

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen			
1.1 Lösungsweg technischer Berechnungen	11	2.4 Rohroberflächen	52
1.1.1 Größen, Zahlenwert und Einheit	12	2.5 Rohrmasse	52
1.1.2 Gleichungen	13	2.6 Rohrinhalt	53
1.1.3 Rechnen mit dem Taschenrechner	16		
1.1.4 Schaubilder, Diagramme und Tabellen	18		
1.2 Dreisatz- und Prozentrechnen	21		
1.3 Längen	23	3 Rohrleitungsanlagen	
1.3.1 Längeneinheiten, Maßstäbe	23	3.1 Druck in Flüssigkeiten	61
1.3.2 Teilungen	24	3.1.1 Druckeinheiten	61
1.3.3 Gebogene und gestreckte Längen	26	3.1.2 Hydrostatischer Druck	62
1.3.4 Pythagoras	28	3.1.3 Auftrieb in Flüssigkeiten	63
1.4 Flächen	29	3.2 Strömung in Rohrleitungen	64
1.4.1 Flächeneinheiten	29	3.2.1 Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	64
1.4.2 Flächen mit geraden Linien	29	3.2.2 Druckarten in Rohrleitungen	67
1.4.3 Flächen mit gebogenen Linien	32	3.2.3 Druckverluste in Rohrleitungen	68
1.4.4 Zusammengesetzte Flächen	34	3.3 Pumpenberechnungen	72
1.5 Volumenberechnung	36	3.3.1 Förderstrom und Förderdruck	72
1.5.1 Volumeneinheiten	36	3.3.2 Pumpenleistung	74
1.5.2 Gleichdicke Körper	36	3.3.3 Pumpenauswahl	74
1.5.3 Spitze Körper	37	3.3.4 Druckerhöhungsanlagen DEA	77
1.5.4 Abgestumpfte Körper	37	3.4 Rohrdimensionierung	79
1.5.5 Kugeln	38	3.4.1 Berechnungs- und Spitzendurchfluss	79
1.5.6 Ringförmige Körper	38	3.4.2 Druckverluste, Rohrreibungsdruckgefälle	83
1.5.7 Zusammengesetzte Körper	38	3.4.3 Auswahl der Rohrdurchmesser	89
1.6 Masse und Dichte	40		
1.7 Kraft und Gewichtskraft	41		
1.8 Hebel und Drehmoment	42		
1.9 Geradlinige und kreisförmige Bewegung	43		
1.10 Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	45	4 Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	
1.11 Aufgaben	47	4.1 Temperatur	103
2 Rohrberechnungen		4.2 Wärmemenge	104
2.1 Rohrabmessungen	49	4.2.1 Wärmemenge bei Temperaturänderung	104
2.2 Freier Querschnitt	50	4.2.2 Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	106
2.3 Querschnittsverminderung	51	4.3 Wassermischung	107
		4.3.1 Berechnung von Temperaturen	108
		4.3.2 Berechnung von Wassermengen	108

4.4	Energie und Leistung	113
4.4.1	Wärmeleistung und Erwärmzeit	113
4.4.2	Wirkungsgrad	113
4.4.3	Energiekosten	116
4.5	Volumenänderung bei Wasser	120
4.6	Zirkulationsanlagen	122
4.6.1	Kurzverfahren	122
4.6.2	Vereinfachtes Verfahren	123
4.7	Speichergrößen	129
4.7.1	Speicher für Einzel- und Gruppenversorgung	129
4.7.2	Speicher für Nachtaufheizung	130
4.7.3	Speicherauswahl nach der Bedarfskennzahl	131
4.8	Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung	135
4.9	Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung	136

6 Ableitung von Niederschlagswasser

6.1	Zuschnitte	171
6.2	Blechbedarf, Blechgewicht	171
6.3	Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen	173
6.3.1	Entwässerung bei Teilfüllung	173
6.3.2	Dachentwässerung mit Druckströmung	177
6.4	Bemessen von Anlagen zur Regenwassernutzung	183
6.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	185
6.6	Projekt	187

7 Gasanlagen

5 Entwässerungsanlagen

5.1	Gefälle von Rohrleitungen	139
5.2	Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen	142
5.2.1	Schmutzwasserabfluss	142
5.2.2	Anschlussleitungen	143
5.2.3	Schmutzwasser-Falleitungen	145
5.2.4	Regenwasser-Falleitungen	146
5.2.5	Sammel- und Grundleitungen	148
5.2.6	Lüftungsleitungen	149
5.2.7	Rohrweitenberechnung Abwasser	151
5.3	Bemessen von Abwasserhebe-anlagen	156
5.3.1	Bemessen des Förderstromes	157
5.3.2	Bemessen der Förderhöhe	157
5.3.3	Pumpengröße und Pumpenleistung	159
5.3.4	Behälter- und Schachtgröße	160
5.4	Bemessen von Abscheide- und Neutralisationsanlagen	162
5.4.1	Fettab scheider	162
5.4.2	Leichtflüssigkeitsabscheider	164
5.4.3	Neutralisationsanlagen	166
5.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	167
5.6	Projekt	169

7.1	Gasgesetze	189
7.1.1	Volumenänderung durch Druckunterschiede	189
7.1.2	Volumenänderung durch Temperaturunterschiede	190
7.1.3	Volumenänderung durch Druck- und Temperaturunterschiede	190
7.2	Gasverbrauch beim Schweißen	192
7.2.1	Sauerstoffverbrauch	192
7.2.1	Acetylenverbrauch	193
7.3	Gasverbrauch zur Stofferwärmung	194
7.4	Geräteleistung und Wirkungsgrad	195
7.4.1	Nennleistung	196
7.4.2	Nennbelastung	196
7.4.3	Wirkungsgrad	197
7.5	Anschluss- und Einstellwerte	198
7.6	Kostenermittlung für Gasverbrauch	200
7.7	Raum- und Verbrennungsluft-Verbund	200
7.8	Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen	204
7.8.1	Diagrammverfahren	204
7.8.2	Tabellenverfahren	211
7.8.3	Berechnung von Flüssiggasleitungen	216
7.9	Projekte	222

8 Heizungsanlagen

8.1 Wärmeübertragung	225
8.1.1 Wärmeübergangswiderstände	225
8.1.2 Wärmedurchlasswiderstand	225
8.1.3 Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert	226
8.2 Berechnung der Norm-Heizlast	228
8.2.1 Norm-Außentemperatur	228
8.2.2 Norm-Innentemperatur	228
8.2.3 Bauteilkennzeichnung	229
8.2.4 Gesamt-Norm-Wärmeverlust	230
8.2.5 Norm-Transmissionswärmeverluste	230
8.2.6 Norm-Lüftungswärmeverluste	232
8.2.7 Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung	232
8.2.8 Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung	233
8.2.9 Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	233
8.2.10 Norm-Heizlast eines Raumes	234
8.2.11 Norm-Heizlast eines Gebäudes	234
8.2.12 Auslegungsheizlast eines Raumes	234
8.2.13 Auslegungsheizlast eines Gebäudes	234
8.2.14 Bestimmung der Raummaße	235
8.2.15 Beispielrechnung Norm-Heizlast	235
8.3 Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	239
8.3.1 Auslegungszuschlag	239
8.3.2 Norm-Heizleistung	239
8.3.3 Temperatur-Umrechnungsfaktor	241
8.3.4 Leistungsminderungen	242
8.3.5 Heizkörpergrößen	243
8.3.6 Konvektoren	244
8.3.7 Heizkesselgröße	245
8.3.8 Wärmetauscher	246
8.4 Rohernetzberechnung und Pumpenauswahl	248
8.4.1 Massenstrom	248
8.4.2 Druckverluste bei Zweirohrheizungen	248
8.4.3 Einzelwiderstände	249
8.4.4 Druckverluste in Teilstrecken	249
8.4.5 Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern	250
8.4.6 Rohernetzauslegung und Pumpendruck	252
8.4.7 Pumpenauswahl und Rohernetzkennlinien	257
8.5 Einrohrheizungen	260
8.5.1 Massenstrom im Heizkreis	260
8.5.2 Gleiche Temperaturdifferenzen	260
8.5.3 Gleiche Massenströme	261
8.5.4 Bestimmung der Heizflächen	262

8.5.5 Druckverluste und Pumpenauslegung 263

8.6 Fußbodenheizung 266

 8.6.1 Wärmeleistung 266

 8.6.2 Wärmestromdichte 266

 8.6.3 Fußboden-Oberflächentemperatur 267

 8.6.4 Rohrabstand und Heizwasser-temperatur 268

 8.6.5 Druckverlust und Pumpenauslegung 269

8.7 Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil 272

 8.7.1 Wasserinhalt der Heizungsanlage 272

 8.7.2 Heizwasserausdehnung 272

 8.7.3 Wasservorlage im MAG 273

 8.7.4 Vordruck und Fülldruck im MAG 273

 8.7.5 Enddruck im MAG 274

 8.7.6 Größenbestimmung des MAG 274

 8.7.7 Membran-Sicherheitsventil 275

8.8 Öldurchsatz und Auswahl von Brenndüsen 276

 8.8.1 Öldurchsatz bei Brennerdüsen 276

 8.8.2 Bestimmung der Düsengröße 276

8.9 Brennstoffbedarf und Brennstoff-kosten 278

 8.9.1 Brennstoffbedarf für die Gebäude-heizung 278

 8.9.2 Brennstoffbedarf für die Trinkwasser-erwärmung 278

 8.9.3 Brennstoffkosten 279

8.10 Energiekostenvergleich 279

8.11 Projekte 281

9 Abgasanlagen

9.1 Luftbedarf bei der Verbrennung	285
9.2 Abgasverluste und Wirkungsgrade	286
9.2.1 Abgasverluste und feuerungs-technischer Wirkungsgrad	286
9.2.2 Auskühlungsverluste und Kessel-wirkungsgrad	288
9.2.3 Anlagenverluste und Anlagen-wirkungsgrad	288
9.3 Abgasvolumen und Verbindungs-stücke	291
9.4 Schornsteine, Abgasleitungen	292
9.4.1 Einfachbelegung	292
9.4.2 Mehrfachbelegung	294

10 Raumlufttechnische Anlagen

10.1 Behaglichkeitskriterien	297
10.1.1 Raumlufttemperatur	297
10.1.2 Raumluftgeschwindigkeit	297
10.1.3 Aktivitätsgrad	298
10.1.4 Luftfeuchte	299
10.2 Grundlagen zur Berechnung von raumlufttechnischen Anlagen	299
10.2.1 Einteilung nach DIN EN 13799	299
10.2.2 Außenluft	299
10.2.3 Außenluft nach dem Mindest- außenluftstrom	300
10.2.4 Außenluftbedarf nach der maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)	301
10.2.5 Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl	302
10.2.6 Luftumwälzung	303
10.3 Berechnungen an Luftkanälen	303
10.3.1 Volumenstrom	303
10.3.2 Kontinuitätsgesetz	304
10.3.3 Gleichung von Bernoulli	306
10.3.4 Hydraulischer Durchmesser	308
10.3.5 Druckverlustberechnung in Luftkanälen	309
10.4 Ventilatorleistung und Ventilator- auswahl	313
10.4.1 Ventilatorkennlinien	313
10.4.2 Anlagenkennlinie	314
10.4.3 Gesetzmäßigkeiten	314
10.4.4 Auswahldiagramme	315
10.5 Zustandsänderungen der Luft	315
10.5.1 Mollier-Diagramm für feuchte Luft	317
10.5.2 Luftherwärmung	319
10.5.3 Luftkühlung und Entfeuchtung	320
10.5.4 Luftbefeuchtung	321
10.5.5 Luftpumpe	322
10.6 Wärmeleitung, Kühlleistung von Klimageräten	323
10.6.1 Äußere Wärmequellen	323
10.6.2 Innere Wärmequellen	323
10.6.3 Kühllast im Sommer	324
10.6.4 Heizlast im Winterbetrieb	325
10.7 Projekt	326

11.3.2 Elektrische Leistung bei Dreiphasen- wechselspannung	335
11.3.3 Phasenverschiebung	336

11.4 Anschlussleistung und Absicherung	339
11.5 Elektrische Energie	340
11.6 Energiekosten	342
11.7 Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wassererwärmer	343
11.7.1 Erwärmzeit	343
11.7.2 Massenstrom	344
11.8 Projekt	345

12 Kostenrechnung

12.1 Kostenarten	347
12.1.1 Einzel- und Gemeinkosten	347
12.1.2 Fixe und variable Kosten	347
12.2 Zuschlagskalkulation	348
12.2.1 Entstehung des Angebotspreises	348
12.2.2 Materialkosten	348
12.2.3 Lohnkosten	350
12.2.4 Gemeinkosten	351
12.2.5 Sonderkosten, Gewinn, Mehrwertsteuer	353
12.3 Angebotsbearbeitung	354
12.3.1 Bauvertragsrecht	354
12.3.2 Vorkalkulation	354
12.3.3 Nachkalkulation	361
12.4 Gerätekosten als Sonderkosten	362
12.4.1 Maschinenkosten	362
12.4.2 Kraftfahrzeugkosten	363
12.4.3 Schweißkosten	364

13 Projekte und Aufgaben

13.1 Projekte und Aufgaben im Handlungsfeld Wassertechnik	365
13.1.1 Projekt 1: Einfamilienhaus	365
13.1.2 Projekt 2: Mehrfamilienhaus	368
13.1.3 Aufgaben	369

13.2 Projekte und Aufgaben für die Handlungsfelder Wärme- und Lufttechnik	371
13.2.1 Projekt 1: Marbacher Weg	371
13.2.2 Projekt 2: Etagenwohnung – Ulm	373
13.2.3 Projekt 3: Tennishalle	374
13.2.4 Aufgaben	375
Anlagen: Tabellen und Formulare	377
Sachwortverzeichnis	389