

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 21. Auflage	V
Vorwort zum 100. Geburtstag des „Pohlmann“	VI
Zum Geleit	VII
Zur Geschichte des „Pohlmann“	VII
Die Autoren	X
1 Grundlagen	1
1.1 Maßsysteme, Einheiten	3
1.1.1 Atomphysikalische Einheiten für Stoffmenge	3
1.1.2 Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten	4
1.1.3 Gesetzliche abgeleitete Einheiten	4
1.1.4 Häufig verwendete Formelzeichen	8
1.2 Thermodynamik	12
1.2.1 Thermische Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen	12
1.2.2 Zustandsänderungen	20
1.2.3 Thermische Kreisprozesse	24
1.2.4 Feuchte Luft	27
1.3 Wärmeübertragung	36
1.4 Strömungsmechanik	47
1.4.1 Rohrströmung	47
1.4.2 Volumenstrombestimmung	48
1.4.3 Druckverlustbestimmung	49
1.5 Meteorologie	59
1.5.1 Lufttemperatur	59
1.5.2 Die Enthalpie der Luft	63
1.5.3 Die Sonneneinstrahlung	65
1.5.4 Wasser- und Bodentemperaturen	68
1.5.5 Wind	70
1.5.6 Zusammengefasste Klimadaten	72

2 Kälteerzeugung	81
2.1 Verfahren der Kälteerzeugung	83
2.1.1 Einführung	83
2.2 Kältemittel	88
2.2.1 Eigenschaften von Kältemitteln	88
2.2.2 Aktuelle Kältemittelsituation	90
2.2.3 Ökologische Verträglichkeit	91
2.2.4 Perspektiven in der Kältemittelentwicklung	98
2.2.5 Kältemitteldaten	108
2.2.6 Sonstige Eigenschaften	112
2.3 Kältemaschinenöle	117
2.3.1 Einleitung	117
2.3.2 Physikalische Kenndaten von Kältemaschinenölen	118
2.3.3 Mineralöle	126
2.3.4 Teilsynthetische Kältemaschinenöle	128
2.3.5 Anforderungen an Kältemaschinenöle – DIN 51 503, Teil 1 [10]	133
2.4 Kompressions-Kälteanlage	139
2.4.1 Arbeitsweise	139
2.4.2 Theoretischer Vergleichs- und Ideal-Prozess	140
2.4.3 Der reale Kreisprozess	141
2.4.4 Zustandsgrößen	142
2.4.5 Besonderheiten bei nicht-azeotropen Kältemittelgemischen	144
2.4.6 Energetische Kennzahlen	148
2.4.7 Antriebe	149
2.5 Absorptions-Kälteanlagen	162
2.5.1 Absorptionsprinzip	162
2.5.2 Lithiumbromid-Absorptions-Kälteanlagen	165
2.5.3 Ammoniak-Absorptions-Kälteanlagen	173
2.5.4 Betriebskostenvergleich	182
2.5.5 Absorptions-Kälteapparate	184
2.5.6 Absorptions-Wärmepumpen	187
2.6 Andere Verfahren der Kälteerzeugung	191
2.6.1 Kaltgas-Kältemaschinen	191
2.6.2 Kompressionssysteme nach dem Lorenz-Prozess	193
2.6.3 Zusammenfassung	195

3	Kälteverteilsysteme	197
3.1	Direktverdampfung	199
3.1.1	Flutverdampfer	199
3.1.2	Direktverdampfer	199
3.1.3	VRV/VRF-Systeme	200
3.2	Wasserkühlanlagen (Kaltwassersatz)	203
3.2.1	Ausführungen von Wasserkühlanlagen	203
3.3	Kälteübertragungssysteme	209
3.3.1	Sole	211
3.3.2	Thermophysikalische Eigenschaften	213
3.3.3	Sonstige Eigenschaften	214
3.4	Eisbrei	215
3.4.1	Eisbrei-Anwendungen	215
3.4.2	Eingesetzte Additive	217
3.4.3	Stoffdaten und Eigenschaften von Eisbrei	218
3.4.4	Verfahren zur Eisbrei-Produktion	223
3.4.5	Eisbrei-Anlagen	226
3.4.6	Eisanteilbestimmung in Eisbreilösungen	232
3.5	Speichersysteme	244
3.5.1	Einteilung der Kältespeichersysteme	244
3.5.2	Eisspeicher	246
4	Komponenten und Bauteile	259
4.1	Verdichter	261
4.1.1	Berechnungsgrundlagen	261
4.1.2	Einstufige Anlagen mit Pumpenbetrieb	274
4.1.3	Grenzen der einstufigen Verdichtung	276
4.1.4	Zweistufige Anlagen	277
4.1.5	Kaskadenschaltung bei Kälteanlagen	285
4.1.6	Hubkolbenverdichter	286
4.1.7	Rotationsverdichter	294
4.2	Wärmeaustauscher	311
4.3	Verdampfer/Luftkühler	318
4.3.1	Verdampfer-/Luftkühlerleistung	318
4.3.2	Verdampfer-/Luftkühlerbauarten	321

4.4	Verflüssiger	338
4.4.1	Verflüssigerleistung	338
4.4.2	Verflüssigerbauarten	343
4.4.3	Einfluss der Verschmutzung auf die Verflüssigerleistung	364
4.5	Rückkühlanlagen	368
4.5.1	Leistungsberechnung	369
4.5.2	Hybride Trockenkühlung	370
4.5.3	Rückkühler nach dem Verdunstungsprinzip	378
4.6	Kältemittelregelung und Verteilung	380
4.6.1	Entspannungsorgane	380
4.6.2	Sekundärregler	392
4.6.3	Mechanische Schaltgeräte	403
4.6.4	Elektrische Schaltgeräte	405
4.7	Apparate und Behälter im Kältemittelkreislauf	407
4.7.1	Ölabscheider	407
4.7.2	Hochdrucksammler	411
4.7.3	Flüssigkeitsabscheider	413
4.7.4	Ausgleichsbehälter	419
4.7.5	Entlüfter	420
4.8	Pumpen	422
4.8.1	Allgemeines	422
4.8.2	Wasser- und Kälte­träger­pumpen	424
4.8.3	Kältemittelpumpen	427
4.9	Ventilatoren	431
4.9.1	Allgemeines	431
4.9.2	Axialventilatoren	435
4.9.3	Radialventilatoren	436
4.10	Rohrleitungen und Armaturen	439
4.10.1	Rohrleitungen	439
4.10.2	Rohrleitungen für Wasser	460
4.10.3	Verlegung von Rohrleitungen	462
4.10.4	Armaturen	469
4.11	Anlagentechnik	481
4.11.1	Allgemeines	481
4.11.2	Hochdruckseite	481
4.11.3	Niederdruckseite	490
4.11.4	Abtauverfahren	497

4.11.5	Behandlung von Kälteanlagen	502
4.11.6	Füllen und Inbetriebnehmen	505
5	Anwendungen	507
5.1	Wärmerückgewinnung	509
5.1.1	Wärmeverwendung	518
5.1.2	Wärmepumpe	520
5.2	Klimatisierung, Kühlen von Luft	523
5.2.1	Sorptionsgestützte Klimatisierung	523
5.2.2	Schwimmhallenklimatisierung	541
5.2.3	Die VRF-Multi-Split-Technik	551
5.3	Kühl- und Gefriergutlagerung	562
5.3.1	Kühlhäuser	562
5.3.2	Kühlcontainer	592
5.3.3	Lebensmittelkühlung in Supermärkten	610
5.4	Eiserzeugung	623
5.4.1	Allgemeines	623
5.4.2	Blockeis	624
5.4.3	Eis in zerkleinerter Form	630
5.4.4	Eismühlen und Eispresen	634
5.4.5	Eislagerung	635
5.4.6	Trockeneis	637
5.4.7	Speiseeis	645
5.5	Kunsteisbahnen	651
5.5.1	Geschichtliches und Statistik	651
5.5.2	Ausführung, Abmessungen und Betriebszeiten von Kunsteisbahnen	652
5.5.3	Standortwahl und Bauausführung	653
5.5.4	Betriebskosten	659
5.6	Schnellgefrieren	661
5.6.1	Allgemeines	661
5.6.2	Gefrierverfahren	668
5.6.3	Gefriertrocknung	690
5.7	Systeme zur Luftbefeuchtung	693
5.7.1	Der Einfluss der Raumfeuchte auf die Behaglichkeit des Menschen	693
5.7.2	Die Darstellung der Zustandsänderung im h, x - Diagramm	693

5.7.3	Systeme zur Luftbefeuchtung	696
5.7.4	Ultraschallbefeuchter	707
5.8	Steuerungstechnik	711
5.8.1	Steuerungstechnik für den Betrieb von Kälteanlagen	711
5.8.2	Betriebsmittel für kältetechnische Steuerung	711
5.8.3	Steuerungstechnik für sicherheitstechnische Einrichtungen kältetechnischen Anlagen	713
5.8.4	Die Sicherheitskette in einer Steuerung	722

6	Gebäude- und Dämmtechnik	731
6.1	Wärmedämmung	733
6.1.1	Forderungen an den Werkstoff und Aufbau der Wärmedämmung für Kälteanlagen	733
6.1.2	Wärmeleitfähigkeit	734
6.1.3	Wärmeübergangskoeffizient	743
6.2	Wasserdampfdiffusion	745
6.2.1	Wasserdampfdiffusion durch wärmegeämmte Raumwände	745
6.2.2	Wasserdampfdiffusionswiderstand	746
6.2.3	Berechnung des Wärmestroms, des Temperaturverlaufs und der Wasserdampfdiffusion	747
6.3	Herstellung, Eigenschaften und Anwendung der verschiedenen Wärmedämmstoffe für den Kälteschutz	756
6.3.1	Dämmstoffe: Eigenschaften und Anwendungsgebiete	756
6.3.2	Dämmstoffe aus Hartschäumen	764
6.3.3	Sperrschichten und Hilfsstoffe	769
6.3.4	Druckfestigkeit von Wärmedämmstoffen im Kühlraumbau	770
6.4	Baurecht	771
6.4.1	Einordnung der Bautechnik in die Bauordnung	771
6.4.2	Bauantrag im bauaufsichtlichen Verfahren	772
6.5	Brandschutz und Brandverhalten von Baustoffen	773
6.5.1	Anforderungen an Baustoffe	773
6.5.2	Anforderungen an Dachaufbauten	775
6.5.3	Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 – Europäisches Klassifizierungssystem nach DIN EN 13501	775

6.6	Bau von Kühlräumen und Kühlgebäuden	781
6.6.1	Ausführung von Wärmedämmarbeiten	781
6.6.2	Wärmedämmung von Kühlräumen und Kühlhäusern	781
6.6.3	Druckausgleichseinrichtungen in Kühlräumen	788
6.6.4	Wärmedämmung von Rohrleitungen, Apparaten und Armaturen	789
6.6.5	Kühlraumtüren	790
6.6.6	Kühlraum-Beleuchtung	793
6.7	Bautechnisches	797
6.7.1	Beton	797
6.7.2	Mauerwerk	800
6.7.3	Maschinenfundamente	800
6.7.4	Windlasten auf Gebäude und Bauteile	801
6.8	Schwingungs- und Erschütterungsschutz sowie Körperschalldämmung	802
6.8.1	Einbau von Korkplatten-Dämmschichten	802
6.8.2	Körperschalldämmung von Maschinenfundamenten	802
6.8.3	Gummimetall-Elemente und Stahlfeder-Elemente	803
6.9	Bauwerksabdichtung	805
6.9.1	Normen und Regeln der Bauwerksabdichtung	805
6.9.2	Produkte für Bauwerksabdichtungen	806
6.9.3	Verarbeitung von Abdichtungsprodukten	808

7	Rechtliche Sonderfälle	813
7.1	Kältecontracting	815
7.1.1	Die Kälteanlage im Unternehmen	817
7.1.2	Risiken und Kosten	818
7.1.3	Abrechnungsmodalitäten	821
7.1.4	Preisanpassung	822
7.1.5	Vertragliche Randbedingungen	823
7.1.6	Zusammenfassung	824
7.2	Abnahmeprüfung	826
7.2.1	Abnahmeprüfungen nach gesetzlichen Vorgaben (Betriebssicherheitsverordnung)	826
7.2.2	Abnahmeprüfung nach VOB	826
7.2.3	Leistungs-Abnahmeprüfung	827
7.2.4	Abnahme durch den Bauherrn	831

8	Gesetze, Vorschriften	833
8.1	Grundlagen	835
8.1.1	Gesetzgebungsebenen	835
8.1.2	Aufbau gesetzlicher Regelungen	837
8.1.3	Beschaffenheitsanforderungen	838
8.1.4	Technische Dokumentationen	840
8.2	Nationale Regelungen	843
8.2.1	Produktsicherheitsgesetz	843
8.2.2	Betriebsicherheitsverordnung	847
8.2.3	Energieeinsparverordnung EnEV	853
8.2.4	Technische Regeln und Standards	859
8.3	Europäische Einflüsse	862
8.3.1	Das globale Konzept zur technischen europäischen Harmonisierung	862
8.3.2	Europäische Normen	863
8.3.3	Übersicht der Europäischen Richtlinien	863
8.3.4	Niederspannungsrichtlinie	864
8.3.5	Maschinenrichtlinie	864
8.3.6	Druckgeräterichtlinie (RL 97/23/EG)	865
8.3.7	Elektromagnetische Verträglichkeitsrichtlinie (89/336/EG)	870
8.4	Umweltgesetzgebung	871
8.4.1	Schutz der Ozonschicht	871
8.4.2	Schutz vor Erderwärmung	873
8.4.3	Kältemittel mit treibhausschädigenden Substanzen in KFZ-Klimaanlagen	879
9	Anhang mit Stoffdaten und Tabellen	881
9.1	Kältemittel I _g p,h-Diagramm	883
9.2	Dampf tafeln (Nassdampfgebiet)	909
9.3	Volumetrische Kälteleistung	1162
9.4	Kälteträger	1184
9.5	Gewichtstabellen	1212
9.5.1	Dichte	1212
9.5.2	Staudichte	1215
9.5.3	Verschiedene Gewichtsangaben	1218

9.6	Stoffwerte	1219
9.6.1	Ausdehnung	1219
9.6.2	Spezifische Wärmekapazität	1219
9.6.3	Schmelz- und Erstarrungsenthalpie	1223
9.6.4	Verdampfungsenthalpie	1224
9.6.5	Siedepunkte und Schmelzpunkte	1224
9.6.6	Lösungen	1226
9.6.7	Strahlungskoeffizient C	1229
9.6.8	Stoffwerte für Kühltürme	1230
9.6.9	Rohre	1234
9.6.10	Diffusionswiderstandszahlen	1236
9.7	Eiserzeugung	1242
9.8	Kühlung von Flüssigkeiten	1243
9.9	Lebensmittelkühlung	1244
9.10	Schnellgefrieren	1252
9.11	Kältetechnische Normen	1259
Literaturverzeichnis		1265
Stichwortverzeichnis		1271