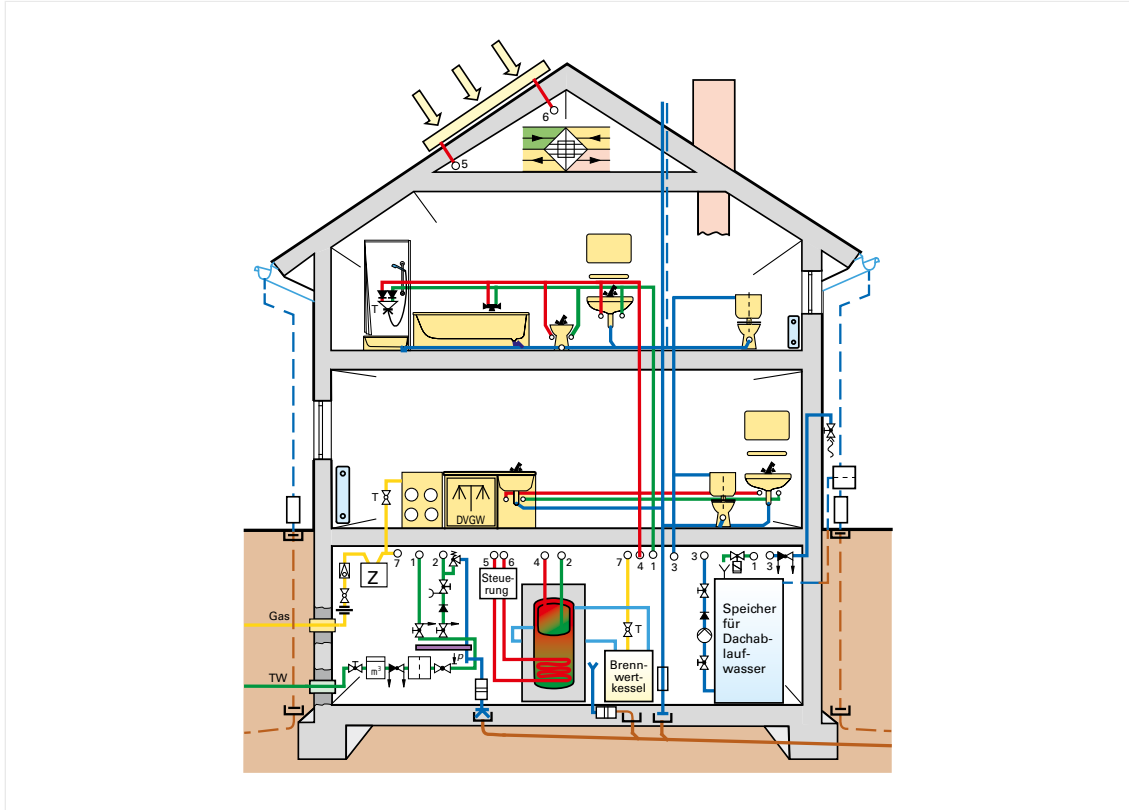


# Lernfelder

## Leitprojekt



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen |  | 9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren                               |  |
| 2 Bauelemente mit Maschinen fertigen                |  | 10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren         |  |
| 3 Baugruppen herstellen und montieren               |  | 11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren |  |
| 4 Technische Systeme instandhalten                  |  | 12 Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren                |  |
| 5 Trinkwasseranlagen installieren                   |  | 13 Raumlufttechnische Anlagen installieren                                |  |
| 6 Entwässerungsanlagen installieren                 |  | 14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren    |  |
| 7 Wärmeverteileranlagen installieren                |  | 15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten                           |  |
| 8 Sanitärräume ausstatten                           |  | K Kundenaufträge und Aufgaben   |  |

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen</b>	
<b>1.1</b>	<b>Abwicklung eines Kundenauftrags</b>	13
1.1.1	Lösung des Kundenauftrags	15
1.1.2	Blechbauteil Rinne	17
1.1.3	Rohrkonsole	19
<b>1.2</b>	<b>Werkstofftechnik</b>	21
1.2.1	Einteilung der Werkstoffe	21
1.2.2	Werkstoffeigenschaften	22
1.2.3	Innerer Aufbau der Metalle, Eigenschaften	26
1.2.4	Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	27
1.2.5	Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	31
1.2.6	Eisen-Gusswerkstoffe	33
1.2.7	Handelsformen der Stähle	34
1.2.8	Bausteine	36
1.2.9	Kunststoffe	37
<b>1.3</b>	<b>Fertigungstechnik</b>	40
1.3.1	Prüfen	40
1.3.2	Trennen	44
1.3.3	Umformen	48
1.3.4	Fügen	53
1.3.5	Arbeitssicherheit	68
<b>1.4</b>	<b>Arbeitsplanung</b>	72
1.4.1	Zeichnungsnormen	72
1.4.2	Projektionen und räumliche Darstellungen	80
<b>1.5</b>	<b>Technische Berechnungen</b>	86
1.5.1	Lösungsweg technischer Berechnungen	86
1.5.2	Dreisatz- und Prozentrechnen	90
1.5.3	Längen	92
1.5.4	Flächen	97
1.5.5	Volumenberechnung	102
1.5.6	Masse und Dichte	105
1.5.7	Kraft und Gewichtskraft	106
1.5.8	Hebel und Drehmoment	107
1.5.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	108
1.5.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	109
<b>2</b>	<b>Bauelemente mit Maschinen fertigen</b>	
<b>2.1</b>	<b>Aufgaben zum Kundenauftrag</b>	113
2.1.1	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken	114
2.1.2	Stahlrohre	115

2.1.3	Kupferrohre	118
2.1.4	Kunststoffrohre	119
2.1.5	Metallverbundrohre	119
2.1.6	Informationsmaterial	120
<b>2.2</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	121
<b>2.3</b>	<b>Lernsituationen</b>	123
<b>2.4</b>	<b>Bearbeiten von Kundenaufträgen</b>	124
2.4.1	Betriebliches Leistungsangebot	124
2.4.2	Waren- und Dienstleistungsangebot	125
<b>2.5</b>	<b>Auftragsbeschaffung</b>	126
2.5.1	Betriebskultur	126
2.5.2	Betriebsdarstellung	128
<b>2.6</b>	<b>Angebot</b>	129
2.6.1	Kundenbedürfnisse	129
2.6.2	Kostenrechnen zur Angebotserstellung	131
2.6.3	Angebotsdarstellung	133
<b>2.7</b>	<b>Auftragsplanung</b>	134
2.7.1	Betriebliche Organisation	134
2.7.2	Auftragsbearbeitung	135
<b>2.8</b>	<b>Ausführung und Übergabe</b>	135
2.8.1	Qualität der Handwerkerleistung	135
2.8.2	Auftragsausführung	137
2.8.3	Abnahme und Übergabe	137
2.8.4	Abrechnung und Nachkalkulation	138
2.8.5	Kundenservice und Kundenbetreuung	139
<b>2.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrages</b>	142
<b>3</b>	<b>Baugruppen herstellen und montieren</b>	
<b>3.1</b>	<b>Abwicklung des Kundenauftrages</b>	146
<b>3.2</b>	<b>Aufgaben zum Kundenauftrag</b>	147
<b>3.3</b>	<b>Informationsmaterial</b>	147
3.3.1	Installationssysteme	147
3.3.2	Beispiel eines Vorwandsystems	148
3.3.3	Urinalsteuerungen	150
<b>3.4</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	151
<b>3.5</b>	<b>Lernsituation 1</b>	154
<b>3.6</b>	<b>Lernsituation 2</b>	154
<b>3.7</b>	<b>Bauzeichnungen</b>	155
<b>3.8</b>	<b>Darstellung von SHK-Bauteilen und SHK-Anlagen</b>	158
3.8.1	Schemazeichnungen	158
3.8.2	Montageskizzen	161
<b>4</b>	<b>Technische Systeme instandhalten</b>	
<b>4.1</b>	<b>Grundbegriffe der Instandhaltung</b>	167
<b>4.2</b>	<b>Inspektions- und Wartungsplan</b>	168

4.2.1	Trinkwasserinstallation . . . . .	168	5.1.2	Physikalische und chemische Eigenschaften . . . . .	259
4.2.2	Abwasserinstallation. . . . .	168	5.1.3	Trinkwassergewinnung und -verteilung . . . . .	263
<b>4.3</b>	<b>Inspektion, Wartung und Instandsetzung haustechnischer Systeme . . . . .</b>	<b>169</b>	5.1.4	Anforderungen an Trinkwasser . . . . .	266
4.3.1	Rückflussverhinderer in Rohrleitungen . . . . .	169	<b>5.2</b>	<b>Trinkwasseranlagen. . . . .</b>	<b>267</b>
4.3.2	Nicht rückspülbarer Filter . . . . .	169	5.2.1	Verbrauchsleitungen . . . . .	267
4.3.3	Rückspülbarer Filter . . . . .	171	5.2.2	Leitungsverlegung . . . . .	270
4.3.4	Druckminderer . . . . .	171	5.2.3	Dämmung von Kaltwasserleitungen . . . . .	270
<b>4.4</b>	<b>Einsatz und Wartung elektrischer Betriebsmittel . . . . .</b>	<b>172</b>	5.2.4	Korrosion . . . . .	271
4.4.1	Speisepunkt . . . . .	173	5.2.5	Schallschutz . . . . .	276
4.4.2	Leitungsroller . . . . .	174	5.2.6	Brandschutz . . . . .	279
4.4.3	Handleuchten . . . . .	174	5.2.7	Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen . . . . .	282
4.4.4	Handgeführte Elektrowerkzeuge. . . . .	174	5.2.8	Sicherungsarmaturen . . . . .	286
4.4.5	Instandsetzung, Wartung, Prüfung . . . . .	174	5.2.9	Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen . . . . .	289
<b>4.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags. . . . .</b>	<b>176</b>	<b>5.3</b>	<b>Behandlung von Trinkwasser. . . . .</b>	<b>291</b>
<b>4.6</b>	<b>Lernsituation. . . . .</b>	<b>177</b>	5.3.1	Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser . . . . .	291
<b>4.7</b>	<b>Elektrotechnik . . . . .</b>	<b>178</b>	5.3.2	Härtestabilisierung . . . . .	292
4.7.1	Dreiphasenwechselfspannungs- Erzeugung . . . . .	179	5.3.3	Enthärtung. . . . .	294
4.7.2	Dreiphasenwechselfspannungs- Verteilung und Transformation . . . . .	180	5.3.4	Entsalzung. . . . .	295
4.7.3	Drehstrom-Systeme . . . . .	181	<b>5.4</b>	<b>Pumpen in der Wasserversorgung</b>	<b>296</b>
4.7.4	Hausanschluss . . . . .	183	5.4.1	Pumpenarten . . . . .	296
4.7.5	Schutz elektrischer Leitungen und Geräte . . . . .	186	5.4.2	Betriebsverhalten von Pumpen . . . . .	298
4.7.6	Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom . . . . .	190	<b>5.5</b>	<b>Darstellung von Trinkwasseranlagen. . . . .</b>	<b>299</b>
4.7.7	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen . . . . .	193	5.5.1	Teilzeichnung. . . . .	299
4.7.8	Isolierte Leitungen und Kabel. . . . .	194	5.5.2	Leitungsschema und Strangschemata . . . . .	300
4.7.9	Verlegearten von Leitungen und Kabeln . . . . .	200	<b>5.6</b>	<b>Berechnungen bei Trinkwasseranlagen. . . . .</b>	<b>302</b>
4.7.10	Elektroinstallation im Wohnbereich . . . . .	216	5.6.1	Druck in Flüssigkeiten. . . . .	302
4.7.11	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche . . . . .	219	5.6.2	Volumenstrom, Fließ- geschwindigkeit, Rohrweite . . . . .	305
4.7.12	Prüfen von elektrischen Anlagen . . . . .	223	5.6.3	Druckverluste in Wasserleitungen . . . . .	306
4.7.13	Schaltungsunterlagen . . . . .	229	5.6.4	Pumpenberechnungen . . . . .	307
4.7.14	Installationsschaltungen . . . . .	235	<b>5.7</b>	<b>Lernsituationen zur Trinkwasserinstallation. . . . .</b>	<b>309</b>
4.7.15	Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen . . . . .	240	5.7.1	Kundenauftrag: Wasserzähleranlage mit Verteilung . . . . .	309
4.7.16	Messungen an elektrischen Bauteilen . . . . .	245	5.7.2	Lernsituationen . . . . .	311
4.7.17	Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten . . . . .	251	<b>6 Entwässerungsanlagen installieren</b>		
<b>5 Trinkwasseranlagen installieren</b>			<b>6.1</b>	<b>Abwasserentsorgung . . . . .</b>	<b>313</b>
<b>5.1</b>	<b>Trinkwasser. . . . .</b>	<b>257</b>	6.1.1	Öffentliche Abwasserentsorgung . . . . .	314
5.1.1	Kreislauf des Wassers . . . . .	258	6.1.2	Private Abwasserentsorgung . . . . .	315
			6.1.3	Gesetzliche Grundlagen der Abwasserentsorgung . . . . .	316
			<b>6.2</b>	<b>Entwässerungsanlagen. . . . .</b>	<b>316</b>
			6.2.1	Leitungsabschnitte . . . . .	317

6.2.2	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken bei Abwasserleitungen . . . . .	317	<b>6.12</b>	<b>Lernsituationen</b> . . . . .	368
6.2.3	Verlegen von Abwasserleitungen . . . . .	323	6.12.1	Bearbeitung des Kundenauftrages . . . . .	368
6.2.4	Befestigung von Abwasserleitungen . . . . .	332	6.12.2	Lernsituationen, Beispiele . . . . .	373
6.2.5	Ablaufstellen . . . . .	333	<b>7 Wärmeverteileranlagen installieren</b>		
<b>6.3</b>	<b>Rückhalten schädlicher Stoffe</b> . . . . .	334	<b>7.1</b>	<b>Energie – Wärme – Temperatur</b> . . . . .	375
6.3.1	Sand- und Schlammfänge . . . . .	335	<b>7.2</b>	<b>Temperaturmessung</b> . . . . .	378
6.3.2	Fettabscheider . . . . .	335	<b>7.3</b>	<b>Thermische Ausdehnung</b> . . . . .	379
6.3.3	Leichtflüssigkeitsabscheider . . . . .	336	7.3.1	Längenausdehnung . . . . .	380
6.3.4	Stärkeabscheider . . . . .	337	7.3.2	Volumenänderung . . . . .	381
6.3.5	Neutralisationsanlagen . . . . .	338	7.3.3	Volumenänderung bei Wasser . . . . .	382
<b>6.4</b>	<b>Schutz gegen Rückstau</b> . . . . .	339	7.3.4	Volumenänderung bei Gasen . . . . .	383
6.4.1	Hebeanlagen . . . . .	339	<b>7.4</b>	<b>Wärmemenge</b> . . . . .	383
6.4.2	Rückstauverschlüsse . . . . .	340	7.4.1	Wärmemenge bei Temperaturänderung . . . . .	383
6.4.3	Rückstaupumpenanlagen . . . . .	343	7.4.2	Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes . . . . .	384
<b>6.5</b>	<b>Darstellung von Entwässerungsanlagen</b> . . . . .	343	<b>7.5</b>	<b>Wärmeleistung</b> . . . . .	385
6.5.1	Sinnbilder, Leitungsarten . . . . .	344	<b>7.6</b>	<b>Wärmeübertragung</b> . . . . .	386
6.5.2	Zeichnungsarten . . . . .	345	<b>7.7</b>	<b>Wärmeverteilungssysteme</b> . . . . .	389
<b>6.6</b>	<b>Dachentwässerung, Dachrinnen</b> . . . . .	347	7.7.1	Obere Verteilung . . . . .	390
6.6.1	Ablaufverhalten des Regenwassers . . . . .	347	7.7.2	Untere Verteilung . . . . .	390
6.6.2	Dacharten . . . . .	347	7.7.3	Zweirohrheizung . . . . .	390
6.6.3	Bezeichnung der Dachteile . . . . .	348	7.7.4	Einrohrheizung . . . . .	391
6.6.4	Werkstoffe zur Ableitung des Niederschlagswassers . . . . .	348	7.7.5	Stockwerks- und Etagenheizungen . . . . .	392
6.6.5	Dachrinnen . . . . .	350	7.7.6	Rohrarten . . . . .	392
<b>6.7</b>	<b>Regenfallrohre</b> . . . . .	352	<b>7.8</b>	<b>Heizungspumpen</b> . . . . .	394
6.7.1	Regenfallrohre mit Teilfüllung . . . . .	352	7.8.1	Pumpenwasserheizung . . . . .	394
6.7.2	Dachentwässerung mit Druckströmung . . . . .	354	7.8.2	Pumpenbauart und Funktion . . . . .	394
<b>6.8</b>	<b>Nutzung von Dachablaufwasser</b> . . . . .	354	7.8.3	Montage der Heizungspumpe . . . . .	395
<b>6.9</b>	<b>Verwahrungen</b> . . . . .	356	7.8.4	Pumpenauswahl . . . . .	396
6.9.1	Kehlblöcke . . . . .	356	7.8.5	Regelbare Heizungspumpen . . . . .	397
6.9.2	Mauer- und Gesimsabdeckungen . . . . .	357	<b>7.9</b>	<b>Heizflächen</b> . . . . .	399
6.9.3	Ortgangbleche, Dachrandabschlüsse . . . . .	357	7.9.1	Heizkörperanordnung . . . . .	399
6.9.4	Maueranschlüsse . . . . .	357	7.9.2	Heizkörperarten . . . . .	400
6.9.5	Einfassen von Schornsteinen und Gauben . . . . .	358	7.9.3	Flächenheizung . . . . .	404
<b>6.10</b>	<b>Arbeitssicherheit</b> . . . . .	358	<b>7.10</b>	<b>Heizungsarmaturen</b> . . . . .	409
6.10.1	UVV bei Dacharbeiten . . . . .	358	7.10.1	Absperr- und Regelarmaturen in Rohrleitungen . . . . .	410
6.10.2	UVV bei Arbeiten in Gräben . . . . .	359	7.10.2	Armaturen an Heizkörpern . . . . .	413
<b>6.11</b>	<b>Berechnungen bei Entwässerungsanlagen</b> . . . . .	360	7.10.3	Heizungsverteiler und Sammler . . . . .	415
6.11.1	Gefälle . . . . .	360	<b>7.11</b>	<b>Montage der Heizungsanlage</b> . . . . .	417
6.11.2	Schmutzwasserabfluss . . . . .	361	7.11.1	Montage der Rohrleitungen . . . . .	417
6.11.3	Längenänderung durch Temperaturänderung . . . . .	364	7.11.2	Montage der Heizkörper . . . . .	420
6.11.4	Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren . . . . .	365	7.11.3	Montage der Fußbodenheizung . . . . .	421
			7.11.4	Füllen, Entlüften und Entleeren . . . . .	422
			7.11.5	Hydraulischer Abgleich . . . . .	423
			7.11.6	Wärmedämmung der Heizungsrohre . . . . .	424
			7.11.7	Korrosionsschutz in Heizungsanlagen . . . . .	425
			<b>7.12</b>	<b>Darstellung von Wärmeverteilungsanlagen</b> . . . . .	425

7.12.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	425	8.9.3	Klosettanlagen . . . . .	483
7.12.2	Erstellen von Materiallisten. . . . .	428	8.9.4	Urinalanlagen . . . . .	487
<b>7.13</b>	<b>Berechnungen zu</b>		8.9.5	Badewannenanlagen . . . . .	489
	<b>Wärmeverteilungsanlagen</b> . . . . .	430	8.9.6	Duschanlagen . . . . .	493
7.13.1	Wärmedurchgang . . . . .	430	8.9.7	Spülbeckenanlagen . . . . .	496
7.13.2	Wärmedurchgangskoeffizient. . . . .	431	<b>8.10</b>	<b>Abnahme und Übergabe von</b>	
7.13.3	Heizlastberechnung . . . . .	433		<b>Sanitärräumen</b> . . . . .	499
7.13.4	Auslegung von Heizflächen . . . . .	435	8.10.1	Pflegehinweise der Sanitären	
7.13.5	Dimensionierung des Rohrnetzes . . . . .	437		Einrichtungen in Bade- und	
7.13.6	Auswahl von Umwälzpumpen . . . . .	440		WC-Räumen . . . . .	499
<b>7.14</b>	<b>Lösung des Kundenauftrages</b> . . . . .	442	8.10.2	Übergabe des Sanitärraums an den	
7.14.1	Vorüberlegungen zum Auftrag . . . . .	442		Kunden . . . . .	501
7.14.2	Kundengespräch . . . . .	442	<b>8.11</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags.</b> . . . . .	503
7.14.3	Vorschlag zur Raumbeheizung . . . . .	443	8.11.1	Bauplan und Bauausführung. . . . .	503
7.14.4	Berechnungen zur Raumheizung . . . . .	443	8.11.2	Einrichtungsvorschläge. . . . .	503
7.14.5	Kostenvoranschlag . . . . .	444	8.11.3	3D-Darstellung der	
7.14.6	Arbeitsablauf . . . . .	444		Planungsvorschläge . . . . .	505
<b>7.15</b>	<b>Lernsituationen zu</b>		8.11.4	Detailplanung . . . . .	506
	<b>Wärmeverteilungsanlagen</b> . . . . .	445	<b>8.12</b>	<b>Lernsituationen, Beispiele</b> . . . . .	509
<b>8 Sanitärräume ausstatten</b>			<b>9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren</b>		
<b>8.1</b>	<b>Planungsgrundlagen für</b>		<b>9.1</b>	<b>Warmwasserbedarf</b> . . . . .	511
	<b>Sanitärräume</b> . . . . .	447	9.1.1	Warmwasserbedarf im	
8.1.1	Ausstattung von Sanitärräumen. . . . .	448		Wohnungsbau. . . . .	512
8.1.2	Stellflächen, seitliche Abstände und		9.1.2	Warmwasserbedarf im Gewerbe. . . . .	513
	Bewegungsflächen . . . . .	448	<b>9.2</b>	<b>Wärmegewinnung</b> . . . . .	513
8.1.3	Planungsgrundlagen für Bäder und		<b>9.3</b>	<b>Wärmetauscher</b> . . . . .	515
	WC-Räume . . . . .	449	9.3.1	Wärmetauscher für Abgase . . . . .	515
8.1.4	Barrierefreie Sanitärräume . . . . .	450	9.3.2	Wärmetauscher für Flüssigkeiten. . . . .	516
8.1.5	Planungsgrundlagen für Küchen. . . . .	451	9.3.3	Wärmetauscher bei elektrischer	
<b>8.2</b>	<b>Erdung, elektrische</b>			Trinkwassererwärmung . . . . .	518
	<b>Schutzbereiche und Schutzarten</b> . . . . .	454	<b>9.4</b>	<b>Bauarten von</b>	
<b>8.3</b>	<b>Vorwandinstallation</b> . . . . .	455		<b>Trinkwassererwärmern.</b> . . . . .	519
<b>8.4</b>	<b>Abdichtung von Flächen und</b>		9.4.1	Funktionsprinzipien von	
	<b>Fugen</b> . . . . .	459		Trinkwassererwärmern. . . . .	520
<b>8.5</b>	<b>Fliesengerechte Installation</b> . . . . .	460	9.4.2	Elektrische Trinkwassererwärmer . . . . .	525
<b>8.6</b>	<b>Lüftung innenliegender</b>		9.4.3	Gasbeheizte Trinkwassererwärmer . . . . .	539
	<b>Sanitärräume</b> . . . . .	462	9.4.4	Indirekt beheizte Trinkwasser-	
<b>8.7</b>	<b>Werkstoffe für</b>			erwärmer . . . . .	547
	<b>Sanitärgegenstände</b> . . . . .	464	9.4.5	Solarbeheizte Trinkwassererwärmer . . . . .	548
8.7.1	Keramische Werkstoffe . . . . .	464	9.4.6	Wärmepumpen. . . . .	557
8.7.2	Metallische Werkstoffe. . . . .	465	<b>9.5</b>	<b>Leitungsanlagen für</b>	
8.7.3	Kunststoffe . . . . .	465		<b>Trinkwassererwärmer.</b> . . . . .	559
<b>8.8</b>	<b>Sanitärarmaturen</b> . . . . .	467	9.5.1	Trinkwasseranschlüsse von	
8.8.1	Absperrarmaturen. . . . .	467		Wassererwärmern . . . . .	559
8.8.2	Auslaufarmaturen . . . . .	468	9.5.2	Verteilssysteme für Warmwasser . . . . .	561
8.8.3	Ablaufarmaturen, Spülkästen . . . . .	474	9.5.3	Begleitheizung. . . . .	566
<b>8.9</b>	<b>Sanitäre Anlagen</b> . . . . .	478	9.5.4	Wärmedämmung . . . . .	567
8.9.1	Waschbecken und		<b>9.6</b>	<b>Darstellung von Trinkwasser-</b>	
	Waschtischanlagen. . . . .	478		<b>Erwärmungsanlagen</b> . . . . .	568
8.9.2	Sitzwaschbeckenanlagen . . . . .	481			

<b>9.7 Berechnungen bei Trinkwasser- Erwärmungsanlagen</b> . . . . .	570	10.5.3 Abgasrohre . . . . .	624
9.7.1 Wassermischung . . . . .	570	10.5.4 Schornsteine (Abgasleitungen) . . . . .	625
9.7.2 Berechnung von Temperaturen . . . . .	571	<b>10.6 Brennstoffversorgungsanlage</b> . . . . .	631
9.7.3 Berechnung von Wassermengen. . . . .	571	10.6.1 Öffentliche Gasversorgung. . . . .	631
9.7.4 Energie und Leistung . . . . .	574	10.6.2 Lagerung von Flüssiggas . . . . .	632
9.7.5 Solaranlagen zur Trink- wassererwärmung . . . . .	578	10.6.3 Erdgasleitungen . . . . .	636
<b>9.8 Lösung des Kundenauftrags.</b> . . . . .	579	10.6.4 Flüssiggasleitungen . . . . .	639
<b>9.9 Lernsituationen</b> . . . . .	581	10.6.5 Prüfen von Gasleitungen . . . . .	639
9.9.1 Erweiterung in einer Waschküche . . . . .	581	10.6.6 Inbetriebnahme von Gasleitungen . . . . .	640
9.9.2 Änderung einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage . . . . .	582	10.6.7 Arbeiten an gasführenden Leitungen . . . . .	641
9.9.3 Solaranlage . . . . .	582	10.6.8 Prüfen von Flüssiggasanlagen . . . . .	643
9.9.4 Auswirkungen des Austausches eines Kessels auf die Trinkwassererwärmung . . . . .	583	<b>10.7 Inbetriebnahme von Gasanlagen</b> . . . . .	643
9.9.5 Indirekt beheizten Trink- wassererwärmer anschließen . . . . .	583	10.7.1 Information zur Inbetriebnahme. . . . .	643
<b>10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren</b>		10.7.2 Einlassen von Gas. . . . .	643
<b>10.1 Unterscheidung der Wärmeerzeugungsanlagen.</b> . . . . .	587	10.7.3 Einstellen von Gaswärmeezeugern. . . . .	644
10.1.1 Wärmeträger- oder Heizmedium . . . . .	587	10.7.4 Funktionsprüfung der Abgasanlage . . . . .	645
10.1.2 Art und Entstehung von gasförmigen Brennstoffen . . . . .	588	10.7.5 Unterrichtung des Betreibers . . . . .	647
10.1.3 Bauarten der Wärmeerzeuger . . . . .	589	<b>10.8 Darstellung von Wärmeezeugern</b> . . . . .	649
10.1.4 Brennraumkonstruktion . . . . .	590	10.8.1 Erstellen von Zeichnungen . . . . .	649
10.1.5 Gasbrenner . . . . .	591	10.8.2 Erstellung von Materiallisten. . . . .	650
<b>10.2 Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger</b> . . . . .	593	<b>10.9 Berechnungen bei Wärmeezeugern</b> . . . . .	651
10.2.1 Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	594	10.9.1 Energiebedarf zur Stoffwärmerwärmung . . . . .	651
10.2.2 Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	594	10.9.2 Geräteleistung und Wirkungsgrad . . . . .	653
10.2.3 Unterscheidungsmerkmale der Gasgeräte . . . . .	594	10.9.3 Anschluss- und Einstellwerte . . . . .	655
10.2.4 Funktion von Gas-Wärmeezeugern . . . . .	604	10.9.4 Abgasverluste und Wirkungsgrade . . . . .	656
<b>10.3 Sicherheitstechnische Ausrüstung</b> . . . . .	612	10.9.5 Abgasvolumen und Verbindungsstücke . . . . .	659
10.3.1 Bauart der Anlage . . . . .	612	<b>10.10 Lösung des Kundenauftrags.</b> . . . . .	661
10.3.2 Vorlauftemperatur und Brennstoffart . . . . .	613	10.10.1 Vorüberlegung und Vorgehensweise . . . . .	661
10.3.3 Funktion der Sicherheits- einrichtungen . . . . .	615	10.10.2 Kundengespräch . . . . .	661
<b>10.4 Verbrennung</b> . . . . .	618	10.10.3 Berechnungen zum Wärmeezeuger . . . . .	662
10.4.1 Verbrennungsvorgang. . . . .	618	10.10.4 Materialzusammenstellung. . . . .	663
10.4.2 Verbrennungsprodukt. . . . .	620	10.10.5 Montage des Wärmeezeugers. . . . .	664
<b>10.5 Abgasanlage</b> . . . . .	621	10.10.6 Inbetriebnahme des Wärmeezeugers . . . . .	665
10.5.1 Strömungssicherung. . . . .	621	<b>10.11 Lernsituation.</b> . . . . .	666
10.5.2 Abgasklappen . . . . .	623	<b>11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren</b>	
		<b>11.1 Wärmeerzeugungsanlagen und ihre Unterscheidungen</b> . . . . .	669
		11.1.1 Wärmeträger- oder Heizmedium . . . . .	670
		11.1.2 Art der Brennstoffe. . . . .	670
		11.1.3 Bauart . . . . .	672
		11.1.4 Brennraumkonstruktion . . . . .	673
		11.1.5 Brenner . . . . .	674
		<b>11.2 Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger</b> . . . . .	679
		11.2.1 Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	680

11.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	680	12.2.1	Solarthermie . . . . .	716
<b>11.3</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b> . . . . .	680	12.2.2	Wärmepumpen . . . . .	719
11.3.1	Bauart der Anlage . . . . .	680	12.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) . . . . .	729
11.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart . . . . .	681	12.2.4	Fernwärmeanlagen . . . . .	737
11.3.3	Funktion der Sicherheitseinrichtungen . . . . .	682	12.2.5	Wärmerückgewinnung . . . . .	747
<b>11.4</b>	<b>Verbrennung</b> . . . . .	683	<b>12.3</b>	<b>Energetische Bewertung und Optimierung von Systemen und Anlagen</b> . . . . .	747
11.4.1	Verbrennungsvorgang . . . . .	683	12.3.1	Energieausweise nach GEG . . . . .	748
11.4.2	Verbrennungsprodukt . . . . .	683	12.3.2	Anforderungen an Wohngebäude . . . . .	750
<b>11.5</b>	<b>Brennstoff-Versorgungsanlagen</b> . . . . .	684	12.3.3	Betriebskosten von Heizungsanlagen . . . . .	753
11.5.1	Unterscheidung der Brennstoffe . . . . .	684	<b>12.4</b>	<b>Energieberatung</b> . . . . .	754
11.5.2	Brennstofflagerung . . . . .	685	12.4.1	Umweltaspekte . . . . .	755
11.5.3	Versorgungsleitungen . . . . .	687	12.4.2	Maßnahmen gegen Umweltbelastungen durch Verbrennung . . . . .	757
11.5.4	Prüfen von Ölanlagen . . . . .	690	<b>12.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b> . . . . .	758
<b>11.6</b>	<b>Inbetriebnahme</b> . . . . .	691	<b>12.6</b>	<b>Lernsituationen</b> . . . . .	758
11.6.1	Abgaswegeüberprüfung . . . . .	691	<b>13 Raumluftechnische Anlagen installieren</b>		
11.6.2	Unterrichtung des Betreibers . . . . .	692	<b>13.1</b>	<b>RLT-Anlagen</b> . . . . .	761
<b>11.7</b>	<b>Darstellung von Wärmeerzeugungsanlagen</b> . . . . .	694	<b>13.2</b>	<b>Unterscheidung von RLT-Anlagen</b> . . . . .	762
11.7.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	694	13.2.1	Freie Lüftung . . . . .	762
11.7.2	Erstellung von Materiallisten . . . . .	695	13.2.2	RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion . . . . .	763
11.7.3	Aufgabe . . . . .	695	13.2.3	RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion . . . . .	764
<b>11.8</b>	<b>Berechnungen bei Wärmeerzeugungsanlagen</b> . . . . .	697	<b>13.3</b>	<b>Bauteile zu RLT-Anlagen</b> . . . . .	767
11.8.1	Energiebedarf zur Stoffwärmerzeugung . . . . .	697	13.3.1	Luftfilter . . . . .	767
11.8.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad . . . . .	698	13.3.2	Heiz- und Kühlregister . . . . .	768
11.8.3	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen . . . . .	700	13.3.3	Be- und Entfeuchtungseinrichtungen . . . . .	770
11.8.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade . . . . .	702	13.3.4	Wetterschutzgitter und Jalousieklappen . . . . .	772
11.8.5	Brennstoffverbrauch und Lagergrößen . . . . .	705	13.3.5	Ventilatoren . . . . .	772
11.8.6	Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung . . . . .	705	13.3.6	Zu- und Abluftkanäle . . . . .	774
11.8.7	Brennstoffbedarf bei Holzheizung . . . . .	706	13.3.7	Luftrein- und Luftauslässe . . . . .	776
<b>11.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b> . . . . .	707	13.3.8	Schalldämpfer . . . . .	778
11.9.1	Aufnahme der Gebäudedaten . . . . .	707	13.3.9	Brandschutzeinrichtungen . . . . .	779
11.9.2	Berechnung des Jahresbrennstoffbedarfs . . . . .	707	<b>13.4</b>	<b>Regelung von RLT-Anlagen</b> . . . . .	780
11.9.3	Darstellung des Aufstellraumes . . . . .	708	13.4.1	Mischluftregelung . . . . .	780
11.9.4	Kundengespräch . . . . .	709	13.4.2	Regelung der Raumtemperatur . . . . .	781
11.9.5	Materialliste . . . . .	709	13.4.3	Regelung der Luftfeuchtigkeit . . . . .	782
11.9.6	Arbeitsschritte . . . . .	709	<b>13.5</b>	<b>Wärmerückgewinnung</b> . . . . .	783
<b>11.10</b>	<b>Lernsituationen</b> . . . . .	710	13.5.1	Wasserumlaufsysteme . . . . .	783
<b>12 Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren</b>			13.5.2	Wärmerohrtauscher . . . . .	783
<b>12.1</b>	<b>Regenerative Energiequellen</b> . . . . .	715	13.5.3	Rotations-Wärmetauscher . . . . .	784
<b>12.2</b>	<b>Technologien zur Nutzung regenerativer Energieträger</b> . . . . .	716	13.5.4	Platten-Wärmetauscher . . . . .	784
			<b>13.6</b>	<b>Inbetriebnahme und Wartung</b> . . . . .	785
			13.6.1	Inbetriebnahme von RLT-Anlagen . . . . .	785
			13.6.2	Wartung von RLT-Anlagen . . . . .	785
			<b>13.7</b>	<b>Darstellung von RLT-Anlagen</b> . . . . .	786
			13.7.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	786

**13.8 Berechnungen zu RLT-Anlagen** . . . 790  
 13.8.1 Außenluftströme. . . . . 790  
 13.8.2 Zu- und Abluftmengen . . . . . 790  
 13.8.3 Dimensionierung von Lüftungskanälen . . . . . 791  
 13.8.4 Zustandsänderungen der Luft . . . . . 792  
 13.8.5 Luftmischung . . . . . 793  
 13.8.6 Lufterwärmung. . . . . 794  
**13.9 Kontrollierte Wohnraumlüftung** . . 794  
 13.9.1 Abluftanlagen mit Abluftventilatoren 795  
 13.9.2 Zentrale Abluftanlagen ohne WRG. . . 796  
 13.9.3 Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG . . . . . 797  
**13.10 Lösung des Kundenauftrags.** . . . . 798  
**13.11 Lernsituationen** . . . . . 799

**14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren**

**14.1 Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik** . . . . . 801  
 14.1.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung . . . . . 801  
 14.1.2 Arten der Steuerungen . . . . . 804  
 14.1.3 Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung. . . . . 805  
**14.2 Regelung von Heizungsanlagen** . . 807  
 14.2.1 Regelung der Kesselwassertemperatur . . . . . 808  
 14.2.2 Regelung der Vorlauftemperatur . . . . 809  
 14.2.3 Regelung der Raumtemperatur . . . . . 810  
 14.2.4 Beimischregelung . . . . . 812  
**14.3 Brennersteuerung** . . . . . 813  
 14.3.1 Feuerungsautomat . . . . . 814  
**14.4 Temperaturregelung beim TWE** . . . 815  
 14.4.1 Speicher-Vorrangschaltung. . . . . 815  
 14.4.2 Verminderung von Legionellenwachstum. . . . . 815  
 14.4.3 Zirkulationspumpen-Steuerung . . . . . 815  
**14.5 Darstellung von Heizungsregelungen** . . . . . 816  
 14.5.1 Funktionsablauf. . . . . 816  
 14.5.2 Stromlaufplan . . . . . 816  
 14.5.3 Verdrahtungspläne . . . . . 817  
 14.5.4 Vernetzungspläne . . . . . 817  
**14.6 Gebäudeleittechnik** . . . . . 818  
 14.6.1 BUS-Systeme . . . . . 819  
 14.6.2 Funksystem. . . . . 819  
 14.6.3 BUS- und Funksystem . . . . . 821  
 14.6.4 Gebäudeüberwachung . . . . . 821  
**14.7 Lösung des Kundenauftrags.** . . . . 823  
 14.7.1 Vorhandene Gebäudedaten . . . . . 823

14.7.2 Vorüberlegungen. . . . . 823  
 14.7.3 Kundengespräch . . . . . 823  
 14.7.4 Kostenzusammenstellung . . . . . 824  
**14.8 Lernsituationen** . . . . . 825  
**14.9 Gebäudeautomation** . . . . . 826  
 14.9.1 Anlagen mit Gebäudeleittechnik . . . . 826  
 14.9.2 Anlagen mit Gebäudesystemtechnik 827  
 14.9.3 Struktur einer Anlage mit Gebäudesystemtechnik . . . . . 828  
 14.9.4 Programmierung der Busteilnehmer . 829  
 14.9.5 EIB-Anwendung . . . . . 831

**15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten**

**15.1 Inspektions- und Wartungspläne** . 835  
 15.1.1 Instandhaltung . . . . . 835  
 15.1.2 Instandhaltung von Trinkwasseranlagen und Trinkwasser-Erwärmungsanlagen . . . 836  
 15.1.3 Instandhaltung von Entwässerungsanlagen . . . . . 838  
 15.1.4 Instandhaltung von Regenwassernutzungsanlagen . . . . . 839  
 15.1.5 Instandhaltung von Heizungsanlagen 839  
 15.1.6 Instandhaltung RLT-Anlagen. . . . . 843  
 15.1.7 Instandhaltung von Solaranlagen . . . . 846  
**15.2 Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungsarbeiten** . . . . . 846  
 15.2.1 Erstellung von Protokollen . . . . . 847  
**15.3 Wartungsverträge** . . . . . 847  
 15.3.1 Abfassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen. . . . . 847  
**15.4 Herstellerunterlagen** . . . . . 848  
**15.5 Lösung des Kundenauftrags.** . . . . 849  
**15.6 Lernsituationen** . . . . . 849

**K Kundenaufträge und Aufgaben**

**K1 Kundenauftrag zur Wasser- und Umwelttechnik** . . . . . 851  
**K2 Kundenauftrag zur Wärme- und Lufttechnik** . . . . . 860  
**K3 Aufgaben zur Wassertechnik** . . . . 868  
**K4 Aufgaben zur Wärmetechnik** . . . . 869  
**K5 Aufgaben zu Lufttechnik.** . . . . . 870  
**K6 Aufgaben zur Umwelttechnik** . . . . 871  
**Sachwortverzeichnis** . . . . . 872  
**Firmenverzeichnis** . . . . . 888