Festpunktbefestigungen . . . . .	339
10.2.3	Kunststoffrohre . . . . .	268	10.4.5.2	Rohraufhängungen und Rohrunterstützungen . . . . .	339
10.2.3.1	Allgemeine Eigenschaften und Anwendungsbereiche . . . . .	268	10.4.5.3	Stützweiten . . . . .	341
10.2.3.2	PVC-Rohre . . . . .	269	10.4.5.4	Rohrbefestigung mit Schalldämmung . . . . .	341
10.2.3.3	PE-Rohre . . . . .	269	10.4.6	Wärmedämmung bei Rohrleitungen . . . . .	342
10.2.3.4	PB-Rohre . . . . .	272	10.4.6.1	Wärmedämmung bei Heizungsrohren . . . . .	344
10.2.3.5	PP-Rohre . . . . .	272	10.4.6.2	Wärmedämmung bei Trinkwasserleitungen . . . . .	348
10.2.4	Rohre für besondere Verwendungszwecke . . . . .	273	10.4.6.3	Dämmungsarten . . . . .	349
10.2.4.1	Mehrschichtverbundrohre . . . . .	273	10.4.6.4	Dämmstoffe . . . . .	350
10.2.4.2	Stahlrohre mit geringer Wandstärke . . . . .	274	10.4.6.5	Anwendung und Verarbeitung . . . . .	350
10.2.4.3	Metallschläuche und metallbewehrte Schläuche . . . . .	275	10.4.7	Rohrverlegung im Mauerwerk . . . . .	352
10.2.4.4	Rippenrohre . . . . .	277	10.4.7.1	Traditionelle Unterputzinstallation . . . . .	353
<b>10.3</b>	<b>Rohrverbindungen</b> . . . . .	279	10.4.7.2	Rohrverlegung in Schlitzen . . . . .	353
10.3.1	Unlösbare Rohrverbindungen . . . . .	279	10.4.7.3	Wand- und Deckendurchführungen . . . . .	354
10.3.1.1	Hart- und Weichlöten von Rohren . . . . .	279	10.4.8	Vorwandinstallation . . . . .	355
			<b>10.5</b>	<b>Armaturen</b> . . . . .	356
			10.5.1	Aufgaben und Einteilung von Armaturen . . . . .	356
			10.5.2	Anforderungen an Armaturen . . . . .	356
			10.5.3	Absperrarmaturen . . . . .	358
			10.5.3.1	Ventile . . . . .	360
			10.5.3.2	Schieber . . . . .	362
			10.5.3.3	Hähne . . . . .	363
			10.5.3.4	Klappen . . . . .	364
			<b>10.6</b>	<b>Strömung von Flüssigkeiten in Rohrleitungen</b> . . . . .	365
			10.6.1	Strömungsgeschwindigkeit und Volumenstrom . . . . .	365
			10.6.2	Strömungsgeschwindigkeit bei Querschnittsänderung (Kontinuitätsgleichung) . . . . .	365

10.6.3	Flüssigkeitsreibung und Viskosität . . . . .	366	12.11.2.5	Differenzdruckregler . . . . .	412
10.6.4	Laminare und turbulente Strömung . . . . .	366	12.11.2.6	Differenzdruckregler mit Durchflussbegrenzung . . . . .	412
10.6.5	Statischer und dynamischer Druck . . . . .	368	12.11.2.7	Überströmventil . . . . .	412
10.6.6	Druckverluste in geraden Rohrstrecken . . . . .	370	12.11.2.8	Hydraulische Weiche . . . . .	413
10.6.7	Druckverluste durch Einzelwiderstände . . . . .	371			
10.6.8	Gesamtdruckverlust . . . . .	372			
<b>11</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung von Warmwasser-Heizungsanlagen . . . . .</b>	<b>374</b>	<b>13</b>	<b>Rohrverteilungssysteme . . . . .</b>	<b>416</b>
<b>11.1</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung von offenen Warmwasser-Heizungsanlagen . . . . .</b>	<b>374</b>	<b>13.1</b>	<b>Verteilung des Vorlaufwassers . . . . .</b>	<b>416</b>
<b>11.2</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung von geschlossenen Warmwasser-Heizungsanlagen . . . . .</b>	<b>376</b>	13.1.1	Untere Verteilung . . . . .	416
11.2.1	Geschlossene Warmwasser-Heizungsanlagen mit Öl-/Gasfeuerung . . . . .	376	13.1.2	Obere Verteilung . . . . .	416
11.2.2	Geschlossene Warmwasser-Heizungsanlagen mit Festbrennstoff-Feuerung . . . . .	385	13.1.3	Stockwerksheizung . . . . .	417
			13.1.4	Etagenweise Verteilung . . . . .	417
<b>12</b>	<b>Pumpen und Druckverhältnisse in Warmwasser-Heizungsanlagen . . . . .</b>	<b>389</b>	<b>13.2</b>	<b>Rohrsysteme . . . . .</b>	<b>417</b>
<b>12.1</b>	<b>Bauarten und Konstruktionsmerkmale von Pumpen . . . . .</b>	<b>389</b>	13.2.1	Zweirohrsystem . . . . .	417
12.1.1	Nassläuferpumpen . . . . .	389	13.2.2	Einrohrsystem . . . . .	418
12.1.2	Trockenläuferpumpen . . . . .	390	13.2.2.1	Waagerechte Einrohrheizung . . . . .	418
<b>12.2</b>	<b>Einbau und Inbetriebnahme . . . . .</b>	<b>391</b>	13.2.2.2	Senkrechte Einrohrheizung . . . . .	418
<b>12.3</b>	<b>Pumpen- und Rohrnetzkenlinien . . . . .</b>	<b>392</b>			
12.3.1	Pumpenkennlinie . . . . .	392	<b>14</b>	<b>Raumheizkörper und Flächenheizungen . . . . .</b>	<b>420</b>
12.3.2	Rohrnetzkenlinie . . . . .	392	<b>14.1</b>	<b>Raumheizkörper . . . . .</b>	<b>420</b>
12.3.3	Betriebspunkt . . . . .	393	14.1.1	Anforderungen an Raumheizkörper . . . . .	420
12.3.4	Betriebspunktverschiebung . . . . .	393	14.1.2	Anordnung der Raumheizkörper . . . . .	420
<b>12.4</b>	<b>Pumpenleistung und Leistungskennlinie . . . . .</b>	<b>394</b>	14.1.3	Wärmeabgabe der Raumheizkörper . . . . .	421
<b>12.5</b>	<b>Wirkungsgrad der Pumpe . . . . .</b>	<b>395</b>	14.1.4	Auslegung der Raumheizkörper . . . . .	421
<b>12.6</b>	<b>Pumpenanpassung an die Anlagenbedingungen . . . . .</b>	<b>395</b>	14.1.5	Gliederheizkörper . . . . .	422
12.6.1	Leistungsanpassung durch Drehzahländerung . . . . .	395	14.1.5.1	Gussradiatoren . . . . .	422
12.6.2	Pumpenauswahl . . . . .	397	14.1.5.2	Stahlradiatoren . . . . .	422
<b>12.7</b>	<b>Parallel- und Reihenschaltung von Pumpen . . . . .</b>	<b>399</b>	14.1.5.3	Stahlröhrenradiatoren . . . . .	423
12.7.1	Parallelschaltung . . . . .	399	14.1.5.4	Nippelung von Radiatoren . . . . .	423
12.7.2	Reihenschaltung . . . . .	400	14.1.6	Plattenheizkörper/Flachheizkörper . . . . .	423
<b>12.8</b>	<b>Störungen im Pumpenbetrieb – Ursachen und Gegenmaßnahmen . . . . .</b>	<b>400</b>	14.1.7	Fertigheizkörper/Ventilheizkörper . . . . .	424
<b>12.9</b>	<b>Druck in Pumpen-Warmwasserheizungen . . . . .</b>	<b>402</b>	14.1.8	Konvektoren . . . . .	424
12.9.1	Anlagen-Nullpunkt und Druckverteilung . . . . .	402	14.1.9	Sonderausführungen von Heizkörpern . . . . .	425
12.9.1.1	Druckverteilung in offenen Systemen . . . . .	402	14.1.10	Heizkörpermontage . . . . .	425
12.9.1.2	Druckverteilung in geschlossenen Systemen . . . . .	403	14.1.11	Heizkörperanschlussarten . . . . .	426
12.9.2	Druckprüfung . . . . .	403	14.1.12	Heizkörperanschlussarmaturen . . . . .	427
<b>12.10</b>	<b>Füllen, Entlüften und Entleeren von Pumpen-Warmwasserheizungen . . . . .</b>	<b>404</b>	14.1.12.1	Heizkörperanschlüsse für Vor- und Rücklauf . . . . .	427
12.10.1	Füllen . . . . .	404	14.1.12.2	Steigrohrventilgarnituren . . . . .	428
12.10.2	Entlüften . . . . .	406	14.1.12.3	Lanzen- und Tauchrohrventile . . . . .	429
12.10.3	Entleeren . . . . .	408	14.1.12.4	Ventile für untere Zweipunktanschlüsse . . . . .	429
<b>12.11</b>	<b>Hydraulischer Abgleich und hydraulische Weiche . . . . .</b>	<b>409</b>	14.1.12.5	Anschlussarmaturen für Ventil-/Fertigheizkörper . . . . .	429
12.11.1	Grundlagen . . . . .	409	14.1.13	Heizkörperregelarmaturen . . . . .	430
12.11.2	Einrichtungen für den hydraulischen Abgleich . . . . .	409	14.1.14	Thermostatventile ohne Hilfsenergie . . . . .	431
12.11.2.1	Voreinstellbare Thermostatventile . . . . .	409	14.1.14.1	Elektronische Thermostatventile mit Hilfsenergie . . . . .	431
12.11.2.2	Einstellbare Rücklaufanschlüsse . . . . .	410	14.1.14.2	Einzelraumregelsysteme . . . . .	432
12.11.2.3	Strangreguliertventile . . . . .	411	<b>14.2</b>	<b>Flächenheizungen . . . . .</b>	<b>433</b>
12.11.2.4	Durchflussregler . . . . .	412	14.2.1	Fußbodenheizungen . . . . .	433
			14.2.1.1	Verlegung . . . . .	434
			14.2.1.2	Heizkreisverteilung . . . . .	436
			14.2.1.3	Regelung . . . . .	437
			14.2.2	Deckenheizungen . . . . .	438
			14.2.2.1	Rohrdeckenheizungen . . . . .	438
			14.2.2.2	Strahlplattenheizungen . . . . .	438
			14.2.3	Wandheizungen . . . . .	439
			14.2.3.1	Nasssystem . . . . .	439
			14.2.3.2	Trockensystem . . . . .	439
			<b>14.3</b>	<b>Wärmemengenzähler und Heizkostenverteiler . . . . .</b>	<b>440</b>
			14.3.1	Wärmemengenzähler (eichpflichtig) . . . . .	440
			14.3.2	Heizkostenverteiler (nicht eichfähig) . . . . .	440
			14.3.2.1	Verdunstungsverteiler . . . . .	440

14.3.2.2	Elektronische Heizkostenverteiler . . . . .	441	17.1.1	Elektrochemische Korrosion . . . . .	467
<b>15</b>	<b>Fernwärmeversorgung . . . . .</b>	<b>442</b>	17.1.2	Chemische Korrosion . . . . .	468
15.1	Allgemeines . . . . .	442	17.1.3	Korrosionswirkung des Wassers und seiner Verunreinigungen . . . . .	468
15.2	Einteilung . . . . .	443	17.1.4	Korrosionswirkung durch äußere Ein- flüsse . . . . .	468
15.3	Hauptbestandteile . . . . .	443	<b>17.2</b>	<b>Korrosionsarten . . . . .</b>	<b>469</b>
15.4	Wärmeträgermedium . . . . .	444	17.2.1	Gleichmäßige Flächenkorrosion . . . . .	469
15.5	Betriebsweise . . . . .	444	17.2.2	Muldenkorrosion . . . . .	469
15.6	Fernwärmeverteilung . . . . .	445	17.2.3	Lochkorrosion . . . . .	469
15.6.1	Strahlennetze . . . . .	445	17.2.4	Kontaktkorrosion . . . . .	470
15.6.2	Ringnetze . . . . .	445	17.2.5	Spaltkorrosion . . . . .	470
15.6.3	Vermaschte Netze . . . . .	445	17.2.6	Selektive Korrosion . . . . .	470
15.6.4	Zweileitersystem . . . . .	445	17.2.7	Spannungsrissskorrosion . . . . .	471
15.6.5	Dreileitersystem . . . . .	445	17.2.8	Erosions- und Kavitationskorrosion . . . . .	471
15.7	Hausstationen . . . . .	446	17.2.8.1	Erosionskorrosion . . . . .	471
15.7.1	Direkter Anschluss . . . . .	448	17.2.8.2	Kavitationskorrosion . . . . .	471
15.7.2	Indirekter Anschluss . . . . .	448	17.2.9	Wasserstoffkrankheit . . . . .	471
15.7.3	Kompakt-Hausstationen . . . . .	449	<b>17.3</b>	<b>Korrosionsschutz . . . . .</b>	<b>472</b>
15.8	Graphische Symbole der Fernwärme- versorgung . . . . .	449	17.3.1	Korrosionsschutz in Warmwasser- heizungsanlagen . . . . .	472
15.9	Sicherheitstechnische Absicherung von Hausstationen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärme- netze nach DIN 4747-1 . . . . .	450	17.3.2	Korrosionsschutz in Niederdruck-Dampf- anlagen . . . . .	473
15.9.1	Sicherheitstechnische Ausrüstung zur Druckabsicherung . . . . .	450	17.3.3	Korrosionsschutz von Öl- und Flüssiggas- behältern . . . . .	473
15.9.2	Sicherheitstechnische Ausrüstung zur Temperaturabsicherung . . . . .	450	17.3.3.1	Korrosionsschutz von Ölbehältern . . . . .	473
15.10	Vor- und Nachteile von Fernwärme- versorgungsanlagen . . . . .	451	17.3.3.2	Korrosionsschutz von Flüssiggas- behältern . . . . .	474
<b>16</b>	<b>Niederdruckdampfheizung . . . . .</b>	<b>452</b>	17.3.4	Korrosionsschutz in Trinkwasser- erwärmungsanlagen . . . . .	475
16.1	Funktionsprinzip einer Niederdruck- dampfheizung . . . . .	452	17.3.5	Korrosionsschutz in RLT-Anlagen . . . . .	475
16.2	Vor- und Nachteile von Niederdruck- dampfheizungen . . . . .	453	<b>18</b>	<b>Messen, Steuern, Regeln . . . . .</b>	<b>477</b>
16.3	Kesselbauformen . . . . .	454	18.1	Abgrenzung der Begriffe Messen, Steuern, Regeln . . . . .	477
16.4	Sicherheitstechnische Ausrüstung und Regelung von Niederdruckdampfkesseln . . . . .	454	18.2	Begriffsklärung am Beispiel einer Raum- temperatur-Regulierung . . . . .	478
16.5	Verlegung von Dampf- und Kondensat- leitungen . . . . .	459	18.2.1	Steuerung . . . . .	478
16.6	Entwässerung von Dampfleitungen . . . . .	460	18.2.2	Regelung . . . . .	478
16.7	Kondensatableiter . . . . .	461	18.3	Weitere Erläuterungen am komplexeren Beispiel eines Durchflusswasser- erwärmers . . . . .	479
16.7.1	Kugelschwimmer-Kondensatableiter . . . . .	461	18.4	Messtechnik . . . . .	481
16.7.2	Thermische Kondensatableiter . . . . .	462	18.4.1	Messen des Ionisationsstromes am Gas- brenner . . . . .	481
16.7.2.1	Thermischer Bimetall-Kondensatableiter . . . . .	462	18.4.2	Messen und Überprüfen von Wider- ständen . . . . .	481
16.7.2.2	Thermischer Kapsel-Kondensatableiter . . . . .	462	18.4.3	Messungen vor der Erstinbetriebnahme der elektrischen Anlage oder nach einer Änderung . . . . .	482
16.7.2.3	Schnellentleerer . . . . .	463	18.4.3.1	Messen der Niederohmigkeit (Durch- gängigkeit) des Schutzleiters . . . . .	482
16.7.3	Thermodynamischer Kondensatableiter . . . . .	463	18.4.3.2	Messen des Isolationswiderstandes zwischen den Leitern . . . . .	482
16.8	Entwässerungsschleifen . . . . .	464	18.5	Steuerungstechnik . . . . .	483
16.9	Be- und Entlüfter . . . . .	464	18.6	Regelungstechnik . . . . .	484
16.10	Kondensatrückspeisung . . . . .	465	18.6.1	Einteilung von Reglern . . . . .	484
16.10.1	Rückspeisung mit natürlichem Gefälle . . . . .	465	18.6.2	Regelverhalten von Reglern . . . . .	484
16.10.2	Rückspeisung mit tief liegendem Kondensatsammelbehälter . . . . .	465	18.6.2.1	Unstetige Regler . . . . .	484
16.10.3	Rückspeisung mit hoch liegendem Kondensatsammelbehälter . . . . .	466	18.6.2.2	Stetige Regler . . . . .	486
16.11	Wasseraufbereitung . . . . .	466	18.6.3	Analoge/digitale Regler . . . . .	487
<b>17</b>	<b>Korrosion und Korrosionsschutzmaßnahmen . . . . .</b>	<b>467</b>	18.6.4	Regler im Einsatz . . . . .	489
17.1	Ursachen und Einflussgrößen der Korrosion metallischer Werkstoffe . . . . .	467	18.6.4.1	Witterungsgeführte Vorlauf- (Kessel-) Temperaturregelung . . . . .	489

18.6.4.2	Min.-Max.-Begrenzung der Kesselwasser-Temperatur . . . . .	491	19.8.2.2	Zweikanal-Klimaanlage mit konstantem oder variablem Volumenstrom . . . . .	529
18.6.4.3	Speichervorrangschaltung . . . . .	491	19.8.2.3	Induktions-Klimaanlagen . . . . .	530
18.6.5	DDC-Regelung, Gebäudeleittechnik . . . . .	491	19.8.2.4	Kühldecken . . . . .	531
<b>19</b>	<b>Raumlufttechnische Anlagen . . . . .</b>	<b>494</b>	19.8.2.5	Ventilatorkonvektoren . . . . .	531
<b>19.1</b>	<b>Einführung und geschichtliche Entwicklung der Lufttechnik . . . . .</b>	<b>494</b>	19.8.2.6	Raumklimageräte . . . . .	532
<b>19.2</b>	<b>Einteilung und Aufgaben der Lufttechnik . . . . .</b>	<b>494</b>	19.8.2.7	Kontrollierte Wohnlüftung . . . . .	532
<b>19.3</b>	<b>Kontrollierte Wohnlüftung . . . . .</b>	<b>495</b>	19.8.3	Akustische Probleme des Anlagenumfeldes . . . . .	541
<b>19.4</b>	<b>Physiologische Grundlagen – Der Begriff der Behaglichkeit . . . . .</b>	<b>496</b>	19.8.4	Technische Maßnahmen der Energieeinsparung . . . . .	542
19.4.1	Thermische Behaglichkeit . . . . .	497	19.8.4.1	Rekuperatoren . . . . .	542
19.4.2	Luftverunreinigungen . . . . .	497	19.8.4.2	Regeneratoren . . . . .	543
19.4.2.1	Arbeitsplatzgrenzwert und CO <sub>2</sub> -Gehalt . . . . .	497	<b>19.9</b>	<b>Kälteanlagen . . . . .</b>	<b>545</b>
19.4.2.2	Gerüche . . . . .	498	19.9.1	Theoretische Grundlagen . . . . .	545
19.4.3	Außenluftstrom (Außenluftströme) und Luftwechsel . . . . .	498	19.9.2	Anlagenaufbau . . . . .	546
19.4.3.1	Außenluftstrom . . . . .	498	19.9.2.1	Arten der Kälteaggregate . . . . .	546
19.4.3.2	Luftwechselzahl . . . . .	499	19.9.2.2	Arten der Luftkühlung . . . . .	547
<b>19.5</b>	<b>Thermodynamische Luftbehandlungen . . . . .</b>	<b>500</b>	19.9.2.3	Arten der Wärmeabgabe . . . . .	547
<b>19.6</b>	<b><i>h-x</i>-Diagramm von Mollier für feuchte Luft und seine physikalischen Grundlagen . . . . .</b>	<b>502</b>	<b>19.10</b>	<b>Anlagenbeispiel einer Nur-Luft-Klimaanlage . . . . .</b>	<b>548</b>
19.6.1	Gesamtdruck $p$ der feuchten Luft . . . . .	502	<b>19.11</b>	<b>Anlageninstandhaltung . . . . .</b>	<b>550</b>
19.6.2	Relative Feuchte $\varphi$ . . . . .	502	<b>19.12</b>	<b>Inbetriebnahme und Abnahmeprüfung, Messen und Einregulieren . . . . .</b>	<b>552</b>
19.6.3	Absolute Feuchte oder Feuchtegrad $x$ . . . . .	504	19.12.1	Messen von Luftgeschwindigkeiten und Einregulieren von Luftvolumenströmen . . . . .	552
19.6.4	Wärmeinhalt (Enthalpie) $h$ . . . . .	504	19.12.1.1	Geschwindigkeitsmessung in geschlossenen, nicht begehbaren Räumen (Geräte, Luftleitungen usw.) . . . . .	552
19.6.5	Temperatur $\theta$ . . . . .	505	19.12.1.2	Geschwindigkeitsmessungen an Luftein- und -auslässen . . . . .	554
<b>19.7</b>	<b>Bauteile der RLT-Anlagen . . . . .</b>	<b>506</b>	<b>20</b>	<b>Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) . . . . .</b>	<b>555</b>
19.7.1	Einbaukomponenten . . . . .	506	<b>20.1</b>	<b>Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen (VOB Teil A) . . . . .</b>	<b>555</b>
19.7.1.1	Mischkammer . . . . .	506	<b>20.2</b>	<b>Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen (VOB Teil B) . . . . .</b>	<b>556</b>
19.7.1.2	Filter . . . . .	507	<b>20.3</b>	<b>Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV, VOB Teil C) . . . . .</b>	<b>556</b>
19.7.1.3	Wärmeübertrager . . . . .	510	<b>21</b>	<b>Kundenorientierung und Qualitätsmanagement . . . . .</b>	<b>557</b>
19.7.1.3.1	Lufterhitzer . . . . .	510	<b>21.1</b>	<b>Kundenorientierung . . . . .</b>	<b>557</b>
19.7.1.3.2	Luftkühler . . . . .	511	<b>21.2</b>	<b>Qualitätsmanagement . . . . .</b>	<b>560</b>
19.7.1.4	Befeuchter . . . . .	512	21.2.1	Der Begriff „Qualität“ . . . . .	560
19.7.1.5	Ventilatoren . . . . .	514	21.2.2	Qualitätsmanagementsysteme . . . . .	560
19.7.1.6	Schalldämpfer . . . . .	516	21.2.3	Audits . . . . .	561
19.7.1.6.1	Natürliche Schalldämpfung . . . . .	516	21.2.4	Öko-Audit . . . . .	562
19.7.1.6.2	Künstliche Schalldämpfung . . . . .	516	21.2.5	Ökobilanz . . . . .	562
19.7.1.6.3	Schalldämpferauslegung . . . . .	517	21.2.6	Konsequenzen für den Handwerksbetrieb . . . . .	563
19.7.2	Luftleitungen und Zubehör . . . . .	518			
19.7.3	Luftdurchlässe . . . . .	521			
19.7.3.1	Lüftungsgitter . . . . .	521			
19.7.3.2	Induktiv wirkende Auslässe . . . . .	522			
19.7.3.3	Quellluftauslässe . . . . .	524			
19.7.4	Brandschutzklappen . . . . .	525			
<b>19.8</b>	<b>Anlagenkonzeptionen . . . . .</b>	<b>527</b>			
19.8.1	Freie Lüftungssysteme . . . . .	527			
19.8.2	Lüftungstechnische Anlagen . . . . .	528			
19.8.2.1	Einkanalanlage mit konstantem oder variablem Volumenstrom . . . . .	528			