

# ET 428

## Energieeffizienz in Kälteanlagen



### Lerninhalte / Übungen

- Einflussgrößen auf die Energieeffizienz
  - ▶ Reglerparameter
  - ▶ Kältemittelunterkühlung
- Verbundbetrieb von Verdichtern
- Funktion eines Verbundreglers
- Methoden der Ölrückführung in einer Verbundanlage
- Darstellung des thermodynamischen Kreisprozesses im log p,h-Diagramm

### Beschreibung

- Kälteanlage mit drei Verdichtern im Verbundbetrieb
- optimale Anpassung an den Leistungsbedarf durch Zu- und Abschaltung einzelner Verdichter
- industrieller Verbundregler zur Zu- und Abschaltung der einzelnen Verdichter
- zuschaltbarer Wärmeübertrager zur Kältemittelunterkühlung
- Beobachtung des Schmieröltransports im Kältemittelkreislauf

Der effiziente Einsatz von Energie in der Kältetechnik ist ein wichtiges Thema. Höherer Leistungsbedarf wird in der Industrie realisiert durch eine Parallelschaltung von mehreren kleinen Verdichtern. Dies ermöglicht eine optimale Anpassung an den Leistungsbedarf durch zu- und abschalten von Verdichtern.

ET 428 enthält hierzu drei parallel geschaltete Verdichter, die über einen Regler zu- oder abgeschaltet werden können.

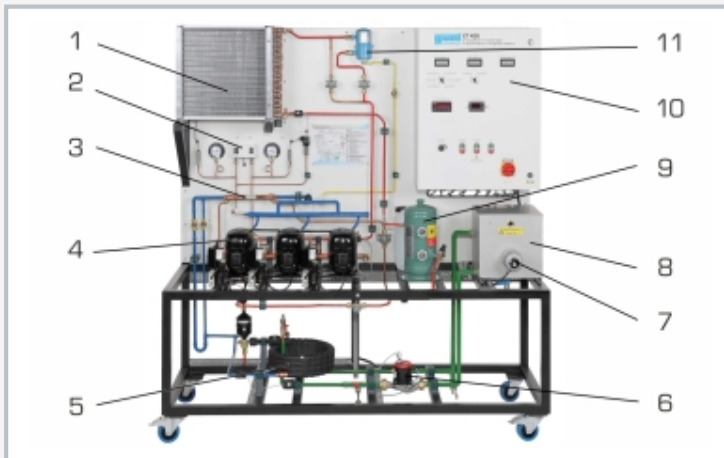
Die Komponenten eines Kältekreislaufs mit den drei Verdichtern sind übersichtlich am Versuchsstand angebracht. Ein Glykol-Wasser-Kreislauf mit Pumpe und Behälter mit Heizer dient als Kühllast am Verdampfer. Ein innerer Wärmeübertrager im Kältekreislauf ermöglicht die Untersuchung der Kältemittelunterkühlung auf die Effizienz des Prozesses. Die quantitative Beurteilung der Effizienz erfolgt über eine Energiebilanz am Glykol-Wasser-Kreislauf und durch Messung der elektrischen Leistung der Verdichter.

Zum Schutz der drei Verdichter ist der Kältekreislauf mit einem kombinierten Druckschalter für Druck- und Saugseite ausgerüstet. Um eine sichere Ölversorgung der drei Verdichter zu gewährleisten, befindet sich auf der Druckseite der Verdichter ein Ölabscheider. Das abgeschiedene Öl wird den Verdichtern auf der Saugseite wieder zugeführt. Die Beobachtung des Öls erfolgt durch Schaugläser an den entsprechenden Leitungen.

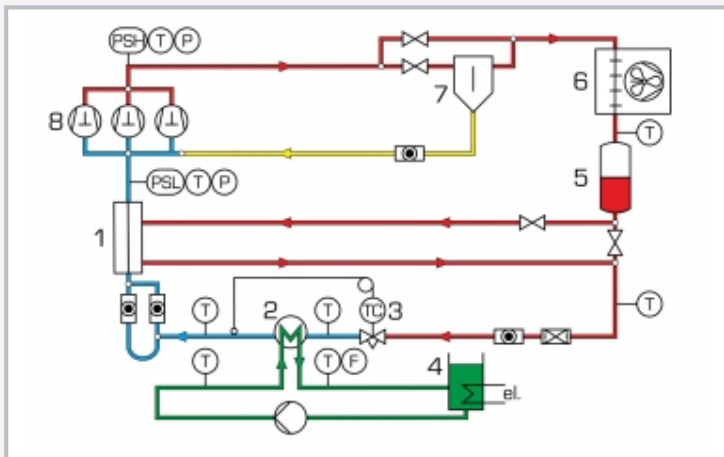
Relevante Messwerte werden mit Aufnehmern erfasst. Die Messwerte werden an digitalen Anzeigen abgelesen und können gleichzeitig über USB direkt auf einen PC übertragen und dort mit Hilfe der mitgelieferten Software ausgewertet werden.

# ET 428

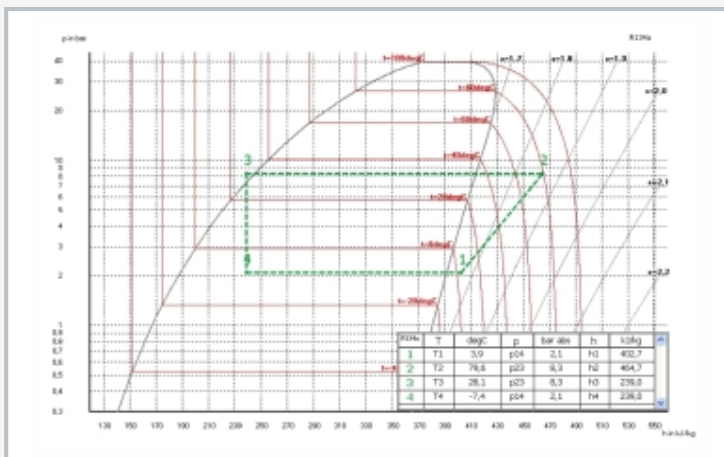
## Energieeffizienz in Kälteanlagen



1 Verflüssiger, 2 Druckschalter, 3 Wärmeübertrager, 4 Verdichter, 5 Verdampfer, 6 Pumpe, 7 Heizer, 8 Kühlbehälter (Kühllast), 9 Sammler, 10 Schaltschrank, 11 Ölabscheider



1 Wärmeübertrager, 2 Verdampfer, 3 Expansionsventil, 4 Kühlbehälter mit Heizer (Kühl-last), 5 Sammler, 6 Verflüssiger, 7 Ölabscheider, 8 Verdichter;  
T Temperatur, P Druck, F Durchfluss, PSH, PSL Druckschalter;  
blau: Niederdruck, rot: Hochdruck, grün: Wasserkreislauf, gelb Ölrückführung



Screenshot der Software: log p,h-Diagramm

### Spezifikation

- [1] Kälteanlage im Verbundbetrieb zur Untersuchung der Energieeffizienz
- [2] Kältekreislauf mit 3 parallel geschalteten Verdichtern, Verflüssiger, thermostatischem Expansionsventil und Koaxialwendel-Wärmeübertrager als Verdampfer
- [3] Wärmeübertrager zur Kältemittelunterkühlung über Ventile zuschaltbar
- [4] Glykol-Wasser-Kreislauf enthält Pumpe und Behälter mit Heizer als Kühllast am Verdampfer
- [5] Verbundregler für parallelen Betrieb der Verdichter
- [6] Abtrennung des Öls vom Kältemittel auf der Druckseite und Rückführung zur Saugseite der Verdichter
- [7] Gebläse am Verflüssiger mit einstellbarer Drehzahl
- [8] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB unter Windows 10
- [9] Kältemittel R513A, GWP: 631

### Technische Daten

- 3 Verdichter
- Kälteleistung: je 1584W bei -10°C/55°C
  - Leistungsaufnahme: je 1156W bei -10°C/55°C
- Verflüssiger mit Gebläse
- Volumenstrom Luft: 1250m<sup>3</sup>/h
- Pumpe Glykol-Wasser-Gemisch
- max. Förderstrom: 4,2m<sup>3</sup>/h
  - max. Förderhöhe: 5,6m
- Leistung Heizer: 3kW
- Behälter
- Glykol-Wasser-Gemisch: 23L
  - Sammler Kältekreislauf: 5,8L
- Kältemittel: R513A, GWP: 631
- Füllmenge: 4,2kg
  - CO<sub>2</sub>-Äquivalent: 2,7t

### Messbereiche

- Temperatur: 4x 0...100°C, 4x -100°C...100°C
- Druck: -1...9bar, -1...24bar
- Durchfluss: 1...25L/min (Wasser)
- Leistung: 0...4995W (Verdichter)

400V, 50Hz, 3 Phasen

400V, 60Hz, 3 Phasen; 230V, 60Hz, 3 Phasen

UL/CSA optional

LxBxH: 1810x710x1920mm

Gewicht: ca. 265kg

### Für den Betrieb erforderlich

PC mit Windows empfohlen

### Lieferumfang

- 1 Versuchsstand
- 1 GUNT-Software + USB-Kabel
- 1 Satz didaktisches Begleitmaterial

# ET 428

## Energieeffizienz in Kälteanlagen

Optionales Zubehör

für Remote Learning

GU 100      Web Access Box

mit

ET 428W      Web Access Software