

Inhalt

Vorwort	V
1 Einleitung und Vorschau auf die Kapitel 2 bis 7	1
2 Drehzahlverstellung zur bedarfsabhängigen Regelung von Verdichtern und Verflüssiger-Ventilatoren	7
2.1 Funktionsprinzip des Frequenzumrichters	8
2.2 Bedarfsgerechte Leistungspassung von Verdichtern.....	11
2.2.1 Verdichterstart mit FU-Unterstützung	13
2.2.2 Energetische Einsparungen bei Verdichterbetrieb mit Frequenzumrichtern.....	14
2.3 Druckregelung von luftgekühlten Verflüssigern.....	18
2.3.1 Einsparungen bei der Regelung von luftgekühlten Verflüssigern mit Frequenzumrichtern	21
2.3.2 Regelkonzepte zur Drehzahlverstellung von Verflüssiger-Ventilatoren mit FU.....	22
2.4 Drehzahlverstellung von Verflüssiger-Ventilatoren mit EC-Motoren.....	25
2.5 Drehzahlverstellung von Verflüssiger-Ventilatoren durch Phasenanschnittsteuerungen.....	27
2.6 Amortisation von Frequenzumformern, EC-Motoren und Phasenanschnittsteuerungen.....	29
3 Vorteile durch Austausch thermostatischer Expansionsventile (TEV) gegen elektronische Expansionsventile (EEV)	31
3.1 Thermostatische und elektronische Expansionsventile: Funktion, konstruktive Ausführung und deren Wirksamkeit.....	32
3.2 Energetische Vorteile elektronischer Expansionsventile	39
3.3 Verdampferseitige Voraussetzungen zum optimalen Betrieb mit EEV	42
3.4 Anlagenseitige Voraussetzungen zum optimalen Betrieb mit EEV	43
3.4.1 Gleichmäßige Kältemittelverteilung auch bei kleinster Verdampferbelastung	44

3.4.2	Kontinuierliche Ölrückführung aus dem Verdampfer unter allen Betriebsbedingungen.....	48
3.4.3	Sicherstellung und Einfluss der Unterkühlung.....	49
3.5	Einsparpotenzial durch Einsatz von EEV.....	52
3.5.1	Einsparungen durch Absenkung des Verflüssigungsdrucks.....	53
3.5.2	Einsparungen durch Verkleinerung der Überhitzung.....	55
3.6	Grenzen für die Absenkung der Verflüssigungstemperatur	57
3.7	Unterschiede bei der Auslegung von TEV und EEV	58
3.8	Verflüssigungsdruckregelung – Vor- und Nachteile unterschiedlicher Regelungsverfahren bei Trockenexpansion.....	59
3.9	Welche prozentualen Einsparungen lassen sich jährlich mit EEV im Vergleich zu TEV realisieren? – Beispiel	62
3.9.1	Allgemeiner Lösungsvorschlag zu Bestimmung der jährlichen prozentualen Einsparungen nach Austausch der TEV gegen EEV	66
3.10	Amortisationsrechnung	67
4	Wärmerückgewinnung bei gewerblichen und industriellen Kälteanlagen	71
4.1	Wärmequellen in Kälteanlagen mit Hubkolbenverdichtern – Quantifizierung und Temperaturniveaus.	75
4.1.1	Die Überhitzungswärme	77
4.1.2	Die Verflüssigungswärme	79
4.1.3	Die Überhitzungs- und Verflüssigungswärme.....	81
4.1.4	Wärmenutzung der Zylinderkopfkühlung	82
4.2	Ölkühler als Wärmequelle in Kälteanlagen mit Schraubenverdichtern	83
4.2.1	Wärmeleistung des Ölkühlers aus der Überhitzung	85
4.3	Wasserkreislauf der WRG.....	87
4.4	Rohrschaltungen und Anordnung der Wärmetauscher in WRG-Systemen	88
4.4.1	Wahl des WRG-Systems und der Rohrschaltung.....	91
4.5	Funktion und Konzepte der Regelung von WRG-Systemen	92
4.5.1	Vor- und Nachteile unterschiedlicher Bauarten von Kältemittelsammlern.....	95
4.6	Grundsätzliches zur Reihenschaltung von WRG-Verflüssigern	97
4.6.1	Reihenschaltung mit mechanischer Regelung	99
4.6.2	Reihenschaltung mit elektronischer Regelung	102
4.7	Grundsätzliches zur Parallelschaltung von WRG-Verflüssigern.....	105
4.7.1	Parallelschaltung mit mechanischer Regelung zur Warmwasserbereitung	107
4.7.2	Parallelschaltung mit elektronischer Regelung.....	113
4.7.3	Parallelschaltung mit mechanischer Regelung zur Lufterwärmung	116
4.8	Grundsätzliches zur gemischten Schaltung von WRG-Verflüssigern	118

4.8.1	Gemischte Schaltung mit mechanischer Regelung zur Kondensatableitung	119
4.8.2	Gemischte Schaltung für WRG-Verflüssiger oder Enthitzer mit kleinen Leistungen	123
4.8.3	Gemischte Schaltung mit elektronischer Regelung und Motorventil oder mit mechanischer Regelung zur Lufterwärmung	125
5	Abwärmenutzung in der Kältetechnik	129
5.1	Beispiel Mehrzweckhalle.....	133
5.2	Beispiel Warenhaus.....	136
5.3	Beispiel Anbindung Kunsteisbahn-Schwimmbad.....	137
5.4	Weitere Anwendungen zur Abwärmenutzung	140
6	Energetische Auswirkungen durch Verunreinigung von Ammoniak-Kälteanlagen durch Fremdgase und Wasser.....	143
6.1	Ursachen für die Ansammlung von Fremdgasen und Wasser in Ammoniak-Kreisläufen	144
6.2	Verfahren zum Nachweis von Fremdgasen und Wasser im Kältemittelkreislauf.....	147
6.3	Einfluss von Fremdgasen in Ammoniak-Kälteanlagen auf den Energieverbrauch.....	150
6.4	Einfluss von Wasser in Ammoniak-Kälteanlagen auf den Energieverbrauch.....	153
6.5	Beseitigung von Fremdgasen aus dem Kältemittelkreislauf.....	156
6.6	Entfernung von Wasser aus dem Kältemittelkreislauf.....	158
6.7	Auswirkung von Verunreinigungen auf Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Ammoniak-Kälteanlagen.....	159
7	Verluste durch Verschmutzungen an Wärmetauschern erkennen, begrenzen und beseitigen	165
7.1	Entwicklung und Formen der Ablagerungsbildung.....	167
7.2	Verschlechterung des k-Werts durch Fouling.....	170
7.3	Maßnahmen gegen Fouling.....	174
7.3.1	Vorbeugende Maßnahmen gegen Fouling in der Projektierungsphase ...	175
7.3.2	Fouling während des Betriebes erkennen und begrenzen	177
7.3.3	Überwachung des Foulingverhaltens von Wärmetauschern	180
7.3.4	Überblick und Beispiele zu Reinigungsverfahren	183
	Abbildungsverzeichnis.....	187
	Literaturverzeichnis	191
	Stichwortverzeichnis	195