

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	5	4.3	Wassermischung	56
1.1	Lösungsweg technischer Berechnungen	5	4.4	Energie und Leistung	60
1.1.1	Größen, Zahlenwert und Einheit	5	4.4.1	Wärmeleistung und Erwärmzeit	60
1.1.2	Gleichungen	5	4.4.2	Wirkungsgrad	60
1.1.3	Rechnen mit dem Taschenrechner	6	4.4.3	Energiekosten	61
1.1.4	Schaubilder, Diagramme und Tabellen	7	4.5	Volumenänderung bei Wasser	65
1.2	Dreisatz- und Prozentrechnen	9	4.6	Zirkulationsanlagen	67
1.3	Längen	10	4.6.1	Kurzverfahren	67
1.3.1	Längeneinheiten, Maßstäbe	10	4.6.2	Vereinfachtes Verfahren	68
1.3.2	Teilungen	11	4.7	Speichergrößen	76
1.3.3	Gebogene und gestreckte Längen	12	4.7.1	Speicher für Einzel- und Gruppenversorgung	76
1.3.4	Pythagoras	12	4.7.2	Speicher für Nachtaufheizung	76
1.4	Flächen	13	4.7.3	Speicherauswahl nach der Bedarfskennzahl	77
1.4.1	Flächeneinheiten	13	4.8	Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung	78
1.4.2	Flächen mit geraden Linien	13	4.9	Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung	79
1.4.3	Flächen mit gebogenen Linien	15			
1.4.4	Zusammengesetzte Flächen	16	5	Entwässerungsanlagen	80
1.5	Volumenberechnung	18	5.1	Gefälle von Rohrleitungen	80
1.6	Masse und Dichte	19	5.2	Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen	82
1.7	Kraft und Gewichtskraft	20	5.3	Bemessen von Abwasserhebeanlagen	91
1.8	Hebel und Drehmoment	20	5.4	Bemessen von Abscheide- und Neutralisationsanlagen	92
1.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	21	5.5	Längenänderung durch Temperatur- änderung	94
1.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	22	5.6	Projekt	94
1.11	Aufgaben	22			
2	Rohrberechnungen	24	6	Ableitung von Niederschlagswasser	97
2.1	Rohrabmessungen	24	6.1	Zuschnitte	97
2.2	Freier Querschnitt	24	6.2	Blechbedarf, Blechgewicht	97
2.3	Querschnittsverminderung	24	6.3	Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen	99
2.4	Rohroberflächen	25	6.3.1	Entwässerung bei Teilfüllung	99
2.5	Rohrmasse	26	6.3.2	Dachentwässerung mit Druckströmung	100
2.6	Rohrinhalt	27	6.4	Bemessen von Anlagen zur Regen- wassernutzung	104
2.7	Längen- und Volumenänderung	29	6.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	106
2.7.1	Längenänderung	29	6.6	Projekt	107
2.7.2	Dehnungsausgleich	29			
2.7.3	Volumenausdehnung	31	7	Gasanlagen	110
3	Rohrleitungsanlagen	33	7.1	Gasgesetze	110
3.1	Druck in Flüssigkeiten	33	7.2	Gasverbrauch beim Schweißen	111
3.1.1	Druckeinheiten	33	7.3	Gasverbrauch zur Stoffenerwärmung	112
3.1.2	Hydrostatischer Druck	33	7.4	Geräteleistung und Wirkungsgrad	112
3.1.3	Auftrieb in Flüssigkeiten	35	7.5	Anschluss- und Einstellwerte	114
3.2	Strömung in Rohrleitungen	35	7.6	Kostenermittlung für Gasverbrauch	115
3.2.1	Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	35	7.7	Raum- und Verbrennungsluft-Verbund	116
3.2.2	Druckarten in Rohrleitungen	–	7.8	Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen	116
3.2.3	Druckverluste in Rohrleitungen	37	7.8.1	Diagrammverfahren	–
3.3	Pumpenberechnungen	38	7.8.2	Tabellenverfahren	117
3.3.1	Förderstrom und Förderdruck	–	7.8.3	Berechnungen von Flüssiggasleitungen	121
3.3.2	Pumpenleistung	–	7.9	Projekte	122
3.3.3	Pumpenauswahl	–			
3.3.4	Druckerhöhungsanlagen DEA	40	8	Heizungsanlagen	128
3.4	Rohrdimensionierung	40	8.1	Wärmeübertragung	128
4	Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	53	8.2	Berechnung der Normheizlast	130
4.1	Temperatur	53	8.2.1	Norm-Außentemperatur	–
4.2	Wärmemenge	53	8.2.2	Norm-Innentemperatur	–
4.2.1	Wärmemenge bei Temperaturänderung	53			
4.2.2	Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	55			

8.2.3	Norm-Wärmedurchgangskoeffizient	–	10.3	Berechnungen an Luftkanälen	188
8.2.4	Gesamt-Norm-Wärmeverlust ausführliches Verfahren	–	10.3.1	Volumenstrom	188
8.2.5	Norm-Transmissionswärmebedarf	–	10.3.2	Kontinuitätsgesetz	189
8.2.6	Norm-Lüftungswärmeverluste	–	10.3.3	Gleichung von Bernoulli	190
8.2.7	Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung ..	–	10.3.4	Hydraulischer Durchmesser	192
8.2.8	Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung	–	10.3.5	Druckverlustberechnung in Luftkanälen	192
8.2.9	Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	–	10.4	Ventilatorleistung und Ventilator- auswahl	194
8.2.10	Netto- und Norm-Heizlast eines Raumes	130	10.5	Zustandsänderungen der Luft	194
8.2.11	Norm-Heizlast eines Gebäudes	–	10.5.1	Mollier-Diagramm für feuchte Luft	196
8.2.12	Norm-Heizlastberechnung vereinfachtes Verfahren	–	10.5.2	Lufterwärmung	196
8.2.13	Norm-Gebäudewärmebedarf	–	10.5.3	Luftkühlung und Entfeuchtung	197
8.3	Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	142	10.5.4	Luftbefeuchtung	198
8.4	Rohrnetzberechnung und Pumpenauswahl	145	10.5.5	Luftmischung	198
8.4.1	Massenstrom	–	10.6	Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten	199
8.4.2	Druckverluste bei Zweirohrheizungen	–	10.6.1	Äußere Wärmequellen	–
8.4.3	Einzelwiderstände	–	10.6.2	Innere Wärmequellen	–
8.4.4	Druckverluste in Teilstrecken	–	10.6.3	Kühllast im Sommer	200
8.4.5	Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern	–	10.6.4	Heizlast im Winterbetrieb	201
8.4.6	Rohrnetzauslegung und Pumpendruck	145	10.7	Projekt	201
8.4.7	Pumpenauswahl und Rohrnetzkenmlinien ...	146			
8.5	Einrohrheizungen	151	11	Elektroanschlüsse bei SHK-Anlagen	205
8.5.1	Massenstrom im Heizkreis	–	11.1	Ohmsches Gesetz	205
8.5.2	Gleiche Temperaturdifferenzen	–	11.2	Leiterwiderstand	205
8.5.3	Gleiche Massenströme	–	11.3	Elektrische Leistung	207
8.5.4	Bestimmung der Heizflächen	151	11.3.1	Elektrische Leistung bei Wechselspannung	207
8.5.5	Druckverluste und Pumpenauslegung	153	11.3.2	Elektrische Leistung bei Dreiphasenwechselspannung	208
8.6	Fußbodenheizung	156	11.3.3	Phasenverschiebung	209
8.6.1	Wärmeleistung	–	11.4	Anschlussleistung und Absicherung	213
8.6.2	Wärmestromdichte	–	11.5	Elektrische Energie	214
8.6.3	Fußboden-Oberflächentemperatur	156	11.6	Energiekosten	216
8.6.4	Rohrabstand und Heizwassertemperatur ...	–	11.7	Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wassererwärmer	218
8.6.5	Druckverlust und Pumpenauslegung	156	11.7.1	Erwärmzeit	218
8.7	Membran-Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil	159	11.7.2	Massenstrom	219
8.8	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen	161	11.8	Projekt	221
8.9	Brennstoffbedarf und Brennstoffkosten	161			
8.10	Energiekostenvergleich	162	12	Kostenrechnung	226
8.11	Projekte	163	12.1	Kostenarten	226
			12.2	Zuschlagskalkulation	226
			12.3	Angebotsbearbeitung	229
			12.4	Gerätekosten als Sonderkosten	236
			12.4.1	Maschinenkosten	236
			12.4.2	Kraftfahrzeugkosten	237
			12.4.3	Schweißkosten	239
9	Abgasanlagen	181	13	Projekte und Aufgaben	240
9.1	Luftbedarf bei der Verbrennung	–	13.1	Projekte und Aufgaben im Handlungsfeld Wassertechnik	240
9.2	Abgasverluste und Wirkungsgrade	181	13.1.1	Projekt 1: Einfamilienhaus	240
9.3	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	184	13.1.2	Projekt 2: Mehrfamilienhaus	243
9.4	Schornsteine, Abgasleitungen	184	13.1.3	Aufgaben	244
			13.2	Projekte und Aufgaben für die Handlungs- felder Wärme- und Lufttechnik	248
10	Raumlufttechnische Anlagen	186	13.2.1	Projekt 1: Marbacher Weg	248
10.1	Behaglichkeitskriterien	186	13.2.2	Projekt 2: Etagenwohnung – Ulm	251
10.2	Grundlagen zur Berechnung von raumlufttechnischen Anlagen	186	13.2.3	Projekt 3: Tennishalle	255
10.2.1	Einteilung nach DIN 1946	–	13.2.4	Aufgaben	257
10.2.2	Außenluft	–			
10.2.3	Außenluft nach dem Mindestaußenluftstrom	–			
10.2.4	Außenluftbedarf nach der maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)	187			
10.2.5	Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl	187			
10.2.6	Luftumwälzung	188			