Inhaltsverzeichnis / contents

Lernfeld 1 Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

Kundenauftrag:

Herstellen eines Trichters 15

1.1	Halbzeuge und Werkstoffe	19
1.1.1	Halbzeuge	19
1.1.2	Werkstoffe	20
	• Einteilung der Werkstoffe	20
	• Bezeichnung der Eisenwerkstoffe	21
	• Stähle, die nach der Verwendung und den Eigenschaften bezeichnet werden	21
	• Stähle, die nach der chemischen Zusammensetzung bezeichnet werden	22
	• Einteilung und Verwendung der Stähle	23
	• Einteilung der Hauptgüteklassen	23
	• Einteilung und Verwendung der Gusseisensorten	24
	• Einteilung und Verwendung der Nichteisenmetalle	25
	• Einteilung und Verwendung von Kunststoffen	28
	• Werkstoffe und Umwelt	29
	• Werkstoffeigenschaften	30
	• Physikalische Eigenschaften	30
	• Technologische Eigenschaften	32
	• Chemische Eigenschaften	33
	• Ökologische Eigenschaften	33
1.2	Herstellen durch Spanen	34
1.2.1	Zeichnungsanalyse	34
	• Darstellung flacher Werkstücke	34
	• Maßeintragung	35
	• Toleranzangaben	35
	• Eintragen von Toleranzen	36
	• Toleranzangaben durch Grenzabmaße	36
	• Toleranzangaben durch Allgemeintoleranzen	36
1.2.2	Anreißen	37

1.2.3	Grundlagen des Spanens	39
	• Schneidengeometrie des spanenden Keils	39
	• Schneidengeometrie und Zerspanungsvorgang	39
1.2.4	Sägen	40
	• Zahnformen	40
	• Zahnteilung	41
	• Freischneiden	41
1.2.5	Feilen	42
	• Zahnformen	42
	• Hiebarten	42
	• Hiebzahl und Hiebnummer	43
	• Auswahl von Feilen	43
1.2.6	Prüfen von Längen, Winkeln und Formen	44
	• Auswahl von Prüfgeräten	44
	• Stahlmaßstab	44
	• Messschieber	44
	• Geräte zum Prüfen von Winkeln	45
	• Prüfen mit Formlehren	46
	• Prüfabweichungen	46
	• Ursachen von Abweichungen	46
	• Arten von Abweichungen	47
1.2.7	Arbeitsplanung	48
1.3	Herstellen durch Scheren	49
1.3.1	Zeichnungsanalyse	49
1.3.2	Anreißen von Abwicklungen	49
1.3.3	Blechbedarf	50
1.3.4	Scherschneiden	52
	• Scherschneidvorgang	52
	• Scherschneidwerkzeuge	54
1.4	Umformen durch Biegen	57
1.4.1	Zeichnungsanalyse	57
	• Halterung	57
	• Blechkörper	57
1.4.2	Biegevorgang	57
1.4.3	Gestreckte Länge	58
	• Biegeteile mit kleinem Biegeradius	59
	• Biegeteile mit größerem Biegeradius	59
1.4.4	Mindestbiegeradius	60
1.4.5	Biegen von Profilen	60
	• Biegen von Flachprofilen	60
	• Biegen von Rohren	60
1.4.6	Biegen von Blechen	61

Lernfeld 2

Bauelemente mit Maschinen fertigen

Kundenauftrag:

Fertigung eines Rohrstücks mit

Gewindeflansch und Vorschweißflansch 65

2.1	Zeichnungsanalyse	67	2.7	Kundenorientierung.....	97
2.1.1	Darstellung von Werkstücken	67	2.7.1	Der Kunde als König.....	97
	• Ansichten	67	2.7.2	Ursache der mangelnden	
	• Bearbeitungsformen – Darstellung	69		Kundenorientierung.....	97
2.1.2	Bearbeitungsformen – Bemaßung	70	2.7.3	Besinnung auf den Kunden.....	97
2.1.3	Schnittdarstellung	71	2.7.4	Zum Begriff der Kunden-	
	• Schnittebene, Schnittfläche	71		orientierung.....	98
	• Schnittarten	72	2.7.5	Maßnahmen zur Verbesserung	
2.1.4	Oberflächenbeschaffenheit	73		der Kundenorientierung	99
	• Oberflächensymbole	73	2.7.6	Die Hand-in-Hand-Werker	
	• Eintragen der Symbole	73		GmbH	99
2.2	Bohren	74	2.8	Bearbeiten von Kunden-	
2.2.1	Säulenbohrmaschinen	74		aufträgen	100
2.2.2	Arbeitsbewegungen.....	76	2.8.1	Leistungsangebot eines	
2.2.3	Bohrvorgang und Bohrwerkzeuge	77		SHK-Fachbetriebes.....	100
2.2.4	Senken	80	2.8.2	Kundenkontakt	102
2.2.5	Handgeführte Bohrmaschinen	81	2.8.3	Kundenberatung und	
				Kundentypen	103
			2.8.4	Angebotserstellung	103
			2.8.5	Preiskalkulation	104
			2.8.6	Auftragsabwicklung	107
			2.8.7	Handwerker-Software.....	109
2.3	Bohren von Baustoffen	82	2.9	Qualitätsmanagement.....	111
2.3.1	Baustoffe	82	2.9.1	Entwicklung von Qualitätssicherung	
				und betrieblichem Umweltschutz	
				in jüngster Zeit	111
			2.9.2	Qualitätsmanagement (QM) und	
				Qualitätsmanagement-System	
				(QMS)	112
2.4	Gewindeherstellung	83	2.10	Zertifizierung.....	115
2.4.1	Gewindeabmessungen	83	2.10.1	Ablauf einer Zertifizierung	116
2.4.2	Zeichnungsanalyse – Gewinde-				
	darstellung	84	2.11	Betriebliches	
2.4.3	Gewindebohren	86		Umweltmanagement.....	117
2.4.4	Gewindeschneiden	87	2.11.1	Öko-Controlling	117
2.4.5	Gewindeherstellung mit ortsfester		2.11.2	Öko-Audit	117
	Gewindeschneidmaschine	88	2.11.3	Produktbezogene Ökobilanz und	
2.4.6	Gewindeherstellung mit			Produktlinienanalyse.....	117
	Elektrogewindeschneidkluppe	89			
2.5	Trennen mit Werkzeugmaschinen	89			
2.5.1	Sägen mit elektrischen				
	Maschinensägen	89			
2.5.2	Sägen mit Elektrohandsägen	90			
2.5.3	Trennen mit Rohrkreissäge-				
	maschinen	90			
2.5.4	Trennen mit dem Winkelschleifer	90			
2.6	Befestigungstechnik	92			
2.6.1	Dübeltechnik	92			
2.6.2	Arten von Dübel	93			
2.6.3	Aufhängungen für Rohre und Kanäle	94			

Lernfeld 3 Baugruppen herstellen und montieren

Kundenauftrag:

Trinkwasserverteiler für ein Wohnhaus planen	119
3.1 Technische Informationsquellen.....	121
3.1.1 Technische Zeichnungen	121
3.2 Verbindungen mit Schrauben und Muttern.....	126
3.2.1 Schraubenverbindungen	126
3.2.2 Schrauben	128
3.2.3 Bohrschrauben	128
3.2.4 Nieten	129
3.2.5 Muttern	129
3.2.6 Schraubensicherungen	130
3.2.7 Gewindearten	130
3.2.8 Wirkprinzip am Gewinde.....	130
3.2.9 Anwendung für kraftschlüssige Verbindungen	133
3.3 Lösbare Rohrverbindungen	134
3.3.1 Verschraubungen	134
3.3.2 Klemmverbindungen	134
3.3.3 Rohrkupplungen	135
3.3.4 Flanschverbindungen	135
3.4 Unlösbare Rohrverbindungen	136
3.4.1 Gewindeverbindungen für Stahlrohre ..	136
3.4.2 Pressverbindungen	137
3.4.3 Druckhülsenverbindungen	138
3.4.4 Steckverbindungen	138
3.4.5 Steckverbindungen für Luftkanäle	139
3.5 Vormontage von Rohrinstallationen	140
3.6 Klebeverbindungen	141
3.7 Lötverbindungen	143
3.7.1 Kapillarlöttechnik.....	143
3.7.2 Lötverfahren	145
3.7.3 Unfallverhütungsvorschriften	146
3.8 Schweißverbindungen.....	149
3.8.1 Gasschmelzschweißen	149
3.8.2 Lichtbogenhandschweißen	152
3.8.3 Schutzgasschweißen	154
3.9 Unfall- und Gesundheitsschutz	155
3.9.1 Persönliche Schutzausrüstungen	155
3.9.2 Arbeitssicherheit bei Leitern und Arbeitsbühnen.....	155

Lernfeld 4 Technische Systeme instand halten

Kundenauftrag:

Warten von technischen Betriebsmitteln	157
4.1 Grundlagen der Instandhaltung	159
4.1.1 Warten als Teil der Instandhaltung.....	159
4.1.2 Inspektion	160
4.1.3 Instandsetzung	161
4.1.4 Verbesserung	161
4.2 Grundlagen elektrischer Schaltungen ...	162
4.2.1 Elektrischer Stromkreis.....	162
4.2.2 Messungen im elektrischen Stromkreis ..	163
4.2.3 Ohmsches Gesetz	164
4.2.4 Schaltung von Widerständen	165
4.2.5 Elektrische Leistung und elektrische Arbeit	167
4.3 Gefahren des elektrischen Stroms	168
4.3.1 Wirkungen des elektrischen Stroms.....	168
4.3.2 Schutzmaßnahmen	168
4.3.3 Allgemeine Sicherheitshinweise	169
4.3.4 Arbeiten an elektrischen Anlagen	170
4.4 Grundlagen der Automatisierung	172
4.5 Wartungsmaßnahmen an der Säulenbohrmaschine.....	174
4.5.1 Reinigen	174
4.5.2 Schmierer und Ergänzen	174
4.5.3 Auswechseln	175
4.6 Korrosion und Korrosionsschutzmaßnahmen	177
4.6.1 Korrosion	177
4.6.2 Chemische Korrosion.....	177
4.6.3 Elektrochemische Korrosion	178
4.6.4 Korrosionsarten	179
4.6.5 Korrosionsschutzmaßnahmen.....	183

Lernfeld 5 Trinkwasseranlagen installieren

Kundenauftrag: Trinkwasserinstallation für ein Badezimmer

187	
5.1 Wasservorkommen	189
5.2 Eigenschaften des Wassers.....	191
5.2.1 Physikalische Eigenschaften	191
5.2.2 Chemische Eigenschaften.....	192
5.2.3 Bakteriologische Eigenschaften	194
5.2.4 Umweltbelastende Stoffe im Wasser	195

6.7	Anschluss an die Falleitung	255
6.7.1	Anschlusswinkel	255
6.7.2	Mindesthöhenunterschied	255
6.7.3	Mehrfachanschluss an die Falleitung	256
6.8	Schmutzwasserfallleitungen	256
6.8.1	Verlegung von Fallleitungen	256
6.8.2	Verziehung von Fallleitungen	257
6.8.3	Dimensionierung von Fallleitungen	257
6.9	Lüftung von Abwasserleitungen	258
6.9.1	Verlegung von Lüftungsleitungen	258
6.9.2	Bemessung der Lüftung von Abwasser- leitungen	258
6.9.3	Belüftungsventile	259
6.10	Sammel- und Grundleitungen	260
6.10.1	Verlegung von Sammel- und Grundleitungen	260
6.10.2	Bemessung von Sammel- und Grundleitungen	260
6.10.3	Dichtheitsprüfung von Grundleitungen	260
6.11	Reinigungsöffnungen	261
6.12	Schutz vor Rückstau	261
6.12.1	Rückstauverschlüsse	262
6.12.2	Abwasserhebeanlagen	263
6.12.3	Einsatzbereiche der unterschiedlichen Absicherungen gegen Rückstau	264
6.13	Abscheideeinrichtungen	265
6.13.1	Einrichtungen zum Abscheiden von Leichtflüssigkeiten	265
6.13.2	Einrichtungen zum Abscheiden von Fetten	266
6.14	Dachentwässerung	267
6.14.1	Bemessung des Regenwasserabflusses	267
6.14.2	Flachdachentwässerung	269
6.14.3	Dachentwässerung mit Rinnen	270
6.14.4	Regenfallrohre	273
6.15	Regenwassernutzung	275
6.15.1	Beurteilung von Dachablaufwasser	275
6.15.2	Aufbau einer Regenwassernutzungs- anlage	276
6.16	Rohre und Rohrverbindungen	281
6.16.1	Allgemeine Anforderungen	281
6.16.2	Stahlrohre	281
6.16.3	Gussrohre	282
6.16.4	Kunststoffrohre	282
6.16.5	Übergang auf andere Werkstoffe	284
6.17	Befestigen der Abwasserleitungen	284
6.18	Brandschutz	288
6.18.1	Nicht brennbare Rohre	288
6.18.2	Brennbare Rohre	288

Lernfeld 7 Wärmeverteilanlagen installieren

**Kundenauftrag: Wärmeverteilanlage
für ein Einfamilienhaus planen** 291

► Heizungsanlagen

7.1	Anforderungen an Heizungsanlagen	295
7.2	Arten von Heizungsanlagen	295
7.3	Zentralheizungen	295
7.3.1	Warmwasserheizungen	296
7.4	Fern- und Nahwärmeversorgung	299
7.4.1	Wärmeträger und Verteilungsnetz	299
7.4.2	Hausstation	300
7.5	Heizungsumwälzpumpen	302
7.5.1	Bauarten	302
7.5.2	Pumpen- und Rohrnetzkenlinie	304
7.5.3	Leistungsbedarf und Wirkungsgrad der Pumpe	305
7.5.4	Leistungsregelung der Umwälzpumpen	306
7.5.5	Druckverhältnisse in geschlossenen Pumpenwarmwasserheizungen	308
7.6	Rohrleitungen	310
7.6.1	Rohre für Heizungsleitungen	310
7.6.2	Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung	311
7.6.3	Wärmedämmung von Heizungsleitungen	312
7.7	Armaturen und weitere Bauteile	314
7.7.1	Absperrarmaturen	314
7.7.2	Regelarmaturen	315
7.7.3	Verteiler und Sammler	318
7.8	Hydraulischer Abgleich von Pumpen- warmwasser-Heizungsanlagen	318
7.9	Wärmemengenerfassung	322

► Wärmeverbraucher

7.10	Anforderungen an Wärmeverbraucher	323
7.10.1	Wärmeübertragung	324
7.11	Wärmeübertragung an den Raum	325
7.11.1	Wärmeabgabeverhalten der Heizkörper	325
7.11.2	Anordnung der Heizkörper im Raum	326
7.12	Heizkörper	327
7.12.1	Gliederheizkörper	327
7.12.2	Plattenheizkörper	328

7.12.3	Konvektoren	329
7.12.4	Sonstige Heizkörper	330
7.12.5	Auswahlkriterien für Raumheizkörper	330
7.12.6	Wärmeleistung der Heizkörper	331
7.12.7	Heizkörpermontage	332
7.12.8	Regelung der Heizkörper	335
7.13	Flächenheizungen	340
7.13.1	Grundlagen	340
7.13.2	Fußbodenheizung	340
► Korrosion in Wärmeverteilanlagen		
7.14	Korrosion bei Heizwasserleitungen	347
7.14.1	Sauerstoffkorrosion	347
7.14.2	Korrosion von Metall unter Dämmstoffen	347
7.15	Korrosion bei Wärmeverbrauchern	347
7.15.1	Wand- und Fußbodenheizung	347
7.16	Maßnahmen und Einrichtungen zum Korrosionsschutz in Heizungsanlagen	348
7.16.1	Planerische Maßnahmen	348
7.16.2	Entlüftungs- und Entgasungseinrichtungen	349
7.17	Lecksuche bei Korrosionsschäden	351
7.18	Berechnung der Heizlast	352

Lernfeld 8 Sanitärräume ausstatten

Kundenauftrag: Badplanung			357
8.1	Ausstattung von Sanitärräumen	361	
8.1.1	Grundausrüstung von Bad und WC	361	
8.1.2	Planungshinweise für Bad und WC	361	
8.1.3	Fliesengerechte Installation	364	
8.2	Werkstoffe für Bad und WC	364	
8.3	Abdichtungen in Sanitärräumen	365	
8.4	Vorwandinstallation	367	
8.4.1	Installationsblöcke	368	
8.4.2	Installationssysteme	368	
8.5	Badewannen-Anlagen	369	
8.5.1	Badewannenarten	369	
8.5.2	Auslauf-, Ab- und Überlaufarmaturen	369	
8.5.3	Montagemaße	369	
8.6	Duschwannen-Anlagen	371	
8.6.1	Duschwannen und -abtrennungen	371	
8.6.2	Duscharmaturen	372	

8.6.3	Ab- und Überlaufarmaturen	374
8.6.4	Montagemaße	374
8.7	Einbau von Wannen	374
8.8	Waschanlagen	375
8.8.1	Einzelwaschanlagen	375
8.8.2	Sitzwaschbecken (Bidet)	379
8.9	Strahlformer	380
8.10	Klosettanlagen	381
8.10.1	Bauarten von Klosettbecken mit Wasserspülung	381
8.10.2	Spüleinrichtungen	381
8.11	Urinalanlagen	385
8.12	Elektrische Schutzbereiche in Räumen mit Badewanne oder Dusche	388

Lernfeld 9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren

Kundenauftrag: Installieren von Anlagen zur Trinkwassererwärmung			393
► Trinkwassererwärmung			
9.1	Verwendungszweck und Bedarf	395	
9.2	Aufgabe der Trinkwassererwärmungsanlagen (TEA)	395	
9.3	Energiebedarf zur Trinkwassererwärmung	396	
9.3.1	Wärme und Temperatur	396	
9.3.2	Wärmeinhalt und Wärmeleistung	396	
9.4	Einteilung der Trinkwassererwärmungsanlagen (TEA)	396	
9.5	Trinkwassererwärmer (TE)	397	
9.5.1	Bauarten	397	
9.5.2	Funktion	398	
9.5.3	Beheizungsart	398	
9.5.4	Einteilung der TE nach der Anlagengröße zwecks Absicherung	398	
9.5.5	Anschluss von Trinkwassererwärmern	399	
9.5.6	Einteilung der TE nach der Anlagengröße zur Minderung des Legionellenwachstums	399	
9.5.7	Sicherheitsarmaturen an Trinkwassererwärmern	399	
9.6	Gasbeheizte TE	401	

Lernfeld 11 Wärmeversorgungsanlagen für flüssige oder feste Brennstoffe installieren

Kundenauftrag: Installieren eines

Heizöl-Brennwertgerätes 469

11.1	Fossile Brennstoffe und deren Eigenschaften	471
11.1.1	Feste Brennstoffe	471
11.1.2	Flüssige Brennstoffe.....	472
11.2	Lagerung von Brennstoffen	474
11.2.1	Lagerung von festen Brennstoffen	474
11.2.2	Lagerung von Heizöl	475
11.2.3	Ort der Lagerung.....	475
11.2.4	Lagerbehälter und Werkstoffe	475
11.2.5	Alterung von Heizöl	475
11.2.6	Sicherheitstechnische Ausrüstung der Öllageranlage	476
11.2.7	Verhalten in Schadensfällen.....	477
11.3	Leitungsanlagen für flüssige Brennstoffe	477
11.3.1	Anschlussleitungen für Heizöl EL	477
11.4	Arten der Wärmeerzeuger.....	479
11.4.1	Niedertemperatur-Kessel (NT-Kessel) ...	479
11.4.2	Öl-Brennwertkessel	481
11.4.3	Energieeffizienz-Kennzeichnung für Heizkessel	481
11.5	Feuerungstechnik – Brennertechnik.....	482
11.5.1	Allgemeine Anforderungen an Brenner ...	482
11.5.2	Brenner für Heizöl EL	482
11.5.3	Verdampfungsbrenner	482
11.5.4	Zerstäubungsbrenner	482
11.5.5	Bauteile von Ölzerstäubungsbrennern ...	484
11.6	Abgasmessungen	485
11.7	Wirkungsgrade von Kesseln	488
11.7.1	Geräte- und Kesselwirkungsgrade	488
11.7.2	Der Nutzungsgrad.....	489
11.8	Verminderung von Lärmemissionen bei Feuerungsanlagen	490
11.9	Festbrennstoffkessel	491
11.9.1	Verbrennungsablauf	491
11.9.2	Holzheizkessel.....	492
11.9.3	Heizwasser-Pufferspeicher	494
11.10	Sicherheitstechnik	496
11.10.1	Sicherheitstechnische Einrichtungen für Warmwasserheizungen	496

11.10.2	Einrichtungen für offene Heizungsanlagen nach DIN EN 12 828	496
11.10.3	Einrichtungen für geschlossene Anlagen nach DIN EN 12 828.....	497
11.10.4	Sicherheitseinrichtungen gegen Temperaturüberschreitung	497
11.10.5	Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung.....	497
11.10.6	Sicherheitseinrichtung gegen Wassermangel.....	498
11.10.7	Volumen-Ausdehnung von Stoffen bei Temperaturänderung	499
11.10.8	Einrichtungen zum Ausgleich der Wasservolumenänderungen – tiefliegende geschlossene Ausdehnungsgefäße	500
11.10.9	Temperaturregel- und -begrenzungseinrichtung für Wärmeerzeuger mit festen Brennstoffen	504

Lernfeld 12 Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren

Kundenauftrag: Integrieren

ressourcenschonender Anlagen 507

12.1	Energie- und Umweltberatung.....	509
12.2	Ist-Zustand.....	510
12.2.1	Allgemeine Gebäudedaten	510
12.2.2	Analyse der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage.....	510
12.2.3	Gebäudeanalyse	511
12.3	Ergebnisse der Berechnungen.....	511
12.3.1	Zusammenfassung der rechnerischen Ergebnisse	512
12.3.2	Energieeffizienzklasse	512
12.3.3	Energieverluste und Energiebilanz des Ist-Zustandes	512
12.3.4	Energieeinsparpotenzial.....	512
12.3.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	513
12.3.6	Emissionsbilanz	514
12.4	Maßnahmenplan	514
12.4.1	Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV)	514
12.4.2	Dämmung der Kellerdecke.....	515
12.4.3	Dämmung der Außenwand.....	515
12.4.4	Dachdämmung	516
12.4.5	Heizungsmodernisierung mittels Öl-Brennwertkessel	516
12.4.6	Solaranlage	517
12.4.7	Wärmebrücken und Lüftungswärmeverluste.....	517

12.5	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	519
12.6	Wärmepumpen	520
12.6.1	Funktionsprinzip einer Kompressions-Wärmepumpe	520
12.6.2	Funktionsprinzip einer Absorptions-Wärmepumpe	521
12.6.3	Wärmequellen für Wärmepumpen	522
12.6.4	Einteilung der Wärmepumpen	525
12.6.5	Beurteilungskriterien	526
12.6.6	Einsatzbedingungen und Entwicklungstendenzen	528
12.7	Heizen mit elektrischer Energie	529
12.7.1	Nachtstrom-Speicherheizungen	530
12.7.2	Tagstrom-Direktheizungen	531
12.8	Brennstoffzelle und Brennstoffzellen-BHKW	532
12.9	Blockheizkraftwerke (BHKW)	535
12.9.1	Brennstoffe, Bauarten und Bauteile	536
12.9.2	Klein-BHKWs und BHKW-Anlagen	538
12.9.3	Beurteilungskriterien und Entwicklungstendenzen	538
12.9.4	Beispielrechnung für den Einsatz eines Blockheizkraftwerks (BHKW)	539
12.10	Beispiel für das Integrieren von ressourcenschonenden Anlagen	542
12.10.1	Komponierte Heizungsanlage mit Wärmepumpe, Festbrennstofffeuerung und Gasbrenner	542
12.10.2	Komponierte Heizungsanlage mit Solaranlage, Holzfeuerung und Öl- und Gaskessel	543
12.10.3	Komponierte Heizungsanlage mit Holzschneitzelfeuerung, Brennwertkessel und Blockheizkraftwerken	544
12.10.4	Komponierte Solar- und Nahwärmanlage	545

Lernfeld 13 Raumluftechnische Anlagen installieren

Kundenauftrag:
Ausstatten eines Einfamilienhauses mit einer kontrollierten Wohnungslüftung. 547

► Grundlagen der Raumluftechnik

13.1	Einteilung der Lufttechnik	549
13.2	Aufgaben der Raumluftechnik	549
13.3	Einflussgrößen auf die Behaglichkeit	550
13.3.1	Physikalische Einflussgrößen	550
13.3.2	Chemische Einflussgrößen	553

13.3.3	Das „Sick-Building-Syndrom“	554
13.4	Außenluftvolumenstrom	555

► Bauelemente raumluftechnischer Anlagen

13.5	Ventilatoren	556
13.5.1	Radialventilatoren	557
13.5.2	Axialventilatoren	557
13.5.3	Querstromventilatoren	558
13.5.4	Regelung der Ventilatoren	558
13.6	Luftfilter	558
13.6.1	Faserfilter	559
13.6.2	Elektrofilter	560
13.6.3	Aktivkohlefilter	560
13.6.4	Kenndaten der Filter	561
13.7	Luftleitungen und Luftleitungszubehör ...	561
13.8	Luftdurchlässe und Luftführung im Raum	562
13.8.1	Luftdurchlässe	562
13.8.2	Luftführung im Raum	564
13.9	Lufterhitzer	565
13.10	Luftkühler	566
13.11	Luftbefeuchter	566
13.11.1	Verdunstungsbefeuchter	566
13.11.2	Zerstäubungsbefeuchter	567
13.11.3	Dampfbefeuchter	568
13.12	Luftentfeuchter	568
13.13	Wärmerückgewinnungssysteme (WRGS) ..	569
13.13.1	Rekuperatoren	569
13.13.2	Regeneratoren	569
13.13.3	Wärmepumpen	572

► Anlagen zur Raumlüftung und Klimatisierung

13.14	Freie Lüftungssysteme	573
13.15	Raumluftechnische Anlagen	574
13.15.1	Abluftanlagen (Entlüftungsanlagen)	574
13.15.2	Belüftungsanlagen	576
13.15.3	Kombinierte Be- und Entlüftungsanlagen	576
13.15.4	Luftheizungsanlagen	577
13.15.5	Klimaanlagen	577
13.15.6	Klimaanlagen mit Kühldecken	581
13.15.7	Raumklimageräte	582
13.15.8	Kontrollierte Wohnungslüftung (KWL)	585
13.16	Brandschutz	593
13.17	Brandschutz in der Raumluftechnik	595
13.17.1	Ausbreitung von Feuer und Rauch	596

13.17.2 Lüftungsleitungen mit definiertem
Feuerwiderstand 596

13.17.3 Brandschutz in Lüftungsanlagen für innen
liegende Bäder, Toiletten und Wohnungs-
küchen nach DIN 18017-3 598

13.17.4 Rauch- und Wärmeabzugs-Anlagen (RWA) 600

13.18 Schallschutzmaßnahmen
in RLT-Anlagen 602

Lernfeld 14
**Versorgungstechnische Anlagen ein-
stellen und energetisch optimieren**

Kundenauftrag:
Planen und Einstellen einer Heizungsregelung .. 605

14.1 Elektrofachkraft für festgelegte
Tätigkeiten 607

14.2 Elektrische Hausinstallation 607

14.3 Schutzpotenzialausgleich 607

14.3.1 Stromkreise, Sicherungen und
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung 608

14.3.2 Sicherheitsregeln beim Arbeiten
an elektrischen Anlagen 610

14.4 Leitungsverlegung 611

14.4.1 Regeln für die Leitungsverlegung 613

14.4.2 Anschließen der Leitungen 614

14.4.3 Verdrahten von Komponenten 615

14.5 Steuern und Regeln 618

14.5.1 Aufbau und Wirkungsweise
einer Steuerung 618

14.5.2 Aufbau und Wirkungsweise
einer Regelung 620

14.5.3 Regeleinrichtungen 621

14.6 Steuerung und Regelung bei der
Wärmeerzeugung 621

14.6.1 Außentemperaturgeführte
Vorlauftemperaturregelung 621

14.6.2 Einfluss des Brenners auf die Regelung ... 623

14.6.3 Zeitschaltuhr und Schaltautomatik 624

14.7 Temperaturmessverfahren, Steuerung
und Regelung der Wärmeverteilung 625

14.7.1 Temperaturmessverfahren 625

14.7.2 Steuerung und Regelung von Heizkreisen 627

14.7.3 Steuerung und Regelung von Pumpen ... 629

14.7.4 Regelarmaturen in Heizungsanlagen 631

14.7.5 Regelung thermischer Solaranlagen 633

14.7.6 Raum-Temperaturregelung 635

14.7.7 Einzelraumregelung
von Fußbodenheizungen 636

14.8 Gebäudeleittechnik 638

14.9 Smart Home 640

Lernfeld 15
**Versorgungstechnische Anlagen
instand halten**

Kundenauftrag:
**Überprüfung und Wartung einer
Gasanlage und der Warmwasserversorgung 643**

15.1 Grundlagen 645

15.1.1 Instandhaltung 645

15.1.2 Wartung 645

15.1.3 Inspektion 646

15.1.4 Instandsetzung 646

15.1.5 Verbesserung 646

15.2 Übergabe und Instandhaltung von
Wärmeerzeugern 646

15.2.1 Wartung eines wandhängenden
Gas-Brennwertgerätes 647

15.2.2 Werkzeugausstattung 648

15.2.3 Instandsetzung von Heizölbrennern 649

15.3 Übergabe und Instandhaltung von
Trinkwasseranlagen 651

15.3.1 Hauptabsperrarmatur 651

15.3.2 Wasserzähler 651

15.3.3 Rückflussverhinderer 651

15.3.4 Rohrtrenner 652

15.3.5 Anlagen zur Trinkwasser-Behandlung ... 652

15.3.6 Druckminderer 653

15.3.7 Sicherungseinrichtungen 653

15.3.8 Trinkwassererwärmer 653

15.4 Übergabe und Instandhaltung von
Entwässerungsanlagen 655

15.4.1 Gefahren bei Arbeiten an Entwässerungs-
anlagen 655

15.4.2 Inspektion und Wartung von sanitär-
technischen Anlagen in Gebäuden und
Grundstücken 655

15.5 Abnahme, Übergabe und Instandhaltung
von raumluftechnischen Anlagen 657

15.5.1 Abnahme 657

15.5.2 Übergabe 657

15.5.3 Instandhaltung 658

Basisunterlagen für Kundenaufträge 660

Sachwortverzeichnis 666

Bildquellenverzeichnis 686