

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Grundlagen

<b>1.1 Größen, Formelzeichen und Umrechnungen</b> .....	7
<b>1.1.1 Größen, Formelzeichen und Einheiten</b> .....	7
<b>1.1.2 Griechisches Alphabet</b> .....	8
<b>1.1.3 Dezimale Vielfache und Teile</b> .....	8
<b>1.1.4 Einheiten außerhalb der Basisgrößen</b> .....	8
<b>1.1.5 Formeln und Umrechnungen</b> .....	8
<b>1.1.6 Umrechnungen</b> .....	9
<b>1.2 Dreisatz- und Prozentrechnen</b> .....	10
<b>1.2.1 Dreisatzrechnen</b> .....	10
<b>1.2.2 Prozentrechnen</b> .....	10
<b>1.3 Längen</b> .....	11
<b>1.3.1 Längeneinheiten, Maßstäbe</b> .....	11
<b>1.3.2 Teilungen</b> .....	11
<b>1.3.3 Gebogene und gestreckte Längen</b> .....	12
<b>1.3.4 Pythagoras</b> .....	12
<b>1.4 Flächen</b> .....	13
<b>1.4.1 Flächeneinheiten</b> .....	13
<b>1.4.2 Flächen mit geraden Linien</b> .....	13
<b>1.4.3 Flächen mit gebogenen Linien</b> .....	14
<b>1.5 Volumenberechnung</b> .....	14
<b>1.5.1 Volumeneinheiten</b> .....	14
<b>1.5.2 Gleichdicke Körper</b> .....	14
<b>1.5.3 Spitze Körper</b> .....	15
<b>1.5.4 Abgestumpfte Körper</b> .....	15
<b>1.5.5 Kugeln</b> .....	15
<b>1.5.6 Ringförmige Körper</b> .....	15
<b>1.6 Masse und Dichte</b> .....	16
<b>1.7 Kraft und Gewichtskraft</b> .....	17
<b>1.8 Hebel und Drehmoment</b> .....	17
<b>1.9 Geradlinige und kreisförmige Bewegung</b> .....	18
<b>1.10 Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad</b> .....	18

## 2 Rohrberechnungen

<b>2.1 Rohrabmessungen</b> .....	19
<b>2.2 Freier Querschnitt</b> .....	19
<b>2.3 Querschnittsverminderung</b> .....	19
<b>2.4 Rohroberflächen</b> .....	20

<b>2.5 Rohrmasse</b> .....	20
<b>2.6 Rohrinhalt</b> .....	20

<b>2.7 Längen- und Volumenänderung</b> .....	20
<b>2.7.1 Längenänderung</b> .....	20
<b>2.7.2 Dehnungsausgleich</b> .....	21
<b>2.7.3 Volumenänderung</b> .....	22

## 3 Rohrleitungsanlagen

<b>10 3.1 Druck in Flüssigkeiten</b> .....	23
<b>10 3.1.1 Druckeinheiten</b> .....	23
<b>10 3.1.2 Hydrostatischer Druck</b> .....	23
<b>10 3.1.3 Auftrieb in Flüssigkeiten</b> .....	23
<b>11 3.2 Strömung in Rohrleitungen</b> .....	24
<b>11 3.2.1 Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite</b> .....	24
<b>12 3.2.2 Druckarten in Rohrleitungen</b> .....	25
<b>12 3.2.3 Druckverluste in Rohrleitungen</b> .....	26
<b>13 3.3 Pumpenberechnungen</b> .....	28
<b>13 3.3.1 Förderstrom und Förderdruck</b> .....	28
<b>13 3.3.2 Pumpenleistung</b> .....	28
<b>13 3.3.3 Pumpenauswahl</b> .....	29
<b>13 3.3.4 Druckerhöhungsanlagen DEA</b> .....	30
<b>14 3.4 Rohrdimensionierung</b> .....	31
<b>14 3.4.1 Berechnungs- und Spitzendurchfluss</b> .....	31
<b>15 3.4.2 Druckverluste, Rohreibungsdrukkgefälle</b> .....	32
<b>15 3.4.3 Auswahl der Rohrdurchmesser</b> .....	36

## 4 Trinkwasser-Erwärmungsanlagen

<b>4.1 Temperatur</b> .....	40
<b>4.2 Wärmemenge</b> .....	40
<b>4.2.1 Wärmemenge bei Temperaturänderung</b> .....	40
<b>4.2.2 Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes</b> .....	40
<b>4.3 Wassermischung</b> .....	41
<b>4.4 Energie und Leistung</b> .....	42
<b>4.4.1 Wärmeleistung und Erwärmzeit</b> .....	42
<b>4.4.2 Wirkungsgrad</b> .....	42
<b>4.4.3 Energiekosten</b> .....	43

<b>4.5</b>	<b>Speichergrößen .....</b>	<b>44</b>	<b>7.1.2</b>	<b>Volumenänderung durch Temperaturunterschiede .....</b>	<b>58</b>
4.5.1	Speicher für Einzel- und Gruppenversorgung .....	44	7.1.3	Volumenänderung durch Druck- und Temperaturunterschiede .....	58
4.5.2	Speicher für Nachtaufheizung .....	44	<b>7.2</b>	<b>Gasverbrauch beim Schweißen .....</b>	59
4.5.3	Speicherauswahl nach der Bedarfskennzahl .....	44	7.2.1	Sauerstoffverbrauch .....	59
<b>4.6</b>	<b>Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung .....</b>	<b>46</b>	7.2.2	Acetylenverbrauch .....	59
<b>4.7</b>	<b>Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung .....</b>	<b>46</b>	<b>7.3</b>	<b>Gasverbrauch zur Stofferwärmung .....</b>	<b>59</b>
			<b>7.4</b>	<b>Geräteleistung und Wirkungsgrad .....</b>	<b>60</b>
			7.4.1	Nennwärmeleistung .....	60
			7.4.2	Nennwärmebelastung .....	60
			7.4.3	Wirkungsgrad .....	60
			<b>7.5</b>	<b>Anschluss- und Einstellwerte .....</b>	<b>60</b>
			<b>7.6</b>	<b>Kostenermittlung für Gasverbrauch .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>Gefälle von Rohrleitungen .....</b>	<b>47</b>	<b>7.7</b>	<b>Raum- und Verbrennungsluft-Verbund .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2</b>	<b>Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen nach DIN EN 12 056</b>	<b>47</b>	<b>7.8</b>	<b>Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen .....</b>	<b>62</b>
5.2.1	Gesamtschmutzwasserabfluss $\dot{V}_{tot}$ .....	47	7.8.1	Spitzenvolumenstrom .....	64
5.2.2	Anschlussleitungen .....	48	7.8.2	Näherungsverfahren .....	64
5.2.3	Fallleitungen .....	49	7.8.3	Differenziertes Berechnungsverfahren .....	65
5.2.4	Sammel- und Grundleitungen .....	49	7.8.4	Berechnung von Flüssiggasleitungen .....	66
5.2.5	Lüftungsleitungen .....	50			
5.2.6	Regenwasserabfluss $\dot{V}_r$ .....	50			
5.2.7	Schmutz- und Mischwasserleitungen .....	50			

## 6 Ableiten von Niederschlagswasser

<b>6.1</b>	<b>Zuschritte .....</b>	<b>51</b>
<b>6.2</b>	<b>Blechbedarf und Blechgewicht .....</b>	<b>51</b>
<b>6.3</b>	<b>Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen nach DIN EN 12 056-3</b>	<b>52</b>
6.3.1	Entwässerungskonzept erstellen .....	52
6.3.2	Regenereignisse ermitteln .....	52
6.3.3	Regenwasserabfluss ermitteln .....	52
6.3.4	Anzahl der Abläufe ermitteln .....	53
6.3.5	Rinnenquerschnitte bemessen .....	53
6.3.6	Ablaufrichter bemessen .....	55
6.3.7	Bemessen der Notüberläufe .....	56
6.3.8	Bemessen der Sammel- und Grundleitungen .....	56
<b>6.4</b>	<b>Bemessen von Anlagen zur Regenwassernutzung .....</b>	<b>57</b>

## 8 Heizungsanlagen

<b>8.1</b>	<b>Wärmeübertragung .....</b>	<b>68</b>
8.1.1	Wärmeübergangswiderstände .....	68
8.1.2	Wärmeleitwiderstand .....	68
8.1.3	Wärmedurchgangswiderstand .....	68
8.1.4	Wärmedurchgangskoeffizient .....	68
<b>8.2</b>	<b>Wärmebedarfsberechnung .....</b>	<b>69</b>
8.2.1	Norm-Außentemperatur .....	69
8.2.2	Norm-Innentemperatur .....	69
8.2.3	Norm-Wärmedurchgangskoeffizient .....	70
8.2.4	Bauteilkennzeichnung .....	70
8.2.5	Norm-Transmissionswärmeverlust .....	70
8.2.6	Erdreichberührte Räume .....	70
8.2.7	Norm-Lüftungswärmebedarf .....	71
8.2.8	Lüftungswärmebedarf bei freier Lüftung .....	71
8.2.9	Mindest-Lüftungswärmebedarf .....	72
8.2.10	Lüftungswärmebedarf innenliegender Sanitärräume .....	72
8.2.11	Lüftungswärmebedarf bei maschineller Lüftung .....	72

## 7 Gasanlagen

<b>7.1</b>	<b>Gasgesetze .....</b>	<b>58</b>
7.1.1	Volumenänderung durch Druckunterschiede .....	58

8.2.12	Norm-Raumwärmeverbrauch . . . . .	72
8.2.13	Norm-Gebäudewärmeverbrauch . . . . .	72
<b>8.3</b>	<b>Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen . . . . .</b>	<b>72</b>
8.3.1	Auslegungszuschlag . . . . .	72
8.3.2	Norm-Heizleistung . . . . .	72
8.3.3	Temperatur-Umrechnungsfaktor . . . . .	74
8.3.4	Leistungsminderungen . . . . .	79
8.3.5	Bestimmung der Heizkörpergröße . . . . .	75
8.3.6	Konvektoren . . . . .	76
8.3.7	Heizkesselgröße . . . . .	76
8.3.8	Wärmetauscher . . . . .	76
<b>8.4</b>	<b>Rohrnetzberechnung und Pumpenauswahl . . . . .</b>	<b>77</b>
8.4.1	Massenstrom . . . . .	77
8.4.2	Druckverluste bei Zweirohrheizungen . . . . .	77
8.4.3	Druckverluste im geraden Rohr . . . . .	77
8.4.4	Einzelwiderstände . . . . .	77
8.4.5	Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern . . . . .	79
8.4.6	Pumpenauswahl und Rohrnetzkennlinien . . . . .	80
<b>8.5</b>	<b>Einrohrheizungen . . . . .</b>	<b>81</b>
8.5.1	Massenstrom im Heizkreis . . . . .	81
8.5.2	Gleiche Temperaturdifferenzen . . . . .	81
8.5.3	Gleiche Massenströme . . . . .	81
8.5.4	Bestimmung der Heizflächen . . . . .	81
8.5.5	Druckverluste und Pumpenauslegung . . . . .	81
<b>8.6</b>	<b>Fußbodenheizung . . . . .</b>	<b>82</b>
8.6.1	Wärmeverbrauch . . . . .	82
8.6.2	Wärmestromdichte . . . . .	82
8.6.3	Fußboden-Oberflächentemperatur . . . . .	83
8.6.4	Rohrabstand und Heizwasser-temperatur . . . . .	83
8.6.5	Druckverlust und Pumpenauslegung . . . . .	84
<b>8.7</b>	<b>Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil . . . . .</b>	<b>85</b>
8.7.1	Wasserinhalt der Heizungsanlage . . . . .	85
8.7.2	Heizwasserausdehnung . . . . .	85
8.7.3	Wasservorlage im MAG . . . . .	85
8.7.4	Vordruck und Fülldruck im MAG . . . . .	85
8.7.5	Enddruck im MAG . . . . .	86
8.7.6	Größenbestimmung des MAG . . . . .	86
8.7.7	Membran-Sicherheitsventil . . . . .	86
<b>8.8</b>	<b>Öldurchsatz und Auswahl von Brenndüsen . . . . .</b>	<b>87</b>
8.8.1	Öldurchsatz bei Brennerdüsen . . . . .	87
8.8.2	Bestimmung der Düsengröße . . . . .	87
<b>8.9</b>	<b>Brennstoffbedarf . . . . .</b>	<b>87</b>
8.9.1	Gebäudeheizung . . . . .	87
8.9.2	Trinkwassererwärmung . . . . .	87

## 9 Abgasanlagen

<b>9.1</b>	<b>Luftbedarf bei der Verbrennung . . . . .</b>	<b>88</b>
<b>9.2</b>	<b>Abgasverluste und Wirkungsgrade . . . . .</b>	<b>88</b>
9.2.1	Abgasverluste und feuerungstechnischer Wirkungsgrad . . . . .	88
9.2.2	Auskühlungsverluste und Kesselwirkungsgrad . . . . .	89
9.2.3	Anlagenverluste und Anlagenwirkungsgrad . . . . .	89
<b>9.3</b>	<b>Abgasvolumen und Verbindungsstücke . . . . .</b>	<b>89</b>
<b>9.4</b>	<b>Schornsteine, Abgasleitungen . . . . .</b>	<b>90</b>
<b>10.1</b>	<b>Außenluft . . . . .</b>	<b>93</b>
10.1.1	Außenluft nach dem Mindestaußenluftstrom . . . . .	93
10.1.2	Außenluftbedarf nach der maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK) . . . . .	93
10.1.3	Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl . . . . .	94
<b>10.2</b>	<b>Luftumwälzung . . . . .</b>	<b>94</b>
<b>10.3</b>	<b>Berechnungen an Luftkanälen . . . . .</b>	<b>94</b>
10.3.1	Volumenstrom . . . . .	94
10.3.2	Kontinuitätsgesetz . . . . .	94
10.3.3	Dynamischer Druck . . . . .	94
10.3.4	Gesamtdruck . . . . .	95
10.3.5	Hydraulischer Durchmesser . . . . .	95
10.3.6	Druckverlustberechnung in Luftkanälen . . . . .	95
<b>10.4</b>	<b>Ventilatorauswahl . . . . .</b>	<b>96</b>
10.4.1	Ventilatorleistung . . . . .	96
10.4.2	Anlagenkennlinie . . . . .	96
10.4.3	Proportionalitätsgesetze . . . . .	96
<b>10.5</b>	<b>Zustandsänderung der Luft . . . . .</b>	<b>96</b>
10.5.1	Mollier-Diagramm für feuchte Luft . . . . .	96
10.5.2	Lufterwärmung . . . . .	98
10.5.3	Luftkühlung und Luftentfeuchtung . . . . .	98
10.5.4	Luftbefeuchtung . . . . .	98
10.5.5	Luftmischung . . . . .	99
<b>10.6</b>	<b>Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten . . . . .</b>	<b>99</b>
10.6.1	Innere Wärmequellen . . . . .	99
10.6.2	Kühllast im Sommer . . . . .	99
10.6.3	Heizlast im Winter . . . . .	99

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

<b>11.1 Ohmsches Gesetz .....</b>	100
<b>11.2 Leiterwiderstand .....</b>	100
<b>11.3 Elektrische Leistung .....</b>	101
<b>11.3.1 Elektrische Leistung bei Wechselspannung .....</b>	101
<b>11.3.2 Elektrische Leistung bei Dreiphasenwechselspannung .....</b>	101
<b>11.3.3 Phasenverschiebung .....</b>	102
<b>11.4 Anschlussleistung und Absicherung ..</b>	103
<b>11.5 Elektrische Arbeit .....</b>	103
<b>11.6 Stromkosten .....</b>	103
<b>11.7 Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wassererwärmer .....</b>	103
<b>11.7.1 Erwärmzeit .....</b>	103
<b>11.7.2 Massenstrom .....</b>	103

## **12 Kostenrechnung**

<b>12.1 Kostenrechnung .....</b>	104
----------------------------------	-----

## **13 Anhang**

<b>13.1 Formulare zur TW-Rohrdimensionierung .....</b>	105
<b>13.1.1 Ermittlung des Spitzendurchflusses ..</b>	105
<b>13.1.2 Verfügbares Rohrreibungsdrukgefälle ..</b>	106
<b>13.1.3 Ermittlung der Rohrdurchmesser ..</b>	107
<b>13.2 Schutzziel 1, 2 bei Gasanlagen .....</b>	108
<b>13.3 Formulare zur Heizungsauslegung ...</b>	109
<b>13.3.1 Norm-Wärmebedarf .....</b>	109
<b>13.3.2 Druckverlustberechnung .....</b>	110
<b>13.3.3 Widerstandsbeiwerte .....</b>	111
<b>13.3.4 Heizkörperauslegung .....</b>	112
<b>13.4 Druckverlustberechnung im Luftkanal</b>	113
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	114