

Lernfeld 9: Installieren von Wärmeerzeugern

1	Grundlagen zu Wärmeerzeugern	3			
1.1	Einleitung	3			
1.2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	3			
2	Brennstoffe	3			
2.1	Wärmewert	3			
2.2	Feste Brennstoffe	5			
2.2.1	Holzbrennstoffe	5			
2.2.1.1	Einteilung und Eigenschaften	5			
2.2.2	Kohle	8			
2.2.2.1	Einteilung und Eigenschaften	8			
2.3	Flüssige Brennstoffe	8			
2.3.1	Heizöl	8			
2.3.1.1	Einteilung und Eigenschaften	8			
2.3.1.2	Kenndaten von Heizölen	9			
2.4	Gasförmige Brennstoffe	10			
2.4.1	Eigenschaften von Brenngasen	10			
2.4.2	Einteilung von Brenngasen	11			
2.4.3	Kenndaten	13			
3	Verbrennung	15			
3.1	Grundlagen der Verbrennung	15			
3.2	Zündung von Brennstoffen	16			
3.2.1	Zündverhalten	16			
3.2.2	Zündgrenzen	16			
3.2.3	Zündgeschwindigkeit	17			
3.3	Verbrennungsluftbedarf	17			
3.4	Verbrennung von Holz	19			
3.5	Verbrennung von Kohle	19			
3.6	Verbrennung von Heizöl	19			
3.7	Verbrennung von Gas	19			
3.8	Schadstoffe und ihre Grenzwerte	19			
3.8.1	Schadstoffe	19			
3.8.2	Grenzwerte von Schadstoffen	21			
3.8.2.1	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen	21			
3.8.2.2	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit flüssigen Brennstoffen	22			
3.8.2.3	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit gasförmigen Brennstoffen	22			
3.8.2.4	Grenzwerte zur Vergabe von Umweltzeichen und Förderprogrammen	22			
4	Brenner	24			
4.1	Ölzerstäubungsbrenner	24			
4.1.1	Aufbau des Ölzerstäubungsbrenners	24			
4.1.2	Programmablauf	27			
4.1.3	Arten und Betriebsweisen von Ölzerstäubungsbrennern	28			
4.1.3.1	Gelbbrenner	28			
4.1.3.2	Blaubrenner	29			
4.1.4	Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoffen	29			
4.1.5	Einstellung und Inbetriebnahme	30			
4.1.6	Öldurchsatz und Düsenauswahl	31			
4.2	Gasbrenner	33			
4.2.1	Flammenbilder	33			
4.2.2	Gasbrenner ohne Gebläse	34			
4.2.2.1	Teilvormischbrenner	34			
4.2.2.2	Vollvormischbrenner	34			
4.2.2.3	Aufbau eines atmosphärischen Gasbrenners	34			
4.2.2.3.1	Züleinrichtungen	34			
4.2.2.3.2	Flammenüberwachungseinrichtungen	35			
4.2.2.3.3	Gasregelstrecke (Gasstraße)	38			
4.2.2.3.4	Elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen	39			
4.2.2.3.5	Maßnahmen zur Verringerung von Stickoxiden und Kohlenmonoxiden	41			
4.2.2.3.6	Vor- und Nachteile von Gasbrennern ohne Gebläse	42			
4.2.3	Gasgebläsebrenner	43			
4.2.3.1	Aufbau eines Gasgebläsebrenners	43			
4.2.3.1.1	Verbrennungsluftzuführung und -überwachung	43			
4.2.3.1.2	Züleinrichtungen	44			
4.2.3.1.3	Flammenüberwachungseinrichtungen	44			
4.2.3.1.4	Gasregelstrecke	44			
4.2.3.1.5	Elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen	45			
4.2.3.1.6	Maßnahmen zur Verringerung von Stickoxiden und Kohlenmonoxiden	48			
4.2.3.1.7	Vor- und Nachteile von Gasgebläsebrennern	48			
4.2.4	Sonderausführungen von Gasbrennern	48			
4.2.4.1	Strahlungsflächenbrenner	48			
4.2.4.2	Katalytische Brenner	49			
4.2.5	Einstellung und Inbetriebnahme von Gasbrennern	50			
4.2.5.1	Einstellung eines atmosphärischen Gasbrenners	53			
4.2.5.2	Einstellung eines Gasgebläsebrenners	54			
4.2.5.3	Funktionsprüfung der Abgasanlage raumluftabhängiger Gasgeräte mit Strömungssicherung	56			
5	Wärmeerzeuger	61			
5.1	Einteilung nach dem Kesselwerkstoff	61			
5.1.1	Gussheizkessel	61			
5.1.2	Stahlheizkessel	62			
5.1.3	Hybridkessel	62			
5.2	Einteilung nach dem Brennstoff	62			
5.2.1	Festbrennstoffkessel	62			
5.2.1.1	Holzessel	63			
5.2.1.2	Kohleessel	66			
5.2.1.3	Pufferspeicher	66			
5.2.2	Öl- und Gasheizkessel	67			
5.2.2.1	Heizkessel mit Gasbrennern ohne Gebläse (Gasspezialkessel)	67			
5.2.2.2	Heizkessel mit Gas- und Ölgebläsebrenner	68			
5.2.2.3	Unit-Kessel	68			
5.3	Einteilung nach dem Druck im Verbrennungsraum	68			
5.3.1	Naturzugfeuerung	68			
5.3.2	Überdruckfeuerung	68			
5.4	Einteilung nach der Art der Heizgasführung	69			

5.5	Einteilung nach der Energieausnutzung	69	9.3.1.1	Schornsteine	116
5.5.1	Standardheizkessel	69	9.3.1.1.1	Anforderungen an Schornsteine	117
5.5.2	Niedertemperatur-Heizkessel	69	9.3.1.1.2	Schornsteinentwicklung	119
5.5.3	Brennwertkessel	71	9.3.1.1.3	Belegung von Schornsteinen	120
5.5.3.1	Ölbrennwertkessel	74	9.3.1.1.4	Schornsteinauslegung	120
5.5.3.2	Gas-Brennwertkessel	77	9.3.1.2	LAS-System	121
5.5.4	Gas-Heizkessel / Gas-Kombiwasserheizer	77	9.3.2	Bauteile	122
5.5.5	Gasherde und Gasbacköfen	79	9.3.2.1	Verbindungsstücke	122
5.5.6	Gas-Raumheizer	79	9.3.2.2	Abgasklappen	122
			9.3.2.3	Nebenluftvorrichtungen	123
6	Wirkungsgrade und Nutzungsgrade	81	9.3.2.4	Strömungssicherung	124
6.1	Feuerungstechnischer Wirkungsgrad	81	9.3.2.4.1	Abgasüberwachungseinrichtung	124
6.2	Kesselwirkungsgrad	82	9.4	Genehmigungsverfahren durch Schornsteinfeger	124
6.3	Jahresnutzungsgrad des Heizkessels	83			
6.4	Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage	84	10	Abgasüberwachung	127
6.5	Norm-Nutzungsgrad	85	10.1	BlmSchV	127
7	Sicherheitstechnische Ausrüstung von geschlossenen Warmwasser-Heizungsanlagen	87	10.1.1	Feste Brennstoffe	127
7.1	Geschlossene Warmwasser-Heizungsanlagen mit Öl-/Gasfeuerung	88	10.1.2	Flüssige Brennstoffe	127
7.2	Geschlossene Warmwasser-Heizungsanlagen mit Festbrennstoff-Feuerung	94	10.1.2.1	Ermittlung der Abgasverluste	128
7.3	Bemessung des Membran-Ausdehnungsgefäßes	96	10.1.2.2	Ermittlung des Förderdruckes (Schornsteinzuges)	129
			10.1.2.3	Ermittlung des CO- und NO _x -Gehaltes	129
8	Aufstellung von Wärmeerzeugern – Verbrennungsluftversorgung	102	10.1.2.4	Wiederkehrende Messpflicht	129
8.1	Grundlagen	102	10.1.3	Gasförmige Brennstoffe	129
8.2	Allgemeine Anforderungen an Aufstellung und Aufstellräume	102	10.2	KÜO	130
8.2.1	Aufstellung und Verbrennungsluftversorgung raumluftabhängiger Feuerstätten	103	11	Anbindung des Wärmeerzeugers an die Wärmeverteilungs- und Trinkwassererwärmungsanlage	131
8.2.1.1	Anforderungen an Aufstellräume für raumluftabhängige Feuerstätten der Art B bis 35 kW Gesamtnennwärmeleistung	104	12	 Domestic heat generation: fuels, boilers, burners and flue systems	135
8.2.1.2	Anforderungen an Aufstellräume für raumluftabhängige Feuerstätten der Art B größer 35 kW bis 50 kW Gesamtnennwärmeleistung	106	12.1	Fossil fuels	135
8.2.1.3	Messtechnischer Nachweis der Verbrennungsluftversorgung	106	12.2	Properties and combustion of natural gas and fuel oil	135
8.2.2	Bedingungen für raumluftunabhängige Gasfeuerstätten der Art C	106	12.3	Central-heating boilers	136
8.2.3	Besondere Anforderungen an Aufstellräume für Gasfeuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung > 100 kW	106	12.4	Condensing combination boiler	138
8.3	Heizräume	107	12.5	Pressure jet burners	139
9	Abgasanlagen	110	12.6	Flue systems	140
9.1	Grundlagen	110			
9.2	Verbrennungsluftzuführung und Abgasableitung	112	Lernfeld 10: Einbinden und Einstellen von Komponenten der Heizungsregelung		
9.2.1	Gasgeräte	112	1	Grundlagen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik	143
9.2.1.1	Raumluftabhängige Gasfeuerstätten	112	1.1	Einleitung	143
9.2.1.2	Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten	112	1.2	Abgrenzung der Begriffe Messen, Steuern, Regeln	143
9.2.2	Abgasführung bei Brennwertgeräten	115	2	Messtechnik	144
9.3	Bauarten und Bauteile von Abgasanlagen	116	2.1	Messen bei Wartungsarbeiten und Störungen	144
9.3.1	Bauarten	116	2.1.1	Messen des Ionisationsstromes am Gasgebläsebrenner	144
			2.1.2	Messen und Überprüfen von Widerständen	144

2.2	Messungen vor der Erstinbetriebnahme der elektrischen Anlage oder nach einer Änderung	145
2.2.1	Messen der Niederohmigkeit (Durchgängigkeit) des Schutzleiters	145
2.2.2	Messen des Isolationswiderstandes zwischen den Leitern	146
3	Steuerungs- und Regelungstechnik	146
3.1	Steuern und Regeln anhand einfacher Beispiele	146
3.1.1	Steuern	146
3.1.2	Regeln	147
3.2	Steuern und Regeln anhand des komplexeren Beispiels eines Gas-Durchflusswassererwärmers	147
3.3	Begriffsbestimmungen	148
4	Steuerungs- und Regelungstechnik in der Anwendung	149
4.1	Steuerungstechnik	149
4.1.1	Zeitsteuerungen	149
4.1.2	Temperatursteuerungen	149
4.1.2.1	Temperatursteuerungen an der PWH-C-Leitung	149
4.1.2.2	Thermische Ablaufsicherung	151
4.1.2.3	Temperaturwächter und -begrenzer	151
4.1.2.4	Abgasüberwachungseinrichtungen	151
4.1.3	Programmablaufsteuerungen	151
4.2	Regelungstechnik	152
4.2.1	Einteilung von Reglern	152
4.2.2	Regelverhalten von Reglern	154
4.2.2.1	Unstetige Regler	154
4.2.2.2	Stetige Regler	155
4.2.2.3	Fuzzy-Regler	156
4.2.3	Analoge/digitale Regler	156
4.2.4	Regler im Einsatz	158
4.2.4.1	Witterungsgeführte Vorlauf- (Kessel-) Temperaturregelung	158
4.2.4.2	Min.-Max.-Begrenzung der Kesselwassertemperatur	160
4.2.4.3	Speichervorrangschaltung	160
4.2.4.4	Regelschema einer Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung	161
4.2.4.5	Hydraulikschema und elektrischer Anschlussplan einer komplexen Zentralheizungsanlage	162
4.2.5	DDC-Regelung, Gebäudeleittechnik	165
5	 Automatic control	171
5.1	Operating manual	171

Lernfeld 11: Installieren von Anlagen zur Trinkwassererwärmung

1	Grundlagen der Trinkwassererwärmung	175
1.1	Einleitung	175
1.2	Anforderungen an Trinkwassererwärmungsanlagen	175
2	Einteilung von Trinkwassererwärmungsanlagen	176
2.1	Versorgung der Entnahmestellen	176
2.1.1	Einzelversorgung	176
2.1.2	Gruppenversorgung	176
2.1.3	Zentrale Versorgung	177
2.2	Systeme von Trinkwassererwärmern (TWE)	177
2.2.1	Speicher-Trinkwassererwärmer	177
2.2.1.1	Offene (drucklose) Speicher-TWE	178
2.2.1.2	Geschlossene (druckfeste) Speicher-TWE	178
2.2.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer	179
2.3	Beheizung von Trinkwassererwärmern	179
2.3.1	Direkt beheizte Trinkwassererwärmer	179
2.3.2	Indirekt beheizte Trinkwassererwärmer	180
2.4	Behälter von Trinkwassererwärmern	180
2.4.1	Behälterwerkstoffe	180
2.4.2	Korrosionvermeidung bei Speicherbehältern aus unlegiertem Stahl	180
2.4.3	Dämmung von Speicherbehältern	182
3	Trinkwassererwärmung durch elektrisch betriebene Anlagen	184
3.1	Allgemeine Grundlagen	184
3.1.1	Einsatzbereiche und Gerätearten	184
3.1.2	Elektrische Anschlüsse, Überstrom-Schutzeinrichtungen, Schutzarten und Schutzklassen	184
3.1.3	Heizprinzip der elektrischen Heizkörper	185
3.1.4	Elektrische Heizkörper von offenen und geschlossenen Trinkwassererwärmern	186
3.2	Offene Trinkwassererwärmer	188
3.2.2	Boiler	188
3.2.3	Kochendwassergeräte	188
3.2.4	Speicher	189
3.3	Geschlossene Speicher-Trinkwassererwärmer	192
3.3.1	Sicherheitstechnische Ausrüstung	192
3.3.2	Wandspeicher	193
3.3.3	Durchflussspeicher	194
3.3.4	Störungssuche	194
3.4	Durchfluss-Trinkwassererwärmer	195
3.4.1	Strömungsschalter (Venturidüse)	196
3.4.2	Rohrheizkörper-Heizsysteme	197
3.4.3	Blankdraht-Heizsystem	198
3.4.4	Hydraulisch gesteuerter Durchfluss-Trinkwassererwärmer	199
3.4.5	Elektronisch gesteuerte und geregelte Durchfluss-Trinkwassererwärmer	199
3.4.6	Mini-Durchflusstrinkwassererwärmer	201
3.4.7	Installation und Erstinbetriebnahme	201

3.4.8	Störungserkennung und -beseitigung	202	6.3.4.3.2	Heatpipe-Vakuurröhren	225
3.5	Umweltverträglichkeit und Recycling	203	6.3.4.3.3	Sydney-Vakuurröhren	225
4	Trinkwassererwärmung durch Gasgeräte – direkt beheizt	205	6.3.4.4	Vor- und Nachteile	225
4.1	Speicher-Trinkwassererwärmer (VWH)	205	6.3.4.5	Unverglaste Kollektoren (Schwimmbad-Kollektoren)	226
4.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DWH)	206	6.3.5	Auswahl von geeigneten Kollektoren	226
4.2.1	Temperaturgesteuertes Gasgerät	206	6.3.6	Montage	227
4.2.2	Temperaturgeregeltes Gasgerät	209	6.3.6.1	Schrägdachmontage	228
5	Trinkwassererwärmung durch die zentrale Heizungsanlage	210	6.3.6.2	Flachdachmontage	228
5.1	Speicher-Trinkwassererwärmer – indirekt beheizt	210	6.3.6.3	Fassadenmontage	229
5.1.1	Einwandige Speicher-Trinkwassererwärmer mit Rohrheizfläche	211	6.3.7	Solarkreislauf	230
5.1.2	Doppelwandige Speicher-Trinkwassererwärmer	211	6.3.7.1	Solarstationen	230
5.1.3	Kombination Heizkessel-Speicher-Trinkwassererwärmer	211	6.3.7.2	Rohrleitungen und Dämmung	230
5.1.3.1	Aufgesetzte Speicher-Trinkwassererwärmer	211	6.3.7.3	Wärmeträgerflüssigkeit	232
5.1.3.2	Tiefliegende Speicher-Trinkwassererwärmer	211	6.3.7.4	Solarpumpe	232
5.1.3.3	Nebenstehende Speicher-Trinkwassererwärmer	212	6.3.7.5	Sicherheitseinrichtungen	232
5.1.4	Speicher-Vorrangschaltung	212	6.3.7.6	Entlüftung	232
5.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer – indirekt beheizt	213	6.3.7.7	Solarkreiswärmeübertrager	233
5.2.1	Rohrwendelwärmeübertrager	213	6.3.7.8	Solarspeicher	233
5.2.2	Plattenwärmeübertrager	214	6.3.7.8.1	Standardsolarspeicher	233
6	Trinkwassererwärmung durch solarthermische Anlagen	215	6.3.7.8.2	Thermosiphonspeicher	234
6.1	Allgemeine Grundlagen	215	6.3.7.9	Regelung	235
6.2	Die Sonne als Energiequelle	215	6.3.8	Auslegung (Berechnung) von Solaranlagen	236
6.2.1	Solarkonstante	216	6.3.8.1	Auslegungsgrundlagen	236
6.2.2	Globalstrahlung	216	6.3.8.2	Auslegung der Solaranlage	237
6.2.3	Strahlungsleistung und Sonnenscheindauer	217	7	Trinkwasseranschluss von geschlossenen Trinkwassererwärmern	242
6.2.3.1	Neigung und Ausrichtung der Bestrahlungsfläche	218	7.1	Druckminderer	243
6.3	Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsweise einer thermischen Solaranlage	219	7.2	Rückflussverhinderer	243
6.3.1	Aufbau	219	7.3	Sicherheitsventil	243
6.3.2	Wirkungsweise	219	7.4	Membran-Druckausdehnungsgefäß	245
6.3.3	Betriebsweise	219	8	Trinkwarmwasser-Verteilungssysteme in zentralen TWE-Anlagen	246
6.3.3.1	Unter Druck stehende Anlagen mit Frostschutzmittel	220	8.1	Vorschriften und Regeln für Trinkwarmwasserleitungen	246
6.3.3.2	Unter Druck stehende Anlagen ohne Frostschutzmittel	220	8.2	Temperaturhaltesysteme	246
6.3.3.3	Drainback-Systeme	220	8.3	Zirkulationssysteme	247
6.3.4	Kollektoren	221	8.3.1	Zirkulationsleitungen	247
6.3.4.1	Flachkollektoren	222	8.3.1.1	Bemessung und hydraulischer Abgleich von Zirkulationssystemen	248
6.3.4.1.1	Absorber	222	8.3.1.2	Kurzverfahren	248
6.3.4.1.2	Transparente Abdeckung	223	8.3.1.3	Vereinfachtes Berechnungsverfahren	248
6.3.4.1.3	Wärmedämmung	223	8.3.2	Innenliegende Zirkulationsleitungen (Inliner-System)	252
6.3.4.1.4	Gehäuse	223	8.4	Rohrbegleitheizung	253
6.3.4.2	Vakuumflachkollektoren	223	9	Trinkwasserhygiene	255
6.3.4.3	Vakuumröhrenkollektoren	224	9.1	Beeinträchtigung der Trinkwasserhygiene	255
6.3.4.3.1	Direkt durchströmte Vakuurröhren	224	9.1.1	Fehler bei der Installationsplanung und -durchführung einer Trinkwasseranlage	256
			9.1.2	Fehler beim Betrieb einer Trinkwasseranlage	256
			9.2	Legionellen	256

10	Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	257	3.2.4	Ölstandsanzeiger	283
10.1	Wärmeleistung, Aufheizzeit und Massenstrom	257	3.2.5	Überfüllsicherung/Grenzwertgeber	283
10.1.1	Wärmeleistung	257	3.2.6	Leckanzeigergeräte	284
10.1.2	Aufheizzeit	257	3.3	Ölbrenneranschlüsse im Ein- und Zweistrangsystem	284
10.1.3	Massenstrom	258	4	Bereitstellung von Gasen	289
10.2	Wärmeübertragung	259	4.1	Bereitstellung von Erdgas	290
10.3	Größenbestimmung und Auswahl von Speicher-Trinkwassererwärmern	261	4.1.1	Transport und Verteilung	290
10.4	Mischwasser	265	4.1.2	Speicherung	290
10.4.1	Bestimmung der Mischwassertemperatur	265	4.2	Bereitstellung von Flüssiggas	291
10.4.2	Bestimmung der Wassermassen	266	4.2.1	Transport und Verteilung	291
11	 Domestic hot water systems	267	4.2.2	Lagerung	291
11.1	Water heating and supply	267	4.2.2.1	Aufstellung von Flüssiggasbehältern	292
11.2	Hot water storage tanks	268	4.2.2.2	Schutzziele	292
11.3	Electric water heaters	268	4.2.2.2.1	Explosions- und Brandschutz	292
11.4	Gas water heaters	268	4.3	Hausanschluss Erdgas	294
11.5	Solar heating	269	4.4	Hausanschluss Flüssiggas	295
			4.5	Manipulationen an Gasinstallationen	296
			4.5.1	Aktive Maßnahmen – Gasströmungswächter	296
			4.5.1.1	Grundlagen für die Auslegung von Gasströmungswächtern	297
			4.5.2	Passive Maßnahmen	299
			4.6	Gasinstallation in Gebäuden	299
			4.6.1	Leitungsanlagen	299
			4.6.1.1.	Innenleitungen	300
			4.6.2	Gaszähler	302
			4.6.3	Hausdruckregler	304
			4.6.4	Verahren von Leitungen	304
			4.6.5	Prüfung von Leitungsanlagen	305
			4.6.5.1	Belastungsprüfung	305
			4.6.5.2	Dichtheitsprüfung	305
			4.6.5.3	Prüfungen im Mitteldruckbereich	307
			4.6.5.4	Gebrauchsfähigkeitsprüfung	307
			4.6.5.5	Prüfung von Flüssiggasleitungen	308
			4.6.6	Inbetriebnahme	308
			4.6.7	Verhalten bei Gasgeruch	308
			5	Jahresbrennstoffbedarf und Jahresbrennstoffkosten	310
			6	 Domestic fuel storage and gas supply	313
			6.1	Domestic wood pellet storage	313
			6.2	Domestic fuel oil storage	314
			6.3	Commissioning of natural gas installations	315

Lernfeld 12: Installieren von Brennstoffversorgungsanlagen

1	Grundlagen Brennstoffversorgungsanlagen	271
1.1	Einleitung	271
1.2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	271
1.2.1	Bereitstellung von festen und flüssigen Brennstoffen	271
1.2.2	Bereitstellung von gasförmigen Brennstoffen	271
2	Bereitstellung von festen Brennstoffen	272
2.1	Lagerung von Stückholz	272
2.2	Lagerung von Holzpellets	272
2.2.1	Pellet-Lagerräume	272
2.2.1.1	Anforderungen an den Lagerraum	273
2.2.1.2	Ausführung des Befüllsystems	274
2.2.1.3	Raumaustragungssysteme	274
2.2.2	Fertiglagersysteme	275
2.2.2.1	Sacksilos/Gewebesilos	275
2.2.2.2	Stahlblechtanks	275
2.2.2.3	Erdtanks (Erdsilos)	276
2.3	Lagerung von Hackgut, Säge- und Hobelspänen	276
2.4	Kohle	276
3	Bereitstellung von Heizöl	277
3.1	Heizöllagerung	278
3.1.1	Unterirdische Lagerung von Heizöl im Freien	278
3.1.2	Oberirdische Lagerung von Heizöl	279
3.1.2.1	Oberirdische Lagerung von Heizöl im Freien	279
3.1.2.2	Oberirdische Lagerung von Heizöl in Gebäuden	279
3.2	Ausrüstung der Heizöllagerbehälter	282
3.2.1	Fülleitung	282
3.2.2	Lüftungsleitung	282
3.2.3	Ölleitungen	282

Lernfeld 13: Installieren einer raumlufttechnischen Anlage

1	Einführung und geschichtliche Entwicklung der Lufttechnik	317
2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	317
3	Einteilung und Aufgaben der Lufttechnik	318
4	Physiologische Grundlagen	318
4.1	Thermische Behaglichkeit	318
4.2	Luftverunreinigungen	319

4.2.1	Arbeitsplatzgrenzwert und CO ₂ -Gehalt	320	10.3.1.2	Zentrale Abluftsysteme ohne Wärmerückgewinnung	357
4.2.2	Gerüche	320	10.3.2	Ventilatorgestützte Zu- und Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung	358
5	Auslegungskriterien für Volumenströme	321	10.3.2.1	Dezentrale Zu- und Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung	358
5.1	Bestimmung nach dem Außenluftstrom (Außenluftfrate)	321	10.3.2.2	Zentrale Zu- und Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung	358
5.2	Bestimmung nach der Luftwechselzahl	321	10.4	Entscheidung über Lüftungskonzept	360
5.3	Bestimmung nach dem Schadstoffanteil	322	10.5	Rechnerischer Nachweis einer Lüftungstechnischen Maßnahme	362
5.4	Bestimmung nach der Kühllast	323	10.6	Rechnerische Ermittlung der Volumenströme	362
5.5	Bestimmung nach Feuchteschutzmaßnahmen	324	10.7	Ermittlung der Luftleitungsdurchmesser	364
6	Thermodynamische Luftbehandlungen	324	10.8	Kennzeichnung von Lüftungsanlagen/-geräten	367
7	<i>h-x</i>-Diagramm von Mollier für feuchte Luft und seine physikalischen Grundlagen	326	11	Inbetriebnahme und Abnahmeprüfung, Messen und Einregulieren	367
7.1	Gesamtdruck <i>p</i> der feuchten Luft	326	11.1	Inbetriebnahme und Abnahmeprüfung	367
7.2	Relative Feuchte φ	328	11.2	Messen von Luftgeschwindigkeiten und Einregulieren von Volumenströmen	367
7.3	Absolute Feuchte oder Feuchtegrad <i>x</i>	328	11.2.1	Geschwindigkeitsmessung in geschlossenen, nicht begehbaren Räumen	368
7.4	Wärmeinhalt (Enthalpie) <i>h</i>	329	11.2.2	Geschwindigkeitsmessung an Luftein- und -auslässen	369
7.5	Temperatur θ (ϑ)	329	12	Anlageninstandhaltung	370
8	Bauteile der RLT-Anlagen	331	13	 Ventilation and air conditioning systems	372
8.1	Einbaukomponenten der zentralen Luftaufbereitungsanlage	331	13.1	Controlled domestic ventilation systems	372
8.1.1	Luftfilter	331	13.2	Air conditioning systems	373
8.1.2	Mischkammer	333			
8.1.3	Luftherhitzer	334			
8.1.4	Luftkühler	336			
8.1.5	Luftbefeuchter	337			
8.1.6	Ventilatoren	339			
8.1.7	Schalldämpfer	343			
8.1.7.1	Natürliche Schalldämmung	343			
8.1.7.2	Künstliche Schalldämmung	343			
8.1.7.3	Schalldämpferauslegung	344			
8.2	Luftleitungen und Zubehör	344			
8.2.1	Luftleitungen	344			
8.2.2	Luftdurchlässe	346			
8.2.2.1	Lüftungsgitter	346			
8.2.2.2	Induktiv wirkende Auslässe	348			
8.2.3	Brandschutzeinrichtungen	348			
8.2.3.1	Brandschutzklappen	348			
8.2.3.2	Brandschott	350			
8.3	Technische Maßnahmen der Energieeinsparung	350			
8.3.1	Rekuperatoren	350			
8.3.1.1	Rekuperative Energiegewinnung im Erdreich bei der kontrollierten Wohnungslüftung	351			
8.3.2	Regeneratoren	352			
9	Akustische Probleme des Anlagenumfeldes	355			
10	Kontrollierte Wohnungslüftung	357			
10.1	Einleitung	357			
10.2	Systeme der freien Lüftung	357			
10.3	Systeme der ventilatorgestützten Lüftung	357			
10.3.1	Ventilatorgestützte Abluftsysteme ohne Wärmerückgewinnung	357			
10.3.1.1	Dezentrale Abluftsysteme ohne Wärmerückgewinnung	357			

Lernfeld 14: Instandhalten von versorgungstechnischen Anlagen und Systemen

1	Grundlagen zur Instandhaltung	375
1.1	Einleitung	375
1.2	Normen und Vorschriften	375
2	Instandhaltung von Trinkwasseranlagen	377
2.1	Wartung bzw. Funktionskontrolle des Rückflussverhinderers	378
2.2	Wartung bzw. Funktionskontrolle der Außenzapfarmatur	379
2.3	Wartung bzw. Funktionskontrolle eines Systemtrenners mit kontrollierbarer druckreduzierter Zone (Typ BA)	379
3	Fäkalienhebeanlagen	380
3.1	Instandhaltung	381
3.1.1	Sicherheitsvorschriften	382
3.1.2	Probelauf	383
3.1.3	Niveauregelung prüfen	383
3.2	Störungsbeispiele und Abhilfemaßnahmen	384

4	Instandhalten von Regenwassernutzungsanlagen	386	10.2	Wartungsarbeiten am Lüftungsgerät durch den Fachbetrieb	411
4.1	Inspektion und Wartung	386	10.2.1	Gerätefilter entnehmen und reinigen	411
4.1.1	Inspektion	386	10.2.2	Wärmetauscher ausbauen und reinigen	411
4.1.2	Wartung	387	10.2.3	Kondenswasserabfluss reinigen	412
4.2	Wartungsbeispiele	387	10.2.4	Reinigen oder Austauschen des Bypassfilters	412
4.2.1	Gitter und Filter	387	10.2.5	Probetrieb und Wiederinbetriebnahme	412
4.2.2	Regenwasserspeicher	389	10.2.6	Ersatzteile und Zubehör	413
4.3	Störungsbeispiele und Abhilfemaßnahmen	390	10.3	Reinigen der Luftdurchlässe	413
5	Wartung eines Holzvergaserkessels	391	10.4	Reinigen der Luftleitungen	413
5.1	Wartungsarbeiten bei jeder Befüllung	391	10.5	Wartungsprotokoll	414
5.2	Wartungsarbeiten in Abständen von ein bis zwei Wochen	391	11	 Servicing	414
5.3	Jährliche Wartungsarbeiten	391	Lernfeld 15: Integrieren ressourcenschonender Anlagen in Systeme der Gebäude- und Energietechnik		
5.4	Wartungsarbeiten, die alle drei Jahre oder nach Aufforderung durch die Regelung durchzuführen sind	393	1	Grundlagen – Integrieren ressourcenschonender Anlagen in Systeme der Sanitär- und Heizungstechnik	417
6	Wartung eines Ölbrennwertkessels	394	1.1	Einleitung	417
7	Wartung und Instandsetzung (Störungssuche) bei Ölbrennern	395	1.2	Gebäudestandards	417
7.1	Wartung bei Ölgebläsebrennern	395	1.2.1	Niedrigenergiehaus	417
7.2	Instandsetzung (Störungsbehebung)	399	1.2.1.1	Niedrigenergiehaus-Zertifizierung	418
7.2.1	Funktionsfluss-Diagramm (Fehlersuche bei Brennerstörung)	399	1.2.2	Passivhaus	418
7.2.2	Störung – Ursache und Behebung	400	1.3	Blower-Door-Verfahren	419
8	Wartung von Gasgeräten und Störungssuche	401	1.4	Thermografie	420
8.1	Wartung von atmosphärischen Gaskesseln	401	2	Solare Heizungsunterstützung	422
8.2	Wartungsanleitung eines wandhängenden Gasbrennwertkessels	403	2.1	Komponenten einer Kombisolaranlage	423
8.3	Störungssuche	405	2.1.1	Solarspeicher	423
9	Instandhaltung von thermischen Solaranlagen	406	2.1.1.1	Kombispeichersysteme	423
9.1	Solarflüssigkeit kontrollieren (jährlich)	406	2.1.1.2	Kombispeicher	424
9.2	Vordruck des Solar-Ausdehnungsgefäßes prüfen (alle 2 Jahre)	407	2.1.2	Auslegung	425
9.3	Solarkreisfilter wechseln	407	3	Wärmepumpen	427
9.4	Solarbetriebsdruck prüfen	408	3.1	Einleitung	427
9.5	Durchfluss prüfen	408	3.2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	427
9.6	Solarkreis entlüften	408	3.3	Aufbau und Funktionsweise	427
9.7	Solarstation kontrollieren	408	3.3.1	Verdampfer	428
9.8	Solar-Wärmeübertrager speicherseitig spülen	408	3.3.2	Verdichter (Kompressor)	428
9.9	Fühlerwerte überprüfen	409	3.3.3	Verflüssiger (Kondensator)	429
9.10	Kollektoren kontrollieren	409	3.3.4	Expansionsventil	429
10	Instandhaltung von raumluftechnischen Anlagen	410	3.3.5	Kältemittel	429
10.1	Wartungsarbeiten am Lüftungsgerät durch den Betreiber	410	3.4	Wärmequellen und Anlagenkonzepte	429
10.1.1	Filter im Wohnraumlüftungsgerät reinigen oder austauschen	410	3.4.1	Wärmequelle Erdreich bei Sole-Wasser-Wärmepumpen	429
10.1.2	Filter im Bypassgehäuse reinigen oder austauschen	411	3.4.1.1	Erdkollektoren	430
10.1.3	Filter	411	3.4.1.2	Erdsonden	431
			3.4.2	Wärmequelle Wasser bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen	431
			3.4.3	Wärmequelle Luft bei Luft-Wasser-Wärmepumpen	432
			3.5	Betriebsweisen von Wärmepumpen	433
			3.5.1	Monovalente Betriebsweise	433
			3.5.2	Monoenergetische Betriebsweise	433
			3.5.3	Bivalente Betriebsweise	433

3.6	Einsatz eines Pufferspeichers	433	5	Blockheizkraftwerke	443
3.7	Energetische Beurteilung von Wärmepumpen	433	5.1	Normen, Richtlinien und Vorschriften	443
3.7.1	Leistungszahl und COP	433	5.2	Aufbau und Funktionsweise	443
3.7.2	Jahresarbeitszahl	434	5.3	Wirtschaftlichkeit und Grundlagen für die Errichtung von Blockheizkraftwerken	446
3.7.3	Wirtschaftlichkeit	434	6	Brennstoffzellen	446
3.8	Auslegung der Wärmepumpe	434	6.1	Geschichtliche Entwicklung	446
3.9	Auslegung des Erdkollektors	436	6.2	Normen, Richtlinien und Vorschriften	446
4	Fernwärmeversorgung	437	6.3	Aufbau und Funktion	447
4.1	Allgemeines	437	6.4	Anwendung der Brennstoffzellentechnologie	448
4.2	Einteilung	438	7	 Heat transfer stations	450
4.3	Hauptbestandteile	439		Englisch-deutsche Vokabelliste	451
4.4	Wärmeträgermedium	439		Sachwortverzeichnis	473
4.5	Betriebsweise	439		Bildquellenverzeichnis	482
4.6	Hausstation	440		Symboltabellen	483
4.6.1	Hauszentrale	440			
4.6.1.1.	Direkter Anschluss	440			
4.6.1.2.	Indirekter Anschluss	441			
4.6.1.3	Kompakt-Hausstationen	441			
4.7	Vor- und Nachteile von Fernwärmeversorgungsanlagen	441			