

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 13. 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
3.3.6	Wärmedehnung	78
3.4	Wärmemenge, Wärmekapazität	83
3.5	Tabellen – Spezifische Wärmekapazität	88
3.6	Wärmestrom, Kälteleistung	93
3.7	Die latente Wärme	95
3.7.1	Erstarrungswärme und Schmelzwärme q	95
3.7.2	Kältebedarf beim Einfrieren	99
3.7.3	Verdampfungswärme und Verflüssigungswärme r	102
3.7.4	Sensible und latente Wärmemengen am Beispiel Wasser	105
3.7.5	Wärme und Kälte, Kältemaschine	108
3.8	Die Enthalpie h und der Kältemittelmassenstrom \dot{m}_R	110
3.9	Physikalische und thermodynamische Größen der Dampftafeln	114
3.10	Wärmeübertragung	118
3.10.1	Wärmeleitung	118
3.10.2	Wärmestrahlung	120
3.10.3	Konvektion (Strömung)	121
3.11	Wärmedurchgang – Wärmeleitung – Wärmedämmung	124
3.12	Das System der Kälteanlage	137
3.12.1	Allgemeines	137
3.12.2	Der Kältdampfkompansionsprozess	137
3.12.3	Zustandsänderungen im Kältemittelkreisprozess	144
3.12.4	Der Kältemittelkreislauf in Symbolen	147
3.13	Der Kältemittelkreisprozess im Druck-Enthalpie-Diagramm	154
3.13.1	Das Druck-Enthalpie-Diagramm, Entstehung und Aufbau	154
3.13.2	Der Kältemittelkreisprozess im Druck-Enthalpie-Diagramm	160
3.13.3	Verdichtungsendtemperatur t_{V2} , Drosseldampfanteil x und spezifisches Volumen v	165
3.13.4	Nutzkältegewinn q_{0e} , Verdichterarbeit w_{is} und Verflüssigerwärme q_c	168
3.13.5	Die isentrope Kälteleistungszahl ϵ_{Kis} und die Kälteleistungszahl nach Carnot ϵ_{KC}	171
3.13.6	Die volumetrische Kälteleistung q_{0v}	173

3.13.7	Einfluss von Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur auf den Kreisprozess.....	176
3.13.8	Unterkühlung, Vorverdampfung und Flüssigkeits-Saugdampf-Wärmeübertrager	178
4	Kälteanlagen.....	185
4.1	Die Hauptteile einer Kälteanlage	185
4.2	Der Verdichter.....	186
4.2.1	Kenngrößen des Verdichtungsprozesses.....	188
4.2.2	Offene Hubkolbenverdichter.....	201
4.2.3	Halbhermetische Hubkolbenverdichter	205
4.2.4	Hermetische Hubkolbenverdichter	208
4.2.5	Rotationskolbenverdichter	209
4.2.6	Störungen am Kältemittelverdichter	217
4.3	Der Verflüssiger	227
4.3.1	Luftgekühlte Verflüssiger	228
4.3.2	Wassergekühlte Verflüssiger	233
4.3.3	Verdunstungs-Verflüssiger	240
4.3.4	Der Kältemittelsammler	243
4.4	Der Verdampfer	246
4.4.1	Die wichtigsten Bauformen.....	246
4.4.2	Sonstige Bauformen und Zusatzeinrichtungen	251
4.4.3	Druckverluste im Verdampfer – Mehrfacheinspritzung.....	254
4.4.4	Die Verdampferleistung.....	255
4.4.5	Störungen am Ventilator-Verdampfer	259
4.5	Das Drosselorgan	265
4.5.1	Allgemeines.....	265
4.5.2	Die wichtigsten Drosselorgane.....	265
4.6	Rohrleitungen.....	277
4.6.1	Allgemeines.....	277
4.6.2	Anforderungen an eine gute Rohrleitungsinstallation	278
4.6.3	Prinzipielle Grundlagen.....	278
4.6.4	Kennzeichnung von Kältemittelleitungen.....	282
4.7	Kältemittel	285
4.7.1	Allgemeines.....	285
4.7.2	Welche Stoffe sind als Kältemittel geeignet?	285
4.7.3	Historische Entwicklung	286
4.7.4	Anforderungsprofil.....	287
4.7.5	Einteilung, Terminologie und Klassifizierung der Kältemittel	288
4.7.6	Kältemittel und Atmosphäre.....	299
4.7.7	Gesetzliche Regelungen / Verwendungsverbote	300
4.7.8	Aktuelle Kältemittel	303

Inhaltsverzeichnis

4.7.9	Physikalische Eigenschaften und Stoffdaten von wichtigen Kältemitteln.	311
4.7.10	Arbeitsunterlagen der Kältemittelhersteller	317
4.7.11	Literatur, Normen, Regelwerke.	318
5	Lösungen der Übungsaufgaben	321
5.1	Zu Kapitel 2 – Physikalische Grundlagen	321
	·Aufgaben 1.	321
	Aufgaben 2.	322
	Aufgaben 3.	323
	Aufgaben 4.	324
5.2	Zu Kapitel 3 – Thermodynamik	325
	Aufgaben 5.	325
	Aufgaben 6.	326
	Aufgaben 7.	328
	Aufgaben 8.	329
	Aufgaben 9.	331
5.3	Zu Kapitel 4 – Kälteanlagen	332
	Aufgaben 10.	332
	Aufgaben 11.	335
	Aufgaben 12.	335
	Aufgaben 13.	338
	Aufgaben 14.	339
	Aufgaben 15.	340
	Aufgaben 16.	341
	Anhang	343
	Sachregister.	365