

# Inhaltsverzeichnis / contents

<b>Lernfeld 1</b>	
<b>Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen</b>	
Kundenauftrag:	
Herstellen eines Trichters..... 15	
1.1	Halbzeuge und Werkstoffe ..... 19
1.1.1	Halbzeuge..... 19
1.1.2	Werkstoffe ..... 20
	• Einteilung der Werkstoffe ..... 20
	• Bezeichnung der Eisenwerkstoffe ..... 21
	• Stähle, die nach der Verwendung und den Eigenschaften bezeichnet werden ..... 21
	• Stähle, die nach der chemischen Zusammensetzung bezeichnet werden ..... 22
	• Einteilung und Verwendung der Stähle ..... 23
	• Einteilung der Hauptgüteklassen ..... 23
	• Einteilung und Verwendung der Gusseisensorten..... 24
	• Einteilung und Verwendung der Nichteisenmetalle ..... 25
	• Einteilung und Verwendung von Kunststoffen ..... 28
	• Werkstoffe und Umwelt ..... 29
	• Werkstoffeigenschaften ..... 30
	• Physikalische Eigenschaften ..... 30
	• Technologische Eigenschaften ..... 32
	• Chemische Eigenschaften ..... 33
	• Ökologische Eigenschaften ..... 33
1.2	Herstellen durch Spanen ..... 34
1.2.1	Zeichnungsanalyse..... 34
	• Darstellung flacher Werkstücke..... 34
	• Maßeintragung ..... 35
	• Toleranzangaben..... 35
	• Eintragen von Toleranzen ..... 36
	• Toleranzangaben durch Grenzabmaße ..... 36
	• Toleranzangaben durch Allgemeintoleranzen ..... 36
1.2.2	Anreißen..... 37

1.2.3	Grundlagen des Spanens ..... 39
	• Schneidengeometrie des spanenden Keils ..... 39
	• Schneidengeometrie und Zerspanungsvorgang ..... 39
1.2.4	Sägen ..... 40
	• Zahnformen ..... 40
	• Zahnteilung ..... 41
	• Freischneiden ..... 41
1.2.5	Feilen ..... 42
	• Zahnformen ..... 42
	• Hiebarten ..... 42
	• Hiebzahl und Hiebnummer ..... 43
	• Auswahl von Feilen ..... 43
1.2.6	Prüfen von Längen, Winkeln und Formen ..... 44
	• Auswahl von Prüfgeräten ..... 44
	• Stahlmaßstab ..... 44
	• Messschieber ..... 44
	• Geräte zum Prüfen von Winkeln ..... 45
	• Prüfen mit Formlehren ..... 46
	• Prüfabweichungen ..... 46
	• Ursachen von Abweichungen ..... 46
	• Arten von Abweichungen ..... 47
1.2.7	Arbeitsplanung ..... 48
1.3	Herstellen durch Scheren..... 49
1.3.1	Zeichnungsanalyse ..... 49
1.3.2	Anreißen von Abwicklungen ..... 49
1.3.3	Blechbedarf ..... 50
1.3.4	Scherschneiden ..... 52
	• Scherschneidvorgang ..... 52
	• Scherschneidwerkzeuge..... 54
1.4	Umformen durch Biegen..... 57
1.4.1	Zeichnungsanalyse ..... 57
	• Halterung ..... 57
	• Blechkörper ..... 57
1.4.2	Biegevorgang ..... 57
1.4.3	Gestreckte Länge ..... 58
	• Biegeteile mit kleinem Biegeradius ... 59
	• Biegeteile mit größerem Biegeradius .. 59
1.4.4	Mindestbiegeradius ..... 60
1.4.5	Biegen von Profilen..... 60
	• Biegen von Flachprofilen ..... 60
	• Biegen von Rohren ..... 60
1.4.6	Biegen von Blechen ..... 61

**Lernfeld 2a**  
**Bearbeiten von Anlagenteilen mit Maschinen**

<b>Kundenauftrag:</b>	
Vorrichtung eines Rohrstücks mit Gewindeflansch und Vorschweißflansch .....	65
2.1 Zeichnungsanalyse .....	67
2.1.1 Darstellung von Werkstücken .....	67
• Ansichten .....	67
• Bearbeitungsformen – Darstellung ..	69
2.1.2 Bearbeitungsformen – Bemaßung .....	70
2.1.3 Schnittdarstellung .....	71
• Schnittebene, Schnittfläche .....	71
• Schnittarten .....	72
2.1.4 Oberflächenbeschaffenheit .....	73
• Oberflächensymbole .....	73
• Eintragen der Symbole .....	73
2.2 Bohren .....	74
2.2.1 Säulenbohrmaschinen .....	74
2.2.2 Arbeitsbewegungen .....	76
2.2.3 Bohrvorgang und Bohrwerkzeuge .....	77
2.2.4 Senken .....	80
2.2.5 Handgeführte Bohrmaschinen .....	81
2.3 Bohren von Baustoffen .....	82
2.3.1 Baustoffe .....	82
2.4 Gewindeherstellung .....	83
2.4.1 Gewindeabmessungen .....	83
2.4.2 Zeichnungsanalyse – Gewindedarstellung .....	84
2.4.3 Gewindebohren .....	86
2.4.4 Gewindeschneiden .....	87
2.4.5 Gewindeherstellung mit ortsfester Gewindeschneidmaschine .....	88
2.4.6 Gewindeherstellung mit Elektrogewindeschneidkluppe .....	89
2.5 Biegen .....	89
2.5.1 Sägen mit elektrischen Maschinensägen .....	89
2.5.2 Sägen mit Elektrohandsägen .....	90
2.5.3 Trennen mit Rohrkreissäge-maschinen .....	90
2.5.4 Trennen mit dem Winkelschleifer .....	90
2.6 Befestigungstechnik .....	92
2.6.1 Dübeltechnik .....	92
2.6.2 Arten von Dübel .....	93
2.6.3 Aufhängungen für Rohre und Kanäle .....	94

**Lernfeld 2b**  
**Bearbeiten von Kundenaufträgen in SHK-Betrieben**

<b>Kundenauftrag:</b>	
<b>Einbau verschiedener SHK-Bauteile und Anlagen .....</b>	<b>97</b>
2.7 Kundenorientierung .....	99
2.7.1 Der Kunde als König .....	99
2.7.2 Ursache der mangelnden Kundenorientierung .....	99
2.7.3 Besinnung auf den Kunden .....	99
2.7.4 Zum Begriff der Kundenorientierung .....	100
2.7.5 Maßnahmen zur Verbesserung der Kundenorientierung .....	101
2.7.6 Die Hand-in-Hand-Werker GmbH .....	101
2.8 Bearbeiten von Kundenaufträgen .....	102
2.8.1 Leistungsangebot eines SHK-Fachbetriebes .....	102
2.8.2 Kundenkontakt .....	104
2.8.3 Kundenberatung und Kundentypen .....	105
2.8.4 Angebotserstellung .....	105
2.8.5 Preiskalkulation .....	106
2.8.6 Auftragsabwicklung .....	109
2.8.7 Handwerker-Software .....	111
2.9 Qualitätsmanagement .....	113
2.9.1 Entwicklung von Qualitätssicherung und betrieblichem Umweltschutz in jüngster Zeit .....	113
2.9.2 Qualitätsmanagement (QM) und Qualitätsmanagement-System (QMS) .....	114
2.10 Zertifizierung .....	117
2.10.1 Ablauf einer Zertifizierung .....	118
2.11 Betriebliches Umweltmanagement .....	119
2.11.1 Öko-Controlling .....	119
2.11.2 Öko-Audit .....	119
2.11.3 Produktbezogene Ökobilanz und Produktlinienanalyse .....	119

### **Lernfeld 3**

#### **Herstellen von einfachen Baugruppen**

##### **Kundenauftrag:**

<b>Trinkwasserverteiler für ein Wohnhaus planen .....</b>	121
3.1    Technische Informationsquellen .....	123
3.1.1    Technische Zeichnungen .....	123
3.2    Verbindungen mit Schrauben und Muttern .....	128
3.2.1    Schraubenverbindungen.....	128
3.2.2    Schrauben .....	130
3.2.3    Bohrschrauben .....	130
3.2.4    Nieten.....	131
3.2.5    Muttern .....	131
3.2.6    Schraubensicherungen .....	132
3.2.7    Gewindearten .....	132
3.2.8    Wirkprinzip am Gewinde.....	133
3.2.9    Anwendung für kraftschlüssige Verbindungen .....	135
3.3    Lösbare Rohrverbindungen .....	136
3.3.1    Verschraubungen .....	136
3.3.2    Klemmverbindungen.....	136
3.3.3    Rohrkupplungen .....	137
3.3.4    Flanschverbindungen .....	137
3.4    Unlösbare Rohrverbindungen.....	138
3.4.1    Gewindeverbindungen für Stahlrohre .....	138
3.4.2    Pressverbindungen.....	139
3.4.3    Druckhülsenverbindungen .....	140
3.4.4    Steckverbindungen .....	140
3.4.5    Steckverbindungen für Luftkanäle .....	141
3.5    Vormontage von Rohrinstallationen .....	142
3.6    Klebeverbindungen.....	143
3.7    Lötverbindungen.....	145
3.7.1    Kapillarlöttechnik .....	145
3.7.2    Lötverfahren .....	147
3.8    Schweißverbindungen .....	149
3.8.1    Gasschmelzschweißen .....	149
3.8.2    Lichtbogenhandschweißen.....	152
3.8.3    Schutzgassschweißen .....	154

### **Lernfeld 4**

#### **Warten technischer Systeme**

##### **Kundenauftrag:**

<b>Warten von technischen Betriebsmitteln .....</b>	157
4.1    Grundlagen der Instandhaltung .....	159
4.1.1    Warten als Teil der Instandhaltung.....	159
4.1.2    Inspektion .....	160
4.1.3    Instandsetzung .....	161
4.1.4    Verbesserung .....	161
4.2    Grundlagen elektrischer Schaltungen ..	162
4.2.1    Elektrischer Stromkreis .....	162
4.2.2    Messungen im elektrischen Stromkreis	163
4.2.3    Ohmsches Gesetz.....	164
4.2.4    Schaltung von Widerständen .....	165
4.2.5    Elektrische Leistung und elektrische Arbeit .....	167
4.3    Gefahren des elektrischen Stroms.....	168
4.3.1    Wirkungen des elektrischen Stroms....	168
4.3.2    Schutzmaßnahmen.....	168
4.3.3    Allgemeine Sicherheitshinweise .....	169
4.3.4    Arbeiten an elektrischen Anlagen.....	170
4.4    Wartungsmaßnahmen an der Säulenbohrmaschine .....	172
4.4.1    Reinigen .....	172
4.4.2    Schmieren und Ergänzen .....	172
4.4.3    Auswechseln.....	173
4.5    Korrosion und Korrosionsschutzmaßnahmen .....	175
4.5.1    Korrosion .....	175
4.5.2    Chemische Korrosion .....	175
4.5.3    Elektrochemische Korrosion.....	176
4.5.4    Korrosionsarten .....	177
4.5.5    Korrosionsschutzmaßnahmen .....	181
<b>Lernfeld 5</b>	
<b>Installieren von Trinkwasseranlagen</b>	
<b>Kundenauftrag: Trinkwasserinstallation für ein Badezimmer .....</b>	185
5.1    Wasservorkommen .....	187
5.2    Eigenschaften des Wassers .....	189
5.2.1    Physikalische Eigenschaften.....	189
5.2.2    Chemische Eigenschaften.....	190
5.2.3    Bakteriologische Eigenschaften .....	192
5.2.4    Umweltbelastende Stoffe im Wasser ...	193
5.3    Druck und Druckbereiche.....	194

5.4	Druckmessung .....	196	5.14.3	Inbetriebnahme, Übergabe und Instandhaltung .....	230
5.5	Strömende Flüssigkeiten und Gase .....	196	5.15	Inspektion und Wartung von Trinkwasseranlagen .....	230
5.5.1	Gesetzmäßigkeiten .....	196			
5.5.2	Druckverluste .....	198			
5.6	Bemessung der Leitungsanlage für die Trinkwasserinstallation .....	200	5.16	Pumpen in Trinkwasseranlagen .....	231
5.7	Trinkwasser.....	203	5.16.1	Kolbenpumpen .....	231
5.7.1	Anforderungen an Trinkwasser.....	203	5.16.2	Kreiselpumpen .....	231
5.7.2	Wasseranalyse .....	203	5.17	Schall und Schallschutz .....	232
5.8	Öffentliche Trinkwasserversorgung.....	204	5.17.1	Physikalische Grundlagen.....	232
5.8.1	Trinkwassergewinnung .....	204	5.17.2	Schallmessung .....	233
5.8.2	Trinkwasseraufbereitung.....	204	5.17.3	Schalldämpfung und Schalldämmung...	234
5.8.3	Trinkwasserförderung und Trinkwassertransport .....	204	5.18	Leitungsverlegung.....	236
5.8.4	Trinkwasserspeicherung .....	204	5.19	Leitungsbefestigungen .....	236
5.8.5	TrinkwasserVerteilung.....	204	5.20	Dämmung von Trinkwasserleitungen ...	238
5.9	Trinkwasseranlagen .....	205			
5.9.1	Leitungsabschnitte (Verbrauchsleitungen).....	205			
5.9.2	Werkstoffe für Trinkwasseranlagen.....	205			
5.9.3	Rohre für Trinkwasserleitungen .....	207			
5.9.4	Anschlussleitungen (erdverlegte Leitungen).....	207			
5.9.5	Verlegeregeln für Innenleitungen (Auswahl) .....	208			
5.10	Wasserzähleranlage .....	210	6.1	Öffentliche Abwasserentsorgung .....	243
5.11	Armaturen in Trinkwasserleitungen .....	213	6.1.1	Kanalnetz .....	243
5.11.1	Rohrleitungsarmaturen .....	213	6.1.2	Kläranlagen.....	243
5.11.2	Entnahmearmaturen (Auslaufarmaturen).....	214	6.2	Einteilung der Abwasserarten .....	244
5.11.3	Sicherheitsarmaturen .....	214	6.3	Einteilung von Entwässerungsanlagen ..	245
5.11.4	Regelarmaturen.....	215	6.4	Leitungsführung von Entwässerungs-leitungen.....	246
5.11.5	Filter in Trinkwasserleitungen.....	216	6.4.1	Grundlagen der Leitungsführung.....	246
5.12	Sicherungsmaßnahmen in der Trinkwasserinstallation .....	217	6.4.2	Misch- und Trennsystem.....	246
5.12.1	Schutz des Trinkwassers.....	217	6.4.3	Ablaufstellen .....	246
5.12.2	Ursachen für eine Gefährdung durch verändertes Trinkwasser.....	218	6.4.4	Geruchverschlüsse .....	246
5.12.3	Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen .....	220	6.5	Verlegegrundsätze bei liegenden Abwasserleitungen .....	248
5.12.4	Sicherungseinrichtungen .....	221	6.5.1	Füllungsgrad .....	248
5.13	Anlagen zur Trinkwasserbehandlung....	226	6.5.2	Gefälle von liegenden Leitungen.....	248
5.13.1	Enthärtungsanlagen .....	226	6.5.3	Gefälleberechnung .....	249
5.13.2	Chemikaliendosierung.....	227	6.5.4	Anschlüsse an liegende Leitungen .....	249
5.13.3	Physikalische Wasserbehandlung.....	227	6.5.5	Aufweitungen in liegenden Leitungen...	250
5.14	Druckprüfung, Füllen, Spülen, Inbetrieb-nahme, Übergabe und Instandhaltung der Trinkwasseranlage .....	228	6.5.6	Zusätzliche Forderungen bei Grund- und Sammelleitungen .....	250
5.14.1	Druckprüfung .....	228	6.6	Anschlussleitungen .....	250
5.14.2	Füllen und Spülen der Leitungsanlage ..	229	6.6.1	Anschlusswert DU .....	250
			6.6.2	Einzelanschlussleitungen .....	251
			6.6.3	Sammelanschlussleitungen.....	251

6.7	Anschluss an die Fallleitung .....	251
6.7.1	Anschlusswinkel .....	251
6.7.2	Mindesthöhenunterschied .....	251
6.7.3	Mehrachanschluss an die Fallleitung...	252
6.8	Schmutzwasserfallleitungen .....	252
6.8.1	Verlegung von Fallleitungen .....	252
6.8.2	Verziehung von Fallleitungen .....	253
6.8.3	Dimensionierung von Fallleitungen....	253
6.9	Lüftung von Abwasserleitungen .....	254
6.9.1	Verlegung von Lüftungsleitungen .....	254
6.9.2	Bemessung der Lüftung von Abwasser- leitungen.....	254
6.9.3	Belüftungsventile .....	255
6.10	Sammel- und Grundleitungen .....	256
6.10.1	Verlegung von Sammel- und Grundleitungen.....	256
6.10.2	Bemessung von Sammel- und Grundleitungen.....	256
6.10.3	Dichtheitsprüfung von Grundleitungen..	256
6.11	Reinigungsöffnungen .....	257
6.12	Schutz vor Rückstau .....	257
6.12.1	Rückstauverschlüsse .....	258
6.12.2	Abwasserhebeanlagen .....	259
6.12.3	Einsatzbereiche der unterschiedlichen Absicherungen gegen Rückstau .....	260
6.13	Abscheideeinrichtungen .....	261
6.13.1	Einrichtungen zum Abscheiden von Leichtflüssigkeiten .....	261
6.13.2	Einrichtungen zum Abscheiden von Fetten.....	262
6.14	Dachentwässerung .....	263
6.14.1	Bemessung des Regenwasserabflusses .	263
6.14.2	Flachdachentwässerung .....	265
6.14.3	Dachentwässerung mit Rinnen .....	266
6.14.4	Regenfallrohre.....	269
6.15	Regenwassernutzung .....	271
6.15.1	Beurteilung von Dachablaufwasser....	271
6.15.2	Aufbau einer Regenwassernutzungs- anlage .....	272
6.16	Rohre und Rohrverbindungen .....	277
6.16.1	Allgemeine Anforderungen .....	277
6.16.2	Stahlrohre.....	277
6.16.3	Gussrohre .....	278
6.16.4	Kunststoffrohre.....	278
6.16.5	Übergang auf andere Werkstoffe .....	280
6.17	Befestigen der Abwasserleitungen .....	280
6.18	Brandschutz .....	284
6.18.1	Nicht brennbare Rohre .....	284
6.18.2	Brennbare Rohre.....	284

## **Lernfeld 7**

### **Installieren von**

### **Wärmeverteilungsanlagen**

**Kundenauftrag: Wärmeverteilungsanlage  
für ein Einfamilienhaus planen.....** 287

#### ► Heizungsanlagen

7.1	Anforderungen an Heizungsanlagen ....	291
7.2	Arten von Heizungsanlagen.....	291
7.3	Zentralheizungen.....	291
7.3.1	Warmwasserheizungen.....	292
7.4	Fern- und Nahwärmeversorgung.....	295
7.4.1	Wärmeträger und Verteilungsnetz .....	295
7.4.2	Hausstation.....	296
7.5	Heizungsumwälzpumpen.....	298
7.5.1	Bauarten .....	298
7.5.2	Pumpen- und Rohrnetzkennlinie.....	300
7.5.3	Leistungsbedarf und Wirkungsgrad der Pumpe.....	301
7.5.4	Leistungsregelung der Umwälzpumpen ..	302
7.5.5	Druckverhältnisse in geschlossenen Pumpenwarmwasserheizungen.....	304
7.6	Rohrleitungen .....	306
7.6.1	Rohre für Heizungsleitungen.....	306
7.6.2	Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung.....	307
7.6.3	Wärmedämmung von Heizungsleitungen	308
7.7	Armaturen und weitere Bauteile .....	310
7.7.1	Absperrarmaturen.....	310
7.7.2	Regelarmaturen.....	311
7.7.3	Verteiler und Sammler .....	314
7.8	Hydraulischer Abgleich von Pumpen- warmwasser-Heizungsanlagen .....	314
7.9	Wärmemengenerfassung .....	318

#### ► Wärmeverbraucher

7.10	Anforderungen an Wärmeverbraucher ..	319
7.10.1	Wärmeübertragung .....	319
7.11	Wärmeübertragung an den Raum .....	321
7.11.1	Wärmeabgabeverhalten der Heizkörper.....	321
7.11.2	Anordnung der Heizkörper im Raum....	322
7.12	Heizkörper.....	323
7.12.1	Gliederheizkörper .....	323

7.12.2	Plattenheizkörper .....	324	8.6	Duschwannen-Anlagen .....	367
7.12.3	Konvektoren .....	325	8.6.1	Duschwannen und -abtrennungen .....	367
7.12.4	Sonstige Heizkörper .....	326	8.6.2	Duscharmaturen .....	368
7.12.5	Auswahlkriterien für Raumheizkörper....	326	8.6.3	Ab- und Überlaufarmaturen.....	370
7.12.6	Wärmeleistung der Heizkörper .....	327	8.6.4	Montagemaße .....	370
7.12.7	Heizkörpermontage.....	328			
7.12.8	Regelung der Heizkörper.....	331	8.7	Einbau von Wannen .....	370
7.13	Flächenheizungen .....	336	8.8	Waschanlagen.....	371
7.13.1	Grundlagen .....	336	8.8.1	Einzelwaschanlagen .....	371
7.13.2	Fußbodenheizung .....	336	8.8.2	Sitzwaschbecken (Bidet).....	375
<b>► Korrosion in Wärmeverteilungsanlagen</b>					
7.14	Korrosion bei Heizwasserleitungen.....	343	8.9	Strahlregler.....	376
7.14.1	Sauerstoffkorrosion .....	343	8.10	Klosettanlagen .....	377
7.14.2	Korrosion von Metall unter Dämmstoffen .....	343	8.10.1	Bauarten von Klosettbecken mit Wasserspülung .....	377
7.15	Korrosion bei Wärmeverbrauchern .....	343	8.10.2	Spüleinrichtungen.....	379
7.15.1	Wand- und Fußbodenheizung .....	343	8.11	Urinalanlagen .....	381
7.16	Maßnahmen und Einrichtungen zum Korrosionsschutz in Heizungsanlagen...	344	8.12	Elektrische Schutzbereiche in Räumen mit Badewanne oder Dusche .....	384
7.16.1	Planerische Maßnahmen.....	344			
7.16.2	Entlüftungs- und Entgasungs- einrichtungen .....	345			
7.17	Lecksuche bei Korrosionsschäden .....	346			
7.18	Berechnung der Heizlast.....	346			
<b>► Arbeitssicherheit am Bau</b>					
7.19	Unfall- und Gesundheitsschutz .....	351	9.1	Arten der Wärmeerzeuger.....	391
<b>Lernfeld 8</b>					
<b>Ausstatten von Sanitärräumen</b>					
<b>Kundenauftrag: Badplanung .....</b> 353					
8.1	Ausstattung von Sanitärräumen .....	357	9.2	Niedertemperatur-Kessel (NT-Kessel)... 391	
8.1.1	Grundausstattung von Bad und WC ....	357	9.2.1	Unit-Kessel .....	393
8.1.2	Planungshinweise für Bad und WC .....	357	9.2.2	Umlaufwasserheizer (UWH).....	393
8.1.3	Fliesengerechte Installation .....	360	9.2.3	Kombiheizer .....	393
8.2	Werkstoffe für Bad und WC.....	360	9.3	Brennwertkessel.....	395
8.3	Sanitärfugen .....	361	9.3.1	Einsatzbereich.....	395
8.4	Vorwandinstallation .....	363	9.3.2	Technische Grundlagen.....	395
8.4.1	Installationsblöcke .....	364	9.3.3	Aufbau und Funktion.....	396
8.4.2	Installationssysteme .....	364	9.3.4	Bauarten von Brennwertkesseln.....	396
8.5	Badewannen-Anlagen .....	365	9.3.5	Energetische Betrachtung.....	397
8.5.1	Badewannenarten.....	365	9.3.6	Ableitung des Kondenswassers .....	397
8.5.2	Auslauf-, Ab- und Überlaufarmaturen ...	366	9.3.7	Abgasführung bei Brennwertgeräten ...	398
8.5.3	Montagemaße.....	367	9.4	Verminderung der Lärm-Emission bei Feuerungsanlagen.....	399
9.5	Kennwerte von Brennstoffen.....	404			
9.6.1	Wärmewerte .....	404			
9.6.2	Verbrennungskennwerte.....	406			
9.6.3	Verbrennung der Brennstoffe .....	407			

9.6.4	Abgase als Qualitätsmesser der Verbrennung .....	408	<b>► Feuerungstechnik</b>		
9.6.5	Emissionen .....	409	9.16	Allgemeine Anforderungen an Brenner .....	438
9.6.6	Abgasmessungen .....	412	9.17	Brenner für Heizöl EL .....	438
9.6.7	Der Nutzungsgrad.....	416	9.17.1	Verdampfungsbrenner .....	438
9.7	Aufstellen der Feuerstätten .....	417	9.17.2	Zerstäubungsbrenner .....	438
9.7.1	Aufstellen raumluftabhängiger Feuerstätten .....	417	9.17.3	Bauteile von Ölzerstäubungsbrennern ..	440
9.7.2	Aufstellen raumluftunabhängiger Feuerstätten .....	418	9.18	Gasbrenner.....	440
9.8	Wärmepumpen .....	419	9.18.1	Niedrig-vormischende Injektionsbrenner .....	440
9.8.1	Funktionsprinzip einer Kompressions-Wärmepumpe .....	420	9.18.2	Hoch-vormischende Injektionsbrenner..	441
9.8.2	Wärmequellen für Wärmepumpen.....	420	9.18.3	Gebläse-Vormischbrenner.....	441
9.8.3	Einteilung der Wärmepumpen.....	421	9.18.4	Gasbrenner mit Gebläse – Gasgebläsebrenner.....	442
9.8.4	Beurteilungskriterien.....	422	9.19	Bauteile der Gasbrenner .....	443
9.9	Heizen mit elektrischer Energie .....	424	9.19.1	Zündeinrichtung .....	443
9.9.1	Nachtstrom-Speicherheizungen .....	424	9.19.2	Flammenüberwachung .....	443
9.10	Brennstoffzelle und Brennstoffzellen-BHKW .....	425	9.19.3	Gasregelstrecke .....	444
9.11	Blockheizkraftwerke (BHKW) .....	425	9.20	Abgasanlagen .....	444
9.11.1	Brennstoffe, Bauarten und Bauteile ....	426	9.20.1	Abgasleitungen .....	445
9.11.2	Klein-BHKWs und BHKW-Anlagen .....	427	9.20.2	Schornsteine.....	445
9.11.3	Beurteilungskriterien und Entwicklungstendenzen .....	427	9.20.3	Belegung von Abgasanlagen .....	447
			9.20.4	Weitere Bauteile in und an Abgasanlagen .....	448
			9.20.5	Abgasanlagen für Gasgeräte.....	450

#### ► Sicherheitstechnik

9.12	Sicherheitstechnische Einrichtungen von Wasserheizungsanlagen.....	428
9.13	Einrichtungen für offene Heizungsanlagen nach DIN EN 12 828 .....	428
9.14	Einrichtungen für geschlossene Anlagen nach DIN EN 12 828 .....	429
9.14.1	Sicherheitseinrichtungen gegen Temperaturüberschreitung .....	429
9.14.2	Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung .....	429
9.14.3	Sicherheitseinrichtung gegen Wassermangel.....	430
9.14.4	Volumen-Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung.....	431
9.14.5	Einrichtungen zum Ausgleich der Wasservolumenänderungen – tiefliegende, geschlossene Ausdehnungsgefäße .....	432
9.14.6	Temperaturregel- und -begrenzungseinrichtungen für Wärmeerzeuger mit festen Brennstoffen .....	436
9.15	Wasserheizungsanlagen mit Zwangsumlauf-Wärmeerzeugern .....	437

#### **Lernfeld 10 Einbinden und Einstellen von Komponenten der Heizungsregelung**

<b>Kundenauftrag: Planen und Einstellen einer Heizungsregelung .....</b>	453	
10.1	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten .....	455
10.2	Elektrische Hausinstallation .....	455
10.3	Schutzzpotenzialausgleich .....	455
10.3.1	Stromkreise, Sicherungen und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung .....	456
10.3.2	Sicherheitsregeln beim Arbeiten an elektrischen Anlagen.....	458
10.4	Leitungsverlegung.....	459
10.4.1	Regeln für die Leitungsverlegung .....	461
10.4.2	Anschließen der Leitungen .....	462
10.4.3	Verdrahten von Komponenten .....	463
10.5	Steuern und Regeln.....	466
10.5.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung .....	466

---

10.5.2	Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung . . . . .	467	11.5.6	Einteilung der TE nach der Anlagengröße zur Minderung des Legionellenwachstums . . . . .	495
10.5.3	Unterschiede zwischen Steuerung und Regelung . . . . .	468	11.5.7	Sicherheitsarmaturen an Trinkwassererwärmern. . . . .	495
10.5.4	Regeleinrichtungen . . . . .	469			
10.6	Steuerung und Regelung bei der Wärmeerzeugung . . . . .	469	11.6	Gasbeheizte TE . . . . .	497
10.6.1	Außentemperaturgeführte Vorlauf-temperaturregelung . . . . .	469	11.7	Zirkulationsleitungen. . . . .	498
10.6.2	Einfluss des Brenners auf die Regelung .	471	11.8	Dämmung von kalt- und warmgehenden Trinkwasserleitungen . . . . .	498
10.6.3	Zeitschaltuhr und Schaltautomatik. . . . .	472	11.9	Wärmeübertragung und Wärmeleistung .	499
10.7	Temperaturmessverfahren, Steuerung und Regelung der Wärmeverteilung . . . . .	473	11.9.1	Wärmeübertragung . . . . .	499
10.7.1	Temperaturmessverfahren . . . . .	473	11.9.2	Wärmeleistung . . . . .	499
10.7.2	Steuerung und Regelung von Heizkreisen	475			
10.7.3	Steuerung und Regelung von Pumpen . .	475	► Solarthermische Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung		
10.7.4	Regelarmaturen in Heizungsanlagen. . . . .	479	11.10	Grundlagen der Solartechnik . . . . .	501
10.7.5	Raum-Temperaturregelung . . . . .	481	11.10.1	Sonneneinstrahlung . . . . .	501
10.7.6	Temperaturregelung mit Raum-thermostat . . . . .	481	11.10.2	Solare Deckungsanteile . . . . .	501
10.7.7	Einzelraumregelung von Fußboden-heizungen . . . . .	482	11.10.3	Bestandteile des Solarkreissystems . . . . .	501
10.8	Gebäudeleittechnik. . . . .	484	11.11	Sonnenkollektoren . . . . .	502
10.9	Zentrale Einzelraum-Temperaturregler . .	486	11.11.1	Sonnenkollektor-Bauarten . . . . .	503
			11.11.2	Leistungsmerkmale. . . . .	504
			11.12	Solarkreissysteme. . . . .	506
			11.12.1	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Solarkreissystemen nach DIN EN 12 976	507
			11.13	Solarwärmespeicher . . . . .	508
			11.14	Solare Anlagensysteme. . . . .	509
			11.14.1	Solare Anlage zur Trinkwassererwärmung (Einzelanlage) . . . . .	509
			11.14.2	Zweispeicheranlage . . . . .	510
			11.14.3	Einspeicheranlage mit Kombispeicher . .	510
			► Steuerung und Regelung in Anlagen zur Trinkwassererwärmung		
			11.15	Steuerung und Regelung der Temperatur bei Durchfluss-Wassererwärmern . . . . .	512
			11.16	Steuerung und Regelung bei Speicher-Wassererwärmern . . . . .	514
			11.17	Regelung thermischer Solaranlagen . . . . .	516
			11.18	Arbeitssicherheit am Bau . . . . .	518
			11.18.1	Persönliche Schutzausrüstungen . . . . .	518
			11.18.2	Arbeitssicherheit beim Umgang mit Handtrennschleifmaschinen . . . . .	518
			11.18.3	Arbeitssicherheit bei Leitern und Arbeitsbühnen. . . . .	518

## ■ Lernfeld 12

### Installieren von Brennstoffversorgungsanlagen

Kundenauftrag: Installieren einer  
Brennstoffversorgungsanlage ..... 519

#### ► Brennstoffe und andere Energieträger

12.1	Fossile Brennstoffe und deren Eigenschaften .....	521
12.1.1	Feste Brennstoffe .....	521
12.1.2	Flüssige Brennstoffe .....	522
12.1.3	Gasförmige Brennstoffe .....	524
12.2	Weitere Energieträger.....	527
12.2.1	Elektrische Energie .....	527
12.2.2	Regenerative Energien .....	527

#### ► Lagerung von Brennstoffen

12.3	Lagerung von festen Brennstoffen .....	528
12.4	Lagerung von Heizöl .....	529
12.4.1	Ort der Lagerung.....	529
12.4.2	Lagerbehälter und Werkstoffe.....	529
12.4.3	Alterung von Heizöl.....	529
12.4.4	Ausrüstung der Lagerbehälter.....	530
12.4.5	Verhalten in Schadensfällen mit Heizöl..	531
12.5	Leitungsanlagen von Brennstoffen .....	531
12.5.1	Anschlussleitungen für Heizöl EL .....	531
12.5.2	Gas-Leitungsanlagen in Gebäuden und Grundstücken nach DVGW-TRGI 2008 ..	533
12.5.3	Schutz gegen Manipulationen an Gasleitungsanlagen.....	538
12.5.4	Prüfen von Gasleitungsanlagen.....	542
12.5.5	Inbetriebnahme der Gas-Leitungsanlage	543
12.5.6	Arbeiten an gasführenden Leitungen ...	544

## ■ Lernfeld 13

### Installieren einer raumluftechnischen Anlage

Kundenauftrag:  
Ausstatten eines Einfamilienhauses mit  
einer kontrollierten Wohnungslüftung .....

#### ► Grundlagen der Raumluftechnik

13.1	Einteilung der Lufttechnik.....	549
13.2	Aufgaben der Raumluftechnik .....	549
13.3	Einflussgrößen auf die Behaglichkeit ...	550

13.3.1	Physikalische Einflussgrößen .....	550
13.3.2	Chemische Einflussgrößen .....	553
13.3.3	Das „Sick Building Syndrom“ (SBS) ..	554
13.4	Außenluftvolumenstrom .....	555

#### ► Bauelemente raumluftechnischer Anlagen

13.5	Ventilatoren .....	556
13.5.1	Radialventilatoren.....	557
13.5.2	Axialventilatoren .....	557
13.5.3	Querstromventilatoren .....	557
13.5.4	Regelung der Ventilatoren .....	558
13.6	Luftfilter .....	558
13.6.1	Faserfilter .....	559
13.6.2	Elektrofilter .....	560
13.6.3	Aktivkohlefilter (Gasadsorptionsfilter)	560
13.6.4	Kenndaten der Filter .....	561
13.7	Luftleitungen und Luftleitungszubehör ..	561
13.8	Luftdurchlässe und Luftführung im Raum .....	562
13.8.1	Luftdurchlässe .....	562
13.8.2	Luftführung im Raum .....	564
13.9	Luftherzitter .....	565
13.10	Luftkühler .....	566
13.11	Luftbefeuchter .....	566
13.11.1	Verdunstungsbefeuchter.....	566
13.11.2	Zerstäubungsbefeuchter.....	567
13.11.3	Dampfbefeuchter .....	568
13.12	Luftentfeuchter .....	568
13.13	Wärmerückgewinnungssysteme (WRGS)	569
13.13.1	Rekuperatoren .....	569
13.13.2	Regeneratoren .....	569
13.13.3	Wärmepumpen .....	572

#### ► Anlagen zur Raumlüftung und Klimatisierung

13.14	Freie Lüftungssysteme .....	573
13.15	Raumluftechnische Anlagen .....	574
13.15.1	Abluftanlagen (Entlüftungsanlagen) .....	574
13.15.2	Belüftungsanlagen.....	576
13.15.3	Kombinierte Be- und Entlüftungsanlagen	576
13.15.4	Luftheizungsanlagen .....	577
13.15.5	Klimaanlagen .....	577
13.15.6	Klimaanlagen mit Kühldecken.....	581
13.15.7	Raumklimageräte .....	582
13.15.8	Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL)...	585
13.16	Brandschutz .....	589

13.17	Brandschutz in der Raumlufttechnik . . . . .	591	14.5.2	Übergabe . . . . .	615
13.17.1	Ausbreitung von Feuer und Rauch . . . . .	592	14.5.3	Instandhaltung . . . . .	616
13.17.2	Lüftungsleitungen mit definiertem Feuerwiderstand . . . . .	592			
13.17.3	Brandschutz in Lüftungsanlagen für innen liegende Bäder, Toiletten und Wohnungs- küchen nach DIN 18017-3 . . . . .	594			
13.17.4	Rauch- und Wärmeabzugs-Anlagen (RWA) . . . . .	596			
13.18	Schallschutzmaßnahmen in RLT-Anlagen . . . . .	598			

## **Lernfeld 14** **Übergabe und Instandhaltung von versorgungstechnischen Anlagen**

<b>Kundenauftrag:</b> <b>Überprüfung und Wartung einer Gasanlage und der Warmwasserversorgung . . . . .</b>		
14.1	Grundlagen . . . . .	603
14.1.1	Instandhaltung . . . . .	603
14.1.2	Wartung . . . . .	603
14.1.3	Inspektion . . . . .	604
14.1.4	Instandsetzung . . . . .	604
14.1.5	Verbesserung . . . . .	604
14.2	Übergabe und Instandhaltung von Wärmeerzeugern . . . . .	604
14.2.1	Wartung eines wandhängenden Gas-Brennwertgerätes . . . . .	605
14.2.2	Werkzeugausstattung . . . . .	606
14.2.3	Instandsetzung von Heizölbrennern . . . . .	607
14.3	Übergabe und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen . . . . .	609
14.3.1	Hauptabsperrarmatur . . . . .	609
14.3.2	Wasserzähler . . . . .	609
14.3.3	Rückflussverhinderer . . . . .	609
14.3.4	Rohrtrenner . . . . .	610
14.3.5	Anlagen zur Trinkwasser-Behandlung . . . . .	610
14.3.6	Druckminderer . . . . .	611
14.3.7	Sicherungseinrichtungen . . . . .	611
14.3.8	Trinkwassererwärmer . . . . .	611
14.4	Übergabe und Instandhaltung von Entwässerungsanlagen . . . . .	613
14.4.1	Gefahren bei Arbeiten an Entwässerungs- anlagen . . . . .	613
14.4.2	Inspektion und Wartung von sanitär- technischen Anlagen in Gebäuden und Grundstücken . . . . .	613
14.5	Abnahme, Übergabe und Instandhaltung von raumlufttechnischen Anlagen . . . . .	615
14.5.1	Abnahme . . . . .	615

## **Lernfeld 15** **Integrieren ressourcenschonender Anlagen in Systeme der Gebäude- und Energietechnik**

<b>Kundenauftrag: Integrieren ressourcenschonender Anlagen . . . . .</b>		
15.1	Energie- und Umweltberatung . . . . .	621
15.2	Ist-Zustand . . . . .	622
15.2.1	Allgemeine Gebäudedaten . . . . .	622
15.2.2	Analyse der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage . . . . .	622
15.2.3	Gebäudeanalyse . . . . .	623
15.3	Ergebnisse der Berechnungen . . . . .	623
15.3.1	Zusammenfassung der rechnerischen Ergebnisse . . . . .	624
15.3.2	Energieeffizienzklasse . . . . .	624
15.3.3	Energieverluste und Energiebilanz des Ist-Zustandes . . . . .	624
15.3.4	Energieeinsparpotenzial . . . . .	624
15.3.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung . . . . .	625
15.3.6	Emissionsbilanz . . . . .	626
15.4	Maßnahmenplan . . . . .	626
15.4.1	Vorgaben der Energieeinspar- verordnung (EnEV) . . . . .	626
15.4.2	Dämmung der Kellerdecke . . . . .	627
15.4.3	Dämmung der Außenwand . . . . .	627
15.4.4	Dachdämmung . . . . .	628
15.4.5	Heizungsmodernisierung mittels Öl-Brennwertkessel . . . . .	628
15.4.6	Solaranlage . . . . .	629
15.4.7	Wärmebrücken und Lüftungswärmeverluste . . . . .	629
15.5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	631
15.6	Integrieren von ressourcenschonenden Anlagen . . . . .	632
15.6.1	Kombinierte Heizungsanlagen . . . . .	632
<b>Basisunterlagen für Kundenaufträge . . . . .</b>		
<b>Sachwortverzeichnis . . . . .</b>		
<b>Bildquellenverzeichnis . . . . .</b>		