

# Inhaltsverzeichnis / contents



## Lernfeld 5

### Trinkwasseranlagen installieren

#### Kundenauftrag: Trinkwasserinstallation für ein Badezimmer

Kundenauftrag: Trinkwasserinstallation für ein Badezimmer	13	5.11.2	Entnahmearmaturen (Auslaufarmaturen)	44
5.1 Wasservorkommen	15	5.11.3	Sicherheitsarmaturen	44
5.2 Eigenschaften des Wassers	17	5.11.4	Regelarmaturen	45
5.2.1 Physikalische Eigenschaften	17	5.11.5	Filter in Trinkwasserleitungen	46
5.2.2 Chemische Eigenschaften	18	5.12	Sicherungsmaßnahmen in der Trinkwasserinstallation	47
5.2.3 Bakteriologische Eigenschaften	20	5.12.1	Schutz des Trinkwassers	47
5.2.4 Umweltbelastende Stoffe im Wasser	21	5.12.2	Ursachen für eine Gefährdung durch verändertes Trinkwasser	48
5.3 Druck und Druckbereiche	22	5.12.3	Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen	50
5.4 Druckmessung	22	5.12.4	Sicherungseinrichtungen	51
5.5 Strömende Flüssigkeiten und Gase	22	5.13	Anlagen zur Trinkwasserbehandlung	56
5.5.1 Gesetzmäßigkeiten	22	5.13.1	Enthärtungsanlagen	56
5.5.2 Druckverluste	26	5.13.2	Chemikaliendosierung	57
5.6 Bemessung der Leitungsanlage für die Trinkwasserinstallation	28	5.13.3	Physikalische Wasserbehandlung	57
5.7 Trinkwasser	31	5.14	Druckprüfung, Füllen, Spülen, Inbetriebnahme, Übergabe und Instandhaltung der Trinkwasseranlage	58
5.7.1 Anforderungen an Trinkwasser	31	5.14.1	Druckprüfung	58
5.7.2 Wasseranalyse	31	5.14.2	Füllen und Spülen der Leitungsanlage	59
5.8 Öffentliche Trinkwasserversorgung	33	5.14.3	Inbetriebnahme, Übergabe und Instandhaltung	60
5.8.1 Trinkwassergewinnung	34	5.15	Inspektion und Wartung von Trinkwasseranlagen	60
5.8.2 Trinkwasseraufbereitung	34	5.16	Pumpen in Trinkwasseranlagen	61
5.8.3 Trinkwasserförderung und Trinkwassertransport	34	5.16.1	Kolbenpumpen	61
5.8.4 Trinkwasserspeicherung	34	5.16.2	Kreiselpumpen	61
5.8.5 Trinkwasserverteilung	34	5.17	Schall und Schallschutz	62
5.9 Trinkwasseranlagen	34	5.17.1	Physikalische Grundlagen	62
5.9.1 Leitungsabschnitte (Verbrauchsleitungen)	35	5.17.2	Schallmessung	63
5.9.2 Werkstoffe für Trinkwasseranlagen	35	5.17.3	Schalldämpfung und Schalldämmung	64
5.9.3 Rohre für Trinkwasserleitungen	36	5.18	Leitungsverlegung	66
5.9.4 Anschlussleitungen (erdverlegte Leitungen)	37	5.19	Leitungsbefestigungen	66
5.9.5 Verlegeregeln für Innenleitungen (Auswahl)	38	5.20	Dämmung von Trinkwasserleitungen	68
5.10 Wasserzähleranlage	40			
5.11 Armaturen in Trinkwasserleitungen	43			
5.11.1 Rohrleitungsarmaturen	43			

## **Lernfeld 6**

### **Entwässerungsanlagen installieren**

#### **Kundenauftrag:**

#### **Installieren einer Entwässerungsanlage ..... 71**

6.1	Öffentliche Abwasserentsorgung .....	73
6.1.1	Kanalnetz .....	73
6.1.2	Kläranlagen .....	73
6.2	Einteilung der Abwasserarten .....	74
6.3	Einteilung von Entwässerungsanlagen ...	75
6.4	Leitungsführung von Entwässerungs- leitungen .....	76
6.4.1	Grundlagen der Leitungsführung .....	76
6.4.2	Misch- und Trennsystem .....	76
6.4.3	Ablaufstellen .....	76
6.4.4	Geruchverschlüsse .....	76
6.5	Verlegegrundsätze bei liegenden Abwasserleitungen .....	78
6.5.1	Füllungsgrad .....	78
6.5.2	Gefälle von liegenden Leitungen .....	78
6.5.3	Gefälleberechnung .....	79
6.5.4	Anschlüsse an liegende Leitungen .....	79
6.5.5	Aufweitungen in liegenden Leitungen ...	80
6.5.6	Zusätzliche Forderungen bei Grund- und Sammelleitungen .....	80
6.6	Anschlussleitungen .....	80
6.6.1	Anschlusswert DU .....	80
6.6.2	Einzelanschlussleitungen .....	81
6.6.3	Sammelanschlussleitungen .....	81
6.7	Anschluss an die Fallleitung .....	81
6.7.1	Anschlusswinkel .....	81
6.7.2	Mindesthöhenunterschied .....	81
6.7.3	Mehrfachanschluss an die Fallleitung ...	82
6.8	Schmutzwasserfallleitungen .....	82
6.8.1	Verlegung von Fallleitungen .....	82
6.8.2	Verziehung von Fallleitungen .....	83
6.8.3	Dimensionierung von Fallleitungen .....	83
6.9	Lüftung von Abwasserleitungen .....	84
6.9.1	Verlegung von Lüftungsleitungen .....	84
6.9.2	Bemessung der Lüftung von Abwasser- leitungen .....	84
6.9.3	Belüftungsventile .....	85
6.10	Sammel- und Grundleitungen .....	86
6.10.1	Verlegung von Sammel- und Grundleitungen .....	86
6.10.2	Bemessung von Sammel- und Grundleitungen .....	86
6.10.3	Dichtheitsprüfung von Grundleitungen ...	86

6.11	Reinigungsöffnungen .....	87
6.12	Schutz vor Rückstau .....	87
6.12.1	Rückstauverschlüsse .....	88
6.12.2	Abwasserhebeanlagen .....	89
6.12.3	Einsatzbereiche der unterschiedlichen Absicherungen gegen Rückstau .....	90
6.13	Abscheideeinrichtungen .....	91
6.13.1	Einrichtungen zum Abscheiden von Leichtflüssigkeiten .....	91
6.13.2	Einrichtungen zum Abscheiden von Fetten .....	92
6.14	Dachentwässerung .....	93
6.14.1	Bemessung des Regenwasserabflusses ..	93
6.14.2	Flachdachentwässerung .....	95
6.14.3	Dachentwässerung mit Rinnen .....	96
6.14.4	Regenfallrohre .....	99
6.15	Regenwassernutzung .....	101
6.15.1	Beurteilung von Dachablaufwasser .....	101
6.15.2	Aufbau einer Regenwassernutzungs- anlage .....	102
6.16	Rohre und Rohrverbindungen .....	107
6.16.1	Allgemeine Anforderungen .....	107
6.16.2	Stahlrohre .....	107
6.16.3	Gussrohre .....	108
6.16.4	Kunststoffrohre .....	108
6.16.5	Übergang auf andere Werkstoffe .....	110
6.17	Befestigen der Abwasserleitungen .....	110
6.18	Brandschutz .....	114
6.18.1	Nicht brennbare Rohre .....	114
6.18.2	Brennbare Rohre .....	114

## **Lernfeld 7**

### **Wärmeverteilungsanlagen installieren**

#### **Kundenauftrag: Wärmeverteilanlage**

#### **für ein Einfamilienhaus planen ..... 117**

#### **► Heizungsanlagen**

7.1	Anforderungen an Heizungsanlagen ....	121
7.2	Arten von Heizungsanlagen .....	121
7.3	Zentralheizungen .....	121
7.3.1	Warmwasserheizungen .....	122
7.4	Fern- und Nahwärmeversorgung .....	125
7.4.1	Wärmeträger und Verteilungsnetz .....	125
7.4.2	Hausstation .....	126

7.5	Heizungsumwälzpumpen .....	128
7.5.1	Bauarten .....	128
7.5.2	Pumpen- und Rohrnetzkenlinie .....	130
7.5.3	Leistungsbedarf und Wirkungsgrad der Pumpe .....	131
7.5.4	Leistungsregelung der Umwälzpumpen ..	132
7.5.5	Druckverhältnisse in geschlossenen Pumpenwarmwasserheizungen .....	134
7.6	Rohrleitungen .....	136
7.6.1	Rohre für Heizungsleitungen .....	136
7.6.2	Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung .....	137
7.6.3	Wärmedämmung von Heizungsleitungen ..	138
7.7	Armaturen und weitere Bauteile .....	140
7.7.1	Absperrarmaturen .....	140
7.7.2	Regelarmaturen .....	141
7.7.3	Verteiler und Sammler .....	144
7.8	Hydraulischer Abgleich von Pumpenwarmwasser-Heizungsanlagen .....	144
7.9	Wärmemengenerfassung .....	148

#### ► Wärmeverbraucher

7.10	Anforderungen an Wärmeverbraucher ..	149
7.10.1	Wärmeübertragung .....	150
7.11	Wärmeübertragung an den Raum .....	151
7.11.1	Wärmeabgabeverhalten der Heizkörper .....	151
7.11.2	Anordnung der Heizkörper im Raum .....	152
7.12	Heizkörper .....	153
7.12.1	Gliederheizkörper .....	153
7.12.2	Plattenheizkörper .....	154
7.12.3	Konvektoren .....	155
7.12.4	Sonstige Heizkörper .....	156
7.12.5	Auswahlkriterien für Raumheizkörper ..	156
7.12.6	Wärmeleistung der Heizkörper .....	157
7.12.7	Heizkörpermontage .....	158
7.12.8	Regelung der Heizkörper .....	161
7.13	Flächenheizungen .....	166
7.13.1	Grundlagen .....	166
7.13.2	Fußbodenheizung .....	166

#### ► Korrosion in Wärmeverteilungsanlagen

7.14	Korrosion bei Heizwasserleitungen .....	173
7.14.1	Sauerstoffkorrosion .....	173
7.14.2	Korrosion von Metall unter Dämmstoffen .....	173
7.15	Korrosion bei Wärmeverbrauchern .....	173
7.15.1	Wand- und Fußbodenheizung .....	173

7.16	Maßnahmen und Einrichtungen zum Korrosionsschutz in Heizungsanlagen ..	174
7.16.1	Planerische Maßnahmen .....	174
7.16.2	Entlüftungs- und Entgasungseinrichtungen .....	175
7.17	Lecksuche bei Korrosionsschäden .....	177
7.18	Berechnung der Heizlast .....	178

## ■ Lernfeld 8 Sanitärräume ausstatten

<b>Kundenauftrag: Badplanung</b>		183
8.1	Ausstattung von Sanitärräumen	187
8.1.1	Grundausstattung von Bad und WC	187
8.1.2	Planungshinweise für Bad und WC	187
8.1.3	Fliesengerechte Installation	190
8.2	Werkstoffe für Bad und WC	190
8.3	Sanitärfugen	191
8.4	Vorwandinstallation	193
8.4.1	Installationsblöcke	194
8.4.2	Installationssysteme	194
8.5	Badewannen-Anlagen	195
8.5.1	Badewannenarten	195
8.5.2	Auslauf-, Ab- und Überlaufarmaturen	195
8.5.3	Montagemaße	195
8.6	Duschwannen-Anlagen	197
8.6.1	Duschwannen und -abtrennungen	197
8.6.2	Duscharmaturen	198
8.6.3	Ab- und Überlaufarmaturen	200
8.6.4	Montagemaße	200
8.7	Einbau von Wannen	200
8.8	Waschanlagen	201
8.8.1	Einzelwaschanlagen	201
8.8.2	Sitzwaschbecken (Bidet)	205
8.9	Strahlregler	206
8.10	Klosettanlagen	207
8.10.1	Bauarten von Klosettbecken mit Wasserspülung	207
8.10.2	Spüleinrichtungen	207
8.11	Urinalanlagen	211
8.12	Elektrische Schutzbereiche in Räumen mit Badewanne oder Dusche	214

## **Lernfeld 9** **Trinkwassererwärmungsanlagen** **installieren**

**Kundenauftrag: Installieren von Anlagen zur Trinkwassererwärmung** ..... 219

### ► **Trinkwassererwärmung**

9.1	Verwendungszweck und Bedarf	221
9.2	Aufgabe der Trinkwassererwärmungsanlagen (TEA)	221
9.3	Energiebedarf zur Trinkwassererwärmung	222
9.3.1	Wärme und Temperatur	222
9.3.2	Wärmeinhalt und Wärmeleistung	222
9.4	Einteilung der Trinkwassererwärmungsanlagen (TEA)	222
9.5	Trinkwassererwärmer (TE)	223
9.5.1	Bauarten	223
9.5.2	Funktion	224
9.5.3	Beheizungsart	224
9.5.4	Einteilung der TE nach der Anlagengröße zwecks Absicherung	224
9.5.5	Anschluss von Trinkwassererwärmern	225
9.5.6	Einteilung der TE nach der Anlagengröße zur Minderung des Legionellenwachstums	225
9.5.7	Sicherheitsarmaturen an Trinkwassererwärmern	225
9.6	Gasbeheizte TE	227
9.7	Zirkulationsleitungen	228
9.8	Dämmung von kalt- und warmgehenden Trinkwasserleitungen	228
9.9	Wärmeübertragung und Wärmeleistung	229
9.9.1	Wärmeübertragung	229
9.9.2	Wärmeleistung	229

### ► **Solarthermische Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung**

9.10	Grundlagen der Solartechnik	231
9.10.1	Sonneneinstrahlung	231
9.10.2	Solare Deckungsanteile	231
9.10.3	Bestandteile des Solarkreissystems	231
9.11	Sonnenkollektoren	232
9.11.1	Sonnenkollektor-Bauarten	233
9.11.2	Leistungsmerkmale	234

9.12	Solarkreissysteme	236
9.12.1	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Solarkreissystemen nach DIN EN 12 976	237
9.13	Solarwärmespeicher	238
9.14	Solare Anlagensysteme	239
9.14.1	Solare Anlage zur Trinkwassererwärmung (Einzelanlage)	239
9.14.2	Zweisppeicheranlage	240
9.14.3	Einspeicheranlage mit Kombispeicher	240

### ► **Steuerung und Regelung in Anlagen zur Trinkwassererwärmung**

9.15	Steuerung und Regelung der Temperatur bei Durchfluss-Wassererwärmern	242
9.16	Steuerung und Regelung bei Speicher-Wassererwärmern	244

## **Lernfeld 10** **Wärmeerzeugungsanlagen für** **gasförmige Brennstoffe installieren**

**Kundenauftrag: Installieren einer Gas-Brennstoffversorgungsanlage** ..... 247

10.1	Gasförmige Brennstoffe	249
10.2	Kennwerte von Brennstoffen	252
10.2.1	Wärmewerte	252
10.2.2	Verbrennungskennwerte	254
10.2.3	Verbrennung der Brennstoffe	256
10.2.4	Abgase als Qualitätsmesser der Verbrennung	256
10.2.5	Emissionen	257
10.3	Installation von Gasleitungsanlagen	260
10.3.1	Gasleitungsanlagen in Gebäuden und Grundstücken nach DVGW-TRGI 2008	260
10.3.2	Schutz gegen Manipulationen an Gasleitungen	265
10.4	Prüfen von Gasleitungen	
10.5	Inbetriebnahme der Gasleitungsanlage	270
10.6	Arbeiten an gasführenden Leitungen	271
10.7	Gasheizgeräte	273
10.7.1	Umlaufwasserheizer (UWH)	273
10.7.2	Kombiheizgerä	273
10.8	Gasbrennwertkessel	275
10.8.1	Einsatzbereich	275

10.8.2	Technische Grundlagen .....	275	11.3	Leitungsanlagen für flüssige Brennstoffe .....	303
10.8.3	Aufbau und Funktion .....	276	11.3.1	Anschlussleitungen für Heizöl EL .....	303
10.8.4	Bauarten von Brennwertkesseln .....	276	11.4	Arten von Wärmeerzeugern .....	305
10.8.5	Energetische Betrachtung .....	277	11.4.1	Niedertemperatur-Kessel (NT-Kessel) .....	305
10.8.6	Ableitung des Kondensatwassers .....	277	11.4.2	Öl-Brennwertkessel .....	307
10.8.7	Abgasführung bei Brennwertgeräten .....	278	11.4.3	Energieeffizienz-Kennzeichnung für Heizkessel .....	307
10.9	Gasbrenner .....	279	11.5	Feuerungstechnik – Brennertechnik .....	308
10.9.1	Niedrig-vormischende Injektionsbrenner .....	280	11.5.1	Allgemeine Anforderungen an Brenner .....	308
10.9.2	Hoch-vormischende Injektionsbrenner .....	280	11.5.2	Brenner für Heizöl EL .....	308
10.9.3	Gebläse-Vormischbrenner .....	280	11.5.3	Verdampfungsbrenner .....	308
10.9.4	Gasbrenner mit Gebläse – Gasgebläsebrenner .....	281	11.5.4	Zerstäubungsbrenner .....	308
10.9.5	Bauteile des Gasbrenner .....	282	11.5.5	Bauteile von Ölzerstäubungsbrennern .....	310
10.9.6	Zündeinrichtung .....	282	11.6	Abgasmessungen .....	311
10.9.7	Flammenüberwachung .....	282	11.7	Wirkungsgrade von Kesseln .....	314
10.9.8	Gasregelstrecke .....	283	11.7.1	Geräte- und Kesselwirkungsgrade .....	314
10.10	Abgasanlagen .....	283	11.7.2	Der Nutzungsgrad .....	315
10.10.1	Abgasleitungen .....	284	11.8	Verminderung von Lärmemissionen bei Feuerungsanlagen .....	316
10.10.2	Schornsteine .....	284	11.9	Festbrennstoffkessel .....	317
10.10.3	Belegung von Abgasanlagen .....	286	11.9.1	Verbrennungsablauf .....	317
10.10.4	Weitere Bauteile in und an Abgasanlagen .....	287	11.9.2	Holzheizkessel .....	318
10.10.5	Abgasanlagen für Gasgeräte .....	289	11.9.3	Heizwasser-Pufferspeicher .....	320
10.11	Aufstellen der Feuerstätten .....	291	11.10	Sicherheitstechnik .....	322
10.11.1	Aufstellen raumluftabhängiger Feuerstätten .....	291	11.10.1	Sicherheitstechnische Einrichtungen für Warmwasserheizungen .....	322
10.11.2	Aufstellen raumluftunabhängiger Feuerstätten .....	292	11.10.2	Einrichtungen für offene Heizungsanlagen nach DIN EN 12 828 .....	322
			11.10.3	Einrichtungen für geschlossene Anlagen nach DIN EN 12 828 .....	324
			11.10.4	Sicherheitseinrichtungen gegen Temperaturüberschreitung .....	324
			11.10.5	Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung .....	324
			11.10.6	Sicherheitseinrichtung gegen Wassermangel .....	325
			11.10.7	Volumen-Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung .....	326
			11.10.8	Einrichtungen zum Ausgleich der Wasservolumenänderungen – tiefliegende geschlossene Ausdehnungsgefäße .....	327
			11.10.9	Temperaturregel- und -begrenzungseinrichtung für Wärmeerzeuger mit festen Brennstoffen .....	330

## **Lernfeld 11** **Wärmeversorgungsanlagen** **für flüssige oder feste Brennstoffe** **installieren**

### **Kundenauftrag: Installieren eines** **Heizöl-Brennwertgerätes .....**

11.1	Fossile Brennstoffe und deren Eigenschaften .....	297
11.1.1	Feste Brennstoffe .....	297
11.1.2	Flüssige Brennstoffe .....	298
11.2	Lagerung von Brennstoffen .....	300
11.2.1	Lagerung von festen Brennstoffen .....	300
11.2.2	Lagerung von Heizöl .....	301
11.2.3	Ort der Lagerung .....	301
11.2.4	Lagerbehälter und Werkstoffe .....	301
11.2.5	Alterung von Heizöl .....	301
11.2.6	Sicherheitstechnische Ausrüstung der Öllageranlage .....	302
11.2.7	Verhalten in Schadensfällen .....	303

## **Lernfeld 12**

### **Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren**

#### **Kundenauftrag: Integrieren ressourcenschonender Anlagen** ..... 333

12.1	Energie- und Umweltberatung	335
12.2	Ist-Zustand	336
12.2.1	Allgemeine Gebäudedaten	336
12.2.2	Analyse der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage	336
12.2.3	Gebäudeanalyse	337
12.3	Ergebnisse der Berechnungen	337
12.3.1	Zusammenfassung der rechnerischen Ergebnisse	338
12.3.2	Energieeffizienzklasse	338
12.3.3	Energieverluste und Energiebilanz des Ist-Zustandes	338
12.3.4	Energieeinsparpotenzial	338
12.3.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	339
12.3.6	Emissionsbilanz	340
12.4	Maßnahmenplan	340
12.4.1	Vorgaben der Energieeinspar- verordnung (EnEV)	340
12.4.2	Dämmung der Kellerdecke	341
12.4.3	Dämmung der Außenwand	341
12.4.4	Dachdämmung	342
12.4.5	Heizungsmodernisierung mittels Öl-Brennwertkessel	342
12.4.6	Solaranlage	343
12.4.7	Wärmebrücken und Lüftungswärmeverluste	343
12.5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	345
12.6	Wärmepumpen	346
12.6.1	Funktionsprinzip einer Kompressions- Wärmepumpe	346
12.6.2	Funktionsprinzip einer Absorptions- Wärmepumpe	347
12.6.3	Wärmequellen für Wärmepumpen	348
12.6.4	Einteilung der Wärmepumpen	351
12.6.5	Beurteilungskriterien	352
12.6.6	Einsatzbedingungen und Entwicklungstendenzen	354
12.7	Heizen mit elektrischer Energie	355
12.7.1	Nachtstrom-Speicherheizungen	356
12.7.2	Tagstrom-Direktheizungen	357
12.8	Brennstoffzelle und Brennstoffzellen- BHKW	358

12.9	Blockheizkraftwerke (BHKW)	361
12.9.1	Brennstoffe, Bauarten und Bauteile	362
12.9.2	Klein-BHKWs und BHKW-Anlagen	364
12.9.3	Beurteilungskriterien und Entwicklungstendenzen	364
12.9.4	Beispielrechnung für den Einsatz eines Blockheizkraftwerks (BHKW)	365
12.10	Beispiel für das Integrieren von ressourcenschonenden Anlagen	368
12.10.1	Komponierte Heizungsanlage mit Wärmepumpe, Festbrennstofffeuerung und Gasbrenner	368
12.10.2	Komponierte Heizungsanlage mit Solaranlage, Holzfeuerung und Öl- und Gaskessel	369
12.10.3	Komponierte Heizungsanlage mit Holzschnitzelfeuerung, Brennwertkessel und Blockheizkraftwerken	370
12.10.4	Komponierte Solar- und Nahwärme- anlage	371

## **Lernfeld 13**

### **Raumluftechnische Anlage installieren**

#### **Kundenauftrag: Ausstatten eines Einfamilienhauses mit einer kontrollierten Wohnungslüftung** ..... 373

##### **► Grundlagen der Raumluftechnik**

13.1	Einteilung der Lufttechnik	375
13.2	Aufgaben der Raumluftechnik	375
13.3	Einflussgrößen auf die Behaglichkeit	376
13.3.1	Physikalische Einflussgrößen	376
13.3.2	Chemische Einflussgrößen	379
13.3.3	Das „Sick Building Syndrom“	380
13.4	Außenluftvolumenstrom	381

##### **► Bauelemente raumluftechnischer Anlagen**

13.5	Ventilatoren	382
13.5.1	Radialventilatoren	383
13.5.2	Axialventilatoren	383
13.5.3	Querstromventilatoren	384
13.5.4	Regelung der Ventilatoren	384
13.6	Luftfilter	384
13.6.1	Faserfilter	385
13.6.2	Elektrofilter	386
13.6.3	Aktivkohlefilter	386
13.6.4	Kenndaten der Filter	387

13.7	Luftleitungen und Luftleitungszubehör..	387
13.8	Luftdurchlässe und Luftführung im Raum .....	388
13.8.1	Luftdurchlässe .....	388
13.8.2	Luftführung im Raum .....	390
13.9	Lufterhitzer .....	391
13.10	Luftkühler .....	392
13.11	Luftbefeuchter .....	392
13.11.1	Verdunstungsbefeuchter .....	392
13.11.2	Zerstäubungsbefeuchter .....	393
13.11.3	Dampfbefeuchter .....	394
13.12	Luftentfeuchter .....	394
13.13	Wärmerückgewinnungssysteme (WRGS)	395
13.13.1	Rekuperatoren .....	395
13.13.2	Regeneratoren .....	395
13.13.3	Wärmepumpen .....	398

#### ► Anlagen zur Raumlüftung und Klimatisierung

13.14	Freie Lüftungssysteme .....	399
13.15	Raumlüftungstechnische Anlagen .....	400
13.15.1	Abluftanlagen (Entlüftungsanlagen) ....	400
13.15.2	Belüftungsanlagen .....	402
13.15.3	Kombinierte Be- und Entlüftungsanlagen	402
13.15.4	Luftheizungsanlagen .....	403
13.15.5	Klimaanlagen .....	403
13.15.6	Klimaanlagen mit Kühldecken .....	407
13.15.7	Raumklimageräte .....	408
13.15.8	Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL) ..	411
13.16	Brandschutz .....	419
13.17	Brandschutz in der Raumlüftungstechnik. ....	421
13.17.1	Ausbreitung von Feuer und Rauch .....	422
13.17.2	Lüftungsleitungen mit definiertem Feuerwiderstand .....	422
13.17.3	Brandschutz in Lüftungsanlagen für innen liegende Bäder, Toiletten und Wohnungs- küchen nach DIN 18 017-3 .....	424
13.17.4	Rauch- und Wärmeabzugs-Anlagen (RWA)	426
13.18	Schallschutzmaßnahmen in RLT-Anlagen .....	428

## Lernfeld 14

### Versorgungstechnische Anlagen ein- stellen und energetisch optimieren

#### Kundenauftrag:

#### Planen und Einstellen einer Heizungsregelung 431

14.1	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten .....	433
14.2	Elektrische Hausinstallation .....	433
14.3	Schutzpotenzialausgleich .....	433
14.3.1	Stromkreise, Sicherungen und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung .....	434
14.3.2	Sicherheitsregeln beim Arbeiten an elektrischen Anlagen .....	436
14.4	Leitungsverlegung .....	437
14.4.1	Regeln für die Leitungsverlegung .....	439
14.4.2	Anschließen der Leitungen .....	440
14.4.3	Verdrahten von Komponenten .....	441
14.5	Steuern und Regeln .....	444
14.5.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung .....	444
14.5.2	Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung .....	446
14.5.3	Regeleinrichtungen .....	447
14.6	Steuerung und Regelung bei der Wärmeerzeugung .....	447
14.6.1	Außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung .....	447
14.6.2	Einfluss des Brenners auf die Regelung .	449
14.6.3	Zeitschaltuhr und Schaltautomatik. ....	450
14.7	Temperaturmessverfahren, Steuerung und Regelung der Wärmeverteilung ....	451
14.7.1	Temperaturmessverfahren .....	451
14.7.2	Steuerung und Regelung von Heizkreisen	453
14.7.3	Steuerung und Regelung von Pumpen ..	455
14.7.4	Regelarmaturen in Heizungsanlagen ...	457
14.7.5	Regelung thermischer Solaranlagen ....	459
14.7.6	Raum-Temperaturregelung .....	461
14.7.7	Einzelraumregelung von Fußbodenheizungen .....	462
14.8	Gebäudeleittechnik .....	464
14.9	Zentrale Einzelraum-Temperaturregler ..	466

## **Lernfeld 15** **Versorgungstechnische Anlagen** **instand halten**

### **Kundenauftrag:**

#### **Überprüfung und Wartung einer Gasanlage und der Warmwasserversorgung . 469**

15.1	Grundlagen . . . . .	471
15.1.1	Instandhaltung . . . . .	471
15.1.2	Wartung . . . . .	471
15.1.3	Inspektion . . . . .	472
15.1.4	Instandsetzung . . . . .	472
15.1.5	Verbesserung . . . . .	472
15.2	Übergabe und Instandhaltung von Wärmeerzeugern . . . . .	472
15.2.1	Wartung eines wandhängenden Gas-Brennwertgerätes . . . . .	473
15.2.2	Werkzeugausstattung . . . . .	474
15.2.3	Instandsetzung von Heizölbrennern . . . . .	475
15.3	Übergabe und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen . . . . .	477
15.3.1	Hauptabsperrarmatur . . . . .	477
15.3.2	Wasserzähler . . . . .	477

15.3.3	Rückflussverhinderer . . . . .	477
15.3.4	Rohrtrenner . . . . .	478
15.3.5	Anlagen zur Trinkwasser-Behandlung . . . . .	478
15.3.6	Druckminderer . . . . .	479
15.3.7	Sicherungseinrichtungen . . . . .	479
15.3.8	Trinkwassererwärmer . . . . .	479
15.4	Übergabe und Instandhaltung von Entwässerungsanlagen . . . . .	481
15.4.1	Gefahren bei Arbeiten an Entwässerungs- anlagen . . . . .	481
15.4.2	Inspektion und Wartung von sanitär- technischen Anlagen in Gebäuden und Grundstücken . . . . .	481
15.5	Abnahme, Übergabe und Instandhaltung von raumluftechnischen Anlagen . . . . .	483
15.5.1	Abnahme . . . . .	483
15.5.2	Übergabe . . . . .	483
15.5.3	Instandhaltung . . . . .	484

#### **Basisunterlagen für Kundenaufträge . . . . . 486**

#### **Sachwortverzeichnis . . . . . 492**

#### **Bildquellenverzeichnis . . . . . 508**