

Lernfeldübergreifende Inhalte

<b>1</b>	<b>Wärmewert</b>	3	<b>5.2</b>	Geschlossene Warmwasser-Heizungsanlagen mit Festbrennstoff-Feuerung	35
<b>2</b>	<b>Verbrennung</b>	5	<b>5.3</b>	Bemessung des Membran-Ausdehnungsgefäßes	37
2.1	Grundlagen der Verbrennung	5			
2.2	Zündung von Brennstoffen	6			
2.2.1	Zündverhalten	6	<b>6</b>	<b>Abgasanlagen</b>	43
2.2.2	Zündgrenzen	6	6.1	Grundlagen	43
2.2.3	Zündgeschwindigkeit	6	6.2	Abgasführung bei Brennwertgeräten	45
2.3	Verbrennungsluftbedarf	7	6.3	Bauarten und Bauteile von Abgasanlagen	45
2.4	Verbrennung von Holz	8	6.3.1	Bauarten	45
2.5	Verbrennung von Kohle	8	6.3.1.1	Schornsteine	45
2.6	Verbrennung von Heizöl	8	6.3.1.1.1	Anforderungen an Schornsteine	47
2.7	Verbrennung von Gas	8	6.3.1.1.2	Schornsteinentwicklung	48
2.8	Schadstoffe und ihre Grenzwerte	9	6.3.1.1.3	Belegung von Schornsteinen	49
2.8.1	Schadstoffe	9	6.3.1.1.4	Schornsteinauslegung	50
2.8.2	Grenzwerte von Schadstoffen	10	6.3.1.2	LAS-System	50
2.8.2.1	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen	10	6.3.2	Bauteile	51
2.8.2.2	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit flüssigen Brennstoffen	11	6.3.2.1	Verbindungsstücke	51
2.8.2.3	Grenzwerte für Schadstoffe von Feuerungsanlagen mit gasförmigen Brennstoffen	12	6.3.2.2	Abgasklappen	52
			6.3.2.3	Nebenluftvorrichtungen	52
<b>3</b>	<b>Einteilung der Wärmeerzeuger</b>	13	6.4	Genehmigungsverfahren durch Schornsteinfeger	53
3.1	Einleitung	13	<b>7</b>	<b>Abgasüberwachung</b>	55
3.2	Normen und Vorschriften	14	7.1	BImSchV	55
3.3	Einteilung nach dem Kesselwerkstoff	14	7.1.1	Feste Brennstoffe	55
3.3.1	Gussheizkessel	14	7.1.2	Flüssige Brennstoffe	57
3.3.2	Stahlheizkessel	14	7.1.2.1	Ermittlung der Abgasverluste	58
3.3.3	Hybridkessel	15	7.1.2.2	Ermittlung des Förderdruckes (Schornsteinzuges)	59
3.4	Einteilung nach dem Druck im Verbrennungsraum	15	7.1.2.3	Ermittlung des CO- und NO <sub>x</sub> -Gehaltes	59
3.4.1	Naturzugfeuerung	15	7.1.2.4	Wiederkehrende Messpflicht	59
3.4.2	Überdruckfeuerung	15	7.1.3	Gasförmige Brennstoffe	59
3.5	Einteilung nach der Art der Heizgasführung	16	7.2	KÜO	59
3.6	Einteilung nach der Energieausnutzung	16	<b>8</b>	<b>Anbindung des Wärmeerzeugers an die Wärmeverteilungs- und Trinkwassererwärmungsanlage</b>	61
3.6.1	Standardheizkessel	16			
3.6.2	Niedertemperatur-Heizkessel	16	<b>9</b>	<b>Jahresbrennstoffbedarf und Jahresbrennstoffkosten</b>	65
3.6.3	Brennwertkessel	18			
<b>4</b>	<b>Wirkungsgrade und Nutzungsgrade</b>	22	<b>10</b>	<b>Grundlagen der Brennstoffversorgung</b>	68
4.1	Feuerungstechnischer Wirkungsgrad	22	10.1	Einleitung	68
4.2	Kesselwirkungsgrad	23			
4.3	Jahresnutzungsgrad des Heizkessels	24	<b>11</b>	 <b>Domestic heat generation: fuels, boilers and flue systems</b>	69
4.4	Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage	25	11.1	Fossil fuels	69
4.5	Norm-Nutzungsgrad	26	11.2	Properties and combustion of natural gas and fuel oil	69
<b>5</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung von geschlossenen Warmwasser-Heizungsanlagen</b>	28	11.3	Central-heating boilers	70
5.1	Geschlossene Warmwasser-Heizungsanlagen mit Öl-/Gasfeuerung	29	11.4	Flue systems	72

## Lernfeld 9: Trinkwassererwärmungsanlagen installieren

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Trinkwassererwärmung</b>	75	3.4.8	Störungserkennung und -beseitigung	102
1.1	Einleitung	75	3.5	Umweltverträglichkeit und Recycling	103
1.2	Anforderungen an Trinkwassererwärmungsanlagen	75	<b>4</b>	<b>Trinkwassererwärmung durch Gasgeräte – direkt beheizt</b>	105
<b>2</b>	<b>Einteilung von Trinkwassererwärmungsanlagen</b>	76	4.1	Speicher-Trinkwassererwärmer (VWH)	105
2.1	Versorgung der Entnahmestellen	76	4.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DWH)	106
2.1.1	Einzelversorgung	76	4.2.1	Temperaturgesteuertes Gasgerät	106
2.1.2	Gruppenversorgung	76	4.2.2	Temperaturgeregeltes Gasgerät	109
2.1.3	Zentrale Versorgung	77	<b>5</b>	<b>Trinkwassererwärmung durch die zentrale Heizungsanlage</b>	110
2.2	Systeme von Trinkwassererwärmern (TWE)	77	5.1	Speicher-Trinkwassererwärmer – indirekt beheizt	110
2.2.1	Speicher-Trinkwassererwärmer	77	5.1.1	Einwandige Speicher-Trinkwassererwärmer mit Rohrheizfläche	111
2.2.1.1	Offene (drucklose) Speicher-TWE	78	5.1.2	Doppelwandige Speicher-Trinkwassererwärmer	111
2.2.1.2	Geschlossene (druckfeste) Speicher-TWE	78	5.1.3	Kombination Heizkessel-Speicher-Trinkwassererwärmer	111
2.2.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer	79	5.1.3.1	Aufgesetzte Speicher-Trinkwassererwärmer	111
2.3	Beheizung von Trinkwassererwärmern	79	5.1.3.2	Tiefliegende Speicher-Trinkwassererwärmer	111
2.3.1	Direkt beheizte Trinkwassererwärmer	79	5.1.3.3	Nebenstehende Speicher-Trinkwassererwärmer	112
2.3.2	Indirekt beheizte Trinkwassererwärmer	80	5.1.4	Speicher-Vorrangschaltung	112
2.4	Behälter von Trinkwassererwärmern	80	5.2	Durchfluss-Trinkwassererwärmer – indirekt beheizt	113
2.4.1	Behälterwerkstoffe	80	5.2.1	Rohrwendelwärmeübertrager	113
2.4.2	Korrosionvermeidung bei Speicherbehältern aus unlegiertem Stahl	80	5.2.2	Plattenwärmeübertrager	114
2.4.3	Dämmung von Speicherbehältern	82	<b>6</b>	<b>Trinkwassererwärmung durch solarthermische Anlagen</b>	115
<b>3</b>	<b>Trinkwassererwärmung durch elektrisch betriebene Anlagen</b>	84	6.1	Allgemeine Grundlagen	115
3.1	Allgemeine Grundlagen	84	6.2	Die Sonne als Energiequelle	115
3.1.1	Einsatzbereiche und Gerätearten	84	6.2.1	Solarkonstante	116
3.1.2	Elektrische Anschlüsse, Überstrom-Schutzeinrichtungen, Schutzarten und Schutzklassen	84	6.2.2	Globalstrahlung	116
3.1.3	Heizprinzip der elektrischen Heizkörper	85	6.2.3	Strahlungsleistung und Sonnenscheindauer	117
3.1.4	Elektrische Heizkörper von offenen und geschlossenen Trinkwassererwärmern	86	6.2.3.1	Neigung und Ausrichtung der Bestrahlungsfläche	118
3.2	Offene Trinkwassererwärmer	88	6.3	Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsweise einer thermischen Solaranlage	119
3.2.1	Allgemeine Grundlagen	88	6.3.1	Aufbau	119
3.2.2	Boiler	88	6.3.2	Wirkungsweise	119
3.2.3	Kochendwassergeräte	88	6.3.3	Betriebsweise	119
3.2.4	Speicher	89	6.3.3.1	Unter Druck stehende Anlagen mit Frostschutzmittel	120
3.3	Geschlossene Speicher-Trinkwassererwärmer	92	6.3.3.2	Unter Druck stehende Anlagen ohne Frostschutzmittel	120
3.3.1	Sicherheitstechnische Ausrüstung	92	6.3.3.3	Drainback-Systeme	120
3.3.2	Wandspeicher	93	6.3.4	Kollektoren	121
3.3.3	Durchflussspeicher	94	6.3.4.1	Flachkollektoren	122
3.3.4	Störungssuche	94	6.3.4.1.1	Absorber	122
3.4	Durchfluss-Trinkwassererwärmer	95	6.3.4.1.2	Transparente Abdeckung	123
3.4.1	Strömungsschalter (Venturidüse)	96	6.3.4.1.3	Wärmedämmung	123
3.4.2	Rohrheizkörper-Heizsysteme	97	6.3.4.1.4	Gehäuse	123
3.4.3	Blankdraht-Heizsystem	98			
3.4.4	Hydraulisch gesteuerter Durchfluss-Trinkwassererwärmer	99			
3.4.5	Elektronisch gesteuerte und geregelte Durchfluss-Trinkwassererwärmer	99			
3.4.6	Mini-Durchflusstrinkwassererwärmer	101			
3.4.7	Installation und Erstinbetriebnahme	101			

6.3.4.2	Vakuumpfachkollektoren	123	8.2	Temperaturhaltesysteme	146
6.3.4.3	Vakuümrohrenkollektoren	124	8.3	Zirkulationssysteme	147
6.3.4.3.1	Direkt durchströmte Vakuümrohren	124	8.3.1	Zirkulationsleitungen	147
6.3.4.3.2	Heatpipe-Vakuümrohren	125	8.3.1.1	Bemessung und hydraulischer Abgleich von Zirkulationssystemen	148
6.3.4.3.3	Sydney-Vakuümrohren	125	8.3.1.2	Kurzverfahren	148
6.3.4.4	Vor- und Nachteile	125	8.3.1.3	Vereinfachtes Berechnungsverfahren	148
6.3.4.5	Unverglaste Kollektoren (Schwimmbad-Kollektoren)	126	8.3.2	Innenliegende Zirkulationsleitungen (Inliner-System)	152
6.3.5	Auswahl von geeigneten Kollektoren	126	8.4	Rohrbegleitheizung	153
6.3.6	Montage	127	<b>9</b>	<b>Trinkwasserhygiene</b>	155
6.3.6.1	Schrägdachmontage	128	9.1	Beeinträchtigung der Trinkwasserhygiene	155
6.3.6.2	Flachdachmontage	128	9.1.1	Fehler bei der Installationsplanung und -durchführung einer Trinkwasseranlage	156
6.3.6.3	Fassadenmontage	129	9.1.2	Fehler beim Betrieb einer Trinkwasseranlage	156
6.3.7	Solarkreislauf	130	9.2	Legionellen	156
6.3.7.1	Solarstationen	130	<b>10</b>	<b>Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen</b>	157
6.3.7.2	Rohrleitungen und Dämmung	130	10.1	Wärmeleistung, Aufheizzeit und Massenstrom	157
6.3.7.3	Wärmeträgerflüssigkeit	132	10.1.1	Wärmeleistung	157
6.3.7.4	Solarpumpe	132	10.1.2	Aufheizzeit	157
6.3.7.5	Sicherheitseinrichtungen	132	10.1.3	Massenstrom	158
6.3.7.6	Entlüftung	132	10.2	Wärmeübertragung	159
6.3.7.7	Solarkreiswärmeübertrager	133	10.3	Größenbestimmung und Auswahl von Speicher-Trinkwassererwärmern	161
6.3.7.8	Solarspeicher	133	10.4	Mischwasser	165
6.3.7.8.1	Standardsolarspeicher	133	10.4.1	Bestimmung der Mischwassertemperatur	165
6.3.7.8.2	Thermosiphonspeicher	134	10.4.2	Bestimmung der Wassermassen	166
6.3.7.9	Regelung	135	<b>11</b>	 <b>Domestic hot water systems</b>	167
6.3.8	Auslegung (Berechnung) von Solaranlagen	136	11.1	Water heating and supply	167
6.3.8.1	Auslegungsgrundlagen	136	11.2	Hot water storage tanks	168
6.3.8.2	Auslegung der Solaranlage	137	11.3	Electric water heaters	168
<b>7</b>	<b>Trinkwasseranschluss von geschlossenen Trinkwassererwärmern</b>	142	11.4	Gas water heaters	168
7.1	Druckminderer	143	11.5	Solar heating	169
7.2	Rückflussverhinderer	143			
7.3	Sicherheitsventil	143			
7.4	Membran-Druckausdehnungsgefäß	145			
<b>8</b>	<b>Trinkwarmwasser-Verteilungssysteme in zentralen TWE-Anlagen</b>	146			
8.1	Vorschriften und Regeln für Trinkwarmwasserleitungen	146			

## Lernfeld 10: Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren

<b>1</b>	<b>Gasförmige Brennstoffe</b>	171	2.2.3.3	Gasregelstrecke (Gasstraße)	180
1.1	Eigenschaften von Brenngasen	171	2.2.3.4	Elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen	181
1.2	Einteilung von Brenngasen	171	2.2.3.5	Maßnahmen zur Verringerung von Stickoxiden und Kohlenmonoxiden	183
1.3	Kenndaten	173	2.2.3.6	Vor- und Nachteile von Gasbrennern ohne Gebläse	184
<b>2</b>	<b>Gasbrenner</b>	175	2.3	Gasgebläsebrenner	184
2.1	Flammenbilder	175	2.3.1	Aufbau eines Gasgebläsebrenners	184
2.2	Gasbrenner ohne Gebläse	176	2.3.1.1	Verbrennungsluftzuführung und -überwachung	185
2.2.1	Teilvormischbrenner	176	2.3.1.2	Zündeinrichtungen	186
2.2.2	Vollvormischbrenner	176	2.3.1.3	Flammenüberwachungseinrichtungen	186
2.2.3	Aufbau eines atmosphärischen Gasbrenners	176			
2.2.3.1	Zündeinrichtungen	177			
2.2.3.2	Flammenüberwachungseinrichtungen	177			

2.3.1.4	Gasregelstrecke	186	<b>5</b>	<b>Verbrennungsluftzuführung und Abgasableitung</b>	216
2.3.1.5	Elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen	187	5.1	Gasgeräte	216
2.3.1.6	Maßnahmen zur Verringerung von Stickoxiden und Kohlenmonoxiden	190	5.1.1	Raumluftabhängige Gasfeuerstätten	216
2.3.1.7	Vor- und Nachteile von Gasgebläsebrennern	190	5.1.2	Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten	216
2.4	Sonderausführungen von Gasbrennern	190	5.2	Strömungssicherung	219
2.4.1	Strahlungsflächenbrenner	190	5.2.1	Abgasüberwachungseinrichtung	220
2.4.2	Katalytische Brenner	191	<b>6</b>	<b>Bereitstellung von Gasen</b>	221
2.5	Einstellung und Inbetriebnahme von Gasbrennern	192	6.1	Normen, Richtlinien, Vorschriften	221
2.5.1	Einstellung eines atmosphärischen Gasbrenners	195	6.2	Bereitstellung von Erdgas	222
2.5.2	Einstellung eines Gasgebläsebrenners	196	6.2.1	Transport und Verteilung	222
2.5.3	Funktionsprüfung der Abgasanlage raumluftabhängiger Gasgeräte mit Strömungssicherung	198	6.2.2	Speicherung	222
<b>3</b>	<b>Gaswärmeerzeuger</b>	201	6.3	Bereitstellung von Flüssiggas	223
3.1	Heizkessel mit Gasbrennern ohne Gebläse (Gasspezialkessel)	201	6.3.1	Transport und Verteilung	223
3.2	Gas-Brennwertkessel	202	6.3.2	Lagerung	223
3.3	Gas-Heizkessel/Gas-Kombiwasserheizer	203	6.3.2.1	Aufstellung von Flüssiggasbehältern	224
3.4	Gasherde und Gasbacköfen	204	6.3.2.2	Schutzziele	224
3.5	Gas-Raumheizer	204	6.3.2.2.1	Explosions- und Brandschutz	224
<b>4</b>	<b>Aufstellung von Wärmeerzeugern – Verbrennungsluftversorgung</b>	205	6.4	Hausanschluss Erdgas	226
4.1	Grundlagen	205	6.5	Hausanschluss Flüssiggas	227
4.2	Allgemeine Anforderungen an Aufstellung und Aufstellräume	205	6.6	Manipulationen an Gasinstallationen	228
4.2.1	Aufstellung und Verbrennungsluftversorgung raumluftabhängiger Feuerstätten Art B	207	6.6.1	Aktive Maßnahmen – Gasströmungswächter	228
4.2.1.1	Anforderungen an Aufstellräume für raumluftabhängige Feuerstätten der Art B bis 50 kW Gesamtnennwärmeleistung	210	6.6.1.1	Grundlagen für die Auslegung von Gasströmungswächtern	229
4.2.1.2	Verbrennungsluftversorgung aus dem Freien	211	6.6.2	Passive Maßnahmen	231
4.2.1.3	Messtechnischer Nachweis der Verbrennungsluftversorgung	212	6.7	Gasinstallation in Gebäuden	231
4.2.2	Bedingungen für raumluftunabhängige Gasfeuerstätten der Art C	212	6.7.1	Leitungsanlagen	231
4.2.3	Besondere Anforderungen an Aufstellräume für Gasfeuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung > 100 kW	212	6.7.1.1	Innenleitungen	232
			6.7.2	Gaszähler	234
			6.7.3	Hausdruckregler	236
			6.7.4	Verahren von Leitungen	236
			6.7.5	Prüfung von Leitungsanlagen	237
			6.7.5.1	Belastungsprüfung	237
			6.7.5.2	Dichtheitsprüfung	237
			6.7.5.3	Prüfungen im Mitteldruckbereich	239
			6.7.5.4	Gebrauchsfähigkeitsprüfung	239
			6.7.5.5	Prüfung von Flüssiggasleitungen	240
			6.7.6	Inbetriebnahme	240
			6.7.7	Verhalten bei Gasgeruch	240
			<b>7</b>	 <b>Domestic gas heating</b>	242
			7.1	Commissioning of natural gas installations	242
			7.2	Condensing combination boiler	243
			7.3	Pressure jet burners	244
			7.4	Principles of home ventilation	245

## Lernfeld 11: Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren


<b>1</b>	<b>Flüssige Brennstoffe</b>	247	1.2.2.1	Unterirdische Lagerung von Heizöl im Freien	251
1.1	Heizöl	247	1.2.2.2	Oberirdische Lagerung von Heizöl	251
1.1.1	Einteilung und Eigenschaften	247	1.2.2.2.1	Oberirdische Lagerung von Heizöl im Freien	251
1.1.2	Kenndaten von Heizölen	247	1.2.2.2.2	Oberirdische Lagerung von Heizöl in Gebäuden	252
1.2	Bereitstellung von Heizöl	249	1.2.3	Ausrüstung der Heizöllagerbehälter	254
1.2.1	Normen, Richtlinien, Vorschriften	250	1.2.3.1	Füllleitung	254
1.2.2	Heizöllagerung	250			

1.2.3.2	Lüftungsleitung	254	2.2.1	Einteilung und Eigenschaften	280
1.2.3.3	Ölleitungen	255	2.3	Bereitstellung von festen Brennstoffen	280
1.2.3.4	Ölstandsanzeiger	255	2.3.1	Normen, Richtlinien und Vorschriften	280
1.2.3.5	Überfüllsicherung/Grenzwertgeber	256	2.3.2	Lagerung von Stückholz	280
1.2.3.6	Leckanzeigergeräte	256	2.3.3	Lagerung von Holzpellets	281
1.3	Ölbrenneranschlüsse im Ein- und Zweistrangsystem	257	2.3.4	Pellet-Lagerräume	281
1.4	Ölzerstäubungsbrenner	262	2.3.4.1	Anforderungen an den Lagerraum	281
1.4.1	Aufbau des Ölzerstäubungsbrenners	262	2.3.4.2	Ausführung des Befüllsystems	282
1.4.2	Programmablauf	265	2.3.4.3	Raumaustragungssysteme	283
1.4.3	Arten und Betriebsweisen von Ölzerstäubungsbrennern	266	2.3.5	Fertiglagersysteme	283
1.4.3.1	Gelbbrenner	266	2.3.5.1	Sacksilos/Gewebesilos	283
1.4.3.2	Blaubrenner	266	2.3.5.2	Stahlblechtanks	284
1.4.3.3	Zweistufige und modulierende Ölbrenner	267	2.3.5.3	Erdtanks (Erdsilos)	284
1.4.4	Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoffen	267	2.3.6	Lagerung von Hackgut, Säge- und Hobel- spänen	285
1.4.5	Einstellung und Inbetriebnahme	268	2.3.7	Lagerung von Kohle	285
1.4.6	Öldurchsatz und Düsenauswahl	269	2.4	Festbrennstoffkessel	286
1.5	Ölbrennwertkessel	273	2.4.1	Stückholzkessel (Scheitholzkessel)	287
1.5.1	Ölbrennwertkessel mit interner Kondensation	273	2.4.2	Pelletkessel	288
1.5.2	Ölbrennwertkessel mit externer Kondensation	275	2.4.3	Hackschnitzel, Späne- und Pelletfeuerungen	290
<b>2</b>	<b>Feste Brennstoffe</b>	<b>277</b>	2.4.4	Kombikessel für Stückholz und Pellets	291
2.1	Holzbrennstoffe	277	2.4.5	Kohlekessel	292
2.1.1	Einteilung und Eigenschaften	277	2.4.6	Pufferspeicher	293
2.1.1.1	Stück- oder Scheitholz	277	2.5	Heizräume	294
2.1.1.2	Holzpellets	278	<b>3</b>	 <b>Domestic heat generation with wood and fuel oil</b>	<b>295</b>
2.1.1.3	Hackschnitzel (Hackgut)	279	3.1	Domestic wood pellet storage	295
2.2	Kohle	280	3.2	Domestic fuel oil storage	296
			3.3	Wood fired boilers	297
			3.3.1	Wood heating is booming	297
			3.3.2	Oil fired condensing boiler	297

## Lernfeld 12: Ressourcenschonende Anlagen installieren

<b>1</b>	<b>Grundlagen – Integrieren ressourcen- schonender Anlagen in Systeme der Sanitär- und Heizungstechnik</b>	<b>299</b>	3.3	Aufbau und Funktionsweise	309
1.1	Einleitung	299	3.3.1	Verdampfer	310
1.2	Gebäudestandards	299	3.3.2	Verdichter (Kompressor)	310
1.2.1	Niedrigenergiehaus	299	3.3.3	Verflüssiger (Kondensator)	311
1.2.1.1	Niedrigenergiehaus-Zertifizierung	300	3.3.4	Expansionsventil	311
1.2.2	Passivhaus	300	3.3.5	Kältemittel	311
1.3	Blower-Door-Verfahren	301	3.4	Wärmequellen und Anlagenkonzepte	311
1.4	Thermografie	302	3.4.1	Wärmequelle Erdreich bei Sole-Wasser- Wärmepumpen	311
<b>2</b>	<b>Solare Heizungsunterstützung</b>	<b>304</b>	3.4.1.1	Erdkollektoren	312
2.1	Komponenten einer Kombisolaranlage	305	3.4.1.2	Erdsonden	313
2.1.1	Solarspeicher	305	3.4.2	Wärmequelle Wasser bei Wasser-Wasser- Wärmepumpen	313
2.1.1.1	Kombispeichersysteme	305	3.4.3	Wärmequelle Luft bei Luft-Wasser-Wärme- pumpen	314
2.1.1.2	Kombispeicher	306	3.5	Betriebsweisen von Wärmepumpen	315
2.1.2	Auslegung	307	3.5.1	Monovalente Betriebsweise	315
<b>3</b>	<b>Wärmepumpen</b>	<b>309</b>	3.5.2	Monoenergetische Betriebsweise	315
3.1	Einleitung	309	3.5.3	Bivalente Betriebsweise	315
3.2	Normen, Richtlinien, Vorschriften	309			



3.6	Einsatz eines Pufferspeichers	315	4.6.1.1	Direkter Anschluss	324
3.7	Energetische Beurteilung von Wärmepumpen	316	4.6.1.2	Indirekter Anschluss	325
3.7.1	Leistungszahl und COP	316	4.6.1.3	Kompakt-Hausstationen	325
3.7.2	Jahresarbeitszahl	316	4.7	Vor- und Nachteile von Fernwärmeversorgungsanlagen	326
3.7.3	Wirtschaftlichkeit	317	<b>5</b>	<b>Blockheizkraftwerke</b>	326
3.8	Auslegung der Wärmepumpe	317	5.1	Normen, Richtlinien und Vorschriften	326
3.9	Auslegung des Erdkollektors	318	5.2	Aufbau und Funktionsweise	326
3.10	Kühlen mit Wärmepumpen	319	5.3	Wirtschaftlichkeit und Grundlagen für die Errichtung von Blockheizkraftwerken	329
3.10.1	Passive Kühlung	319	<b>6</b>	<b>Brennstoffzellen</b>	329
3.10.2	Aktive Kühlung	319	6.1	Geschichtliche Entwicklung	329
<b>4</b>	<b>Fernwärmeversorgung</b>	321	6.2	Normen, Richtlinien und Vorschriften	329
4.1	Allgemeines	321	6.3	Aufbau und Funktion	329
4.2	Einteilung	322	6.4	Anwendung der Brennstoffzellentechnologie	331
4.3	Hauptbestandteile	322	<b>7</b>	 <b>Heating transfer stations</b>	332
4.4	Wärmeträgermedium	322			
4.5	Betriebsweise	323			
4.6	Hausstation	323			
4.6.1	Hauszentrale	324			

### Lernfeld 13: Raumluftechnische Anlagen installieren

<b>1</b>	<b>Einführung und geschichtliche Entwicklung der Lufttechnik</b>	335	8.1.1	Luftfilter	348
<b>2</b>	<b>Verordnungen, Normen, Vorschriften</b>	335	8.1.2	Mischkammer	351
<b>3</b>	<b>Einteilung und Aufgaben der Lufttechnik</b>	336	8.1.3	Lufterhitzer	352
<b>4</b>	<b>Physiologische Grundlagen</b>	336	8.1.4	Luftkühler	354
4.1	Thermische Behaglichkeit	336	8.1.5	Luftbefeuchter	355
4.2	Luftverunreinigungen	337	8.1.6	Ventilatoren	357
4.2.1	Arbeitsplatzgrenzwert und CO <sub>2</sub> -Gehalt	338	8.1.7	Schalldämpfer	361
4.2.2	Gerüche	338	8.1.7.1	Natürliche Schalldämmung	361
<b>5</b>	<b>Auslegungskriterien für Volumenströme</b>	339	8.1.7.2	Künstliche Schalldämmung	361
5.1	Bestimmung nach dem Außenluftstrom (Außenluft rate)	339	8.1.7.3	Schalldämpferauslegung	362
5.2	Bestimmung nach der Luftwechselzahl	339	8.2	Luftleitungen und Zubehör	362
5.3	Bestimmung nach dem Schadstoffanteil	340	8.2.1	Luftleitungen	362
5.4	Bestimmung nach der Kühllast	341	8.2.2	Luftdurchlässe	364
5.5	Bestimmung nach Feuchteschutzmaßnahmen	342	8.2.2.1	Lüftungsgitter	364
<b>6</b>	<b>Thermodynamische Luftbehandlungen</b>	342	8.2.2.2	Induktiv wirkende Auslässe	366
<b>7</b>	<b>h-x-Diagramm von Mollier für feuchte Luft und seine physikalischen Grundlagen</b>	344	8.2.3	Brandschutzeinrichtungen	366
7.1	Gesamtdruck $p$ der feuchten Luft	344	8.2.3.1	Brandschutzklappen	366
7.2	Relative Feuchte $\varphi$	345	8.2.3.2	Brandschott	368
7.3	Absolute Feuchte oder Feuchtegrad $x$	346	8.3	Technische Maßnahmen der Energieeinsparung	368
7.4	Wärmeinhalt (Enthalpie) $h$	346	8.3.1	Rekuperatoren	368
7.5	Temperatur $\theta$ ( $\vartheta$ )	347	8.3.1.1	Rekuperative Energiegewinnung im Erdreich bei der kontrollierten Wohnungs-lüftung	369
<b>8</b>	<b>Bauteile der RLT-Anlagen</b>	348	8.3.2	Regeneratoren	370
8.1	Einbaukomponenten der zentralen Luftaufbereitungsanlage	348	<b>9</b>	<b>Akustische Probleme des Anlagen-umfeldes</b>	373
			<b>10</b>	<b>Kontrollierte Wohnungs-lüftung</b>	375
			10.1	Einleitung	375
			10.2	Systeme der freien Lüftung	375

10.3	Systeme der ventilatorgestützten Lüftung	375	10.7	Ermittlung der Luftleitungsdurchmesser	382
10.3.1	Ventilatorgestützte Abluftsysteme ohne Wärmerückgewinnung	375	10.8	Kennzeichnung von Lüftungsanlagen/-geräten	385
10.3.1.1	Dezentrale Abluftsysteme ohne Wärmerückgewinnung	375	<b>11</b>	<b>Inbetriebnahme und Abnahmeprüfung, Messen und Einregulieren</b>	385
10.3.1.2	Zentrale Abluftsysteme ohne Wärmerückgewinnung	375	11.1	Inbetriebnahme und Abnahmeprüfung	385
10.3.2	Ventilatorgestützte Zu- und Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung	376	11.2	Messen von Luftgeschwindigkeiten und Einregulieren von Volumenströmen	385
10.3.2.1	Dezentrale Zu- und Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung	376	11.2.1	Geschwindigkeitsmessung in geschlossenen, nicht begehbaren Räumen	386
10.3.2.2	Zentrale Zu- und Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung	376	11.2.2	Geschwindigkeitsmessung an Luftein- und -auslässen	387
10.4	Entscheidung über Lüftungskonzept	378	<b>12</b>	<b>Anlageninstandhaltung</b>	388
10.5	Rechnerischer Nachweis einer Lüftungstechnischen Maßnahme	380	<b>13</b>	 <b>Ventilation and air conditioning systems</b>	390
10.6	Rechnerische Ermittlung der Volumenströme	380	13.1	Controlled domestic ventilation systems	390
			13.2	Air conditioning systems	391

## Lernfeld 14: Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik</b>	393	4.1.2	Temperatursteuerungen	399
1.1	Einleitung	393	4.1.2.1	Temperatursteuerungen an der PWH-C-Leitung	399
1.2	Abgrenzung der Begriffe Messen, Steuern, Regeln	393	4.1.2.2	Thermische Ablaufsicherung	401
<b>2</b>	<b>Messtechnik</b>	394	4.1.2.3	Temperaturwächter und -begrenzer	401
2.1	Messen bei Wartungsarbeiten und Störungen	394	4.1.2.4	Abgasüberwachungseinrichtungen	401
2.1.1	Messen des Ionisationsstromes am Gasgebläsebrenner	394	4.1.3	Programmablaufsteuerungen	401
2.1.2	Messen und Überprüfen von Widerständen	394	4.2	Regelungstechnik	402
2.2	Messungen vor der Erstinbetriebnahme der elektrischen Anlage oder nach einer Änderung	395	4.2.1	Einteilung von Reglern	402
2.2.1	Messen der Niederohmigkeit (Durchgängigkeit) des Schutzleiters	395	4.2.2	Regelverhalten von Reglern	404
2.2.2	Messen des Isolationswiderstandes zwischen den Leitern	396	4.2.2.1	Unstetige Regler	404
<b>3</b>	<b>Steuerungs- und Regelungstechnik</b>	396	4.2.2.2	Stetige Regler	405
3.1	Steuern und Regeln anhand einfacher Beispiele	396	4.2.2.3	Fuzzy-Regler	406
3.1.1	Steuern	396	4.2.3	Analoge/digitale Regler	406
3.1.2	Regeln	397	4.2.4	Regler im Einsatz	408
3.2	Steuern und Regeln anhand des komplexeren Beispiels eines Gas-Durchflusswassererwärmers	397	4.2.4.1	Witterungsgeführte Vorlauf- (Kessel-) Temperaturregelung	408
3.3	Begriffsbestimmungen	398	4.2.4.2	Min.-Max.-Begrenzung der Kesselwassertemperatur	410
<b>4</b>	<b>Steuerungs- und Regelungstechnik in der Anwendung</b>	399	4.2.4.3	Speichervorrangschaltung	410
4.1	Steuerungstechnik	399	4.2.4.4	Regelschema einer Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung	411
4.1.1	Zeitsteuerungen	399	4.2.4.5	Hydraulikschema und elektrischer Anschlussplan einer komplexen Zentralheizungsanlage	412
			4.2.5	DDC-Regelung, Gebäudeleittechnik	415
			4.2.6	Das intelligente Haus (Smart Home)	416
			4.2.6.1	Intelligente Heizungssteuerung	418
			4.2.6.2	Smart Home-Geräte für die Sicherheit	418
			4.2.6.3	Smart Home – Geräte für den Haushalt	419
			<b>5</b>	 <b>Automatic control</b>	425
			5.1	Operating manual	425

## Lernfeld 15: Versorgungstechnische Anlagen instand halten

<b>1</b>	<b>Grundlagen zur Instandhaltung</b>	429	<b>8</b>	<b>Wartung von Gasgeräten und Störungssuche</b>	455
1.1	Einleitung	429	8.1	Wartung von atmosphärischen Gaskesseln	455
1.2	Normen und Vorschriften	429	8.2	Wartungsanleitung eines wandhängenden Gasbrennwertkessels	457
<b>2</b>	<b>Instandhaltung von Trinkwasseranlagen</b>	431	8.3	Störungssuche	459
2.1	Wartung bzw. Funktionskontrolle des Rückflussverhinderers	432	<b>9</b>	<b>Instandhaltung von thermischen Solaranlagen</b>	460
2.2	Wartung bzw. Funktionskontrolle der Außenzapfarmatur	433	9.1	Solarflüssigkeit kontrollieren (jährlich)	460
2.3	Wartung bzw. Funktionskontrolle eines Systemtrenners mit kontrollierbarer druckreduzierter Zone (Typ BA)	433	9.2	Vordruck des Solar-Ausdehnungsgefäßes prüfen (alle 2 Jahre)	461
<b>3</b>	<b>Fäkalienhebeanlagen</b>	434	9.3	Solarkreisfilter wechseln	461
3.1	Instandhaltung	435	9.4	Solarbetriebsdruck prüfen	462
3.1.1	Sicherheitsvorschriften	436	9.5	Durchfluss prüfen	462
3.1.2	Probelauf	437	9.6	Solarkreis entlüften	462
3.1.3	Niveauregelung prüfen	437	9.7	Solarstation kontrollieren	462
3.2	Störungsbeispiele und Abhilfemaßnahmen	438	9.8	Solar-Wärmeübertrager speicherseitig spülen	462
<b>4</b>	<b>Instandhalten von Regenwasser-nutzungsanlagen</b>	440	9.9	Fühlerwerte überprüfen	463
4.1	Inspektion und Wartung	440	9.10	Kollektoren kontrollieren	463
4.1.1	Inspektion	440	<b>10</b>	<b>Instandhaltung von raumluftechnischen Anlagen</b>	464
4.1.2	Wartung	441	10.1	Wartungsarbeiten am Lüftungsgerät durch den Betreiber	464
4.2	Wartungsbeispiele	441	10.1.1	Filter im Wohnraumlüftungsgerät reinigen oder austauschen	464
4.2.1	Gitter und Filter	441	10.1.2	Filter im Bypassgehäuse reinigen oder austauschen	465
4.2.2	Regenwasserspeicher	443	10.1.3	Filter	465
4.3	Störungsbeispiele und Abhilfemaßnahmen	444	10.2	Wartungsarbeiten am Lüftungsgerät durch den Fachbetrieb	465
<b>5</b>	<b>Wartung eines Holzvergaserkessels</b>	445	10.2.1	Gerätefilter entnehmen und reinigen	465
5.1	Wartungsarbeiten bei jeder Befüllung	445	10.2.2	Wärmetauscher ausbauen und reinigen	465
5.2	Wartungsarbeiten in Abständen von ein bis zwei Wochen	445	10.2.3	Kondenswasserabfluss reinigen	466
5.3	Jährliche Wartungsarbeiten	445	10.2.4	Reinigen oder Austauschen des Bypassfilters	466
5.4	Wartungsarbeiten, die alle drei Jahre oder nach Aufforderung durch die Regelung durchzuführen sind	447	10.2.5	Probetrieb und Wiederinbetriebnahme	466
<b>6</b>	<b>Wartung eines Ölbrennwertkessels</b>	448	10.2.6	Ersatzteile und Zubehör	467
<b>7</b>	<b>Wartung und Instandsetzung (Störungssuche) bei Ölbrennern</b>	449	10.3	Reinigen der Luftdurchlässe	467
7.1	Wartung bei Ölgebläsebrennern	449	10.4	Reinigen der Luftleitungen	467
7.2	Instandsetzung (Störungsbehebung)	453	10.5	Wartungsprotokoll	468
7.2.1	Funktionsfluss-Diagramm (Fehlersuche bei Brennerstörung)	453	<b>11</b>	 <b>Servicing</b>	468
7.2.2	Störung – Ursache und Behebung	454			
				<b>Englisch-deutsche Vokabelliste</b>	<b>470</b>
				<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>492</b>
				<b>Bildquellenverzeichnis</b>	<b>500</b>
				<b>Symboltabellen</b>	<b>501</b>