

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 14. Auflage	5
1 Physikalisches Fachwissen	13
1.1 Temperatur	13
1.1.1 Wärmeempfinden	13
1.1.2 Temperaturskalen	13
1.1.3 Absoluter Nullpunkt, SI-System	14
1.1.4 Thermometer	15
1.1.4.1 Flüssigkeits-Glasthermometer	16
1.1.4.2 Flüssigkeits-Federthermometer	17
1.1.4.3 Bimetallthermometer	17
1.1.4.4 Thermoelemente	17
1.1.4.5 Widerstandsthermometer	19
1.1.5 Messen von Temperaturen	20
1.1.6 Thermograf	21
1.2 Kraft und Druck	21
1.2.1 SI-Einheiten	21
1.2.2 Druckmessgeräte	22
1.2.2.1 Flüssigkeitsdruckmesser	23
1.2.2.2 Druckmesser mit Rohrfeder	23
1.2.2.3 Druckmessung durch Ausnutzung elektrischer Effekte	25
1.3 Ausdehnung	26
1.3.1 Ausdehnung fester Körper	26
1.3.2 Ausdehnung von Flüssigkeiten	28
1.3.3 Ausdehnung von Gasen	29
1.4 Die Aggregatzustände	32
1.4.1 Enthalpie	33
1.4.2 Der Schmelzpunkt	34
1.4.3 Die Schmelzenthalpie (Schmelzwärme)	35
1.4.4 Der Siedepunkt	35
1.4.5 Die Verdampfungsenthalpie	37
1.4.6 Verhalten von Dämpfen	38
1.5 Arbeit, Energie, Wärme	39
1.5.1 Das mechanische Wärmeäquivalent, 1. Hauptsatz der Thermodynamik	39
1.5.2 Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik	40
1.5.3 Wärmeübertragung	41
1.6 Der Luftdruck, die Umgebungsluft	42
1.6.1 Das Barometer	42
1.6.2 Luftfeuchte	44

1.6.2.1	Das Gesetz von Dalton	45
1.6.2.2	Maximale, absolute und relative Feuchte der Luft	46
1.6.2.3	Messung der Luftfeuchte	46
1.6.2.4	Der Taupunkt	49
1.7	Zustandsänderungen der Luft	51
1.7.1	Die spezifische Wärmekapazität der Luft	51
1.7.2	Das Mollier- h,x -Diagramm	52
1.7.2.1	Erwärmung	55
1.7.2.2	Abkühlung	55
1.7.2.3	Mischung	59
1.7.2.4	Psychrometer-Auswertung	62
1.8	Kältemittel	64
1.8.1	Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur bei Kältemittel	65
1.8.2	Enthalpie von Kältemitteln	67
1.8.3	Gegenwärtig eingesetzte Kältemittel	69
1.8.4	Umgang mit (H)FKW und (H)FCKW-Kältemitteln	72
1.8.5	(H)FCKW-Kältemittel in der Atmosphäre	73
1.8.6	Ammoniak	81
1.8.7	Kohlenstoffdioxid	84
1.9	Der Kreisprozess	87
1.9.1	R134a im Kreisprozess (Beispiel)	89
1.9.2	Das Mollier- $\lg-p,h$ -Diagramm	91
1.9.3	Das Druckverhältnis	96
1.9.4	Das Volumen-Druck-Diagramm	98
1.9.5	Normtemperaturen	100
1.9.6	CO ₂ -Kältemittelkreisläufe	101
2	Die Hauptteile der Kälteanlage	107
2.1	Verdichter	107
2.1.1	Hubkolbenverdichter	107
2.1.2	Scrollverdichter	111
2.1.3	Schraubenverdichter	114
2.1.4	Turboverdichter	117
2.1.5	Gleitringdichtung	120
2.1.6	Praktische Hinweise	122
2.1.7	Das Öl im Kältemittelverdichter	122
2.1.8	Ölwechsel	125
2.2	Verflüssiger	126
2.2.1	Luftgekühlte Verflüssiger	126
2.2.2	Wassergekühlte Verflüssiger	130
2.2.3	Kühltürme	133
2.2.3.1	Bauarten der Kühltürme	133
2.2.3.2	Bauelemente und Baumaterialien der Kühltürme	133

2.2.3.3	Zur Theorie der Abkühlung.....	136
2.2.3.4	Zusatzwassermenge und was dabei zu beachten ist.....	136
2.2.3.5	Wasseraufbereitung	139
2.2.3.6	Schwadenbildung, Geräusche und Wartung bei Kühltürmen.....	141
2.3	Kältemittelstromregler	142
2.3.1	Das Kapillardrosselrohr	142
2.3.1.1	Kapillardrosselrohr-Einspritzung bei Kältesätzen in Fensterklimageräten	145
2.3.1.2	Dampfzustand in der Saugleitung hermetischer Motorverdichter	145
2.3.2	Thermostatische Expansionsventile (TEV)	145
2.3.2.1	Aufgabe und Arbeitsweise	146
2.3.2.2	Innerer und äußerer Druckausgleich	148
2.3.2.3	Steuerfüllungen der TEV-Fühler	149
2.3.2.4	TEV mit Druckbegrenzung (MOP).....	150
2.3.2.5	Kältemittelverteiler für Mehrfacheinspritzung	151
2.3.2.6	Einbauhinweise.....	154
2.3.2.7	Einstellung von TEV	157
2.3.2.8	Beispiel zur Arbeitsweise eines MOP-Ventils	159
2.3.3	Elektronische Expansionsventile (EEV)	159
2.3.4	Kältemittelstromregler für überflutete Verdampfer.....	161
2.3.4.1	Schwimmerschalter/Magnetventil	162
2.3.4.2	Schwimmerventile (Schwimmerregler)	163
2.4	Verdampfer.....	165
2.4.1	Verdampfer zur Luftkühlung.....	165
2.4.1.1	Entwicklung der Lamellenverdampfer zur Luftkühlung	165
2.4.1.2	Funktion eines Luftkühlers mit Lamellenverdampfer	168
2.4.1.3	Grundsätzliches zum Abtauen von Lamellenluftkühlern.....	169
2.4.1.4	Abtauen durch elektrische Heizung.....	170
2.4.1.5	Heißgasabtauung	173
2.4.2	Verdampfer für Flüssigkeitskühlung.....	176
2.4.3	Plattenwärmeübertrager.....	179
3	Rohrleitungen	183
3.1	Druckleitung	185
3.2	Kondensatleitung	186
3.3	Flüssigkeitsleitung	188
3.4	Einspritzleitung.....	189
3.5	Saugleitung.....	189
3.6	Rohrleitungsverlegung	193
3.6.1	Halterung von Rohrleitungen	194
3.6.2	Löten	197
3.7	Rohrleitungsbrüche, Ursachen und Vermeidung.....	199

4	Inbetriebnahme und Betriebshinweise	205
4.1	Prüfungen vor der Inbetriebnahme	205
4.1.1	Durchführung der Prüfungen	207
4.1.2	Warum Evakuieren?	211
4.1.3	Evakuierungsmethoden	214
4.1.4	Vakuumtest als Dichtheitsprüfung	216
4.2	Die Kältemittelfüllung	219
4.2.1	Das Füllen der Anlage mit Kältemittel	219
4.2.1.1	Füllen von Neuanlagen	219
4.2.1.2	Füllen im Servicefall	222
4.2.2	Überwachung der Kältemittelfüllung	225
4.2.2.1	Feuchtigkeit in (H)FKW-/(H)FCKW-Kältemitteln	225
4.2.2.2	Schaugläser mit Feuchtigkeitsindikatoren	228
4.2.2.3	Filtertrockner	229
4.2.2.4	Schutzmaßnahmen gegen Kältemittelverlust	231
4.3	Das Öl im Kältemittelkreislauf	233
4.3.1	Erläuterung schmiertechnischer Begriffe	233
4.3.2	Einfluss des Kältemittels auf das Öl	237
4.3.3	Ölrückführung	242
4.3.4	Kupferplattierung	245
4.4	Luft im Kältemittelkreislauf	246
4.4.1	Die Folgen eingedrungener Luft	246
4.4.2	Erkennen von Luft im Kreislauf	247
4.4.3	Entlüften	248
5	Kälteanlagen	251
5.1	Verbundkälteanlagen	251
5.1.1	Beschreibung des Kreislaufs der Verbundkälteanlagen	251
5.1.2	Regelung von Verbundkälteanlagen	255
5.1.2.1	Regelung der Verdichter	255
5.1.2.2	Regelung der Kühlstellen	256
5.1.2.3	Regelung der Verflüssiger	257
5.2	CO ₂ -Kälteanlagen	259
5.2.1	Kohlendioxid als Wärmeträger	259
5.2.2	CO ₂ -Kälteanlagen bei unterkritischem Prozess	260
5.2.3	CO ₂ -Kälteanlagen bei transkritischem Prozess	262
5.2.4	Sicherheit	264
6	Wärmepumpen	265
6.1	Erläuterung des Begriffs	265
6.2	Kennzahlen von Wärmepumpen	267

6.3	Wärmepumpensysteme.....	270
6.4	Entwicklung und Aussichten.....	272
6.5	Service an Wärmepumpen.....	273
7	Instandhaltung.....	277
7.1	Messgeräte und Werkzeuge.....	280
7.2	Inspektion, Wartung.....	293
7.3	Um- und Abfüllen von Kältemittel.....	295
7.3.1	Verlagern der Füllung.....	295
7.3.2	Das Füllen von Kältemittelbehältern für Montage und Service.....	297
	Literaturverzeichnis.....	305
	Stichwortverzeichnis.....	307