

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 4. Auflage .....	VII
Vorwort zur 1. Auflage .....	IX
<b>Teil I</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Der Arbeitsprozess zur Kälteerzeugung</b> .....	<b>3</b>
1.1 Der Carnot'sche Kreisprozess als idealer Vergleichsprozess im T,s-Diagramm .....	4
1.2 Der theoretische Vergleichsprozess im T, s-Diagramm ....	5
1.3 Der praktische Vergleichsprozess im T, s-Diagramm .....	7
1.4 Darstellung des theoretischen und des praktischen Vergleichsprozesses im log p, h-Diagramm .....	9
1.5 Übungsaufgaben .....	9
1.6 Lösungsvorschläge .....	12
<b>2 Projektierungsgrundsätze für die Dimensionierung von Komponenten des Kältekreislaufes</b> .....	<b>15</b>
2.1 Die Berechnung des Kältebedarfs .....	15
2.1.1 Berechnung der äußeren Lastanteile .....	15
2.1.2 Berechnung der inneren Lastanteile .....	26
2.1.3 Übungsaufgaben .....	34
2.1.4 Lösungsvorschläge .....	35
2.2 Die Projektierung der Verdampfer .....	39
2.2.1 Auslegung von Ventilator-Luftkühlern .....	45
2.2.2 Übungsaufgaben .....	49
2.2.3 Lösungsvorschläge .....	49
2.3 Die Bemessung der Kälteverdichter bzw. des Verflüssigungssatzes .....	50
2.3.1 Einsatzgrenzen und technische Informationen .....	51
2.3.2 Technische Daten zum ausgewählten Verdichter ...	54
2.3.3 Druckabfall in der Saugleitung .....	56

2.3.4	Die Auswahl von luftgekühlten Verflüssigungs-	57
	sätzen .....	
2.3.5	Übungsaufgaben .....	61
2.3.6	Lösungsvorschläge .....	61
2.4	Die Auslegung luftgekühlter Verflüssiger .....	64
2.4.1	Einleitendes praxisbezogenes Beispiel .....	64
2.4.2	Die Auswahl der Axiallüfterverflüssiger .....	70
2.4.3	Die Projektierung eines Radiallüfterverflüssigers ...	84
2.4.4	Übungsaufgaben .....	91
2.4.5	Lösungsvorschläge .....	91
2.5	Die rechnerische, tabellarische und nomogramatische	
	Auslegung der kältemittelführenden Rohrleitungen in	
	der Kälteanlage .....	92
2.5.1	Strömungsgeschwindigkeit und Druckverlust .....	94
2.5.2	Bemessung der Saugleitung nach Tabellenwerten ...	103
2.5.3	Bemessung der Verflüssiger- und der Flüssigkeits-	
	leitung nach Tabellenwerten .....	117
2.5.4	Bemessung der Druckleitung nach Tabellenwerten	121
2.5.5	Auslegung der Saugleitung nach Nomogramm .....	123
2.5.6	Auslegung der Verflüssiger- und der Flüssigkeits-	
	leitung nach Nomogramm .....	125
2.5.7	Auslegung der Druckleitung nach Nomogramm ...	125
2.5.8	Dimensionierung von gesplitteten Saug- und	
	Druckleitungen .....	128
2.6	Die Bemessung der Bauteile des Kältekreislaufs .....	132
2.6.1	Das thermostatische Expansionsventil (TEV) .....	132
2.6.2	Das Magnetventil (MV) .....	146
2.6.3	Der Kältemitteltrockner .....	162
<b>Teil II</b>	.....	<b>167</b>
<b>3</b>	<b>Gedankenflussplan zur Projektierung von Kälteanlagen</b>	
	<b>mit Kaltdampfkompansions-Kältemaschinen .....</b>	<b>169</b>
<b>4</b>	<b>Projekte aus der kältetechnischen Praxis .....</b>	<b>171</b>
4.1	Projekt: Steckerfertige Kühlzelle .....	171

---

4.1.1	Ausgangssituation . . . . .	171
4.1.2	Ermittlung der für die Projektierung der Kälte- anlage erforderlichen Basisdaten . . . . .	171
4.1.3	Ermittlung des Kältebedarfs . . . . .	172
4.1.4	Kalkulation der Gesamtanlage . . . . .	177
4.1.5	Angebot . . . . .	178
4.1.6	RI-Fließbild . . . . .	180
4.1.7	Übungsaufgaben . . . . .	180
4.1.8	Lösungsvorschläge . . . . .	185
4.2	Projekt: Fleischkühlraum . . . . .	191
4.2.1	Ausgangssituation . . . . .	191
4.2.2	Ermittlung der für die Projektierung der Kälte- anlage erforderlichen Basisdaten . . . . .	192
4.2.3	Ermittlung des Kältebedarfs . . . . .	194
4.2.4	Dimensionierung der kältemittelführenden Rohr- leitungen nach den Tabellen von Breidenbach. . . . .	217
4.2.5	Bemessung des Kältemittelfiltertrockners. . . . .	225
4.2.6	Projektierung des Magnetventils zum Einbau in die Flüssigkeitsleitung . . . . .	225
4.2.7	Auslegung der thermostatischen Expansionsventile	235
4.2.8	Auswahl des Schauglases mit Feuchtigkeitsindikator	239
4.2.9	Diagrammatische Ermittlung der Armaflex Dämmschichtdicke für die Saugleitung. . . . .	241
4.2.10	Berechnung der Kältemittelfüllung für die Anlage	241
4.2.11	Sicherheitsventil . . . . .	242
4.2.12	Ermittlung der Montagezeit . . . . .	243
4.2.13	Kalkulation der Kälteanlage . . . . .	244
4.2.14	Angebot . . . . .	247
4.2.15	RI-Fließbild . . . . .	251
4.2.16	Elektroschaltplan. . . . .	252
4.2.17	Übungsaufgaben . . . . .	256
4.2.18	Lösungsvorschläge . . . . .	257
4.3	Projekt: Tiefkühlagerhaus . . . . .	264
4.3.1	Ausgangssituation . . . . .	264
4.3.2	Ermittlung der für die Projektierung der Kälte- anlage erforderlichen Basisdaten . . . . .	266

4.3.3	Ermittlung des Kältebedarfs . . . . .	266
4.3.4	Verdampferauswahl . . . . .	275
4.3.5	Auswahl einer einstufigen Hubkolbenverdichter- Verbundanlage . . . . .	278
4.3.6	Auswahl einer Schraubenverdichter- Verbundanlage . . . . .	279
4.3.7	Dimensionierung der kältemittelführenden Rohrleitungen . . . . .	284
4.3.8	Zusammenstellung der Armaflex-Wärmedämmung für die Saug- und die Flüssigkeitsleitung . . . . .	292
4.3.9	Projektierung der regel- und steuerungstech- nischen Komponenten . . . . .	293
4.3.10	Aufteilung der Kälteanlage in Abtauregelkreise und Erstellung eines Schaltschemas für die Magnetventile im Abtau- und/oder Kühlbetrieb . . . . .	296
4.3.11	Planung und Auswahl der Komponenten für die elektronische Regelung der Kälteanlage, Fabrikat Danfoss, System ADAP-Kool® . . . . .	297
4.3.12	Modulierende Druckregelung zur Heißdampf- abtauung . . . . .	303
4.3.13	Projektierung der Abtaudruckleitung . . . . .	308
4.3.14	Projektierung der Kondensat- und Abblaseleitung	311
4.3.15	Gesamttabelle aller erforderlichen Rohrquer- schnitte und Armaflexschläuche . . . . .	312
4.3.16	Projektierung eines Flüssigkeitsabscheiders zum Einbau in die Saugleitung im Maschinenraum . . . . .	313
4.3.17	Auswahl eines luftgekühlten Axiallüfterverflüssigers, Fabrikat Güntner für die Schraubenverdichter- Verbundkälteanlage . . . . .	313
4.3.18	Kältemittelfüllmenge . . . . .	317
4.3.19	Kältemittelwarnanlage, Fabrikat Beutler . . . . .	319
4.3.20	Auslegung der Maschinenraumentlüftung . . . . .	320
4.3.21	Netzunabhängige Personen-Notrufanlage . . . . .	320
4.3.22	Papierloses Temperatur-Protokolliersystem . . . . .	321

4.3.23	RI-Fließbild der Tiefkühlverbundkälteanlage mit Schraubenverdichtern, luftgekühlten Ölkühlern, Economizerbetrieb, Flüssigkeitsunterkühlung, Heißdampfabtauung und Abtaudruckregelung . . . . .	321
4.3.24	Angebot . . . . .	321
4.3.25	Übungsaufgaben . . . . .	335
4.3.26	Lösungsvorschläge . . . . .	338
4.4	Projekt: Verbrauchermarkt . . . . .	342
4.4.1	Ausgangssituation . . . . .	342
4.4.2	Ermittlung der für die Planung der Kälteanlage erforderlichen Basisdaten . . . . .	342
4.4.3	Auswahl der Tiefkühlverbundanlage mit Flüssigkeitsunterkühlung . . . . .	349
4.4.4	Auswahl der Normalkühlverbundanlage . . . . .	352
4.4.5	Berechnung der Leistungszahlen . . . . .	354
4.4.6	Bemessung der luftgekühlten Verflüssiger . . . . .	355
4.4.7	Projektierung der Geräushdämpfer für die Verbundsätze . . . . .	359
4.4.8	Bemessung des Verdampfungsdruckreglers für den Verdampfer im Fleischvorbereitungsraum . . . . .	360
4.4.9	Planung und Auswahl der Komponenten für die elektronische Regelung der Anlagen mit dem Frigolink-System, Fabrikat Wurm . . . . .	363
4.4.10	RI-Fließbild . . . . .	391
4.4.11	Übungsaufgaben . . . . .	391
<b>5</b>	<b>Richtwerte zur Kalkulation von kältetechnischen Objekten . . . . .</b>	<b>393</b>
5.1	Die Vorgehensweise bei der Preisermittlung . . . . .	393
5.2	Die Ermittlung der Handelsspanne . . . . .	394
5.3	Richtwerte für Montagearbeiten . . . . .	395
5.3.1	Verflüssigungssätze . . . . .	395
5.3.2	Motorverdichter, Verbundsätze . . . . .	395
5.3.3	Apparate . . . . .	396
5.3.4	Kupferrohrmontage . . . . .	397
5.3.5	Inbetriebnahme . . . . .	399

<b>6</b>	<b>Normen und Vorschriftenübersicht für die Kälteanlagentechnik</b>	401
6.1	DIN-Normen und DIN-Norm-Entwürfe .....	401
6.2	Unfallverhütungsvorschriften und berufsgenossenschaftliche Regeln .....	411
6.3	Verordnungen/Gesetze/Richtlinien .....	412
6.4	EG-Richtlinien .....	413
6.5	VDMA-Einheitsblätter .....	416
6.6	VDI-Richtlinien .....	417
6.7	VDE-Bestimmungen .....	418
6.8	AD 2000 Regelwerk .....	421
	<b>Literatur- und Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>423</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>425</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>431</b>