

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen

1.1 Lösungsweg technischer Berechnungen	11
1.1.1 Größen, Zahlenwert und Einheit	12
1.1.2 Gleichungen	13
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
1.3.1 Längeneinheiten, Maßstäbe	23
1.3.2 Teilungen	24
1.3.3 Gebogene und gestreckte Längen	26
1.3.4 Pythagoras	28
1.4 Flächen	29
1.4.1 Flächeneinheiten	29
1.4.2 Flächen mit geraden Linien	29
1.4.3 Flächen mit gebogenen Linien	32
1.4.4 Zusammengesetzte Flächen	34
1.5 Volumenberechnung	36
1.5.1 Volumeneinheiten	36
1.5.2 Gleichdicke Körper	36
1.5.3 Spitze Körper	37
1.5.4 Abgestumpfte Körper	37
1.5.5 Kugeln	38
1.5.6 Ringförmige Körper	38
1.5.7 Zusammengesetzte Körper	38
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
1.11 Aufgaben	47

2 Rohrberechnungen

2.1 Rohrabmessungen	49
2.2 Freier Querschnitt	50
2.3 Querschnittsverminderung	51
2.4 Rohroberflächen	52

2.5 Rohrmasse	52
2.6 Rohrinhalt	53
2.7 Längen- und Volumenänderung	54
2.7.1 Längenänderung	54
2.7.2 Dehnungsausgleich	56
2.7.3 Volumenänderung	58

3 Rohrleitungsanlagen

3.1 Druck in Flüssigkeiten	61
3.1.1 Druckeinheiten	61
3.1.2 Hydrostatischer Druck	62
3.1.3 Auftrieb in Flüssigkeiten	63
3.2 Strömung in Rohrleitungen	64
3.2.1 Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	64
3.2.2 Druckarten in Rohrleitungen	67
3.2.3 Druckverluste in Rohrleitungen	68
3.3 Pumpenberechnungen	72
3.3.1 Förderstrom und Förderdruck	72
3.3.2 Pumpenleistung	74
3.3.3 Pumpenauswahl	74
3.3.4 Druckerhöhungsanlagen DEA	77
3.4 Rohrdimensionierung	79
3.4.1 Berechnungs- und Spitzendurchfluss	79
3.4.2 Druckverluste, Rohrreibungsdruk- gefälle	85
3.4.3 Vereinfachte Auswahl der Rohrdurchmesser	87
3.4.4 Differenzierte Auswahl der Rohrdurchmesser	92

4 Trinkwasser-Erwärmungs- anlagen

4.1 Temperatur	103
4.2 Wärmemenge	104
4.2.1 Wärmemenge bei Temperaturänderung	104
4.2.2 Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	106
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-Fallleitungen	145
5.2.4	Regenwasser-Fallleitungen	146
5.2.5	Sammel- und Grundleitungen	148
5.2.6	Lüftungsleitungen	149
5.2.7	Rohrweitenberechnung Abwasser	151
5.3	Bemessen von Abwasserhebeanlagen	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	Fettabscheider	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		8.5.5 Druckverluste und Pumpenauslegung	263
8.1 Wärmeübertragung	225	8.6 Fußbodenheizung	266
8.1.1 Wärmeübergangswiderstände	225	8.6.1 Wärmeleistung	266
8.1.2 Wärmedurchlasswiderstand	225	8.6.2 Wärmestromdichte	266
8.1.3 Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert	226	8.6.3 Fußboden-Oberflächentemperatur	267
8.2 Berechnung der Norm-Heizlast	228	8.6.4 Rohrabstand und Heizwassertemperatur	268
8.2.1 Norm-Außentemperatur	228	8.6.5 Druckverlust und Pumpenauslegung	269
8.2.2 Norm-Innentemperatur	228	8.7 Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil	272
8.2.3 Bauteilkennzeichnung	229	8.7.1 Wasserinhalt der Heizungsanlage	272
8.2.4 Gesamt-Norm-Wärmeverlust	230	8.7.2 Heizwasserausdehnung	272
8.2.5 Norm-Transmissionswärmeverluste	230	8.7.3 Wasservorlage im MAG	273
8.2.6 Norm-Lüftungswärmeverluste	232	8.7.4 Vordruck und Fülldruck im MAG	273
8.2.7 Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung	232	8.7.5 Enddruck im MAG	274
8.2.8 Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung	233	8.7.6 Größenbestimmung des MAG	274
8.2.9 Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	233	8.7.7 Membran-Sicherheitsventil	275
8.2.10 Norm-Heizlast eines Raumes	234	8.8 Öldurchsatz und Auswahl von Brenndüsen	276
8.2.11 Norm-Heizlast eines Gebäudes	234	8.8.1 Öldurchsatz bei Brennerdüsen	276
8.2.12 Auslegungsheizlast eines Raumes	234	8.8.2 Bestimmung der Düsengröße	276
8.2.13 Auslegungsheizlast eines Gebäudes	234	8.9 Brennstoffbedarf und Brennstoffkosten	278
8.2.14 Bestimmung der Raummaße	235	8.9.1 Brennstoffbedarf für die Gebäudeheizung	278
8.2.15 Beispielrechnung Norm-Heizlast	235	8.9.2 Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung	278
8.3 Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	239	8.9.3 Brennstoffkosten	279
8.3.1 Auslegungszuschlag	239	8.10 Energiekostenvergleich	279
8.3.2 Norm-Heizleistung	239	8.11 Projekte	281
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 Rohmetzberechnung 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 Rohrnetzauslegung und Pumpendruck	252		
8.4.7 Pumpenauswahl und Rohrnetzkenlinien	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		
		9 Abgasanlagen	
		9.1 Luftbedarf bei der Verbrennung	285
		9.2 Abgasverluste und Wirkungsgrade	286
		9.2.1 Abgasverluste und feuerungstechnischer Wirkungsgrad	286
		9.2.2 Auskühlungsverluste und Kesselwirkungsgrad	288
		9.2.3 Anlagenverluste und Anlagenwirkungsgrad	288
		9.3 Abgasvolumen und Verbindungsstücke	291
		9.4 Schornsteine, Abgasleitungen	292
		9.4.1 Einfachbelegung	292
		9.4.2 Mehrfachbelegung	294

10 Raumlufttechnische Anlagen			
10.1 Behaglichkeitskriterien	297	11.3.2 Elektrische Leistung bei Dreiphasen- wechselspannung	335
10.1.1 Raumlufttemperatur	297	11.3.3 Phasenverschiebung	336
10.1.2 Raumluftgeschwindigkeit	297	11.4 Anschlussleistung und Absicherung	339
10.1.3 Aktivitätsgrad	298	11.5 Elektrische Energie	340
10.1.4 Luftfeuchte	299	11.6 Energiekosten	342
10.2 Grundlagen zur Berechnung von raumlufttechnischen Anlagen	299	11.7 Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wasssererwärmer	343
10.2.1 Einteilung nach DIN EN 13799	299	11.7.1 Erwärmzeit	343
10.2.2 Außenluft	299	11.7.2 Massenstrom	344
10.2.3 Außenluft nach dem Mindest- außenluftstrom	300	11.8 Projekt	345
10.2.4 Außenluftbedarf nach der maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)	301		
10.2.5 Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl	302	12 Kostenrechnung	
10.2.6 Luftumwälzung	303	12.1 Kostenarten	347
10.3 Berechnungen an Luftkanälen	303	12.1.1 Einzel- und Gemeinkosten	347
10.3.1 Volumenstrom	303	12.1.2 Fixe und variable Kosten	347
10.3.2 Kontinuitätsgesetz	304	12.2 Zuschlagskalkulation	348
10.3.3 Gleichung von Bernoulli	306	12.2.1 Entstehung des Angebotspreises	348
10.3.4 Hydraulischer Durchmesser	308	12.2.2 Materialkosten	348
10.3.5 Druckverlustberechnung in Luftkanälen	309	12.2.3 Lohnkosten	350
10.4 Ventilatorleistung und Ventilator- auswahl	313	12.2.4 Gemeinkosten	351
10.4.1 Ventilator Kennlinien	313	12.2.5 Sonderkosten, Gewinn, Mehrwertsteuer	353
10.4.2 Anlagenkennlinie	314	12.3 Angebotsbearbeitung	354
10.4.3 Gesetzmäßigkeiten	314	12.3.1 Bauvertragsrecht	354
10.4.4 Auswahl diagramme	315	12.3.2 Vorkalkulation	354
10.5 Zustandsänderungen der Luft	315	12.3.3 Nachkalkulation	361
10.5.1 Mollier-Diagramm für feuchte Luft	317	12.4 Gerätekosten als Sonderkosten	362
10.5.2 Lufterwärmung	319	12.4.1 Maschinenkosten	362
10.5.3 Luftkühlung und Entfeuchtung	320	12.4.2 Kraftfahrzeugkosten	363
10.5.4 Luftbefeuchtung	321	12.4.3 Schweißkosten	364
10.5.5 Luftmischung	322		
10.6 Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten	323	13 Projekte und Aufgaben	
10.6.1 Äußere Wärmequellen	323	13.1 Projekte und Aufgaben im Handlungsfeld Wassertechnik	365
10.6.2 Innere Wärmequellen	323	13.1.1 Projekt 1: Einfamilienhaus	365
10.6.3 Kühllast im Sommer	324	13.1.2 Projekt 2: Mehrfamilienhaus	368
10.6.4 Heizlast im Winterbetrieb	325	13.1.3 Aufgaben	369
10.7 Projekt	326	13.2 Projekte und Aufgaben für die Handlungsfelder Wärme- und Lufttechnik	371
		13.2.1 Projekt 1: Marbacher Weg	371
11 Elektroanschlüsse bei SHK-Anlagen		13.2.2 Projekt 2: Etagenwohnung – Ulm	373
11.1 Ohmsches Gesetz	329	13.2.3 Projekt 3: Tennishalle	374
11.2 Leiterwiderstand	331	13.2.4 Aufgaben	375
11.3 Elektrische Leistung	332	Anlagen: Tabellen und Formulare	377
11.3.1 Elektrische Leistung bei Wechsel- spannung	332	Sachwortverzeichnis	389