

## Lehrgang „Kältetechnik C“

Eine Fortsetzung des Lehrgangs „Kältetechnik A und B“. Im wesentlichen wird im C-Kurs eine vertiefende Anlagentechnik behandelt, ergänzt durch Sonderthemen.

### Zielsetzung

- Vertiefung der Grundlagen (Theorie und Praxis) des Kältemittel-Kreislaufes und dessen Bauteile für Kompressionskältemaschinen
- Kennenlernen der wichtigsten Konzepte, die zur Regelung von Kälteanlagen verwendet werden
- Verständnis von komplexeren Anlagenschaltungen
- Umgang mit zeotropen Kältemittelgemischen
- Luftseitige Betrachtung von Klimaanlage und Luftkühlern

### Zielgruppe

Teilnehmer des Lehrganges " Kältetechnik B". Praktiker der Kälte-, Klima- und Wärmepumpen-Branche, Techniker und angehende Fachkräfte, die mit Planung, Beratung, Erstellung, messtechnischen Untersuchungen und der Beurteilung von Kompressionskältemaschinen zur Kälteerzeugung und für den Einsatz in Wärmepumpen (speziell kleinerer bis mittlerer Leistung) beschäftigt sind.

### Thema: **Ig p, h-Diagramm, zeotrope Kältemittelgemische**

Wiederholung zum Kältemittelkreislauf und Ig p, h-Diagramm, Übungsbeispiele, Besonderheiten zeotroper Kältemittelgemische (Temperaturgleit, Dampftabelle, Ig p, h-Diagramm).

*Theorie: 145 min*

### Thema: **h, x-Diagramm für feuchte Luft**

Nach der Erläuterung wichtiger Zustandsgrößen für feuchte Luft wird der Aufbau des h, x-Diagramms behandelt. Eintragungen in das h, x-Diagramm wie z. B.

- erwärmen feuchter Luft
- abkühlen feuchter Luft mit und ohne Entfeuchtung
- mischen zweier Luftmengen

werden erläutert.

Beispielhaft werden Kälte- bzw. Wärmeleistungen, Kondensatmengen usw. ermittelt.

Ein Schwerpunkt ist die grafische Darstellung der Arbeitsweise des Verdampfers im h, x-Diagramm.

*Theorie und Übungen: 170 min*

Thema: **Regelnde Komponenten und Steuerungstechnik**

Aufbau, Funktion und Einsatzgebiete der folgenden Regler:

- Startregler
- Verdampfungsdruckregler
- Saugdruckregler
- Verflüssigungsdruckregler
- Kühlwasserregler
- Leistungsregler

Fernüberwachung, Verdichterüberwachung, Motorschutz, Lüfterregelung.

*Theorie: 90 min*

Thema: **Wärmerückgewinnung**

Eine Einführung in die Problematik der Wärmerückgewinnung mit den Einzelthemen:

- nutzbare Abwärme einer Kälteanlage
- erwärmbare Wassermenge
- Wirtschaftlichkeit
- Brauchwasserbedarf typischer Verbraucher
- sicherheitstechnische Gesichtspunkte
- Wärmerückgewinnungssysteme

*Theorie: 90 min*

Thema: **Anlaufstrombegrenzung**

Anlaufstromreduzierung an einphasigen Wechselstromantrieben, PTC-Anlauf, Fallankerrelais, Anlauf mit und ohne Anlaufkondensator/Betriebskondensator. Anlaufstromreduzierung an dreiphasigem Wechselstromantrieben, Widerstandsanlauf, Stern-Dreieck-Anlauf, Part-Windig-Anlauf, Sanftanlauf, Frequenzumrichteranlauf.

*Theorie: 100 min*

Thema: **Alternative Kälteerzeugung**

Überblick über verschiedene Kälteerzeugungsverfahren, Kältemittel CO<sub>2</sub>, adiabate Befeuchtung, Kaltluftkälteanlage, Adsorption, Absorption, Peltierelement.

*Theorie: 100 min*

Thema: **Verdichterleistungsregelung**

Verdichterleistungsanpassung an die Verdampferkälteleistung, verschiedene Möglichkeiten der Leistungsregelung wie Zylinderabschaltung, Ventilabhebung, Schadraumregelung, Zylinderkopf-Bypassregelung, externe Bypassregelung, Druckregelung, polumschaltbare Elektromotoren, Frequenzumrichter, mechanische Regelgetriebe.

*Theorie: 100 min*

### Thema: **Verbundanlagen**

Merkmale, Anwendungsbereiche, Varianten wie einstufig, zweistufig, Schraubenverbund, wichtige Einzelheiten in der Anlagentechnik bezüglich der Saugleitung, Druckleitung, Ölrückführung bzw. Ölhaushalt in den einzelnen Verdichtern des Verbundes, der Ölabscheider im Verbund, Regelung der Verbundanlage. Verbundregler.

*Theorie: 90 min*

### Laborübung: **Regelnde Komponenten**

An einer speziellen Laboranlage wird die Wirkungsweise verschiedener Regler wie Verdampfungsdruckregler, Verflüssigungsdruckregler, Saugdruckregler und Leistungsregler demonstriert. Ein wesentlicher Punkt ist das Einstellen der genannten Regler.

*Praxis: 175 min*

### Laborübung: **Verbundanlagen**

Der typische Aufbau einer Verbundanlage anhand einer Laboranlage mit halb-hermetischen Verdichtern, vergleichende Messungen „Taktbetrieb/Verbundbetrieb“, Arbeitsweise eines handelsüblichen Verbundreglers, Kühlstellenregelung mit thermostatischen und elektronischen Expansionsventilen.

*Praxis: 175 min*

### Laborübung: **Verdichterleistungsregelung**

An einer kleinen Laboranlage sind durch Vergleichsmessungen die Leistungsregelungsvarianten

- Polumschaltung
- Heißgasbypass
- Saugdrosselung
- Frequenzumrichterbetrieb

energetisch zu bewerten

*Praxis: 175 min*

### Laborübung: **Verdampferabtauung**

Verschiedene Abtauverfahren, Besonderheiten, Verfahrensbeschreibung, Vor- und Nachteile, Heißgasabtauung, elektrische Abtauung, Kreislaufumkehr, Messungen an einer Anlage mit bereifendem Verdampfer, Leistungsverhalten während der Bereifung, Abtauverhalten und Einfluss auf die Anlagenkälteleistung von Heißgasbypass und elektrischer Abtauung.

*Praxis mit theoretischer Einführung: 175 min*