

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Formeln und Gleichungen .....</b>	<b>11</b>
1.1	Formeln sind Gleichungen.....	11
1.2	Umstellen von Formeln .....	11
1.3	Aufgaben.....	13
<b>2</b>	<b>Prozentrechnen, Brüche und Dezimalzahlen .....</b>	<b>14</b>
2.1	Prozentrechnen .....	14
2.2	Prozentzahlen und Brüche.....	15
2.3	Prozentzahlen und Dezimalzahlen .....	16
2.4	Promille (%) und parts per million (ppm) .....	16
2.5	Aufgaben.....	17
<b>3</b>	<b>Längen, Längenteilung, Kreisumfang, gestreckte Länge .....</b>	<b>19</b>
3.1	Einheiten und Formelzeichen .....	19
3.2	Längenteilung.....	20
3.3	Kreisumfang.....	21
3.4	Gestreckte Länge .....	21
3.5	Aufgaben.....	23
<b>4</b>	<b>Flächen.....</b>	<b>25</b>
4.1	Einheiten und Formelzeichen .....	25
4.2	Flächenarten (Auswahl) .....	25
4.3	Aufgaben.....	27
<b>5</b>	<b>Volumen .....</b>	<b>29</b>
5.1	Einheiten und Formelzeichen .....	29
5.2	Körperarten (Auswahl).....	29
5.3	Aufgaben.....	32
<b>6</b>	<b>Masse, Dichte, spezifisches Volumen .....</b>	<b>34</b>
6.1	Masse – Einheiten und Formelzeichen.....	34
6.2	Dichte .....	34
6.3	Spezifisches Volumen .....	36
6.4	Aufgaben.....	39
<b>7</b>	<b>Kraft, Gewichtskraft, Zugfestigkeit .....</b>	<b>41</b>
7.1	Kraft.....	41
7.2	Gewichtskraft.....	41
7.3	Zugfestigkeit, Streckgrenze, Festigkeitsklassen .....	42
7.4	Aufgaben.....	44

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>8</b>	<b>Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad .....</b>	<b>46</b>
8.1	Mechanische Arbeit – Einheiten und Formelzeichen .....	46
8.2	Hubarbeit .....	47
8.3	Energie, Satz von der Erhaltung der Energie.....	47
8.4	Leistung.....	49
8.5	Wirkungsgrad.....	50
8.6	Wärme und Arbeit – 1. Hauptsatz der Wärmelehre.....	52
8.7	Jahresarbeit und Energiekosten.....	54
8.8	Aufgaben.....	55
<b>9</b>	<b>Geschwindigkeit, Volumenstrom, Massenstrom, Kontinuität .....</b>	<b>58</b>
9.1	Zeit – Einheiten und Formelzeichen.....	58
9.2	Geschwindigkeit .....	58
9.3	Volumenstrom, Massenstrom .....	59
9.4	Kontinuitätsgesetz .....	60
9.5	Aufgaben.....	62
<b>10</b>	<b>Rohrleitungen und Kanäle .....</b>	<b>65</b>
10.1	Dimensionierung von Rohrleitungen und Kanälen .....	65
10.2	Prüfen der Strömungsgeschwindigkeit.....	67
10.3	Aufgaben.....	69
<b>11</b>	<b>Druck, Hydrostatischer Druck, Auftrieb, Druckverlust .....</b>	<b>73</b>
11.1	Druck – Einheiten und Formelzeichen .....	73
11.2	Druckkarten .....	74
11.3	Hydrostatischer Druck .....	75
11.4	Auftrieb.....	77
11.5	Aufgaben.....	78
<b>12</b>	<b>Druckverlust, Verlustleistung, Energiekosten.....</b>	<b>79</b>
12.1	Druckverlust.....	79
12.2	Druckverlust und Verlustleistung in Leitungen und an Luftfiltern ..	80
12.3	Leistung des Antriebs (Pumpe, Ventilator) und Energiekosten .....	81
12.4	Aufgaben.....	83
<b>13</b>	<b>Thermodynamische Temperatur, Gasgesetze .....</b>	<b>85</b>
13.1	Thermodynamische Temperatur T .....	85
13.2	Gasgesetze.....	85
13.3	Die allgemeine Zustandsgleichung des idealen Gases, Gaskonstante ..	86
13.4	Aufgaben.....	90

<b>14</b>	<b>Wärmedehnung .....</b>	<b>92</b>
14.1	Thermische Längenänderung .....	92
14.2	Thermische Volumenänderung.....	92
14.3	Flüssigkeitsdruck und Berstschutz .....	94
14.4	Aufgaben.....	95
<b>15</b>	<b>Wärmemenge, Wärmestrom .....</b>	<b>98</b>
15.1	Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre .....	98
15.2	Wärme, Wärmemenge, Enthalpie – Einheiten und Formelzeichen ..	98
15.3	Wärmearten .....	99
15.4	Wärmestrom.....	100
15.5	Aufgaben.....	103
<b>16</b>	<b>Wärmeübertragung.....</b>	<b>105</b>
16.1	Arten der Wärmeübertragung.....	105
16.2	Wärmeleitung durch eine ebene Wand .....	105
16.3	Wärmeleitung durch eine mehrfach geschichtete ebene Wand .....	107
16.4	Wärmeübergang.....	109
16.5	Wärmedurchgang .....	110
16.6	Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz.....	112
16.7	Aufgaben.....	114
<b>17</b>	<b>Luftbehandlung .....</b>	<b>117</b>
17.1	Zustandsgrößen feuchter Luft .....	117
17.2	Wasserdampfgehalt $x$ und relative Luftfeuchte $\varphi$ .....	119
17.3	Zustandsgrößen feuchter Luft im Mollier $h,x$ -Diagramm.....	120
17.4	Luftbehandlung .....	122
17.5	Erneuerung der Kühlraumluft – Luftwechsel .....	127
17.6	Aufgaben.....	128
<b>18</b>	<b>Kältebedarfsberechnung – Kühllast .....</b>	<b>131</b>
18.1	Äußere Lastanteile .....	131
18.2	Innere Lastanteile .....	132
18.3	Verdampferleistung $\dot{Q}_0$ <sub>Verda</sub> .....	134
18.4	Aufgaben.....	136
<b>19</b>	<b>Berechnungen zum Kältemittelkreisprozess .....</b>	<b>140</b>
19.1	Der Kältemittelkreisprozess im Druck-Enthalpie-Diagramm .....	140
19.2	Kälteleistung $\dot{Q}_0$ , Verflüssigerleistung $\dot{Q}_c$ , Massenstrom $\dot{m}_R$ .....	142
19.3	Aufgaben.....	144

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>20</b>	<b>Verdichter</b> .....	<b>146</b>
20.1	Der Verdichter im Kältemittelkreisprozess .....	146
20.2	Hubvolumenstrom, Druckverhältnis und Liefergrad. ....	146
20.3	Volumetrische Kälteleistung $q_{0v}$ und Kälteleistung $\dot{Q}_0$ .....	148
20.4	Verdichterantriebsleistung .....	150
20.5	Schädlicher Raum .....	151
20.6	Aufgaben.....	152
<b>21</b>	<b>Leistungszahlen, Energiebedarf.</b> .....	<b>155</b>
21.1	Kälteleistungszahl, Wärmeleistungszahl.....	155
21.2	Kälte- und Wärmeleistungszahl im Carnot-Prozess.....	155
21.3	Kälte- und Wärmeleistungszahl im isentropen Vergleichsprozess...	156
21.4	Kälte- und Wärmeleistungszahl realer Anlagen .....	156
21.5	Jahresarbeitszahl .....	158
21.6	Heizzahl .....	158
21.7	Aufgaben.....	161
<b>22</b>	<b>Wärmeübertrager</b> .....	<b>165</b>
22.1	Verdampfer.....	165
22.2	Verflüssiger.....	167
22.3	Aufgaben.....	171
<b>23</b>	<b>Kälteanwendungen</b> .....	<b>175</b>
23.1	Eiserzeugung .....	175
23.2	Eisspeicher .....	176
23.3	Kühlen von Flüssigkeiten .....	177
23.4	Transportkühlung .....	179
23.5	Trocknen von Luft.....	180
23.6	Wärmerückgewinnung.....	183
23.7	Aufgaben.....	186
<b>24</b>	<b>Sicherheit und Umweltschutz</b> .....	<b>192</b>
24.1	Füllmengenbeschränkungen bei Sicherheitskältemitteln .....	192
24.2	Füllmengenbeschränkungen bei brennbaren Kältemitteln .....	193
24.3	Maschinenraumbelüftung .....	195
24.4	Treibhauspotenzial und TEWI .....	196
24.5	Aufgaben.....	198
<b>25</b>	<b>Lösungen</b> .....	<b>202</b>