

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 15. 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	16
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	18
1.1.4.5 Widerstandsthermometer	19
1.1.5 Messen von Temperaturen	20
1.1.6 Thermograf	21
1.1.7 Strahlungsthermometer	22
1.2 Kraft und Druck	24
1.2.1 SI-Einheiten	24
1.2.2 Druckmessgeräte	25
1.2.2.1 Flüssigkeitsdruckmesser	26
1.2.2.2 Druckmesser mit Rohrfeder	26
1.2.2.3 Druckmessung durch Ausnutzung elektrischer Effekte	28
1.3 Ausdehnung	29
1.3.1 Ausdehnung fester Körper	29
1.3.2 Ausdehnung von Flüssigkeiten	31
1.3.3 Ausdehnung von Gasen	32
1.4 Die Aggregatzustände	35
1.4.1 Enthalpie	36
1.4.2 Der Schmelzpunkt	37
1.4.3 Die Schmelzenthalpie (Schmelzwärme)	38
1.4.4 Der Siedepunkt	38
1.4.5 Die Verdampfungsenthalpie	40
1.4.6 Verhalten von Dämpfen	41
1.5 Arbeit, Energie, Wärme	42
1.5.1 Das mechanische Wärmeäquivalent, 1. Hauptsatz der Thermodynamik	42
1.5.2 Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik	43
1.5.3 Wärmeübertragung	44
1.6 Der Luftdruck, die Umgebungsluft	45
1.6.1 Das Barometer	45

1.6.2	Luftfeuchte	47
1.6.2.1	Das Gesetz von Dalton	48
1.6.2.2	Maximale, absolute und relative Feuchte der Luft	49
1.6.2.3	Messung der Luftfeuchte	49
1.6.2.4	Der Taupunkt	52
1.7	Zustandsänderungen der Luft	54
1.7.1	Die spezifische Wärmekapazität der Luft	54
1.7.2	Das Mollier-h,x-Diagramm	55
1.7.2.1	Erwärmung	58
1.7.2.2	Abkühlung	58
1.7.2.3	Mischung	62
1.7.2.4	Psychrometer-Auswertung	65
1.8	Kältemittel	67
1.8.1	Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur bei Kältemittel	68
1.8.2	Enthalpie von Kältemitteln	70
1.8.3	Gegenwärtig eingesetzte Kältemittel	72
1.8.4	Umgang mit (H)FKW und (H)FCKW-Kältemitteln	75
1.8.5	(H)FCKW-Kältemittel in der Atmosphäre	76
1.8.6	Ammoniak	84
1.8.7	Kohlenstoffdioxid	87
1.9	Der Kreisprozess	90
1.9.1	R134a im Kreisprozess (Beispiel)	92
1.9.2	Das Mollier-lg-p,h-Diagramm	94
1.9.3	Das Druckverhältnis	99
1.9.4	Das Volumen-Druck-Diagramm	101
1.9.5	Normtemperaturen	103
1.9.6	CO ₂ -Kältemittelkreisläufe	104
2	Die Hauptteile der Kälteanlage	109
2.1	Verdichter	109
2.1.1	Hubkolbenverdichter	109
2.1.2	Scrollverdichter	113
2.1.3	Schraubenverdichter	116
2.1.4	Turboverdichter	119
2.1.5	Gleitringdichtung	122
2.1.6	Praktische Hinweise	124
2.1.7	Das Öl im Kältemittelverdichter	124
2.1.8	Ölwechsel	127
2.2	Verflüssiger	128
2.2.1	Luftgekühlte Verflüssiger	128
2.2.2	Wassergekühlte Verflüssiger	132
2.2.3	Kühltürme	135
2.2.3.1	Bauarten der Kühltürme	135

2.2.3.2	Bauelemente und Baumaterialien der Kühltürme	135
2.2.3.3	Zur Theorie der Abkühlung.....	138
2.2.3.4	Zusatzwassermenge und was dabei zu beachten ist.....	138
2.2.3.5	Wasseraufbereitung	141
2.2.3.6	Schwadenbildung, Geräusche und Wartung bei Kühltürmen.....	143
2.3	Kältemittelstromregler	144
2.3.1	Das Kapillarrohr.....	144
2.3.1.1	Kapillarrohr-Einspritzung bei Kältesätzen in Fensterklimageräten.....	147
2.3.1.2	Dampfzustand in der Saugleitung hermetischer Motorverdichter	147
2.3.2	Thermostatische Expansionsventile (TEV)	147
2.3.2.1	Aufgabe und Arbeitsweise	148
2.3.2.2	Innerer und äußerer Druckausgleich	150
2.3.2.3	Steuerfüllungen der TEV-Fühler	151
2.3.2.4	TEV mit Druckbegrenzung (MOP).....	152
2.3.2.5	Kältemittelverteiler für Mehrfacheinspritzung	153
2.3.2.6	Einbauhinweise.....	156
2.3.2.7	Einstellung von TEV	159
2.3.2.8	Beispiel zur Arbeitsweise eines MOP-Ventils	161
2.3.3	Elektronische Expansionsventile (EEV)	161
2.3.4	Kältemittelstromregler für überflutete Verdampfer.....	163
2.3.4.1	Schwimmerschalter/Magnetventil	164
2.3.4.2	Schwimmerventile (Schwimmerregler)	165
2.4	Verdampfer.....	167
2.4.1	Verdampfer zur Luftkühlung.....	167
2.4.1.1	Entwicklung der Lamellenverdampfer zur Luftkühlung	167
2.4.1.2	Funktion eines Luftkühlers mit Lamellenverdampfer	170
2.4.1.3	Grundsätzliches zum Abtauen von Lamellenluftkühlern.....	171
2.4.1.4	Abtauen durch elektrische Heizung.....	172
2.4.1.5	Heißgasabtauung	175
2.4.2	Verdampfer für Flüssigkeitskühlung.....	178
2.4.3	Plattenwärmeübertrager.....	181
3	Rohrleitungen	185
3.1	Druckleitung	187
3.2	Kondensatleitung	188
3.3	Flüssigkeitsleitung	190
3.4	Einspritzleitung.....	191
3.5	Saugleitung	191
3.6	Rohrleitungsverlegung	195
3.6.1	Halterung von Rohrleitungen	196
3.6.2	Löten	199
3.7	Rohrleitungsbrüche, Ursachen und Vermeidung.....	201

4	Inbetriebnahme und Betriebshinweise	207
4.1	Prüfungen vor der Inbetriebnahme	207
4.1.1	Durchführung der Prüfungen	209
4.1.2	Warum Evakuieren?	213
4.1.3	Evakuierungsmethoden	216
4.1.4	Vakuumtest als Dichtheitsprüfung	218
4.2	Die Kältemittelfüllung	221
4.2.1	Das Füllen der Anlage mit Kältemittel	221
4.2.1.1	Füllen von Neuanlagen	221
4.2.1.2	Füllen im Servicefall	224
4.2.2	Überwachung der Kältemittelfüllung	227
4.2.2.1	Feuchtigkeit in (H)FKW-/ (H)FCKW-Kältemitteln	227
4.2.2.2	Schaugläser mit Feuchtigkeitsindikatoren	230
4.2.2.3	Filtertrockner	231
4.2.2.4	Schutzmaßnahmen gegen Kältemittelverlust	233
4.3	Das Öl im Kältemittelkreislauf	235
4.3.1	Erläuterung schmiertechnischer Begriffe	235
4.3.2	Einfluss des Kältemittels auf das Öl	239
4.3.3	Ölrückführung	244
4.3.4	Kupferplattierung	247
4.4	Luft im Kältemittelkreislauf	248
4.4.1	Die Folgen eingedrungener Luft	248
4.4.2	Erkennen von Luft im Kreislauf	249
4.4.3	Entlüften	250
5	Kälteanlagen	253
5.1	Verbundkälteanlagen	253
5.1.1	Beschreibung des Kreislaufs der Verbundkälteanlagen	253
5.1.2	Regelung von Verbundkälteanlagen	257
5.1.2.1	Regelung der Verdichter	257
5.1.2.2	Regelung der Kühlstellen	259
5.1.2.3	Regelung der Verflüssiger	259
5.2	CO ₂ -Kälteanlagen	260
5.2.1	Kohlendioxid als Wärmeträger	260
5.2.2	CO ₂ -Kälteanlagen bei unterkritischem Prozess	262
5.2.3	CO ₂ -Kälteanlagen bei transkritischem Prozess	263
5.2.4	Sicherheit	265
6	Wärmepumpen	267
6.1	Erläuterung des Begriffs	267
6.2	Kennzahlen von Wärmepumpen	269

6.3	Wärmepumpensysteme.....	272
6.4	Entwicklung und Aussichten.....	274
6.5	Service an Wärmepumpen.....	276
7	Instandhaltung.....	279
7.1	Messgeräte und Werkzeuge.....	282
7.2	Inspektion, Wartung.....	295
7.3	Um- und Abfüllen von Kältemittel.....	297
7.3.1	Verlagern der Füllung.....	297
7.3.2	Das Füllen von Kältemittelbehältern für Montage und Service.....	299
	Literaturverzeichnis.....	307
	Verzeichnis der zitierten Normen und Vorschriften.....	307
	Stichwortverzeichnis.....	311