

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 12. Auflage	5
1 Kleine Geschichte der Kältetechnik	11
2 Physikalische Grundlagen	19
2.1 Allgemeines	19
2.2 Die Materie	19
2.2.1 Gesetz von der Erhaltung der Stoffe	21
2.3 Basisgrößen und Basiseinheiten	22
2.3.1 Masse	22
2.3.2 Kraft	23
2.3.3 Gewichtskraft	24
2.4 Dichte, Masse, Volumen	25
2.5 Tabellen für Dichten	26
2.6 Aggregatzustand und Siedepunkt	30
2.7 Dampfdruck der Kältemittel	33
2.8 Gase und Dämpfe	35
2.8.1 Dichte von Gasen	36
2.8.2 Volumen von Gasen	36
2.9 Druck und Druckeinheiten	39
2.9.1 Ausbreitung des Drucks	40
2.9.2 Druckdarstellung	40
2.9.3 Druckmessung	42
2.9.4 Druckmessung beim Evakuieren	44
2.9.5 Druckmessung mit dem Schrägrohrmanometer	46
2.10 Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad	49
2.10.1 Arbeit	49
2.10.2 Hubarbeit	50
2.10.3 Energie, Satz von der Erhaltung der Energie	50
2.10.4 Leistung	52
2.10.5 Wirkungsgrad	53
2.11 Wärmeäquivalent	56
2.12 Jahresarbeit und Energiekosten	59
3 Thermodynamik	63
3.1 Allgemeines	63
3.2 Die beiden Hauptsätze der Thermodynamik	63

3.2.1	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	63
3.2.2	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	64
3.3	Die Temperatur als Zustandsgröße	66
3.3.1	Celsius-Skala	66
3.3.2	Die thermodynamische (absolute) Temperatur (Kelvin-Skala)	67
3.3.3	Temperaturmessgeräte	68
3.3.4	Die verschiedenen Temperaturmesssysteme und ihre Bezugspunkte	70
3.3.5	Thermodynamische Temperatur und Gasgesetze	72
3.4	Wärmemenge, Wärmekapazität	78
3.5	Tabellen – Spezifische Wärmekapazität	83
3.6	Wärmestrom, Kälteleistung	88
3.7	Die latente Wärme	90
3.7.1	Erstarrungswärme und Schmelzwärme q	90
3.7.2	Kältebedarf beim Einfrieren	94
3.7.3	Verdampfungswärme und Verflüssigungswärme r	97
3.7.4	Sensible und latente Wärmemengen am Beispiel Wasser	100
3.7.5	Wärme und Kälte, Kältemaschine	103
3.8	Die Enthalpie h und der Kältemittelmassenstrom \dot{m}_R	105
3.9	Physikalische und thermodynamische Größen der Dampftafeln	109
3.10	Wärmeübertragung	113
3.10.1	Wärmeleitung	113
3.10.2	Wärmestrahlung	115
3.10.3	Konvektion (Strömung)	116
3.11	Wärmedurchgang – Wärmeleitung – Wärmedämmung	119
3.12	Das System der Kälteanlage	132
3.12.1	Allgemeines	132
3.12.2	Der Kaltdampfkompressionsprozess	132
3.12.3	Zustandsänderungen im Kältemittelkreisprozess	139
3.12.4	Der Kältemittelkreislauf in Symbolen	142
3.13	Der Kältemittelkreisprozess im Druck-Enthalpie-Diagramm	149
3.13.1	Das Druck-Enthalpie-Diagramm, Entstehung und Aufbau	149
3.13.2	Der Kältemittelkreisprozess im Druck-Enthalpie-Diagramm	155
3.13.3	Verdichtungsendtemperatur t_{V2} , Drosseldampfanteil x und spezifisches Volumen v	160
3.13.4	Nutzkältegewinn q_{0e} , Verdichterarbeit w_{is} und Verflüssigerwärme q_c	163
3.13.5	Die isentrope Kälteleistungszahl ϵ_{Kis} und die Kälteleistungszahl nach Carnot ϵ_{KC}	166
3.13.6	Die volumetrische Kälteleistung q_{0v}	168
3.13.7	Einfluss von Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur auf den Kreisprozess	171
3.13.8	Unterkühlung, Vorverdampfung und Flüssigkeits-Saugdampf-Wärmeübertrager	173

4	Kälteanlagen	179
4.1	Die Hauptteile einer Kälteanlage	179
4.2	Der Verdichter	180
4.2.1	Kenngrößen des Verdichtungsprozesses	182
4.2.2	Offene Hubkolbenverdichter	195
4.2.3	Halbhermetische Hubkolbenverdichter	199
4.2.4	Hermetische Hubkolbenverdichter	202
4.2.5	Rotationskolbenverdichter	203
4.2.6	Störungen am Kältemittelverdichter	211
4.3	Der Verflüssiger	221
4.3.1	Luftgekühlte Verflüssiger	222
4.3.2	Wassergekühlte Verflüssiger	227
4.3.3	Verdunstungs-Verflüssiger	234
4.3.4	Der Kältemittelsammler	237
4.4	Der Verdampfer	240
4.4.1	Die wichtigsten Bauformen	240
4.4.2	Sonstige Bauformen und Zusatzeinrichtungen	245
4.4.3	Druckverluste im Verdampfer – Mehrfacheinspritzung	248
4.4.4	Die Verdampferleistung	249
4.4.5	Störungen am Ventilator-Verdampfer	253
4.5	Das Drosselorgan	259
4.5.1	Allgemeines	259
4.5.2	Die wichtigsten Drosselorgane	259
4.6	Rohrleitungen	271
4.6.1	Allgemeines	271
4.6.2	Anforderungen an eine gute Rohrleitungsinstallation	272
4.6.3	Prinzipielle Grundlagen	272
4.6.4	Kennzeichnung von Kältemittelleitungen	276
4.7	Kältemittel	279
4.7.1	Allgemeines	279
4.7.2	Welche Stoffe sind als Kältemittel geeignet?	279
4.7.3	Historische Entwicklung	280
4.7.4	Anforderungsprofil	281
4.7.5	Einteilung, Terminologie und Klassifizierung der Kältemittel	282
4.7.6	Kältemittel und Atmosphäre	293
4.7.7	Gesetzliche Regelungen / Verwendungsverbote	294
4.7.8	Aktuelle Kältemittel	297
4.7.9	Physikalische Eigenschaften und Stoffdaten von wichtigen Kältemitteln	304
4.7.10	Arbeitsunterlagen der Kältemittelhersteller	311
4.7.11	Literatur, Normen, Regelwerke	312

5	Lösungen der Übungsaufgaben	315
5.1	Zu Kapitel 2 – Physikalische Grundlagen	315
	Aufgaben 1.	315
	Aufgaben 2.	316
	Aufgaben 3.	317
	Aufgaben 4.	318
5.2	Zu Kapitel 3 – Thermodynamik	319
	Aufgaben 5.	319
	Aufgaben 6.	320
	Aufgaben 7.	322
	Aufgaben 8.	323
	Aufgaben 9.	325
5.3	Zu Kapitel 4 – Kälteanlagen	326
	Aufgaben 10.	326
	Aufgaben 11.	329
	Aufgaben 12.	329
	Aufgaben 13.	332
	Aufgaben 14.	333
	Aufgaben 15.	334
	Aufgaben 16.	335
	Anhang	337
	Sachregister	359