

# ET 380

## Kältekreislauf: Kälteanlage und Wärmepumpe



Screen-Mirroring ist an bis zu 10 Endgeräten möglich

### Beschreibung

- **sichtbare Phasenübergänge in Verdampfer und Verflüssiger**
- **log p,h-Diagramm in Echtzeit**
- **detaillierte Animationen der Hauptkomponenten**
- **Game-Based Learning: komplexe Theorie leicht und spielerisch erlernen**

Komplexe Zustandsänderungen in den sonst geschlossenen Rohrleitungssystemen von Kälteanlagen werden sichtbar und erlebbar. Mit dem Ziel, durch die Positionierung der Komponenten und Rohrleitungen ein prägendes Bild des theoretischen Vergleichsprozesses zu erzeugen, leistet dieser Versuchsstand einen wichtigen Beitrag zur Erkennung technischer Analogien an realen Anlagen. Bei Kälteanlagen werden die Kühlfefekte zum Kühlen genutzt. Wird mit der Anlage abgegebene Wärme genutzt, spricht man von einer Wärmepumpe.

Der Versuchsstand ET 380 ermöglicht einen Einblick in den Prozess der Phasenänderung und schafft eine didaktische Brücke zum theoretischen Vergleichsprozess, dem log p,h-Diagramm. Alle relevanten Messwerte werden durch Aufnehmer erfasst. Die gleichzeitige Übertragung der Messwerte an eine SPS ermöglicht eine einfache Auswertung und die Darstellung des Prozesses

im log p,h-Diagramm. Komplexe Vorgänge, wie z.B. Zustandsänderungen werden visualisiert durch Echtzeitdarstellung des Kreisprozesses, z.B. im log p,h-Diagramm. Durch intuitive Bedienung der SPS können alle Elemente des Kreisprozesses einfach eingestellt werden. Die Auswirkung der Modifikationen werden sofort am Touchscreen sichtbar. Die SPS liefert exakte Daten über den Zustand des Kältemittels, die zur genauen Berechnung des Kältemittelmassenstroms herangezogen werden. Die Berechnung liefert somit ein wesentlich genaueres Ergebnis als die Messung mit herkömmlichen Methoden.

Der Versuchsstand wird über Touchscreen von einer SPS gesteuert. Mit dem integrierten Router kann der Versuchsstand alternativ über ein Endgerät bedient und gesteuert werden. Die Bedienoberfläche kann zusätzlich an weiteren Endgeräten dargestellt werden (Screen-Mirroring). Über die SPS können die Messwerte intern gespeichert werden.

Im GUNT Media Center steht digitales Multimedia-Lehrmaterial zur Verfügung. Neben der Echtzeitdarstellung direkt am Gerät, wird mit diesen online verfügbaren Medien ein Game-Based Learning ermöglicht, z.B. Arbeitsblätter, E-Learning, Videos usw.

### Lerninhalte / Übungen

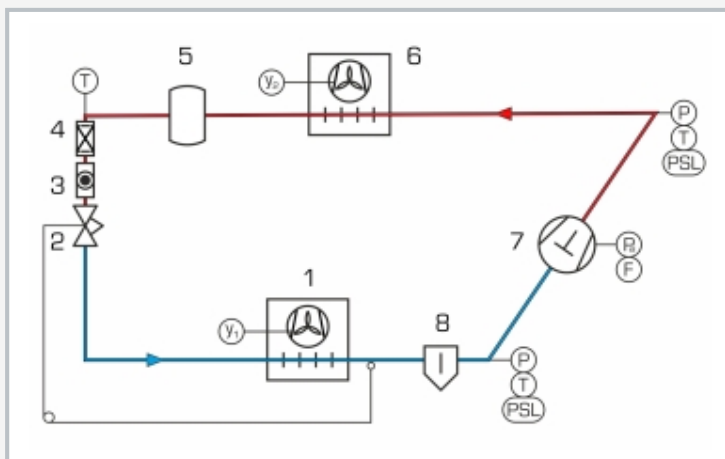
- Aufbau und Funktion einer Kompressionskälteanlage/Wärmepumpe
- Lastabhängigkeit einer Kälteanlage
- Kältekreisprozess im log p,h-Diagramm darstellen und verstehen
- Energiebilanzen
- Bestimmung der Leistungszahl
- Öltransport in der Gasphase
- Überhitzung und Unterkühlung
- Funktion eines Kolbenverdichters
- GUNT Media Center, digitale Kompetenzen entwickeln
  - ▶ Informationen aus digitalen Netzen beschaffen
  - ▶ digitale Lernmedien nutzen, z.B. Web Based Training (WBT)
  - ▶ Visualisierungssysteme nutzen

# ET 380

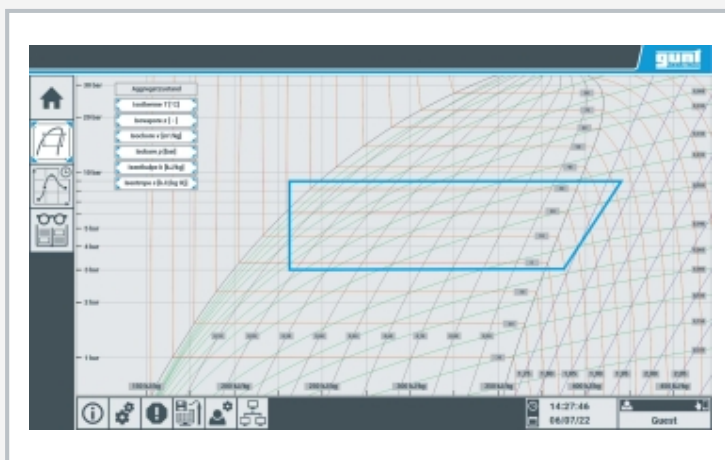
## Kältekreislauf: Kälteanlage und Wärmepumpe



1 Filter/Trockner, 2 Schauglas mit Feuchteindikator, 3 thermostatisches Expansionsventil (TEV), 4 Verdampfer mit Ventilator, 5 Druckaufnehmer (Niederdruck), 6 Flüssigkeitsabscheider, 7 Verdichter, 8 Druckaufnehmer (Hochdruck), 9 Verflüssiger mit Ventilator



1 Verdampfer mit Ventilator, 2 thermostatisches Expansionsventil (TEV), 3 Schauglas mit Feuchteindikator, 4 Filter/Trockner, 5 Kältemittelsammler, 6 Verflüssiger mit Ventilator, 7 Verdichter, 8 Flüssigkeitsabscheider; T Temperatur, P Druck, F Kältemittelmassenstrom,  $P_{el}$  Leistungsaufnahme, PSH, PSL Druckschalter,  $y_1$  Stellgröße Verdampfer,  $y_2$  Stellgröße Verflüssiger; blau: Niederdruck, rot: Hochdruck



log p,h-Diagramm in Echtzeit

### Spezifikation

- [1] komplexen Zustandsänderungen von Kälteanlagen/Wärmepumpen sehen und erleben
- [2] Kältekreislauf: Verdichter, Verflüssiger mit Ventilator, thermostatisches Expansionsventil, Verdampfer mit Ventilator
- [3] Aufnehmer für Druck, Temperatur, Durchfluss, Leistung
- [4] präzise Berechnung des Kältemittelmassenstroms
- [5] 15,6" Touchscreen zeigt Animationen zur Arbeitsweise der Hauptkomponenten
- [6] Darstellung aller Messwerte in Echtzeit über eine Zeitachse, wie z.B. das log p,h-Diagramm
- [7] Skalierung der Achsen und den Grad der Vergrößerung auf dem Touchscreen anpassen
- [8] Steuerung der Versuchsanlage mit einer SPS, über Touchscreen bedienbar
- [9] Screen-Mirroring: Spiegelung der Bedienoberfläche an bis zu 10 Endgeräten möglich
- [10] Datenerfassung über SPS auf internem USB-Speicher; Zugriff auf gespeicherte Messwerte über WLAN/LAN mit integriertem Router/LAN-Anbindung zu kundeneigenem Netzwerk oder direkter LAN-Anbindung ohne Kundennetzwerk
- [11] Kältemittel R513A, GWP: 631
- [12] digitales Multimedia-Lehrmaterial online im GUNT Media Center: E-Learning Kurs, Arbeitsblätter, Videos

### Technische Daten

SPS: Weintek cMT3162X

Verdichter

- Kältenennleistung: ca. 372W bei 7,2/32°C
- Leistungsaufnahme: ca. 213W bei 7,2/32°C
- Hubvolumen: 5,08cm<sup>3</sup>

Ventilator, EC-Motor

- Nenndrehzahl: 2330min<sup>-1</sup>
- Leistung Antriebsmotor: 83W
- Durchfluss: 0...1710m<sup>3</sup>/h

Kältemittel: R513A, GWP: 631, Füllmenge: 1,25kg, CO<sub>2</sub>-Äquivalent: 0,8t, Sicherheit DIN EN 378: A1

Messbereiche

- Temperatur: -50...180°C
- Durchfluss: 0...7g/s
- Druck: -0,8...7bar / 0...30bar
- Leistung: 0...750W

230V, 50Hz, 1 Phase; 230V, 60Hz, 1 Phase

120V, 60Hz, 1 Phase; UL/CSA optional

LxBxH: 1328x790x1685mm; Gewicht: ca. 150kg

### Für den Betrieb erforderlich

Umgebungstemperatur: max. 42°C, min. 10°C

PC mit Windows empfohlen

### Lieferumfang

Versuchsstand, Online-Zugang zum GUNT Media Center, Satz didaktisches Begleitmaterial