

Inhaltsverzeichnis

1	Bearbeiten von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	
1.1	Abwicklung eines Kundenauftrags	13
1.1.1	Lösung des Kundenauftrags	14
1.1.2	Blechbauteil Rinne	16
1.1.3	Rohrkonsole	18
1.2	Werkstofftechnik	20
1.2.1	Einteilung der Werkstoffe	20
1.2.2	Werkstoffeigenschaften	21
1.2.2.1	Physikalische Eigenschaften	21
1.2.2.2	Mechanisch-technologische Eigenschaften	22
1.2.2.3	Chemisch-technologische Eigenschaften	23
1.2.2.4	Umweltverträglichkeit, gesundheitliche Unschädlichkeit	23
1.2.3	Innerer Aufbau der Metalle, Eigenschaften	24
1.2.4	Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	25
1.2.5	Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	28
1.2.6	Eisen-Gusswerkstoffe	30
1.2.7	Handelsformen der Stähle	31
1.2.8	Bausteine	32
1.2.9	Kunststoffe	34
1.3	Fertigungstechnik	36
1.3.1	Prüfen	36
1.3.2	Trennen	40
1.3.2.1	Schneiden	40
1.3.2.2	Spanen	41
1.3.3	Umformen	44
1.3.3.1	Umformen von Blechen	44
1.3.3.2	Biegen von Rohren	47
1.3.3.3	Befestigen von Rohren	47
1.3.4	Fügen	49
1.3.4.1	Schraubverbindungen	49
1.3.4.2	Dübel	51
1.3.4.3	Schweißen	52
1.3.4.4	Löten	59
1.3.4.5	Nieten	62
1.3.5	Arbeitssicherheit	63
1.3.5.1	Sicherheitszeichen	63
1.3.5.2	Sicherheitsmaßnahmen	64
1.3.5.3	Aufgaben im betrieblichen Arbeitsschutz	65
1.4	Arbeitsplanung	66
1.4.1	Zeichnungsnormen	66
1.4.1.1	Größe der Zeichnung, Blattfaltung	66
1.4.1.2	Linien in Zeichnungen	67
1.4.1.3	Beschriften der Zeichnungen	68
1.4.1.4	Maßeintrag in Zeichnungen	68
1.4.1.5	Bemaßungsregeln	69
1.4.1.6	Schnittdarstellung	71
1.4.1.7	Gewindedarstellung	71
1.4.1.8	Darstellung von Schweißnähten	72
1.4.2	Projektionen und räumliche Darstellungen	74
1.4.2.1	Parallelprojektion	74
1.4.2.2	Räumliche Darstellungen	74
1.4.2.3	Isometrische Darstellungen	76
1.4.2.4	z-Maß-Methode	77
1.5	Technische Berechnungen	80
1.5.1	Lösungsweg technischer Berechnungen	80
1.5.1.1	Gleichungen	81
1.5.1.2	Schaubilder, Diagramme und Tabellen	82
1.5.2	Dreisatz- und Prozentrechnen	84
1.5.3	Längen	86
1.5.3.1	Längeneinheiten, Maßstäbe	86
1.5.3.2	Teilungen	87
1.5.3.3	Gebogene und gestreckte Längen	88
1.5.3.4	Pythagoras	90
1.5.4	Flächen	91
1.5.4.1	Flächeneinheiten	91
1.5.4.2	Flächen mit geraden Linien	91
1.5.4.3	Flächen mit gebogenen Linien	93
1.5.5	Volumenberechnung	95
1.5.5.1	Volumeneinheiten	95
1.5.5.2	Gleichdicke Körper	95
1.5.5.3	Spitze Körper	96
1.5.5.4	Abgestumpfte Körper	96
1.5.5.5	Kugeln	96
1.5.5.6	Ringförmige Körper	96
1.5.5.7	Zusammengesetzte Körper	96
1.5.6	Masse und Dichte	97
1.5.7	Kraft und Gewichtskraft	99
1.5.8	Hebel und Drehmoment	99
1.5.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	100
1.5.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	102
2a	Bearbeiten von Anlagenteilen mit Maschinen	
2a.1	Aufgaben zum Kundenauftrag	105
2a.2	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken	106
2a.3	Stahlrohre	106

2a.4	Kupferrohre	109	4.3.1	Rückflussverhinderer in	
2a.5	Kunststoffrohre	110		Rohrleitungen	157
2a.6	Metallverbundrohre	111	4.3.2	Nicht rückspülbarer Filter	157
2a.7	Informationsmaterial	112	4.3.3	Rückspülbarer Filter	158
2a.8	Lösung des Kundenauftrags	113	4.3.4	Druckminderer	159
2a.9	Lernsituationen	115	4.4	Einsatz und Wartung elektrischer	
				Betriebsmittel	160
2b	Bearbeiten von Kundenaufträgen		4.4.1	Speisepunkt	160
2b.1	Betriebliches Leistungsangebot	117	4.4.2	Leitungsroller	161
2b.1.1	Waren- und Dienstleistungsangebot	117	4.4.3	Handleuchten	161
2b.2	Auftragsbeschaffung	119	4.4.4	Handgeführte Elektrowerkzeuge	162
2b.2.1	Betriebskultur	119	4.4.5	Instandsetzung, Wartung,	
2b.2.2	Betriebsdarstellung	120		Prüfung	162
2b.3	Angebot	121	4.5	Lösung des Kundenauftrags	162
2b.3.1	Kundenbedürfnisse	121	4.6	Lernsituation	164
2b.3.2	Kostenrechnen zur		4.7	Elektrotechnik	165
	Angebotserstellung	123	4.7.1	Dreiphasenwechselspannungs-	
2b.3.3	Angebotserstellung	125		Erzeugung	165
2b.4	Auftragsplanung	127	4.7.2	Dreiphasenwechselspannungs-	
2b.4.1	Betriebliche Organisation	127		Verteilung und Transformation	167
2b.4.2	Auftragsbearbeitung	127	4.7.3	Drehstrom-Systeme	168
2b.5	Ausführung und Übergabe	128	4.7.4	Hausanschluss	170
2b.5.1	Qualität der Handwerkerleistung	128	4.7.5	Schutz elektrischer Leitungen	
2b.5.2	Auftragsausführung	129		und Geräte	173
2b.5.3	Abnahme und Übergabe	129	4.7.6	Gefahren im Umgang mit dem	
2b.6	Abrechnung, Nachkalkulation	130		elektrischen Strom	177
2b.7	Kundenservice und -betreuung	131	4.7.7	Maßnahmen bei Arbeiten	
2b.8	Lösung des Kundenauftrages	133		an elektrischen Anlagen	179
			4.7.8	Isolierte Leitungen und Kabel	180
			4.7.9	Verlegearten von Leitungen	
3	Herstellen von einfachen Baugruppen			und Kabeln	185
3.1	Abwicklung des Kundenauftrags	137	4.7.10	Elektroinstallation	
3.2	Aufgaben zum Kundenauftrag	138		im Wohnbereich	198
3.3	Informationsmaterial	138	4.7.11	Elektroinstallation in Räumen	
3.3.1	Installationssysteme	138		mit Badewanne oder Dusche	201
3.3.2	Beispiel eines Vorwandsystems	139	4.7.12	Prüfen von elektrischen	
3.3.3	Urinalsteuerungen	141		Anlagen	204
3.4	Lösung des Kundenauftrags	142	4.7.13	Schaltungsunterlagen	209
3.5	Lernsituation 1	145	4.7.14	Installationsschaltungen	214
3.6	Lernsituation 2	145	4.7.15	Bemessung von fest verlegten	
3.7	Bauzeichnungen	146		Kabeln und Leitungen	219
3.8	Darstellung von SHK-Bauteilen		4.7.16	Messungen an elektrischen	
	und SHK-Anlagen	149		Bauteilen	224
3.8.1	Schemazeichnungen	149	4.7.16.1	Messen und Prüfen	224
3.8.2	Montageskizzen	151	4.7.16.2	Messfehler	224
			4.7.16.3	Spannungsmessung	225
4	Warten technischer Systeme		4.7.16.4	Strommessung	226
4.1	Grundbegriffe der Instandhaltung	155	4.7.16.5	Messen von Widerständen	227
4.2	Inspektions- und Wartungsplan	155	4.7.16.6	Messen mit	
4.2.1	Trinkwasserinstallation	155		Vielfach-Messinstrumenten	227
4.2.2	Abwasserinstallation	156	4.7.17	Fehlersuche in elektrischen Anlagen	
4.3	Inspektion, Wartung und Instand-			und Geräten	229
	setzung haustechnischer Systeme	157	4.7.17.1	Fehlerarten	229
			4.7.17.2	Fehlersuche	230
			4.7.17.3	Instandhalten von	
				Elektrogeräten	231

5 Trinkwasserinstallation

5.1 Trinkwasser	235
5.1.1 Kreislauf des Wassers	235
5.1.2 Physikalische und chemische Eigenschaften	236
5.1.3 Trinkwassergewinnung und -verteilung	240
5.1.4 Anforderungen an Trinkwasser	243
5.2 Trinkwasseranlagen	244
5.2.1 Verbrauchsleitungen	244
5.2.2 Leitungsverlegung	246
5.2.3 Dämmung von Kaltwasserleitungen	247
5.2.4 Korrosion	247
5.2.4.1 Korrosionsarten	247
5.2.4.2 Korrosionsschutz	248
5.2.4.3 Erscheinungsformen der Korrosion	250
5.2.5 Schallschutz	251
5.2.5.1 Schallentstehung	251
5.2.5.2 Schallausbreitung	252
5.2.5.3 Schallschutzmaßnahmen	253
5.2.6 Brandschutz	254
5.2.7 Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen	257
5.2.8 Sicherungsarmaturen	261
5.2.9 Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen	264
5.3 Behandlung von Trinkwasser	266
5.3.1 Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser	266
5.3.2 Härtestabilisierung	267
5.3.3 Enthärtung	268
5.3.4 Entsalzung	269
5.4 Pumpen in der Wasserversorgung	271
5.4.1 Pumpenarten	271
5.4.2 Betriebsverhalten von Pumpen	272
5.5 Darstellung von Trinkwasseranlagen	273
5.5.1 Teilzeichnung	273
5.5.2 Leitungsschema und Strangschemata	274
5.6 Berechnungen bei Trinkwasseranlagen	276
5.6.1 Druck in Flüssigkeiten	276
5.6.2 Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Rohrweite	278
5.6.3 Druckverluste in Wasserleitungen	279
5.6.4 Pumpenberechnungen	280
5.7 Lernsituationen zur Trinkwasserinstallation	282
5.7.1 Kundenauftrag: Wasserzähleranlage mit Verteilung	282
5.7.2 Lernsituationen	283

6 Entwässerungsanlagen

6.1 Abwasserentsorgung	285
6.1.1 Öffentliche Abwasserentsorgung	285

6.1.2 Private Abwasserentsorgung	286
6.1.3 Gesetzliche Grundlagen der Abwasserentsorgung	287
6.2 Entwässerungsanlagen	287
6.2.1 Leitungsabschnitte	287
6.2.2 Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken bei Abwasserleitungen	288
6.2.3 Verlegen von Abwasserleitungen	292
6.2.4 Befestigung von Abwasserleitungen	298
6.2.5 Ablaufstellen	299
6.3 Rückhalten schädlicher Stoffe	300
6.3.1 Sand- und Schlammfänge	301
6.3.2 Fettabscheider	301
6.3.3 Leichtflüssigkeitsabscheider	302
6.3.4 Stärkeabscheider	303
6.3.5 Neutralisationsanlagen	303
6.4 Schutz gegen Rückstau	303
6.4.1 Hebeanlagen	304
6.4.2 Rückstauverschlüsse	305
6.5 Darstellung von Entwässerungsanlagen	306
6.5.1 Sinnbilder, Leitungsarten	307
6.5.2 Zeichnungsarten	308
6.6 Dachentwässerung, Dachrinnen	309
6.6.1 Ablaufverhalten des Regenwassers	309
6.6.2 Dacharten	309
6.6.3 Bezeichnung der Dachteile	310
6.6.4 Werkstoffe zur Ableitung des Niederschlagwassers	310
6.6.5 Dachrinnen	311
6.7 Regenfallrohre	313
6.7.1 Regenfallrohre mit Teilfüllung	313
6.7.2 Dachentwässerung mit Druckströmung	314
6.8 Nutzung von Dachablaufwasser	315
6.9 Verwahrungen	316
6.9.1 Kehlbleche	316
6.9.2 Mauer- und Gesimsabdeckungen	316
6.9.3 Ortgangbleche, Dachrandabschlüsse	316
6.9.4 Maueranschlüsse	317
6.9.5 Einfassen von Schornsteinen und Gauben	317
6.10 Arbeitssicherheit	318
6.10.1 UVV bei Dacharbeiten	318
6.10.2 UVV bei Arbeiten in Gräben	318
6.11 Berechnungen bei Entwässerungsanlagen	319
6.11.1 Gefälle	319
6.11.2 Schmutzwasserabfluss	320
6.11.3 Längenänderung durch Temperaturänderung	322
6.11.4 Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	324
6.12 Lernsituationen	326
6.12.1 Bearbeitung des Kundenauftrages	326
6.12.2 Lernsituationen, Beispiele	329

7 Wärmeverteilungsanlagen

7.1 Energie – Wärme – Temperatur	331
7.2 Temperaturmessung	333
7.3 Thermische Ausdehnung	334
7.3.1 Längenänderung	335
7.3.2 Volumenänderung	336
7.3.3 Volumenänderung bei Wasser	337
7.3.4 Volumenänderung von Gasen	337
7.4 Wärmemenge	338
7.4.1 Wärmemenge bei Temperaturänderung	338
7.4.2 Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	339
7.5 Wärmeleistung	339
7.6 Wärmeübertragung	340
7.7 Wärmeverteilungssysteme	342
7.7.1 Obere Verteilung	343
7.7.2 Untere Verteilung	343
7.7.3 Zweirohrheizung	343
7.7.4 Einrohrheizung	344
7.7.5 Stockwerks- und Etagenheizung	345
7.7.6 Rohrarten	345
7.8 Heizungspumpen	347
7.8.1 Pumpenwarmwasserheizung	347
7.8.2 Pumpenbauart und Funktion	347
7.8.3 Montage der Heizungspumpe	348
7.8.4 Pumpenauswahl	348
7.8.5 Regelbare Heizungspumpen	349
7.9 Heizflächen	351
7.9.1 Heizkörperanordnung	351
7.9.2 Heizkörperarten	352
7.9.3 Flächenheizungen	356
7.10 Heizungsarmaturen	360
7.10.1 Absperr- und Regelarmaturen in Rohrleitungen	361
7.10.2 Armaturen an Heizkörpern	364
7.10.3 Heizungsverteiler und -sammler	365
7.11 Montage der Heizungsanlagen	367
7.11.1 Montage der Rohrleitungen	367
7.11.2 Montage der Heizkörper	369
7.11.3 Montage der Fußbodenheizung	370
7.11.4 Füllen, Entlüften und Entleeren	371
7.11.5 Hydraulischer Abgleich	372
7.11.6 Wärmedämmung der Heizungsrohre	373
7.11.7 Korrosionsschutz in Heizungsanlagen	373
7.12 Darstellung von Wärmeverteilungsanlagen	374
7.12.1 Erstellen von Zeichnungen	374
7.12.2 Erstellen von Materiallisten	375
7.13 Berechnungen zu Wärmeverteilungsanlagen	377
7.13.1 Wärmedurchgang	377
7.13.2 Wärmedurchgangskoeffizient	377

7.13.3 Heizlastberechnung	379
7.13.4 Auslegung von Heizflächen	381
7.13.5 Dimensionierung des Rohrnetzes	383
7.13.5.1 Massenstrom	383
7.13.5.2 Druckverluste	383
7.13.6 Auswahl von Umwälzpumpen	386
7.14 Lösung des Kundenauftrags	387
7.14.1 Vorüberlegungen zum Auftrag	387
7.14.2 Kundengespräch	387
7.14.3 Vorschlag zur Raumbeheizung	387
7.14.4 Berechnungen zur Raumheizung	388
7.14.5 Kostenvoranschlag	388
7.14.6 Arbeitsablauf	388
7.15 Lernsituationen zu Wärmeverteilungsanlagen	389

8 Ausstatten von Sanitärräumen

8.1 Planungsgrundlagen für Sanitärräume	391
8.1.1 Ausstattung von Sanitärräumen	391
8.1.2 Steifflächen, seitliche Abstände und Bewegungsflächen	392
8.1.3 Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	393
8.1.4 Barrierefreie Sanitärräume	394
8.1.5 Planungsgrundlagen für Küchen	395
8.2 Erdung, elektrische Schutzbereiche und Schutzarten	396
8.3 Vorwandinstallation	398
8.4 Abdichtung von Flächen und Fugen	401
8.5 Fliesengerechte Installation	403
8.6 Lüftung innenliegender Sanitärräume	404
8.7 Werkstoffe für Sanitärgegenstände	406
8.7.1 Keramische Werkstoffe	406
8.7.2 Metallische Werkstoffe	406
8.7.3 Kunststoffe	407
8.8 Sanitärarmaturen	408
8.8.1 Absperrarmaturen	408
8.8.2 Auslaufarmaturen	409
8.8.3 Ablaufarmaturen, Spülkästen	414
8.9 Steuerungs- und Regelungstechnik	417
8.9.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung	417
8.9.2 Arten der Steuerungen	419
8.9.3 Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung	420
8.10 Sanitäre Anlagen	422
8.10.1 Waschbecken und Waschtischanlagen	422
8.10.2 Sitzwaschbeckenanlagen	425
8.10.3 Klosettanlagen	426
8.10.4 Urinalanlagen	429
8.10.5 Badewannenanlagen	430
8.10.6 Duschanlagen	434

8.10.7	Spülbeckenanlagen	436	9.8.4	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen	497
8.11	Lösung des Kundenauftrags	439	9.8.5	Abgasverluste und Wirkungsgrade ..	499
8.11.1	Bauplan und Bauausführung	439	9.8.6	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	501
8.11.2	Einrichtungsvorschläge	439	9.9	Lösung des Kundenauftrags	503
8.11.3	3D-Darstellung der Planungsvorschläge	441	9.9.1	Vorüberlegung und Vorgehensweise ..	503
8.11.4	Detailplanung	441	9.9.2	Kundengespräch	503
8.12	Lernsituationen, Beispiele	443	9.9.3	Berechnungen zum Wärmeerzeuger ..	504
9	Wärmeerzeuger		9.9.4	Materialzusammenstellung	504
9.1	Unterscheidung der Wärmeerzeuger	446	9.9.5	Montage des Wärmeerzeugers	504
9.1.1	Wärmeträger- oder Heizmedium	446	9.9.6	Inbetriebnahme des Wärmeerzeugers	506
9.1.2	Art der Brennstoffe	447	9.10	Lernsituationen zu Wärmeerzeugern	506
9.1.3	Bauart	448	9.10.1	Lernsituation 1	506
9.1.4	Brennraumkonstruktion	449	9.10.2	Lernsituation 2	507
9.1.5	Brenner	450	9.11	Alternative Wärmeerzeuger	508
9.1.5.1	Brennraum für feste Brennstoffe	450	9.11.1	Blockheizkraftwerke (BHKW)	508
9.1.5.2	Ölbrenner	451	9.11.2	Wärmepumpen	509
9.1.5.3	Gasbrenner	454	9.11.3	Solarwärme zur Heizungsunterstützung	511
9.2	Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger	457	9.11.4	Biogasanlage	512
9.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume	457	10	Heizungsregelung	
9.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume	457	10.1	Regelung von Heizungsanlagen	515
9.2.2.1	Unterscheidungsmerkmale der Gasgeräte	458	10.1.1	Regelung der Kesselwassertemperatur	515
9.2.2.2	Funktion von Gas-Wärmeerzeugern ..	465	10.1.2	Regelung der Vorlauftemperatur	516
9.3	Sicherheitstechnische Ausrüstung ..	470	10.1.3	Regelung der Raumtemperatur	517
9.3.1	Bauart der Anlage	470	10.1.4	Beimischregelung	519
9.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart	471	10.2	Brennersteuerung	520
9.3.3	Funktion der Sicherheitseinrichtungen	473	10.2.1	Feuerungsautomat	520
9.4	Verbrennung	476	10.3	Temperaturregelung beim TWE	521
9.4.1	Verbrennungsvorgang	476	10.3.1	Speicher-Vorrangschaltung	521
9.4.2	Verbrennungsprodukt	478	10.3.2	Verminderung von Legionellenwachstum	521
9.5	Abgasanlage	478	10.3.3	Zirkulationspumpen-Steuerung	521
9.5.1	Strömungssicherung	479	10.4	Gebäudeautomation	521
9.5.2	Abgasklappen	480	10.4.1	BUS-Systeme	522
9.5.3	Abgasrohre	481	10.4.2	Funksysteme	523
9.5.4	Schornsteine (Abgasleitungen)	481	10.4.3	BUS- und Funksystem	524
9.6	Inbetriebnahme	486	10.4.4	Gebäudeüberwachung	524
9.6.1	Information zur Inbetriebnahme	487	10.5	Darstellung von Heizungsregelungen	526
9.6.2	Einlassen von Gas	487	10.5.1	Funktionsablauf	526
9.6.3	Einstellen von Gaswärmeerzeugern ..	487	10.5.2	Stromlaufplan	526
9.6.4	Funktionsprüfung der Abgasanlage ..	488	10.5.3	Verdrahtungspläne	526
9.6.5	Unterrichtung des Betreibers	490	10.5.4	Vernetzungspläne	526
9.7	Darstellung von Wärmeerzeugern ..	491	10.6	Lösung des Kundenauftrags	527
9.7.1	Erstellen von Zeichnungen	491	10.6.1	Vorhandene Gebäudedaten	527
9.7.2	Erstellung von Materiallisten	492	10.6.2	Vorüberlegungen	527
9.8	Berechnungen bei Wärmeerzeugern ..	493	10.6.3	Kundengespräch	528
9.8.1	Energiebedarf zur Stofferwärmung ..	493	10.6.4	Kostenzusammenstellung	528
9.8.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad ..	494	10.7	Lernsituationen	529
9.8.3	Anschluss- und Einstellwerte	496	10.7.1	Lernsituation 1	529
			10.7.2	Lernsituation 2	529

11 Trinkwassererwärmung

11.1 Warmwasserbedarf	531
11.1.1 Warmwasserbedarf im Wohnungsbau	531
11.1.2 Warmwasserbedarf im Gewerbe	531
11.2 Wärmegewinnung	532
11.3 Wärmetauscher	534
11.3.1 Wärmetauscher für Abgase	534
11.3.2 Wärmetauscher für Flüssigkeiten	534
11.3.3 Wärmetauscher bei elektrischer Trinkwassererwärmung	536
11.4 Bauarten von Trinkwassererwärmern	537
11.4.1 Funktionsprinzipien von Trinkwassererwärmern	537
11.4.2 Elektrische Trinkwassererwärmer	542
11.4.3 Gasbeheizte Trinkwassererwärmer	553
11.4.4 Indirekt beheizte Trinkwassererwärmer	558
11.4.5 Solarbeheizte Trinkwassererwärmer	559
11.4.6 Wärmepumpen	567
11.5 Leitungsanlagen für Trinkwassererwärmer	568
11.5.1 Trinkwasseranschlüsse von Wassererwärmern	568
11.5.2 Verteilsysteme für Warmwasser	568
11.5.3 Begleitheizung	572
11.5.4 Wärmedämmung	573
11.6 Darstellung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	574
11.7 Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	576
11.7.1 Wassermischung	576
11.7.2 Berechnung von Temperaturen	576
11.7.3 Berechnung von Wassermengen	577
11.7.4 Energie und Leistung	579
11.7.5 Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung	582
11.8 Lösung des Kundenauftrags	584
11.9 Lernsituationen	586
11.9.1 Erweiterung in einer Waschküche	586
11.9.2 Änderung einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage	586
11.9.3 Solaranlage	586
11.9.4 Auswirkungen des Austausches eines Kessels auf die Trinkwassererwärmung	587
11.9.5 Indirekt beheizten Trinkwassererwärmer anschließen	587

12 Brennstoff-Versorgungsanlagen

12.1 Unterscheidung der Brennstoffe	589
12.1.1 Fossile Brennstoffe	589

12.1.2 Regenerative Brennstoffe	589
12.2 Brennstofflagerung	590
12.2.1 Öffentliche Gasversorgung	590
12.2.2 Heizöllagerung	590
12.2.3 Lagerung von Flüssiggas	592
12.3 Versorgungsleitungen	596
12.3.1 Gasleitungen	596
12.3.2 Heizölleitungen	598
12.3.3 Flüssiggasleitungen	601
12.4 Prüfung und Inbetriebnahme	601
12.4.1 Prüfen von Gasleitungen	601
12.4.2 Prüfen von Flüssiggasanlagen	604
12.4.3 Prüfen von Ölanlagen	605
12.5 Darstellung von Brennstoffversorgungsanlagen	605
12.5.1 Aufgabe	605
12.6 Berechnungen zum Brennstoffverbrauch	607
12.6.1 Brennstoffbedarf für die Gebäudeheizung	607
12.6.2 Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung	607
12.6.3 Brennstoffbedarf bei Holzheizung	608
12.7 Lösung des Kundenauftrags	608
12.7.1 Aufnahme der Gebäudedaten	608
12.7.2 Berechnung des Jahresbrennstoffbedarfs	609
12.7.3 Darstellung des Aufstellraumes	609
12.7.4 Kundengespräch	609
12.7.5 Materialliste	609
12.7.6 Arbeitsschritte	609
12.8 Lernsituationen zur Brennstoffversorgung	610
12.8.1 Lernsituation 1	610
12.8.2 Lernsituation 2	611

13 Raumlufthechnische Anlagen

13.1 Unterscheidung von RLT-Anlagen	613
13.1.1 Freie Lüftung	613
13.1.2 RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion	615
13.1.3 RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion	615
13.2 Bauteile zu RLT-Anlagen	617
13.2.1 Luftfilter	617
13.2.2 Heiz- und Kühlregister	619
13.2.3 Be- und Entfeuchtungseinrichtungen	620
13.2.4 Wetterschutzgitter und Jalousieklappen	621
13.2.5 Ventilatoren	622
13.2.6 Zu- und Abluftkanäle	624
13.2.7 Luftein- und Luftauslässe	625
13.2.8 Schalldämpfer	626
13.2.9 Brandschutzeinrichtungen	627
13.3 Regelung von RLT-Anlagen	628
13.3.1 Mischluftregelung	628
13.3.2 Regelung der Raumtemperatur	629

13.3.3	Regelung der Luftfeuchtigkeit	629
13.4	Wärmerückgewinnung	630
13.4.1	Wasserumlaufsysteme	630
13.4.2	Wärmerohrtauscher	630
13.4.3	Rotations-Wärmetauscher	631
13.4.4	Platten-Wärmetauscher	631
13.5	Inbetriebnahme und Wartung	631
13.5.1	Inbetriebnahme	631
13.5.2	Wartung	632
13.6	Darstellung von RLT-Anlagen	632
13.6.1	Erstellen von Zeichnungen	632
13.7	Berechnungen zu RLT-Anlagen	635
13.7.1	Außenluftströme	635
13.7.2	Zu- und Abluftmengen	636
13.7.3	Dimensionierung von Lüftungs- kanälen	636
13.7.4	Zustandsänderungen der Luft	637
13.7.5	Luftmischung	638
13.7.6	Lufterwärmung	638
13.8	Kontrollierte Wohnraumlüftung	639
13.8.1	Abluftanlagen mit Abluftventilatoren	639
13.8.2	Zentrale Abluftanlagen ohne WRG	640
13.8.3	Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG	641
13.9	Lösung des Kundenauftrags	642
13.10	Lernsituationen	643

14 Instandhaltung

14.1	Inspektions- und Wartungspläne	645
14.1.1	Instandhaltung	645
14.1.2	Instandhaltung von Trinkwasser- und Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	645
14.1.3	Instandhaltung von Entwässerungsanlagen	647
14.1.4	Instandhaltung von Regenwasser-Nutzungsanlagen	647
14.1.5	Instandhaltung von Heizungsanlagen	648
14.1.6	Instandhaltung von RLT-Anlagen	651
14.1.7	Instandhaltung von Solaranlagen	653
14.2	Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungs- arbeiten	653
14.2.1	Erstellung von Protokollen	653
14.3	Wartungsverträge	654
14.3.1	Abfassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen	654
14.4	Herstellerunterlagen	654
14.5	Lösung des Kundenauftrags	655
14.8	Lernsituationen, Beispiele	655

15 Ressourcenschonende Anlagen

15.1	Regenerative Energiequellen	657
15.2	Technologien zur Nutzung regenerativer Energieträger	657

15.2.1	Solarthermie	657
15.2.2	Wärmepumpen	660
15.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung KWK, Blockheiz-Kraftwerke BHKW	667
15.2.4	Brennstoffzellen	668
15.2.5	Stirlingmotoren (Heißgasmotoren)	669
15.2.6	Wärmerückgewinnung	670
15.3	Die Energetische Bewertung und Optimierung von Systemen und Anlagen	670
15.3.1	Energieausweise nach EnEV	671
15.3.2	Anforderungen an Wohngebäude	672
15.3.3	Betriebskosten von Heizungsanlagen	675
15.4	Energieberatung	675
15.5	Umweltberatung	676
15.5.1	Umweltbelastungen durch Abgase aus der Verbrennung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen	676
15.5.2	Maßnahmen gegen Umwelt- belastungen durch Verbrennung	677
15.5.3	Maßnahmen zur Schonung der Wasserreserven	678
15.6	Möglichkeiten der Gebäudeautomation	680
15.6.1	Anlagen mit Gebäudeleittechnik	680
15.6.2	Anlagen mit Gebäudesystemtechnik	681
15.6.3	Struktur einer Anlage mit Gebäudesystemtechnik	682
15.6.4	Programmierung der Busteilnehmer	683
15.7	EIB-Anwendung	684
15.8	Lösung des Kundenauftrags	686
15.9	Lernsituationen	687

K Kundenaufträge und Aufgaben

K1	Kundenauftrag zur Wasser- und Umwelttechnik	688
K2	Kundenauftrag zur Wärme- und Lufttechnik	697
K3	Aufgaben zur Wassertechnik	705
K4	Aufgaben zur Wärmetechnik	706
K5	Aufgaben zur Lufttechnik	707
K6	Aufgaben zur Umwelttechnik	708
Sachwortverzeichnis		709
Firmenverzeichnis		720