

Inhalt

1. Zeitreise durch die Klimakälte	7	5. Bauarten und Komponenten	61
2. Übersicht Gesamtsystem	11	5.1 Der Kältekreis und seine Komponenten	61
2.1 Systemdenken bei Klimakälteanlagen	11	5.2 Verdichtertypen und ihre Funktion	61
2.2 Die vier Systeme	12	5.3 Verhalten des Verdichters	64
2.3 Sicht aufs Ganze	13	5.4 Verdichterbauarten	66
2.4 Prinzip der Energie-Umlagerung	14	5.5 Allgemeines zu Wärmeübertragern	68
2.5 Konzeptionelle Überlegungen	14	5.6 Verdampfer	71
2.6 Trends in der Klimakälte	17	5.7 Verflüssiger	74
3. Grundlagen	19	5.8 Expansionsventil	77
3.1 Kälteprozess	19	5.9 Weitere Komponenten	78
3.2 Das Log-p-h-Diagramm	22	5.10 Systemaufbau nach Verdampferart	80
3.3 Carnot-Prozess als idealer Vergleich	24	6. Wärmeaufnahme	85
3.4 Aggregatzustandsänderung nutzen	25	6.1 Konzeptionelle Überlegungen	85
3.5 Energieflüsse in der Kältemaschine	26	6.2 Wärmeaufnahme-Systeme	87
3.6 Auswahl von geeigneten Kältemitteln	30	6.3 Übersicht Kühlsysteme	91
3.7 TEWI-Bewertung	33	6.4 Hydraulische Einbindung	92
3.8 Kältemittel in der Klimakälte	33	6.5 Alternative Kühlsysteme	94
4. Der Planungsprozess	37	7. Wärmeabgabe	97
4.1 Generelle Anforderungen	37	7.1 Konzeptionelle Überlegungen	97
4.2 Einflussfaktoren	37	7.2 Wärme direkt nutzen	104
4.3 Normen und Vorgaben	45	7.3 Kurzzeitige (Tag-Nacht-) Wärmespeicher	107
4.4 Vorgehen bei der Planung	47	7.4 Wärme saisonal speichern	108
4.5 Häufige Stolpersteine bei der Planung	52	7.5 Freie Kühlung: Wärme direkt abführen	109
4.6 Vorgaben an die Lieferanten	53	7.6 Rückkühlung: Wärme indirekt abführen	110
4.7 Was ist bei Inbetriebsetzung und Abnahme zu beachten?	55	8. Hydraulische Systeme	119
4.8 Wartung und Instandhaltung der Klimakälteanlage	57	8.1 Allgemeines	119
		8.2 Elemente der Hydraulik	120
		8.3 Einbindung Kältemaschine	122
		8.4 Einbindung Kälteverbraucher	125
		8.5 Wärmeaufnahme	128
		8.6 Kaltwasserspeicher	132
		8.7 Einbindung Rückkühlung	136
		8.8 Freie Kühlung	138
		8.9 Wärmeabgabe	141
		8.10 Kälte-Wärme-Nutzung als Gesamtsystem	142
		8.11 Verteilsystem	144

9.	Steuerung und Regulierung	151
9.1	Allgemeines	151
9.2	Ansätze der Schnittstellen- definition	152
9.3	Regulierung der Kältemaschinenleistung	154
9.4	Regulierung der Verdampferseite	155
9.5	Regulierung der Verflüssigerseite	158
9.6	Zu- und Abschalten der Kältemaschine	160
9.7	Kältemaschinensicherheit	162
9.8	Regel-Ventile und Messfühler	165
9.9	Beispiele zur Kombination von Regulierungen	167
9.10	Monitoring des Betriebs	168
10.	Energieeffizienz und Teillastverhalten	171
10.1	Anlageneffizienz verstehen	171
10.2	Energiebilanz einer Klimakälteanlage	172
10.3	Energetische Beurteilung von Klimakälteanlagen	173
10.4	Effizienter Betrieb von Klimakälteanlagen	178
11.	Anhang	187
11.1	Autoren	187
11.2	Dokumentation	188
11.3	Vertiefung 1: Strömungs-Verdichter	189
11.4	Vertiefung 2: Pumpenauslegung und Pumpencharakteristik	192
11.5	Vertiefung 3: Schnittstelle zur Gebäudeautomation	194
11.6	Vertiefung 4: Gesamtsystem	195
11.7	Schlagwörter	203