

# Inhaltsverzeichnis / contents

<b>Lernfeld 1</b>	
<b>Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen</b>	
<b>Kundenauftrag: Herstellen eines Trichters</b>	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
• Scherschniedvorgang	52
• Scherschniedwerkzeuge	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	62

## **Lernfeld 2**

### **Bauelemente mit Maschinen fertigen**

<b>Kundenauftrag: Fertigung eines Rohrstücks mit Gewindeflansch und Vorschweißflansch</b>	65
2.1 Zeichnungsanalyse	67
2.1.1 Darstellung von Werkstücken	67
• Ansichten	67
• Bearbeitungsformen – Darstellung	69

2.1.2	Bearbeitungsformen – Bemaßung .....	70	2.8.6	Auftragsabwicklung .....	107
2.1.3	Schnittdarstellung .....	71	2.8.7	Handwerker-Software .....	109
	• Schnittebene, Schnittfläche.....	71	2.9	Qualitätsmanagement.....	111
	• Schnittarten.....	72	2.9.1	Entwicklung von Qualitätssicherung und betrieblichem Umweltschutz in jüngster Zeit .....	111
2.1.4	Oberflächenbeschaffenheit .....	73	2.9.2	Qualitätsmanagement (QM) und Qualitätsmanagement-System (QMS) ....	112
	• Oberflächensymbole .....	73	2.10	Zertifizierung.....	115
	• Eintragen der Symbole .....	73	2.10.1	Ablauf einer Zertifizierung .....	116
2.2	Bohren .....	74	2.11	Betriebliches Umweltmanagement .....	117
2.2.1	Säulenbohrmaschinen .....	74	2.11.1	Öko-Controlling .....	117
2.2.2	Arbeitsbewegungen.....	76	2.11.2	Öko-Audit.....	117
2.2.3	Bohrvorgang und Bohrwerkzeuge.....	77	2.11.3	Produktbezogene Ökobilanz und Produktlinienanalyse.....	117
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 – Gewinde- darstellung.....	84			
2.4.3	Gewindebohren .....	86			
2.4.4	Gewindeschneiden.....	87			
2.4.5	Gewindeherstellung mit ortsfester Gewindeschneidemaschine .....	88			
2.4.6	Gewindeherstellung mit Elektrogewindeschneidklippe .....	89			
2.5	Trennen mit Werkzeugmaschinen.....	89	3.1	Technische Informationsquellen .....	121
2.5.1	Sägen mit elektrischen Maschinensägen.....	89	3.1.1	Technische Zeichnungen .....	121
2.5.2	Sägen mit Elektrohandsägen .....	90	3.2	Verbindungen mit Schrauben und Muttern .....	126
2.5.3	Trennen mit Rohrkreissägemaschinen.....	90	3.2.1	Schraubenverbindungen .....	126
2.5.4	Trennen mit dem Winkelschleifer .....	90	3.2.2	Schraubenformen .....	128
2.6	Befestigungstechnik .....	92	3.2.3	Kopfschrauben .....	128
2.6.1	Dübeltechnik .....	92	3.2.4	Gewindearten .....	130
2.6.2	Arten von Dübeln .....	93	3.2.5	Muttern .....	131
2.6.3	Aufhängungen für Rohre und Kanäle .....	94	3.2.6	Festigkeitsklassen .....	132
2.7	Kundenorientierung .....	97	3.2.7	Schraubensicherungen .....	133
2.7.1	Der Kunde als König .....	97	3.2.8	Wirkprinzip am Gewinde .....	133
2.7.2	Ursache der mangelnden Kundenorientierung .....	97	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	Schiebehülsenverbindungen .....	140
			3.4.4	Steckverbindungen .....	140
			3.4.5	Steckverbindungen für Luftkanäle .....	141
			3.5	Vorfertigung mit Rohrlängenberechnung .....	142

3.6 Klebeverbindungen .....	143	4.6 Korrosion und Korrosionsschutzmaßnahmen .....	179
3.7 Lötverbindungen .....	145	4.6.1 Korrosion .....	179
3.7.1 Kapillarlöttechnik.....	145	4.6.2 Chemische Korrosion.....	179
3.7.2 Lötverfahren .....	147	4.6.3 Elektrochemische Korrosion .....	180
3.7.3 Unfallverhütungsvorschriften .....	148	4.6.4 Korrosionsarten .....	181
3.8 Schweißverbindungen.....	149	4.6.5 Korrosionsschutzmaßnahmen.....	185
3.8.1 Gasschmelzschweißen .....	149		
3.8.2 Lichtbogenhandschweißen .....	152		
3.8.3 Schutzgassschweißen .....	154		
3.8.4 Arbeitssicherheit beim Hartlöten und Gasschmelzschweißen .....	156		
3.8.5 Arbeitssicherheit beim Elektro- und Schutzgassschweißen .....	156		
<b>► Arbeitssicherheit am Bau</b>			
3.9 Unfall- und Gesundheitsschutz .....	157	5.1 Wasservorkommen.....	191
3.9.1 Persönliche Schutzausrüstungen .....	157	5.2 Eigenschaften des Wassers.....	193
3.9.2 Arbeitssicherheit bei Leitern und Arbeitsbühnen.....	157	5.2.1 Physikalische Eigenschaften .....	193
<b>■ Lernfeld 4</b>			
<b>Technische Systeme instand halten</b>			
<b>Kundenauftrag: Warten von technischen Betriebsmitteln .....</b> 159			
4.1 Grundlagen der Instandhaltung .....	161	5.3 Druck und Druckbereiche .....	198
4.1.1 Inspektion .....	161	5.4 Druckmessung .....	200
4.1.2 Wartung .....	162	5.5 Strömende Flüssigkeiten und Gase.....	200
4.1.3 Instandsetzung .....	163	5.5.1 Gesetzmäßigkeiten.....	200
4.1.4 Verbesserung.....	163	5.5.2 Druckverluste .....	202
4.1.5 Strategien der Instandhaltung.....	163	5.6 Bemessung der Leitungsanlage für die Trinkwasserinstallation .....	204
4.2 Grundlagen elektrischer Schaltungen ....	164	5.7 Trinkwasser .....	207
4.2.1 Elektrischer Stromkreis.....	164	5.7.1 Anforderungen an Trinkwasser .....	207
4.2.2 Messungen im elektrischen Stromkreis ...	165	5.7.2 Wasseranalyse.....	207
4.2.3 Ohmsches Gesetz .....	166	5.8 Öffentliche Trinkwasserversorgung .....	209
4.2.4 Schaltung von Widerständen.....	167	5.8.1 Trinkwassergewinnung .....	210
4.2.5 Elektrische Leistung und elektrische Arbeit .....	169	5.8.2 Trinkwasseraufbereitung .....	210
4.3 Gefahren des elektrischen Stroms.....	170	5.8.3 Trinkwasserförderung und Trinkwassertransport .....	210
4.3.1 Wirkungen des elektrischen Stroms .....	170	5.8.4 Trinkwasserspeicherung .....	210
4.3.2 Schutzmaßnahmen .....	170	5.8.5 Trinkwasserverteilung .....	210
4.3.3 Allgemeine Sicherheitshinweise .....	171	5.9 Trinkwasser-Installationen .....	210
4.3.4 Arbeiten an elektrischen Anlagen .....	172	5.9.1 Leitungsabschnitte (Verbrauchsleitungen) .....	211
4.4 Grundlagen der Automatisierung .....	174	5.9.2 Werkstoffe für Trinkwasserinstallationen .....	211
4.5 Wartungsmaßnahmen an der Säulenbohrmaschine.....	176	5.9.3 Rohre für Trinkwasserleitungen.....	213
4.5.1 Reinigen .....	176	5.9.4 Anchlussleitungen (erdverlegte Leitungen) .....	213
4.5.2 Schmieren und Ergänzen .....	176	5.9.5 Verlegeregeln für Innenleitungen (Auswahl) .....	214
4.5.3 Auswechseln .....	177	5.10 Wasserzählieranlage .....	216

5.11	Armaturen in Trinkwasserleitungen .....	219	6.2	Einteilung der Abwasserarten .....	250
5.11.1	Rohrleitungsarmaturen.....	219	6.3	Einteilung von Entwässerungsanlagen ...	251
5.11.2	Entnahmearmaturen (Auslaufarmaturen) .....	220	6.4	Leitungsführung von Entwässerungs- leitungen .....	252
5.11.3	Sicherheitsarmaturen .....	220	6.4.1	Grundlagen der Leitungsführung .....	252
5.11.4	Regelarmaturen .....	221	6.4.2	Misch- und Trennsystem .....	252
5.11.5	Filter in Trinkwasserleitungen .....	222	6.4.3	Ablaufstellen .....	252
5.12	Sicherungsmaßnahmen in der Trinkwasserinstallation .....	223	6.4.4	Geruchverschlüsse .....	252
5.12.1	Schutz des Trinkwassers .....	223	6.5	Verlegegrundsätze bei liegenden Abwasserleitungen.....	254
5.12.2	Ursachen für eine Gefährdung durch verändertes Trinkwasser .....	224	6.5.1	Füllungsgrad .....	254
5.12.3	Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen .....	226	6.5.2	Gefälle von liegenden Leitungen .....	254
5.12.4	Sicherungseinrichtungen .....	227	6.5.3	Gefälleberechnung.....	255
5.13	Anlagen zur Trinkwasserbehandlung .....	232	6.5.4	Anschlüsse an liegende Leitungen .....	255
5.13.1	Enthärtungsanlagen .....	232	6.5.5	Aufweitungen in liegenden Leitungen.....	256
5.13.2	Chemikaliendosierung.....	233	6.5.6	Zusätzliche Forderungen bei Grund- und Sammelleitungen.....	256
5.13.3	Physikalische Wasserbehandlung.....	233	6.6	Anschlussleitungen .....	256
5.14	Druckprüfung, Füllen, Spülen, Inbetrieb- nahme, Übergabe und Instandhaltung der Trinkwasseranlage. ....	234	6.6.1	Anschlusswert DU.....	256
5.14.1	Druckprüfung .....	234	6.6.2	Einzelanschlussleitungen .....	257
5.14.2	Füllen und Spülen der Leitungsanlage....	235	6.6.3	Sammelanschlussleitungen .....	257
5.14.3	Inbetriebnahme, Übergabe und Instandhaltung .....	236	6.7	Anschluss an die Fallleitung .....	257
5.15	Inspektion und Wartung von Trinkwasseranlagen.....	236	6.7.1	Anschlusswinkel .....	257
5.16	Pumpen in Trinkwasseranlagen.....	237	6.7.2	Mindesthöhenunterschied .....	257
5.16.1	Kolbenpumpen.....	237	6.7.3	Mehrachanschluss an die Fallleitung.....	258
5.16.2	Kreiselpumpen .....	237	6.8	Schmutzwasserfallleitungen .....	258
5.17	Schall und Schallschutz .....	238	6.8.1	Verlegung von Fallleitungen.....	258
5.17.1	Physikalische Grundlagen.....	238	6.8.2	Verziehung von Fallleitungen.....	259
5.17.2	Schallmessung .....	239	6.8.3	Dimensionierung von Fallleitungen .....	259
5.17.3	Schalldämpfung und Schalldämmung....	240	6.9	Lüftung von Abwasserleitungen.....	260
5.18	Leitungsverlegung .....	242	6.9.1	Verlegung von Lüftungsleitungen .....	260
5.19	Leitungsbefestigungen .....	242	6.9.2	Bemessung der Lüftung von Abwasserleitungen.....	260
5.20	Dämmung von Trinkwasserleitungen.....	244	6.9.3	Belüftungsventile .....	261
			6.10	Sammel- und Grundleitungen .....	262
			6.10.1	Verlegung von Sammel- und Grundleitungen.....	262
			6.10.2	Bemessung von Sammel- und Grundleitungen.....	262
			6.10.3	Dichtheitsprüfung von Grundleitungen .....	262
			6.11	Reinigungsöffnungen.....	263
			6.12	Schutz vor Rückstau.....	263
			6.12.1	Rückstauverschlüsse .....	264
			6.12.3	Einsatzbereiche der unterschiedlichen Absicherungen gegen Rückstau.....	266
			6.13	Abscheideeinrichtungen.....	267
			6.13.1	Einrichtungen zum Abscheiden von Leichtflüssigkeiten .....	267

## **Lernfeld 6** **Entwässerungsanlagen installieren**

### **Kundenauftrag: Installieren einer Entwässerungsanlage .....**

6.1	Öffentliche Abwasserentsorgung.....	249
6.1.1	Kanalnetz.....	249
6.1.2	Kläranlagen .....	249

6.13.2 Einrichtungen zum Abscheiden von Fetten .....	268	7.6.2 Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung .....	313
6.14 Dachentwässerung .....	269	7.6.3 Wärmedämmung von Heizungsleitungen .....	314
6.14.1 Bemessung des Regenwasserabflusses .....	269	7.7 Armaturen und weitere Bauteile .....	316
6.14.2 Flachdachentwässerung .....	271	7.7.1 Absperrarmaturen .....	316
6.14.3 Dachentwässerung mit Rinnen .....	272	7.7.2 Regelarmaturen .....	317
6.14.4 Regenfallrohre .....	275	7.7.3 Verteiler und Sammler .....	320
6.15 Regenwassernutzung .....	277	7.7.4 Hydraulische Weiche .....	320
6.15.1 Beurteilung von Dachablaufwasser .....	277	7.8 Erfassung der Wärmemengen .....	321
6.15.2 Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage .....	278	<b>► Wärmeverbraucher</b>	
6.15.3 Versickerung .....	282	7.9 Anforderungen an Wärmeverbraucher .....	322
6.16 Rohre und Rohrverbindungen .....	283	7.9.1 Wärmeübertragung .....	323
6.16.1 Allgemeine Anforderungen .....	283	7.10 Wärmeübertragung an den Raum .....	324
6.16.2 Stahlrohre .....	283	7.10.1 Wärmeabgabeverhalten der Heizkörper .....	324
6.16.3 Gussrohre .....	284	7.10.2 Anordnung der Heizkörper im Raum .....	325
6.16.4 Kunststoffrohre .....	284	7.11 Heizkörper .....	326
6.16.5 Übergang auf andere Werkstoffe .....	286	7.11.1 Gliederheizkörper .....	326
6.17 Befestigen der Abwasserleitungen .....	286	7.11.2 Plattenheizkörper .....	327
6.18 Brandschutz .....	290	7.11.3 Konvektoren .....	329
6.18.1 Nicht brennbare Rohre .....	290	7.11.4 Sonstige Heizkörper .....	329
6.18.2 Brennbare Rohre .....	290	7.11.5 Auswahlkriterien für Raumheizkörper .....	330
<b>■ Lernfeld 7</b>		7.11.6 Wärmeleistung der Heizkörper .....	330
<b>Wärmeverteilanlagen installieren</b>		7.11.7 Heizkörpermontage .....	333
<b>Kundenauftrag: Wärmeverteilanlage für ein Einfamilienhaus planen .....</b>	293	7.11.8 Regelung der Heizkörper .....	334
<b>► Heizungsanlagen</b>		7.12 Hydraulischer Abgleich von Pumpen-warmwasser-Heizungsanlagen .....	339
7.1 Anforderungen an Heizungsanlagen .....	297	7.13 Flächenheizungen .....	343
7.2 Arten von Heizungsanlagen .....	297	7.13.1 Grundlagen .....	343
7.3 Zentralheizungen .....	297	7.13.2 Fußbodenheizung .....	344
7.3.1 Warmwasserheizungen .....	298	<b>► Korrosion in Wärmeverteilanlagen</b>	
7.4 Fern- und Nahwärmeversorgung .....	301	7.14 Korrosion bei Heizwasserleitungen .....	350
7.4.1 Wärmeträger und Verteilungsnetz .....	301	7.14.1 Sauerstoffkorrosion .....	350
7.4.2 Hausstation .....	302	7.14.2 Korrosion von Metall unter Dämmstoffen .....	350
7.5 Heizungsumwälzpumpen .....	304	7.15 Korrosion bei Wärmeverbrauchern .....	351
7.5.1 Bauarten .....	304	7.15.1 Wand- und Fußbodenheizung .....	351
7.5.2 Pumpen- und Rohrnetzkennlinie .....	306	7.16 Maßnahmen und Einrichtungen zum Korrosionsschutz in Heizungsanlagen .....	351
7.5.3 Leistungsbedarf und Wirkungsgrad der Pumpe .....	307	7.16.1 Planerische Maßnahmen .....	352
7.5.4 Leistungsregelung der Umwälzpumpen .....	308	7.16.2 Entlüftungs- und Entgasungseinrichtungen .....	352
7.5.6 Druckverhältnisse in geschlossenen Pumpenwarmwasserheizungen .....	310	7.16.3 Sauerstoffreduktion durch Magnesium-Anoden .....	354
7.6 Rohrleitungen .....	312	7.17 Lecksuche bei Korrosionsschäden .....	355
7.6.1 Rohre für Heizungsleitungen .....	312	7.18 Berechnung der Heizlast .....	355

<b>Lernfeld 8</b>	
<b>Sanitärräume ausstatten</b>	
<b>Kundenauftrag: Badplanung</b> .....	361
8.1 Ausstattung von Sanitärräumen .....	365
8.1.1 Grundausstattung von Bad und WC .....	365
8.1.2 Planungshinweise für Bad und WC .....	365
8.1.3 Fliesengerechte Installation.....	368
8.2 Werkstoffe für Bad und WC.....	368
8.3 Abdichtungen in Sanitärräumen.....	369
8.4 Vorwandinstallation.....	371
8.4.1 Installationselemente .....	372
8.4.2 Installationssysteme .....	372
8.5 Badewannen-Anlagen .....	373
8.5.1 Badewannenarten .....	373
8.5.2 Auslauf-, Ab- und Überlaufarmaturen .....	374
8.5.3 Montagemaße.....	375
8.6 Duschwannen-Anlagen .....	375
8.6.1 Duschwannen und -abtrennungen .....	375
8.6.2 Duscharmaturen.....	376
8.6.3 Ab- und Überlaufarmaturen.....	378
8.6.4 Montagemaße .....	378
8.7 Einbau von Wannen .....	378
8.8 Waschanlagen.....	379
8.8.1 Einzelwaschanlagen.....	379
8.8.2 Sitzwaschbecken (Bidet).....	383
8.9 Strahlformer .....	384
8.10 Klosettanlagen .....	385
8.10.1 Bauarten von Klosettbecken mit Wasserspülung .....	385
8.10.2 Spüleinrichtungen .....	387
8.11 Urinalanlagen .....	389
8.12 Elektrische Schutzbereiche in Räumen mit Badewanne oder Dusche .....	392
<b>Lernfeld 9</b>	
<b>Trinkwassererwärmungsanlagen installieren</b>	
<b>Kundenauftrag: Installieren von Anlagen zur Trinkwassererwärmung</b> .....	397
9.1 Verwendungszweck und Bedarf.....	399
9.2 Aufgabe der Trinkwassererwärmungs-anlagen (TEA) .....	399
9.3 Energiebedarf zur Trinkwassererwärmung..	400
9.3.1 Wärme und Temperatur .....	400
9.3.2 Wärmeinhalt und Wärmeleistung .....	400
9.4 Einteilung der Trinkwassererwärmungs-anlagen (TEA) .....	400
9.5 Trinkwassererwärmer (TE) .....	401
9.5.1 Bauarten.....	401
9.5.2 Funktion.....	402
9.5.3 Beheizungsart .....	402
9.5.4 Einteilung der TE nach der Anlagengröße zwecks Absicherung.....	402
9.5.5 Anschluss von Trinkwassererwärmern....	403
9.5.6 Einteilung der TE nach der Anlagen-größe zur Minderung des Legionellen-wachstums.....	403
9.5.7 Sicherheitsarmaturen an Trinkwasser-erwärmern .....	403
9.6 Gasbeheizte TE .....	405
9.7 Zirkulationsleitungen .....	406
9.8 Dämmung von kalt- und warmgehenden Trinkwasserleitungen .....	406
9.9 Wärmeübertragung und Wärmeleistung ..	407
9.9.1 Wärmeübertragung .....	407
9.9.2 Wärmeleistung .....	407
▶ <b>Solarthermische Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung</b>	
9.10 Grundlagen der Solartechnik.....	409
9.10.1 Sonneneinstrahlung.....	409
9.10.2 Solare Deckungsanteile.....	409
9.10.3 Bestandteile des Solarkreissystems .....	410
9.11 Sonnenkollektoren.....	410
9.11.1 Sonnenkollektor-Bauarten.....	411
9.11.2 Leistungsmerkmale .....	412
9.12 Solarkreissysteme .....	414
9.12.1 Sicherheitstechnische Ausrüstung von Solarkreissystemen .....	415
9.13 Solarwärmespeicher .....	416
9.14 Solare Anlagensysteme.....	417
9.14.1 Solare Anlage zur Trinkwassererwärmung (Einzelanlage) .....	417
9.14.2 Zweispeicheranlage .....	418
9.14.3 Einspeicheranlage mit Kombispeicher....	418
▶ <b>Steuerung und Regelung in Anlagen zur Trinkwassererwärmung</b>	
9.15 Steuerung und Regelung der Temperatur bei Durchfluss-Wassererwärmern .....	420

9.16	Steuerung und Regelung bei Speicher-Wassererwärmern .....	422
------	---	-----

## **Lernfeld 10**

### **Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren**

<b>Kundenauftrag: Installieren einer Gas-Brennstoffversorgungsanlage .....</b> 425		
10.1	Gasförmige Brennstoffe.....	427
10.2	Kennwerte von Brennstoffen .....	430
10.2.1	Wärmewerte .....	430
10.2.2	Verbrennungskennwerte.....	432
10.2.3	Verbrennung der Brennstoffe.....	433
10.2.4	Abgase als Qualitätsmesser der Verbrennung .....	434
10.2.5	Emissionen.....	435
10.3	Installation von Gasleitungsanlagen .....	438
10.3.1	Gasleitungsanlagen in Gebäuden und Grundstücken nach TRGI 2018 .....	438
10.3.2	Schutz gegen Manipulationen an Gasleitungsanlagen .....	443
10.4	Prüfen von Gasleitungsanlagen.....	447
10.5	Inbetriebnahme der Gasleitungsanlage... ..	448
10.6	Arbeiten an gasführenden Leitungen .....	449
10.7	Gasheizgeräte .....	451
10.7.1	Umlaufwasserheizer (UWH) .....	451
10.7.2	Kombiheizer .....	451
10.8	Gasbrennwertgerät .....	453
10.8.1	Einsatzbereich.....	453
10.8.2	Technische Grundlagen.....	453
10.8.3	Aufbau und Funktion .....	454
10.8.4	Bauarten von Brennwertgeräten .....	454
10.8.5	Energetische Betrachtung.....	455
10.8.6	Ableitung des Kondenswassers .....	455
10.8.7	Abgasführung bei Brennwertgeräten .....	456
10.9	Gasbrenner .....	457
10.9.1	Niedrig-vormischende Injektionsbrenner.....	458
10.9.2	Hoch-vormischende Injektionsbrenner ..	458
10.9.3	Gebläse-Vormischbrenner .....	458
10.9.4	Gasbrenner mit Gebläse – Gasgebläsebrenner .....	459
10.9.5	Bauteile der Gasbrenner.....	460
10.9.6	Zündeinrichtung.....	460
10.9.7	Flammenüberwachung.....	460
10.9.8	Gasregelstrecke.....	461

10.10	Abgasanlagen .....	461
10.10.1	Abgasleitungen .....	462
10.10.2	Schornsteine .....	462
10.10.3	Belegung von Abgasanlagen .....	464
10.10.4	Weitere Bauteile in und an Abgasanlagen .....	465
10.10.5	Abgasanlagen für Gasgeräte.....	467

10.11	Aufstellen der Feuerstätten .....	469
10.11.1	Aufstellen raumluftabhängiger Feuerstätten .....	469
10.11.2	Aufstellräume – Gasgeräte Art A.....	469
10.11.3	Aufstellräume – Gasgeräte Art B .....	469
10.12	Klimaneutrale Gase .....	472

## **Lernfeld 11**

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

<b>Kundenauftrag: Installieren eines Heizöl-Brennwertgerätes .....</b> 475		
11.1	Brennstoffe und deren Eigenschaften.....	477
11.1.1	Feste Brennstoffe .....	477
11.1.2	Flüssige Brennstoffe.....	478
11.2	Lagerung von Brennstoffen .....	480
11.2.1	Lagerung von festen Brennstoffen .....	480
11.2.2	Lagerung von Heizöl.....	481
11.2.3	Ort der Lagerung.....	481
11.2.4	Lagerbehälter und Werkstoffe .....	481
11.2.5	Alterung von Heizöl .....	481
11.2.6	Sicherheitstechnische Ausrüstung der Öllageranlage .....	482
11.2.7	Verhalten in Schadensfällen.....	483
11.3	Leitungsanlagen für flüssige Brennstoffe.. ..	483
11.3.1	Anschlussleitungen für Heizöl EL.....	483
11.4	Arten der Wärmeerzeuger .....	485
11.4.1	Niedertemperaturkessel (NT-Kessel) .....	485
11.4.2	Öl-Brennwertkessel .....	487
11.4.3	Energieeffizienz-Kenzeichnung für Heizkessel .....	487
11.5	Feuerungstechnik – Brennertechnik.....	488
11.5.1	Allgemeine Anforderungen an Brenner ..	488
11.5.2	Brenner für Heizöl EL .....	488
11.5.3	Verdampfungsbrenner.....	488
11.5.5	Öldüse.....	490
11.6	Abgasmessungen .....	491
11.7	Wirkungsgrade von Kesseln .....	494

11.7.1	Geräte- und Kesselwirkungsgrad.....	494	12.3.4	Energieeinsparpotenzial.....	518
11.7.2	Der Nutzungsgrad.....	495	12.3.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	519
11.8	Verminderung der Lärmemission bei Feuerungsanlagen .....	496	12.3.6	Emissionsbilanz .....	520
11.9	Festbrennstoffkessel .....	497	12.4	Maßnahmenplan .....	520
11.9.1	Verbrennungsablauf.....	497	12.4.1	Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG).....	520
11.9.2	Holzheizkessel.....	498	12.4.2	Dämmung der Kellerdecke.....	521
11.9.3	Heizwasser-Pufferspeicher.....	500	12.4.3	Dämmung der Außenwand.....	521
11.10	Sicherheitstechnik .....	502	12.4.4	Dachdämmung .....	522
11.10.1	Sicherheitstechnische Einrichtungen für Warmwasserheizungen .....	502	12.4.5	Heizungsmodernisierung mittels Öl-Brennwertkessel .....	522
11.10.2	Einrichtungen für offene Heizungsanlagen nach DIN EN 12 828.....	502	12.4.6	Solaranlage .....	523
11.10.3	Einrichtungen für geschlossene Anlagen nach DIN EN 12 828 .....	503	12.4.7	Wärmebrücken und Lüftungswärmeverluste.....	523
11.10.4	Sicherheitseinrichtungen gegen Temperaturüberschreitung.....	503	12.5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse .....	525
11.10.5	Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung.....	503	12.6	Wärmepumpen .....	526
11.10.6	Sicherheitseinrichtung gegen Wassermangel.....	504	12.6.1	Funktionsprinzip einer Kompressions-Wärmepumpe .....	526
11.10.7	Volumen-Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung.....	505	12.6.2	Funktionsprinzip einer Absorptions-Wärmepumpe .....	527
11.10.8	Einrichtungen zum Ausgleich der Wasservolumenänderungen – tiefliegende, geschlossene Ausdehnungsgefäße .....	506	12.6.3	Wärmequellen für Wärmepumpen .....	528
11.10.9	Temperaturregel- und -begrenzungseinrichtungen für Wärmeerzeuger mit festen Brennstoffen .....	510	12.6.4	Einteilung der Wärmepumpen .....	531
			12.6.5	Beurteilungskriterien .....	532
			12.6.6	Einsatzbedingungen und Entwicklungstendenzen .....	534
			12.7	Heizen mit elektrischer Energie .....	535
			12.7.1	Niedertarif-Speicherheizungen .....	536
			12.7.2	Direktheizungen .....	537
			12.8	Brennstoffzelle und Brennstoffzellen-BHKW .....	538
			12.9	Blockheizkraftwerke (BHKW) .....	541
			12.9.1	Brennstoffe, Bauarten und Bauteile .....	542
			12.9.2	Klein-BHKWs und BHKW-Anlagen .....	544
			12.9.3	Beurteilungskriterien und Entwicklungstendenzen .....	544
			12.10	Überlegungen zur Auswahl einer klimaschonenden Heizungsanlage .....	545
			12.11	Beispiele für das Integrieren von ressourcenschonenden Anlagen .....	548
			12.11.1	Kombinierte Heizungsanlage mit Wärmepumpe, Festbrennstofffeuerung und Gasbrenner .....	548
			12.11.2	Kombinierte Heizungsanlage mit Solaranlage, Holzfeuerung und Öl- oder Gaskessel .....	549
			12.11.3	Kombinierte Heizungsanlage mit Holzschnitzelfeuerung, Brennwertkessel und Blockheizkraftwerken .....	550
			12.11.4	Kombinierte Solar- und Nahwärmeanlage	551

## **Lernfeld 12**

### **Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren**

	<b>Kundenauftrag: Integrieren ressourcenschonender Anlagen.....</b>	513
12.1	Energie- und Umweltberatung.....	515
12.2	Ist-Zustand.....	516
12.2.1	Allgemeine Gebäudedaten (Tab. 1).....	516
12.2.2	Analyse der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage.....	516
12.2.3	Gebäudeanalyse.....	517
12.3	Ergebnisse der Berechnungen .....	517
12.3.1	Zusammenfassung der rechnerischen Ergebnisse .....	518
12.3.2	Energieeffizienzklasse .....	518
12.3.3	Energieverluste und Energiebilanz des Ist-Zustandes.....	518

## **Lernfeld 13**

### **Raumluftechnische Anlagen installieren**

<b>Kundenauftrag: Ausstatten eines Einfamilienhauses mit einer kontrollierten Wohnungslüftung</b> .....	553
13.1    Einteilung der Lufttechnik.....	555
13.2    Aufgaben der Raumlufttechnik .....	555
13.3    Einflussgrößen auf die Behaglichkeit.....	556
13.3.1    Physikalische Einflussgrößen.....	556
13.3.2    Chemische Einflussgrößen .....	559
13.3.3    Das „Sick-Building-Syndrom“ (SBS) .....	560
13.4    Außenluftvolumenstrom.....	561
13.5    Ventilatoren.....	562
13.5.1    Radialventilatoren .....	563
13.5.2    Axialventilatoren .....	563
13.5.3    Querstromventilatoren .....	564
13.5.4    Regelung der Ventilatoren .....	564
13.6    Luftfilter .....	564
13.6.1    Faserfilter.....	565
13.6.2    Elektrofilter .....	566
13.6.3    Aktivkohlefilter (Gasadsorptionsfilter).....	566
13.6.4    Kenndaten der Filter .....	567
13.7    Luftleitungen und Luftleitungszubehör ...	567
13.8    Luftdurchlässe und Luftführung im Raum ..	568
13.8.1    Luftdurchlässe .....	568
13.8.2    Luftführung im Raum.....	570
13.9    Luftheritzer .....	571
13.10    Luftkühler.....	572
13.11    Luftbefeuchter.....	572
13.11.1    Verdunstungsbefeuchter.....	572
13.11.2    Zerstäubungsbefeuchter.....	573
13.11.3    Dampfbefeuchter .....	574
13.12    Luftentfeuchter .....	574
13.13    Wärmerückgewinnungssysteme (WRGS) ..	575
13.13.1    Rekuperatoren .....	575
13.13.2    Regeneratoren .....	575
13.13.3    Wärmepumpen .....	578
<b>► Anlagen zur Raumlüftung und Klimatisierung</b>	
13.14    Freie Lüftungssysteme.....	579
13.15    Raumluftechnische Anlagen .....	580
13.15.1    Abluftanlagen (Entlüftungsanlagen).....	580

13.15.2    Belüftungsanlagen .....	582
13.15.3    Kombinierte Be- und Entlüftungsanlagen ..	582
13.15.4    Luftheizungsanlagen .....	583
13.15.5    Klimaanlagen .....	583
13.15.6    Klimaanlagen mit Kühldecken.....	587
13.15.7    Raumklimageräte .....	588
13.15.8    Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL) .....	591
13.16    Brandschutz .....	599
13.17    Brandschutz in der Raumlufttechnik .....	601
13.17.1    Ausbreitung von Feuer und Rauch .....	602
13.17.2    Lüftungsleitungen mit definiertem Feuerwiderstand.....	602
13.17.3    Brandschutz in Lüftungsanlagen für innen liegende Bäder, Toiletten und Wohnungsküchen nach DIN 18 017-3 .....	604
13.17.4    Rauch- und Wärmeabzugs-Anlagen (RWA).....	606
13.18    Schallschutzmaßnahmen in RLT-Anlagen.....	608

## **Lernfeld 14**

### **Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren**

<b>Kundenauftrag: Planen und Einstellen einer Heizungsregelung</b> .....	611
14.1    Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten.....	613
14.2    Elektrische Hausinstallation .....	613
14.3    Schutzzpotenzialausgleich.....	613
14.3.1    Stromkreise, Sicherungen und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung .....	614
14.3.2    Sicherheitsregeln beim Arbeiten an elektrischen Anlagen .....	616
14.4    Leitungsverlegung .....	617
14.4.1    Regeln für die Leitungsverlegung .....	619
14.4.2    Anschließen der Leitungen .....	620
14.4.3    Verdrahten von Komponenten.....	621
14.5    Steuern und Regeln .....	624
14.5.1    Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung .....	624
14.5.2    Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung .....	626
14.5.4    Regeleinrichtungen .....	627
14.6    Steuerung und Regelung bei der Wärmeerzeugung .....	627

14.6.1	Außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung .....	627	15.5	Abnahme, Übergabe und Instandhaltung von raumluftechnischen Anlagen.....	663
14.6.2	Einfluss des Brenners auf die Regelung .....	630	15.5.1	Abnahme .....	663
14.6.3	Zeitschaltuhr und Schaltautomatik .....	630	15.5.2	Übergabe .....	663
14.7	Temperaturmessverfahren, Steuerung und Regelung der Wärmeverteilung .....	631	15.5.3	Instandhaltung .....	664
14.7.1	Temperaturmessverfahren.....	631			
14.7.2	Steuerung und Regelung von Heizkreisen .....	633			
14.7.3	Steuerung und Regelung von Pumpen....	635	<b>Basisunterlagen für Kundenaufträge .....</b>	666	
14.7.4	Regelarmaturen in Heizungsanlagen .....	637	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	672	
14.7.5	Regelung thermischer Solaranlagen.....	639	<b>Bildquellenverzeichnis .....</b>	690	
14.7.6	Raum-Temperaturregelung .....	641			
14.7.7	Einzelraumregelung von Fußbodenheizungen.....	642			
14.8	Gebäudeleittechnik .....	644			
14.9	Smart Home.....	646			

## **Lernfeld 15**

### **Versorgungstechnische Anlagen instand halten**

	<b>Kundenauftrag: Überprüfung und Wartung einer Gasanlage und der Warmwasser-versorgung .....</b>	649
15.1	Grundlagen .....	651
15.1.1	Instandhaltung .....	651
15.2	Instandhaltung von Wärmeerzeugern ....	652
15.2.1	Wartung eines wandhängenden Gas-Brennwertgerätes.....	652
15.2.2	Instandsetzung von Heizölbrennern.....	654
15.2.3	Wartung von thermischen Solaranlagen ..	656
15.3	Übergabe und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen.....	657
15.3.1	Hauptabsperrarmatur .....	657
15.3.2	Wasserzähler .....	657
15.3.3	Rückflussverhinderer.....	657
15.3.4	Rohrtrenner.....	658
15.3.5	Anlagen zur Trinkwasser-Behandlung .....	658
15.3.6	Druckminderer .....	659
15.3.7	Sicherungseinrichtungen .....	659
15.3.8	Trinkwassererwärmer .....	659
15.4	Übergabe und Instandhaltung von Entwässerungsanlagen .....	661
15.4.1	Gefahren bei Arbeiten an Entwässerungs-anlagen.....	661
15.4.2	Inspektion und Wartung von sanitär-technischen Anlagen in Gebäuden und Grundstücken .....	661