

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Grundlagen</b>	
<b>1.1 Lösungsweg technischer Berechnungen</b>	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
<b>1.2 Dreisatz- und Prozentrechnen</b>	21
<b>1.3 Längen</b>	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
<b>1.4 Flächen</b>	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
<b>1.5 Volumenberechnung</b>	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
<b>1.6 Masse und Dichte</b>	40
<b>1.7 Kraft und Gewichtskraft</b>	41
<b>1.8 Hebel und Drehmoment</b>	42
<b>1.9 Geradlinige und kreisförmige Bewegung</b>	43
<b>1.10 Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad</b>	45
<b>1.11 Aufgaben</b>	47
<b>2 Rohrberechnungen</b>	
<b>2.1 Rohrabmessungen</b>	49
<b>2.2 Freier Querschnitt</b>	50
<b>2.3 Querschnittsverminderung</b>	51
<b>2.4 Rohroberflächen</b>	52
<b>2.5 Rohrmasse</b>	52
<b>2.6 Rohrinhalt</b>	53
<b>2.7 Längen- und Volumenänderung</b>	54
2.7.1 Längenänderung	54
2.7.2 Dehnungsausgleich	56
2.7.3 Volumenänderung	58
<b>3 Rohrleitungsanlagen</b>	
<b>3.1 Druck in Flüssigkeiten</b>	61
3.1.1 Druckeinheiten	61
3.1.2 Hydrostatischer Druck	62
3.1.3 Auftrieb in Flüssigkeiten	63
<b>3.2 Strömung in Rohrleitungen</b>	64
3.2.1 Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	64
3.2.2 Druckarten in Rohrleitungen	67
3.2.3 Druckverluste in Rohrleitungen	68
<b>3.3 Pumpenberechnungen</b>	72
3.3.1 Förderstrom und Förderdruck	72
3.3.2 Pumpenleistung	74
3.3.3 Pumpenauswahl	74
3.3.4 Druckerhöhungsanlagen DEA	77
<b>3.4 Rohrdimensionierung</b>	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
<b>4 Trinkwasser-Erwärmungs- anlagen</b>	
<b>4.1 Temperatur</b>	103
<b>4.2 Wärmemenge</b>	104
4.2.1 Wärmemenge bei Temperaturänderung	104
4.2.2 Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	106
<b>4.3 Wassermischung</b>	107
4.3.1 Berechnung von Temperaturen	108
4.3.2 Berechnung von Wassermengen	108
<b>4.4 Energie und Leistung</b>	113
4.4.1 Wärmeleistung und Erwärmzeit	113
4.4.2 Wirkungsgrad	113
4.4.3 Energiekosten	116
<b>4.5 Volumenänderung bei Wasser</b>	120

<b>4.6</b>	<b>Zirkulationsanlagen</b> .....	122	<b>6.5</b>	<b>Längenänderung durch Temperatur- änderung</b> .....	185
4.6.1	Kurzverfahren .....	122	<b>6.6</b>	<b>Projekt</b> .....	187
4.6.2	Vereinfachtes Verfahren .....	123			
<b>4.7</b>	<b>Speichergrößen</b> .....	129			
4.7.1	Speicher für Einzel- und Gruppen- versorgung .....	129	<b>7</b>	<b>Gasanlagen</b>	
4.7.2	Speicher für Nachtaufheizung .....	130	<b>7.1</b>	<b>Gasgesetze</b> .....	189
4.7.3	Speicherauswahl nach der Bedarfskennzahl .....	131	7.1.1	Volumenänderung durch Druck- unterschiede .....	189
<b>4.8</b>	<b>Solaranlagen zur Trink- wassererwärmung</b> .....	135	7.1.2	Volumenänderung durch Temperatur- unterschiede .....	190
<b>4.9</b>	<b>Wärmepumpen zur Trink- wassererwärmung</b> .....	136	7.1.3	Volumenänderung durch Druck- und Temperaturunterschiede .....	190
			<b>7.2</b>	<b>Gasverbrauch beim Schweißen</b> .....	192
<b>5</b>	<b>Entwässerungsanlagen</b>		7.2.1	Sauerstoffverbrauch .....	192
<b>5.1</b>	<b>Gefälle von Rohrleitungen</b> .....	139	7.2.2	Acetylgasverbrauch .....	193
<b>5.2</b>	<b>Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen</b> .....	142	<b>7.3</b>	<b>Gasverbrauch zur Stofferwärmung</b> ...	194
5.2.1	Schmutzwasserabfluss .....	142	<b>7.4</b>	<b>Geräteleistung und Wirkungsgrad</b> ...	195
5.2.2	Anschlussleitungen .....	143	7.4.1	Nennleistung .....	196
5.2.3	Schmutzwasser-Fallleitungen .....	145	7.4.2	Nennbelastung .....	196
5.2.4	Regenwasser-Fallleitungen .....	146	7.4.3	Wirkungsgrad .....	197
5.2.5	Sammel- und Grundleitungen .....	148	<b>7.5</b>	<b>Anschluss- und Einstellwerte</b> .....	198
5.2.6	Lüftungsleitungen .....	149	<b>7.6</b>	<b>Kostenermittlung für Gasverbrauch</b> ..	200
5.2.7	Rohrweitenberechnung Abwasser ....	151	<b>7.7</b>	<b>Raum- und Verbrennungsluft- Verbund</b> .....	200
<b>5.3</b>	<b>Bemessen von Abwasserhebe- anlagen</b> .....	156	<b>7.8</b>	<b>Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen</b> .....	205
5.3.1	Bemessen des Förderstromes .....	157	7.8.1	Diagrammverfahren .....	205
5.3.2	Bemessen der Förderhöhe .....	157	7.8.2	Tabellenverfahren .....	210
5.3.3	Pumpengröße und Pumpenleistung ..	159	7.8.3	Berechnung von Flüssiggas- leitungen .....	214
5.3.4	Behälter- und Schachtgröße .....	160	<b>7.9</b>	<b>Projekte</b> .....	220
<b>5.4</b>	<b>Bemessen von Abscheide- und Neutralisationsanlagen</b> .....	162			
5.4.1	Fettabscheider .....	162	<b>8</b>	<b>Heizungsanlagen</b>	
5.4.2	Leichtflüssigkeitsabscheider .....	164	<b>8.1</b>	<b>Wärmeübertragung</b> .....	225
5.4.3	Neutralisationsanlagen .....	166	8.1.1	Wärmeübergangswiderstände .....	225
<b>5.5</b>	<b>Längenänderung durch Temperaturänderung</b> .....	167	8.1.2	Wärmedurchlasswiderstand .....	225
<b>5.6</b>	<b>Projekt</b> .....	169	8.1.3	Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert .....	226
			<b>8.2</b>	<b>Berechnung der Norm-Heizlast</b> .....	228
<b>6</b>	<b>Ableitung von Nieder- schlagswasser</b>		8.2.1	Norm-Außentemperatur .....	228
<b>6.1</b>	<b>Zuschnitte</b> .....	171	8.2.2	Norm-Innentemperatur .....	228
<b>6.2</b>	<b>Blechbedarf, Blechgewicht</b> .....	171	8.2.3	Bauteilkennzeichnung .....	229
<b>6.3</b>	<b>Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen</b> .....	173	8.2.4	Gesamt-Norm-Wärmeverlust .....	230
6.3.1	Entwässerung bei Teilfüllung .....	173	8.2.5	Norm-Transmissionswärmeverluste ..	230
6.3.2	Dachentwässerung mit Druckströmung .....	177	8.2.6	Norm-Lüftungswärmeverluste .....	232
<b>6.4</b>	<b>Bemessen von Anlagen zur Regen- wassernutzung</b> .....	183	8.2.7	Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung .....	232
			8.2.8	Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung .....	233



<b>10.3</b>	<b>Berechnungen an Luftkanälen</b>	305
10.3.1	Volumenstrom	305
10.3.2	Kontinuitätsgesetz	306
10.3.3	Gleichung von Bernoulli	308
10.3.4	Hydraulischer Durchmesser (gleichwertiger Durchmesser)	310
10.3.5	Druckverlustberechnung in Luftkanälen	311
<b>10.4</b>	<b>Ventilatorleistung und Ventilator- auswahl</b>	315
10.4.1	Ventilator Kennlinien	315
10.4.2	Anlagenkennlinie	316
10.4.3	Gesetzmäßigkeiten	316
10.4.4	Auswahldiagramme	317
<b>10.5</b>	<b>Zustandsänderung der Luft</b>	317
10.5.1	Mollier-Diagramm für feuchte Luft (auf Meereshöhe)	319
10.5.2	Lufterwärmung	321
10.5.3	Luftkühlung und Luftentfeuchtung	322
10.5.4	Luftbefeuchtung	323
10.5.5	Luftmischung	324
<b>10.6</b>	<b>Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten</b>	325
10.6.1	Äußere Wärmequellen	325
10.6.2	Innere Wärmequellen	325
10.6.3	Kühllast im Sommer	326
10.6.4	Heizlast im Winterbetrieb	327
<b>10.7</b>	<b>Kontrollierte Wohnraumlüftung</b>	328
10.7.1	Abluftanlagen mit Abluftventilatoren	328
10.7.2	Zentrale Abluftanlagen ohne WRG	329
10.7.3	Einzelraumlüftungsgeräte für Wand- einbau mit Wärmerückgewinnung	329
10.7.4	Zu- und Abluftanlagen mit Wärme- rückgewinnung	330
<b>10.8</b>	<b>Projekt</b>	332

## **11 Elektroanschlüsse bei SHK-Anlagen**

<b>11.1</b>	<b>Ohmsches Gesetz</b>	335
<b>11.2</b>	<b>Leiterwiderstand</b>	337
<b>11.3</b>	<b>Elektrische Leistung</b>	338
11.3.1	Elektrische Leistung bei Wechselspannung	338
11.3.2	Elektrische Leistung bei Dreiphasenwechselspannung	341
11.3.3	Phasenverschiebung	342
<b>11.4</b>	<b>Anschlussleistung und Absicherung</b>	345

<b>11.5</b>	<b>Elektrische Energie</b>	346
<b>11.6</b>	<b>Energiekosten</b>	348
<b>11.7</b>	<b>Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wassererwärmer</b>	349
11.7.1	Erwärmzeit	349
11.7.2	Massenstrom	350
<b>11.8</b>	<b>Projekt</b>	351

## **12 Kostenrechnung**

<b>12</b>	<b>Kostenrechnung</b>	353
12.1	Kostenarten	353
12.1.1	Einzel- und Gemeinkosten	353
12.1.2	Fixe und variable Kosten	353
<b>12.2</b>	<b>Zuschlagskalkulation</b>	354
12.2.1	Entstehung des Angebotspreises	354
12.2.2	Materialkosten	354
12.2.3	Lohnkosten	356
12.2.4	Gemeinkosten	357
12.2.5	Sonderkosten, Gewinn, Mehrwertsteuer	359
<b>12.3</b>	<b>Angebotsbearbeitung</b>	360
12.3.1	Bauvertragsrecht	360
12.3.2	Vorkalkulation	361
12.3.3	Nachkalkulation	367
<b>12.4</b>	<b>Gerätekosten als Sonderkosten</b>	368
12.4.1	Maschinenkosten	368
12.4.2	Kraftfahrzeugkosten	369
12.4.3	Schweißkosten	370

## **13 Projekte und Aufgaben**

<b>13.1</b>	<b>Projekte und Aufgaben</b>	371
13.1.1	Projekt 1: Einfamilienhaus	371
13.1.2	Projekt 2: Mehrfamilienhaus	374
13.1.3	Aufgaben	375
<b>13.2</b>	<b>Projekte und Aufgaben für die Handlungsfelder Wärme- und Lufttechnik</b>	377
13.2.1	Projekt 1: Marbacher Weg	377
13.2.2	Projekt 2: Etagenwohnung – Ulm	379
13.2.3	Projekt „Tennishalle“	380
13.2.4	Aufgaben	381

<b>Anlagen: Tabellen und Formulare</b>	383
<b>Sachwortverzeichnis</b>	395