

TECHNOLOGIE

1 Grundlagen der Wärmelehre	2	3 Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	28
1.1 Wärme- und Temperaturmessung und -regelung	2	3.1 Spannungszustand von Körpern	28
1.1.1 Wärmemessung	2	3.1.1 Messung des Druckes	28
1.1.2 Temperaturmessung und -regelung	3	3.1.2 Wirkung des Druckes bei festen Körpern	28
1.2 Ausdehnung von Stoffen	4	3.2 Wirkung des Druckes bei Flüssigkeiten	28
1.2.1 Ausdehnung fester Stoffe	4	3.2.1 Hydraulischer Druck	28
1.2.2 Ausdehnung flüssiger Stoffe	6	3.2.2 Hydrostatischer Druck	29
1.2.3 Ausdehnung gasförmiger Stoffe	9	3.2.3 Druck der Flüssigkeit auf die Flächen eines Behälters	29
1.3 Wärmeübertragung	10	3.3 Wirkung des Druckes bei Gasen	30
1.3.1 Größe der Wärmeleitung	10	3.3.1 Begriffe zur Kennzeichnung des Druckes	30
1.3.2 Übergang der Wärme von Körpern auf Gase oder Flüssigkeiten	11	3.4 Druckmessung und Druckbeeinflussung	31
1.3.3 Gesamtvorgang der Wärmeübertragung	12	3.4.1 Messung des Druckes	31
1.3.4 Wärmeübertragung durch Strahlung	12	3.4.2 Beeinflussung des Druckes	31
2 Rohre, Rohrverlegung	13	4 Korrosion	32
2.1 Kenndaten der Rohre	13	4.1 Grundlagen	32
2.1.1 Stahlrohre	13	4.1.1 Feuchte der Luft	32
2.1.2 Kupferrohre	13	4.2 Ursachen, Schutz	33
2.1.3 Kunststoffrohre	13	4.2.1 Ursachen der chemischen Korrosion und deren Einschränkung	33
2.2 Umformen von Rohren	14	4.2.2 Ursachen der elektrochemischen Korrosion und deren Einschränkung	33
2.2.1 Biegen von Rohren	14	5 Brennstoffe	34
2.2.2 Querschnittsveränderungen von Rohren	15	5.1 Eigenschaften	34
2.2.3 Einschweißen von Abzweigen	15	5.1.1 Eigenschaften von Kohle und Koks	34
2.3 Lösbare Rohrverbindungen	16	5.1.2 Eigenschaften von Heizöl	34
2.3.1 Gewindeverbindungen	16	5.1.3 Eigenschaften von Brenngasen	35
2.3.2 Herstellen von Rohrgewindeverbindungen	16	5.2 Verbrennung	36
2.3.3 Herstellen von Flanschverbindungen	18	5.2.1 Der eigentliche Verbrennungsvorgang	36
2.3.4 Verbindung von Rohren mit Klemmrings	18	5.2.2 Vollständige Verbrennung	37
2.3.5 Verbindung von Rohren mit Preßfittings	18	5.2.3 Messung von Verbrennungsgasen	37
2.4 Nichtlösbare Rohrverbindungen	19	5.2.4 Emissionsschutz	38
2.4.1 Verbinden von Rohren durch Löten	19	5.2.5 Wirkungsgrad bei Feuerungen	38
2.4.2 Verbinden von Rohren durch Schweißen	20	5.3 Lagerung	39
2.5 Rohrbefestigung	22	5.3.1 Lagerung von festen Brennstoffen	39
2.5.1 Mindestrohrabstände	22	5.3.2 Lagerung von Heizölen	39
2.5.2 Zulässigkeit von Aussparungen und Schlitzzen	22	6 Heizungssysteme	43
2.5.3 Rohrbefestigung und -aufhängung	23	6.1 Geschichtliche Entwicklung	43
2.5.4 Rohrunterstützungen	23	6.2 Überblick über Heizungssysteme	43
2.6 Absperrarmaturen	24	6.2.1 Unterscheidung nach Aufstellungsort des Wärmeerzeugers	43
2.7 Dichtheits- und Funktionsprüfungen	25	6.2.2 Unterscheidung nach dem Wärmeträger	43
2.8 Wärmedämmung	25	6.2.3 Fernheizungen	43
2.8.1 Wärmeleitung	25	7 Wasserheizungen	44
2.8.2 Wärmedämmung nach der Heizungsanlagen-Verordnung	25	7.1 Wasser als Wärmeträger	44
2.8.3 Isolierung von Rohrleitungen	26	7.1.1 Zustandsformen des Wassers	44
2.9 Schallschutz	27	7.1.2 Übergang von einer Zustandsform in die andere	44
2.9.1 Schallschutz ist gesetzlich vorgeschrieben	27		
2.9.2 Anforderungen	27		
2.9.3 Wie wird der Schall gemessen	27		
2.9.4 Ausbreitung des Schalls	27		
2.9.5 Wo entstehen Geräusche und wie werden sie gedämmt	27		

7.1.3	Abhängigkeit des Siedepunktes vom Druck	44	8.4.	Wärmepumpen	65
7.1.4	Bestandteile des reinen Wassers	45	8.4.1	Grundlagen	65
7.1.5	Beimengungen des Wassers	45	8.4.2	Arbeitsweise von Wärmepumpen	65
7.2	Systeme	46	8.4.3	Wärmepumpenanlagen	66
7.2.1	Schwerkraftheizung	46	8.4.4	Leistungszahl von Wärmepumpen	66
7.2.2	Pumpenheizung	46	8.4.5	Systeme mit Wärmepumpen	67
7.3	Umwälzpumpen	47	8.4.6	Wasser-Wasser-Wärmepumpen	68
7.3.1	Abhängigkeit der Pumpenleistung	47	8.4.7	Luft-Wasser-Wärmepumpen	69
7.3.2	Pumpenkennlinie	47	8.5	Wärmequellen	70
7.3.3	Rohrnetz-kennlinie	47	8.5.1	Solarenergieanlagen	70
7.3.4	Bestimmung des Betriebspunktes	48	8.5.2	Weitere Wärmeenergiegewinnung	71
7.3.5	Größenbestimmung der Pumpe	48			
7.3.6	Einsatz mehrerer Pumpen	48	9 Öl- und Gasfeuerung		72
7.3.7	Luftausscheidungen aus Rohrleitungen beim Einbau von Pumpen	48	9.1	Ölverbrennung	72
7.4	Ausdehnungsgefäße	49	9.1.1	Verdampfungsbrenner	72
7.4.1	Offene Ausdehnungsgefäße und deren Montage	49	9.1.2	Zerstäubungsbrenner	73
7.4.2	Geschlossene Ausdehnungsgefäße und deren Montage	50	9.2	Gasverbrennung	77
7.5	Sicherheitstechnische Ausrüstung	51	9.2.1	Gasbrenner ohne Gebläse	77
7.5.1	Sicherheitstechn. Ausrüstung von Wasserheizungen mit Vorlauftemperaturen bis 110 °C	51	9.2.2	Gas-Zwanglaufwärmeerzeuger	78
7.5.2	Sicherheitstechn. Ausrüstung von Wasserheizungen mit Vorlauftemperaturen bis 110 °C und bis 350 kW und thermostat. Absicherung	52	9.2.3	Gasbrenner mit Gebläse	78
7.5.3	Sicherheitstechn. Ausrüstung von Heizungsanlagen mit Zwanglaufwärmeerzeugern bis 10 Liter Inhalt und bis 150 kW	53	9.2.4	Zweistoffbrenner	79
7.6	Rohrführung	54	9.2.5	Funktion der Zündeinrichtungen	80
7.6.1	Verteilung des Vorlaufwassers	54	9.2.6	Funktion der Sicherheitseinrichtungen	80
7.6.2	Rohrsysteme	54	10 Heizkörper		81
7.7	Besondere Systeme	55	10.1	Wärmeübertragung an die Raumluft	81
7.7.1	Besonderheiten der Stockwerksheizung	55	10.1.1	Die Wärmeübertragung	81
7.7.2	Besonderheiten der Wasserheizung mit Zwanglaufwärmeerzeugern	55	10.1.2	Temperaturverhältnisse in einem Raum	81
7.7.3	Besonderheiten des Einrohrsystems	56	10.2	Radiatoren	82
7.7.4	Flächenheizungen	57	10.2.1	Genormte Radiatoren	82
8 Wärmeerzeuger		58	10.2.2	Sonderausführungen von Radiatoren	83
8.1	Anlage von Heizräumen	58	10.2.3	Einbau von Radiatoren	83
8.1.1	Notwendigkeit eines Heizraumes	58	10.3	Plattenheizkörper und deren Einbau	84
8.1.2	Größe und Ausstattung von Heizräumen	59	10.4	Rohrheizkörper und deren Einbau	84
8.2	Schornstein	59	10.5	Konvektoren und deren Einbau	84
8.2.1	Bedeutung des Schornsteins	59	10.6	Lufterhitzer	85
8.2.2	Notwendiger Förderdruck	59	10.7	Heizkörperventile	86
8.3	Heizkessel	60	10.7.1	Anschluß der Heizkörper	86
8.3.1	Unterscheidung der Kessel nach dem Werkstoff	60	10.7.2	Arten der Heizkörperventile	86
8.3.2	Einteilung der Kessel nach der Einrichtung	60	10.7.3	Wirkungsweise der Thermostatventile	87
8.3.3	Unterscheidung der Kessel nach dem Druck im Brennraum	62	11 Brauchwasseranlagen		88
8.3.4	Niedertemperatur-Heizkessel, Brennwertkessel	62	11.1	Systeme der Wassererwärmung	88
8.3.5	Kessel mit Wassererwärmer	62	11.1.1	Beheizung	88
8.3.6	Reinigung der Kessel	63	11.1.2	Zuordnung von Kessel und WEW bei mittelbarer Beheizung	89
8.3.7	Ausrüstung von Kesseln	63	11.2	Anschluß von WEW	90
8.3.8	Elektrokessel	63	11.2.1	Anlagen mit Speicherung des Brauchwassers	90
			11.2.2	Anlagen mit Durchflußbatterie	90
			11.2.3	Geschlossene, thermisch gesteuerte WEW	90
			11.2.4	Wasseraufbereitung	90
			11.3	Verlegen von Brauchwasserleitungen	91
			11.3.1	Rohrwerkstoffe für Brauchwasserleitungen	92

11.3.2	Verlegungssysteme für Brauchwasserleitungen	92	15 Fernheizungen	111
11.4	Schwimmbadheizung	93	15.1 Überblick	111
11.5	Technische Vorschriften	94	15.1.1 Teile einer Fernheizung	111
11.5.1	Technische Vorschriften für Bauleistungen bei Heizungs- und zentralen Brauchwassererwärmungsanlagen (DIN 18380)	94	15.1.2 Das Fernwärme-Rohrnetz	111
11.5.2	Technische Vorschriften für den Bau und Betrieb (DIN 1988)	94	15.1.3 Unterstationen (Übergabestationen)	111
12	Regelungstechnik	95	15.2 Heißwasserheizung	112
12.1	Grundbegriffe	95	15.2.1 Wärmeerzeuger	112
12.1.1	Allgemeine Grundlagen	95	15.2.2 Heizungsanlage	112
12.1.2	Führungsgröße	96	15.2.3 Rohrsysteme	112
12.2	Einteilung der Regler	96	16 Lufttechnische Anlagen	113
12.2.1	Arten nach der Hilfsenergie	96	16.1 Behaglichkeit	113
12.2.2	Arten nach der Stetigkeit und dem Zeitverhalten	96	16.1.1 Komponenten der Behaglichkeit	113
12.2.3	Arbeitsweise von Reglern	98	16.1.2 Wärmephysiologische Behaglichkeit	113
12.2.4	Stellglieder	98	16.1.3 Einflußmöglichkeit einer Zentralheizung	114
12.3	Regelkreise	100	16.1.4 Einflußmöglichkeit einer Lüftungstechnischen Anlage	114
12.3.1	Möglichkeiten der Veränderung der Wärmezufuhr	100	16.2 Behaglichkeit eines Raumes	115
12.3.2	Einzelraumregelungen	100	16.2.1 Regulierung der Luftfeuchte	115
12.3.3	Handsteuerungen für Heizungsanlagen für Gebäude bis zu zwei Wohnungen	100	16.2.2 Regulierung des Verschmutzungsgrades	115
12.3.4	Raumtemperatursteuerung für Heizungsanlagen für Gebäude bis zu zwei Wohnungen	101	16.2.3 Regulierung der Luftzusammensetzung	116
12.3.5	Bestimmung der Vorlauftemperatur durch außentemperaturabhängige Steuerung	102	16.2.4 Luftführung im Raum	116
13	Wärmelehre für Dampfheizungen	105	16.2.5 Zugscheinung	116
13.1	Eigenschaften des Dampfes	105	16.2.6 Geräusche	116
13.1.1	Volumenausdehnung	105	16.3 Freie Lüftung	117
13.1.2	Spezifische Wärmekapazität	105	16.3.1 Natürlicher Luftwechsel	117
13.2	Verhalten des Dampfes	106	16.3.2 Grundforderungen des Lüftens	117
13.2.1	Wasserdampf in Behältern	106	16.3.3 Lüftungssysteme	117
13.2.2	Arten der Dampfheizungen	106	16.4 Zwangslüftung	118
13.2.3	Wärmeinhalt des Dampfes	106	16.4.1 Ventilatoren	118
14	Niederdruck-Dampfheizung	107	16.5 Luftheizung	119
14.1	Ausrüstung eines Kessels	107	16.5.1 Betriebsarten	119
14.1.1	Wirkungsweise Standrohr 2	107	16.5.2 Bauarten	119
14.1.2	Verhalten von Wasser und Dampf	108	16.6 Wärmetauscher	120
14.2	Verlegen von Leitungen bei Dampfheizungen	108	16.6.1 Direkte Wärmeübertragung	120
14.2.1	Dampfleitungen	108	16.6.2 Aufstellung von Feuer- oder Elektroflütherhitzern	120
14.2.2	Kondensatleitungen	108	16.6.3 Indirekte Wärmeübertragung	120
14.2.3	Rohrleitungssysteme	108	16.7 Luftführung und -verteilung	121
14.2.4	Kondensatableiter	109	16.7.1 Luftverteilung	121
14.2.5	Technische Vorschriften und Dichtheitsprüfung	110	16.8 Luftkanäle	121
			16.8.1 Kanäle aus Stahlblech	122
			16.8.2 Flexible Metallkanäle	122
			16.8.3 Luftkanäle aus sonstigen Werkstoffen	122
			16.8.4 Formstücke für Luftkanäle	122
			16.8.5 Luftgitter	122
			16.8.6 Güteklassen von Luftfiltern	122
			16.9 Klimaanlage	123
			16.9.1 Physiologische Grundlagen	123
			16.9.2 Physikalische Grundlagen	123
			16.9.3 Luftbenetzung	123
			16.9.4 Bausysteme	124

TECHNISCHE MATHEMATIK

Einheiten	126	5 Wärmebedarf von Gebäuden	150
Wichtige Einheiten	127	5.1 Überschlägige Berechnung	150
Einheiten der Wärmelehre	128	5.2 Wärmestrom durch Raumumschließungsflächen	151
1 Länge und ihre Potenzen	129	5.2.1 Wärmestrom durch eine einschichtige Wand	151
1.1 Fläche, Raum	129	5.2.2 Wärmeübergang in einer Grenzschicht	151
1.2 Berechnung von Rohren	130	5.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient	152
1.2.1 Querschnitt von Rohren	130	5.2.4 Norm-Wärmedurchgangskoeffizient	152
1.2.2 Volumen von Rohren	130	5.2.5 Norm-Transmissionswärmebedarf	154
1.2.3 Gewicht von Rohren	130	5.2.6 Norm-Außentemperatur	155
1.3 Hebel	131	5.2.7 Erdreichberührte Bauteile	155
1.4 Gefälle, Neigung	131	5.2.8 Berechnung des Norm-Transmissionswärmebedarfs	157
2 Mechanik	132	5.3. Norm-Lüftungswärmebedarf	158
2.1 Dichte, Schüttdichte	132	5.3.1 Luftdurchlässigkeit des Bauwerks	158
2.2 Änderung der Dichte durch Wärme	133	5.3.1.1 Fugenlänge	158
2.3 Strömungsgeschwindigkeit	134	5.3.1.2 Fugendurchlaßkoeffizient	158
2.3.1 Strömungsgeschwindigkeit des Wassers	134	5.3.2 Hauskenngroße	158
2.3.2 Strömungsgeschwindigkeit der Luft	135	5.3.3 Höhenkorrekturfaktor	158
2.4 Druck	136	5.3.4 Raumkennzahl	158
2.4.1 Druckmessung	136	5.3.5 Mindestwert des Norm-Lüftungswärmebedarfs	159
2.4.2 Druckausbreitung	136	5.3.6 Berechnung des Norm-Lüftungswärmebedarfs	159
2.5 Arbeit, Leistung	138	5.4 Berechnung des Norm-Gebäudewärmebedarfs	159
2.5.1 Arbeit	138	5.4.1 Unterlagen	159
2.5.2 Leistung	138	5.4.2 Berechnungsgang	159
2.5.3 Elektrische Leistung	139	5.4.3 Aufgabe	162
2.6 Wirkungsgrad	140	6 Allgemeine Heizungsrechnungen	163
3 Thermodynamik	141	6.1 Kesselleistung	163
3.1 Wärme, Heizwert	141	6.2 Raumheizkörper	164
3.1.1 Wärme	141	6.2.1 Radiatoren (DIN 4703 T1)	164
3.1.2 Heizwert	141	6.2.2 Plattenheizkörper (DIN 4703 T2)	165
3.2 Spezifische Wärmekapazität	142	6.2.3 Rohrheizkörper	165
3.3 Schmelzwärme, Verdampfungswärme	143	6.3 Ausdehnungsgefäße	166
3.4 Mischwasser	144	6.4 Fußbodenheizung	167
3.5 Ausdehnung der Körper	145	6.4.1 Verlegung der Rohre	167
3.5.1 Längenausdehnung	145	6.4.2 Wärmestromdichte des Fußbodens	167
3.5.2 Flächen- und Volumenausdehnung	145	6.4.3 Korrekturfaktoren	168
3.6 Einfluß von Druck und Temperatur auf das Volumen von Gasen	146	6.4.4 Vorlauftemperatur und Verlegeabstand	168
3.6.1 Volumenänderung durch Erwärmen	146	6.5 Schornsteinabmessungen	169
3.6.2 Volumenänderung durch Druck	146	6.5.1 Begriffe	169
3.6.3 Zustandsgleichung der Gase	147	6.5.2 Berechnungsverfahren	169
4 Verbrauch an Heizmaterial	148	7 Rohrberechnung	170
4.1 Jahreswärme- und Brennstoffverbrauch	148	7.1 Schwerkraft-Wasserheizung	170
4.1.1 Überschlagsrechnungen	148	7.1.1 Differenzdruck	170
4.1.2 Jahreswärmeverbrauch	149	7.1.2 Strömungswiderstände	171
4.1.3 Jahresbrennstoffbedarf	149	7.1.3 Rohrreibungswiderstände bei unterschiedlicher Temperaturdifferenz	172
		7.1.4 Schwerkraft-Wasserheizung – Untere Verteilung	173
		7.2 Differenzdruck bei genauem Anteil der Einzelwiderstände	176
		7.3 Pumpenheizung	177
		7.3.1 Größe von Pumpen	177
		7.3.2 Rohrberechnung	177

8 Lüftungsanlagen	183	9 Luftheizung	189
8.1 Druckdifferenz in Gebäuden	183	9.1 Betriebsarten	189
8.2 Lüftung ohne Gebläse	184	9.1.1 Umluftheizung	189
8.3 Bestimmung des Luftstromes	185	9.1.2 Außenluftheizung	190
8.3.1 Wärme durch Zuluft	185	9.1.3 Mischluftheizung	190
8.4 Luftkanäle	186	10 Klimaanlage	191
8.4.1 Luftströmung	186	10.1 Luftfeuchte	191
8.4.2 Strömungsgesetz	186	10.2 Luftkühlung	192
8.4.3 Energiegesetz	186	11 Kostenrechnung	193
8.5 Kanalnetz	187	12 Wiederholungsaufgaben	195
8.5.1 Rohrreibungswiderstände	187	Tabellen	197
8.5.2 Gleichwertiger Durchmesser	187		
8.5.3 Umrechnungsfaktor für Kanalmaterial	187		
8.5.4 Einzelwiderstände	188		

TECHNISCHES ZEICHNEN

1 Bauzeichnungen	214	4 Strangschemen	225
1.1 Bauzeichnung nach DIN 1356 als Verständigungsmittel	214	4.1 Entstehung eines Strangschemas	225
1.2 Darstellungsmöglichkeiten	214	4.2 Entwicklung eines Strangschemas	225
1.2.1 Darstellung in drei Ansichten	214	4.3 Aufgaben	227
1.2.2 Projektionszeichnung	214	5 Heizungsplanung	234
1.2.3 Grundrißzeichnung	214	6 Brauchwasserversorgung	235
1.2.4 Schnittdarstellung	215	7 Schlitzpläne	237
1.2.5 Teilzeichnung	215	7.1 Darstellen von Aussparungen	237
1.2.6 Sonderzeichnung	215	7.2 Fertigen von Schlitzplänen	238
1.2.7 Vorentwurfszeichnung	215	8 Anlagenausüstung und Zubehör	239
1.2.8 Entwurfszeichnung	215	8.1 Öllagerung	239
1.2.9 Ausführungszeichnung	215	8.2 Elektrischer Schaltplan	240
1.3 Bemaßung von Bauzeichnungen	216	9 Abwicklungen	241
1.3.1 Maßeinheiten	216	Körper mit ebenen Flächen	241
1.3.2 Maßlinienbegrenzungen	216	Körper mit gewölbten Flächen	243
1.3.3 Baunormzahl	216	Rohrkörper in Schräglage	244
1.4 Darstellung von Baustoffen	217	Zusammengesetzte zylindrische Rohrkörper	245
2 Montageskizzen	218	Durchdringungen Zylinder – Zylinder	246
2.1 Bildzeichen für Rohrleitungspläne	218	Durchdringungen mit Kegel	249
2.2 Montage von Heizkörpern	220	Übergangskörper	250
2.2.1 Montage von Radiatoren	220	Gliederbogen	252
2.2.2 Montage von Konvektoren	220	10 Darstellen von Körpern	253
2.3 Heizkörperanschlüsse	221	10.1 Projektionen	253
2.4 Anschluß von offenen Ausdehnungsfäßen nach DIN 4806	222	10.2 Ansichten und Schnitte nach DIN 6	254
3 Heizungssysteme	223	10.3 Körper mit Verschneidungen	256
3.1 Beispiele für Pumpen-Wasserheizungen	223	10.4 Verschiedene Rohrkonstruktionen	257
3.1.1 Pumpen-Wasserheizung – Geschlossene Anlage mit Vierwegemischer	223	10.5 Einzelteile, Zusammenbau	260
3.1.2 Pumpen-Wasserheizung – Offene Anlage mit Vierwegemischer und Wassererwärmer	223	DIN-Normen, Vorschriften	262
3.1.3 Pumpen-Wasserheizung – Kombination einer Radiatoren- und einer Fußbodenheizung	224	Sachwortverzeichnis	263