

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen				
1.1 Lösungsweg technischer Berechnungen	11	2.5	Rohrmasse	52
1.1.1 Größen, Zahlenwert und Einheit	12	2.6	Rohrinhalt	53
1.1.2 Gleichungen	13	2.7	Längen- und Volumenänderung	54
1.1.3 Rechnen mit dem Taschenrechner	16	2.7.1	Längenänderung	54
1.1.4 Schaubilder, Diagramme und Tabellen	18	2.7.2	Dehnungsausgleich	56
1.2 Dreisatz- und Prozentrechnen	21	2.7.3	Volumenänderung	58
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, Rohreibungsdruk- gefälle	85
1.5.7 Zusammengesetzte Körper	38	3.4.3	Vereinfachte Auswahl der Rohrdurchmesser	87
1.6 Masse und Dichte	40	3.4.4	Differenzierte Auswahl der Rohrdurchmesser	92
1.7 Kraft und Gewichtskraft	41	4 Trinkwasser-Erwärmungs- anlagen		
1.8 Hebel und Drehmoment	42	4.1	Temperatur	103
1.9 Geradlinige und kreisförmige Bewegung	43	4.2	Wärmemenge	104
1.10 Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	45	4.2.1	Wärmemenge bei Temperaturänderung ..	104
1.11 Aufgaben	47	4.2.2	Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	106
2 Rohrberechnungen		4.3	Wassermischung	107
2.1 Rohrabmessungen	49	4.3.1	Berechnung von Temperaturen	108
2.2 Freier Querschnitt	50	4.3.2	Berechnung von Wassermengen	108
2.3 Querschnittsverminderung	51			
2.4 Rohroberflächen	52			

4.4	Energie und Leistung	113	6	Ableitung von Niederschlagswasser	
4.4.1	Wärmeleistung und Erwärmzeit	113	6.1	Zuschnitte	171
4.4.2	Wirkungsgrad	113	6.2	Blechbedarf, Blechgewicht	171
4.4.3	Energiekosten	116	6.3	Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen	173
4.5	Volumenänderung bei Wasser	120	6.3.1	Entwässerung bei Teilfüllung	173
4.6	Zirkulationsanlagen	122	6.3.2	Dachentwässerung mit Druckströmung	177
4.6.1	Kurzverfahren	122	6.4	Bemessen von Anlagen zur Regenwassernutzung	183
4.6.2	Vereinfachtes Verfahren	123	6.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	185
4.7	Speichergrößen	129	6.6	Projekt	187
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			

7 Gasanlagen

5	Entwässerungsanlagen		7.1	Gasgesetze	189
5.1	Gefälle von Rohrleitungen	139	7.1.1	Volumenänderung durch Druckunterschiede	189
5.2	Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen	142	7.1.2	Volumenänderung durch Temperaturunterschiede	190
5.2.1	Schmutzwasserabfluss	142	7.1.3	Volumenänderung durch Druck- und Temperaturunterschiede	190
5.2.2	Anschlussleitungen	143	7.2	Gasverbrauch beim Schweißen	192
5.2.3	Schmutzwasser-Falleitungen	145	7.2.1	Sauerstoffverbrauch	192
5.2.4	Regenwasser-Falleitungen	146	7.2.1	Acetylenverbrauch	193
5.2.5	Sammel- und Grundleitungen	148	7.3	Gasverbrauch zur Stofferwärmung	194
5.2.6	Lüftungsleitungen	149	7.4	Geräteleistung und Wirkungsgrad	195
5.2.7	Rohrweitenberechnung Abwasser	151	7.4.1	Nennleistung	196
5.3	Bemessen von Abwasserhebe-anlagen	156	7.4.2	Nennbelastung	196
5.3.1	Bemessen des Förderstromes	157	7.4.3	Wirkungsgrad	197
5.3.2	Bemessen der Förderhöhe	157	7.5	Anschluss- und Einstellwerte	198
5.3.3	Pumpengröße und Pumpenleistung	159	7.6	Kostenermittlung für Gasverbrauch	200
5.3.4	Behälter- und Schachtgröße	160	7.7	Raum- und Verbrennungsluft-Verbund	200
5.4	Bemessen von Abscheide- und Neutralisationsanlagen	162	7.8	Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen	204
5.4.1	Fettabscheider	162	7.8.1	Diagrammverfahren	204
5.4.2	Leichtflüssigkeitsabscheider	164	7.8.2	Tabellenverfahren	211
5.4.3	Neutralisationsanlagen	166	7.8.3	Berechnung von Flüssiggasleitungen	216
5.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	167	7.9	Projekte	222
5.6	Projekt	169			

8 Heizungsanlagen

8.1 Wärmeübertragung	225	8.5.5 Druckverluste und Pumpen-	auslegung	263
8.1.1 Wärmeübergangswiderstände	225	8.6 Fußbodenheizung	266	
8.1.2 Wärmedurchlasswiderstand	225	8.6.1 Wärmeleistung	266	
8.1.3 Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert	226	8.6.2 Wärmestromdichte	266	
8.2 Berechnung der Norm-Heizlast	228	8.6.3 Fußboden-Oberflächentemperatur	267	
8.2.1 Norm-Außentemperatur	228	8.6.4 Rohrabstand und Heizwasser- temperatur	268	
8.2.2 Norm-Innentemperatur	228	8.6.5 Druckverlust und Pumpenauslegung	269	
8.2.3 Bauteilkennzeichnung	229	8.7 Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil	272	
8.2.4 Gesamt-Norm-Wärmeverlust	230	8.7.1 Wasserinhalt der Heizungsanlage	272	
8.2.5 Norm-Transmissionswärmeverluste	230	8.7.2 Heizwasserausdehnung	272	
8.2.6 Norm-Lüftungswärmeverluste	232	8.7.3 Wasservorlage im MAG	273	
8.2.7 Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung	232	8.7.4 Vordruck und Fülldruck im MAG	273	
8.2.8 Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung	233	8.7.5 Enddruck im MAG	274	
8.2.9 Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	233	8.7.6 Größenbestimmung des MAG	274	
8.2.10 Norm-Heizlast eines Raumes	234	8.7.7 Membran-Sicherheitsventil	275	
8.2.11 Norm-Heizlast eines Gebäudes	234	8.8 Öldurchsatz und Auswahl von Brenndüsen	276	
8.2.12 Auslegungsheizlast eines Raumes	234	8.8.1 Öldurchsatz bei Brennerdüsen	276	
8.2.13 Auslegungsheizlast eines Gebäudes	234	8.8.2 Bestimmung der Düsengröße	276	
8.2.14 Bestimmung der Raummaße	235	8.9 Brennstoffbedarf und Brennstoff- kosten	278	
8.2.15 Beispielrechnung Norm-Heizlast	235	8.9.1 Brennstoffbedarf für die Gebäude- heizung	278	
8.3 Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	239	8.9.2 Brennstoffbedarf für die Trinkwasser- erwärmung	278	
8.3.1 Auslegungszuschlag	239	8.9.3 Brennstoffkosten	279	
8.3.2 Norm-Heizleistung	239	8.10 Energiekostenvergleich	279	
8.3.3 Temperatur-Umrechnungsfaktor	241	8.11 Projekte	281	
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 Pumpen- auswahl	248			
8.4.1 Massenstrom	248	9 Abgasanlagen		
8.4.2 Druckverluste bei Zweirohrheizungen	248	9.1 Luftbedarf bei der Verbrennung	285	
8.4.3 Einzelwiderstände	249	9.2 Abgasverluste und Wirkungsgrade ...	286	
8.4.4 Druckverluste in Teilstrecken	249	9.2.1 Abgasverluste und feuerungs- technischer Wirkungsgrad	286	
8.4.5 Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern	250	9.2.2 Auskühlungsverluste und Kessel- wirkungsgrad	288	
8.4.6 Rohrnetzauslegung und Pumpendruck	252	9.2.3 Anlagenverluste und Anlagen- wirkungsgrad	288	
8.4.7 Pumpenauswahl und Rohrnetzkennlinien	257	9.3 Abgasvolumen und Verbindungs- stücke	291	
8.5 Einrohrheizungen	260	9.4 Schornsteine, Abgasleitungen	292	
8.5.1 Massenstrom im Heizkreis	260	9.4.1 Einfachbelegung	292	
8.5.2 Gleiche Temperaturdifferenzen	260	9.4.2 Mehrfachbelegung	294	
8.5.3 Gleiche Massenströme	261			
8.5.4 Bestimmung der Heizflächen	262			

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