

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 6. Auflage 5

Geleitwort 6

Teil I: Grundlagen 11

1 Formelzeichen, Einheiten und Umrechnungstabellen 11

1.1 Formelzeichen und Einheiten (DIN 1304 und DIN 1946)..... 11

1.2 Griechisches Alphabet..... 13

1.3 Vorsätze und Vorsatzzeichen zur Bezeichnung von dezimalen Vielfachen und Teilen von Einheiten..... 14

1.4 Umrechnungstabellen 15

Teil II: Kältetechnik 19

2 Begriffe, Definitionen, Postulate, Hauptsätze 19

2.1 System 19

2.2 Zustandsgrößen, Zustandsänderungen..... 19

2.3 Prozess, Prozessgrößen 20

2.4 Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltungssatz)..... 20

2.5 Arbeit..... 20

2.6 Thermische Energie 21

2.7 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik..... 22

3 Wärmeübertragung 23

3.1 Wärmeübergang 23

3.2 Wärmeleitung..... 24

3.3 Wärmedurchgang 25

3.4 Temperaturen an den Grenzflächen beim Wärmedurchgang durch eine mehrschichtige Wand..... 26

4 Wärmetauscher 27

5 Der Arbeitsprozess zur Kälteerzeugung im T,s -Diagramm und im $\log p,h$ -Diagramm..... 31

5.1 Der Carnot'sche Kreisprozess als idealer Vergleichsprozess im T,s -Diagramm 32

5.2 Der theoretische Vergleichsprozess im T,s -Diagramm 32

5.3 Der praktische Vergleichsprozess im T,s -Diagramm..... 33

5.4 Darstellung des theoretischen und des praktischen Vergleichsprozesses im $\log p,h$ -Diagramm..... 34

6	Formeln aus der Kältetechnik	35
6.1	p, V -Diagramm des praktischen einstufigen Verdichters	35
6.2	Liefergrad und indizierter Wirkungsgrad von Ammoniak-Verdichtern	36
6.3	Zweistufige Verdichtung mit Flüssigkeitsunterkühlung	43
7	Tabellen zur Berechnung des Kältebedarfs	47
7.1	Dichte ρ und Wärmeleitkoeffizient λ verschiedener Baustoffe	47
7.2	Klimatische Werte – Raumklima, Industrieanlagen	50
7.3	Spezifische Wärmekapazität verschiedener Flüssigkeiten	52
7.4	Lagerung von Kühlgut	53
7.5	Gefrierpunkte von Lebensmitteln und Blumen in °C	59
7.6	Transport-Temperaturen	62
7.7	Schlachtgewichte verschiedener Tiere	63
7.8	Gewicht der Innereien von Rindern	63
7.9	Belegungsmassen m_B von Kühlgütern	64
7.10	Belegungskoeffizienten η_B unter Berücksichtigung von Kontrollgängen, Wand- und Palettenabständen	67
7.11	Enthalpie der Luft für Kühlräume	68
7.12	Luftwechselraten je Tag für Kühlräume durch Türöffnen	69
7.13	Wärmestrom von Personen	70
7.14	Beleuchtungswärmestrom	70
8	Formeln aus der Projektierung	71
8.1	k -Wert-Berechnung	71
8.2	Wärmeeinströmung	73
9	Der luftgekühlte Verflüssiger	83
9.1	Korrekturfaktoren für luftgekühlte Verflüssiger zur Bestimmung der Verflüssiger-Nennleistung	84
9.2	Schalldruckpegeländerung nach dem Hüllflächenverfahren	85
9.3	Wandabstand für luftgekühlte Verflüssiger in vertikaler Aufstellung	88
10	Der wassergekühlte Verflüssiger	89
11	Bemessung kältemittelführender Rohrleitungen und Bauteile	93
11.1	Formeln zur Rohrleitungsdimensionierung	93
11.2	Druckdifferenz am Expansionsventil	97
11.3	Auslegung von Armaturen nach dem k_V -Wert	97
11.4	Tabellen und Nomogramme zur Rohrleitungsberechnung	99
12	Maschinenraumentlüftung, Notschalter, Detektoren	123
13	Tipps für Praktiker	125
13.1	Empfehlungen zur Thermostatanordnung am Verdampfer	125
13.2	Empfehlung zur Festlegung von Abtauzeiten: Thermostateinstellung	126
13.3	Kühlstellenregler MIC QKL mini 2	126

13.4 Temperaturen und Temperaturdifferenzen über dem Verdampfer 128

13.5 Richtwertezusammenstellung zur Berechnung des Kältebedarfs 128

13.6 Richtkälteleistungen 131

13.7 Ermittlung der Druckdifferenz am Expansionsventil 132

13.8 Ermittlung der Verflüssigungsleistung \dot{Q}_C (überschlägig), luftgekühlter Verflüssiger 132

13.9 Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden nach der
neuen Fassung der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)... 133

13.10 Ermittlung der Verflüssigungstemperatur von luftgekühlten Verflüssigungssätzen . 134

13.11 Mollier- h,x -Diagramm für feuchte Luft 135

13.12 Psychrometer Tafel (relative Luftfeuchtigkeit in %) 136

13.13 Berechnung der Leuchtenanzahl, z. B. für Kühlhäuser, Kühlräume, Arbeitsräume.. 137

13.14 Abkühlkurve Tiefkühlraum 138

14 Kältemittel – log p,h -Diagramme..... 139

15 Kälteträger..... 149

15.1 Antifrogen L..... 149

15.2 Antifrogen N 150

15.3 Auslegungsparameter..... 151

16 Wärmerückgewinnung 155

17 Symbole zur Erstellung von RI-Fließbildern für die Kältetechnik 161

Teil III: Elektrotechnik 175

18 Formeln..... 175

18.1 Grundlagen..... 175

18.1.1 Der einfache elektrische Stromkreis..... 176

18.1.2 Widerstandsänderung infolge Temperaturänderung..... 177

18.1.3 Reihenschaltung von Widerständen..... 178

18.1.4 Parallelschaltung von Widerständen 179

18.1.5 Brückenschaltung..... 180

18.1.6 Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad..... 180

18.1.7 Kondensatoren..... 182

18.1.8 Spannungsfall im Gleichstromsystem 184

18.2 Formeln Wechselstrom 185

18.2.1 Grundlagen der sinusförmigen Wechselspannung..... 185

18.2.2 Reihenschaltung Induktivität und Ohm'scher Widerstand..... 188

18.2.3 Parallelschaltung Induktivität und Ohm'scher Widerstand 190

18.2.4 Reihenschaltung Kondensator und Ohm'scher Widerstand..... 192

18.2.5 Parallelschaltung Kondensator und Ohm'scher Widerstand 193

18.2.6 Blindstromkompensation 195

18.2.7 Spannungsfall im Wechselstromsystem..... 196

18.3 Dreiphasenwechselstrom 197

18.3.1	Dreiphasenwechselstromsystem (Drehstrom).....	197
18.3.2	Ohm'scher Verbraucher in Sternschaltung.....	197
18.3.3	Ohm'scher Verbraucher in Dreieckschaltung.....	198
18.3.4	Leistungsänderung bei Störungen im Drehstromnetz.....	199
18.3.5	Motoren an Dreiphasenwechselstrom.....	200
18.3.6	Spannungsfall im Drehstromsystem	201
18.4	Elektrische Antriebe.....	201
19	Symbole und Schaltungen aus der Steuerungstechnik	205
19.1	Normgerechte Darstellung der elektrischen Betriebsmittel (Auszug).....	205
19.2	Wechselstrommotor mit Haupt- und Hilfswicklung	209
19.3	Schaltungen von Drehstrommotoren.....	211
19.3.1	Direktes Einschalten.....	211
19.3.2	Stern-Dreieck-Schaltung.....	212
19.3.3	Teilwicklungsanlauf	214
19.3.4	Drehzahlgeregelte Motoren	215
19.4	Pump-down und Pump-out mit Steuerungsbeispielen.....	217
19.5	Schaltungen der Sicherheitskette.....	219
20	Praxistabellen und Diagramme aus der Elektro- und Steuerungstechnik	221
20.1	Kennzeichnung von Objekten	221
20.2	Farbgebung von Bedien- und Anzeigeelementen.....	223
20.3	IP-Schutzgrad.....	224
20.4	Aufbau, Kennzeichnung und Verwendung von Leitungen und Kabeln	225
20.5	Abmessungen von Kabelkanälen und Verschraubungen	230
20.6	Sicherungsbauarten und Sicherungsgrößen.....	232
20.7	Überlast- und Kurzschlusschutz von Leitungen und Kabeln.....	233
20.8	Kenngrößen von Normmotoren	239
20.9	Kennzeichnung von Widerständen	241
20.10	Werkstoffeigenschaften	242
20.11	Temperaturfühler	244
20.12	Verwendete Normen	246
21	Netzsysteme und Schutzmaßnahmen.....	247
21.1	Übersicht der Schutzmaßnahmen	247
21.2	Netzsysteme	248
21.3	Der Schutz durch Abschaltung	251
21.4	Die Isolationsmessung.....	256
21.5	Verwendete Normen	258
	Stichwortverzeichnis für den kältetechnischen Teil	259
	Stichwortverzeichnis für den elektrotechnischen Teil	261