

**Chillventa Specialist Forums 2022**  
**Chillventa Fachforen 2022**

**CONNECTING  
EXPERTS.**



# CHILLVENTA

International Exhibition  
Refrigeration | AC & Ventilation | Heat Pumps

Nuremberg 11–13.10.2022

CONNECTING  
EXPERTS.

„Energetischer Vergleich von  
direkten Kälteanlagen mit dem  
Kältemittel R-290 und indirekten  
Kälteanlagen mit dem  
Kältemittel R-744“

Valentin Falk (Cool Expert GmbH)  
Tobias Guth (Hochschule Ruhr West)  
Prof. Dr. –Ing. Sylvia Schädlich (Hochschule Ruhr West)



Gefördert durch:



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

CHILLVENTA

# Forschungsprojekt

„Propan und CO<sub>2</sub> als Kältemittel – Sicherer Umgang und energetischer Vergleich“

Motivation

Ziel

Methodik

Gliederung

Projektpartner:



# Forschungsprojekt

„Propan und CO<sub>2</sub> als Kältemittel – Sicherer Umgang und energetischer Vergleich“

## Motivation

- Fokus des Umweltschutzes auf Reduzierung klimagefährdender Stoffe
- Beschränkungen für Kältemittel (F-Gase-Verordnung)
- Aufklärung der Branche über die Kältemittel R-744 und R-290
- Hemmungen beim Einsatz dieser Kältemittel abbauen

Projektpartner:

# Forschungsprojekt

„Propan und CO<sub>2</sub> als Kältemittel – Sicherer Umgang und energetischer Vergleich“

## Ziele

- Anlegen einer webbasierten Informationsplattform
- Erstellen eines kostenlosen Tools für Betreiber und Kälteanlagenbauer
- Aufarbeitung der Sicherheitsanforderungen
- Energetischer Vergleich durch Gegenüberstellung der Kältemittel R-744 und R-290
- Verwendung dieser Kältemittel erleichtern

Projektpartner:

## Forschungsprojekt

„Propan und CO<sub>2</sub> als Kältemittel – Sicherer Umgang und energetischer Vergleich“

### Ziele

- Anlegen einer webbasierten Informationsplattform
- Erstellen eines kostenlosen Tools für Betreiber und Kälteanlagenbauer
- Aufarbeitung der Sicherheitsanforderungen
- Energetischer Vergleich durch Gegenüberstellung der Kältemittel R-744 und R-290
- Anwendung dieser Kältemittel erleichtern

**Interessiert?**

Projektpartner:

# Forschungsprojekt

„Propan und CO<sub>2</sub> als Kältemittel – Sicherer Umgang und energetischer Vergleich“

## Methodik

1. Recherche zu Normen, Verordnungen und Richtlinien
2. Stoff- und Anlagendaten für R-290 und R-744 zusammenzutragen
3. Definition und Berechnung von energetisch sinnvollen Anwendungsbereichen für die beiden Kältemittel
4. Entwicklung einer Sicherheits-Abfragestruktur

Projektpartner:

Gefördert durch:



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

# CHILLVENTA

## Gliederung

Gliederung

1. Zielgruppen
2. Website
3. Softwaretool
4. Fazit und Ausblick

Projektpartner:







## Zielgruppen

- Zwei primäre Zielgruppen
  - Betreiber von Kälteanlagen (Supermarktbetreiber, etc.)
  - Hersteller und Planer von Kälteanlagen
- Unterscheidung hinsichtlich Fachkenntnis und verfügbaren Daten

## Zielgruppen

- Zwei primäre Zielgruppen
  - Betreiber von Kälteanlagen (Supermarktbetreiber, etc.)
  - Hersteller und Planer von Kälteanlagen
- Unterscheidung hinsichtlich Fachkenntnis und verfügbaren Daten

### Betreiber:

- Planungsgrößen
  - Marktgröße (Raumhöhe, Fläche)
  - Bedarf an Kälteleistung
- Keine Kenntnis über den Prozess oder Komponenten



- Zwei primäre Zielgruppen
  - Betreiber von Kälteanlagen (Supermarktbetreiber, etc.)
  - Hersteller und Planer von Kälteanlagen
- Unterscheidung hinsichtlich Fachkenntnis und verfügbaren Daten

## Betreiber:

- Planungsgrößen
  - Marktgröße (Raumhöhe, Fläche)
  - Bedarf an Kälteleistung
- Keine Kenntnis über den Prozess oder Komponenten



## Hersteller und Planer:

- Planungsgrößen
  - Vom Betreiber / Planer gegeben
- Detailkenntnis über den Prozess
- Informationen zu verwendeten Komponenten



- Zwei primäre Zielgruppen
  - Betreiber von Kälteanlagen (Supermarktbetreiber, etc.)
  - Hersteller und Planer von Kälteanlagen
- Unterscheidung hinsichtlich Fachkenntnis und verfügbaren Daten

### Betreiber:

- Planungsgrößen
  - Marktgröße (Raumhöhe, Fläche)
  - Bedarf an Kälteleistung
- Keine Kenntnis über den Prozess oder Komponenten



### Hersteller und Planer:

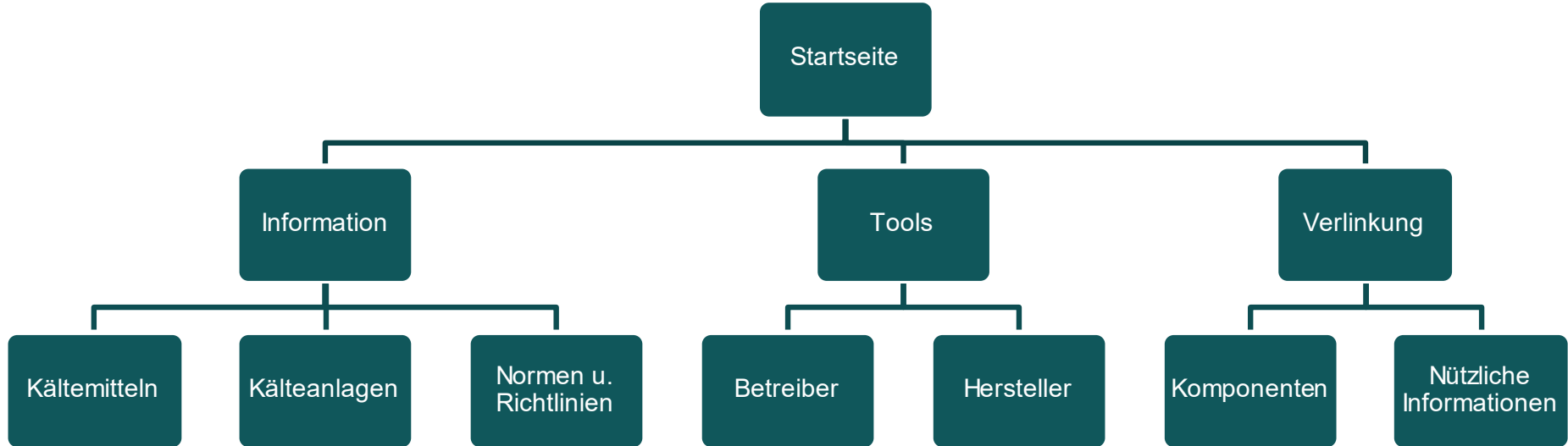
- Planungsgrößen
  - Vom Betreiber / Planer gegeben
- Detailkenntnis über den Prozess
- Informationen zu verwendeten Komponenten



➤ Konsequenz: Zwei Eingabemasken

**Website**

**CHILVENTA**



## Website

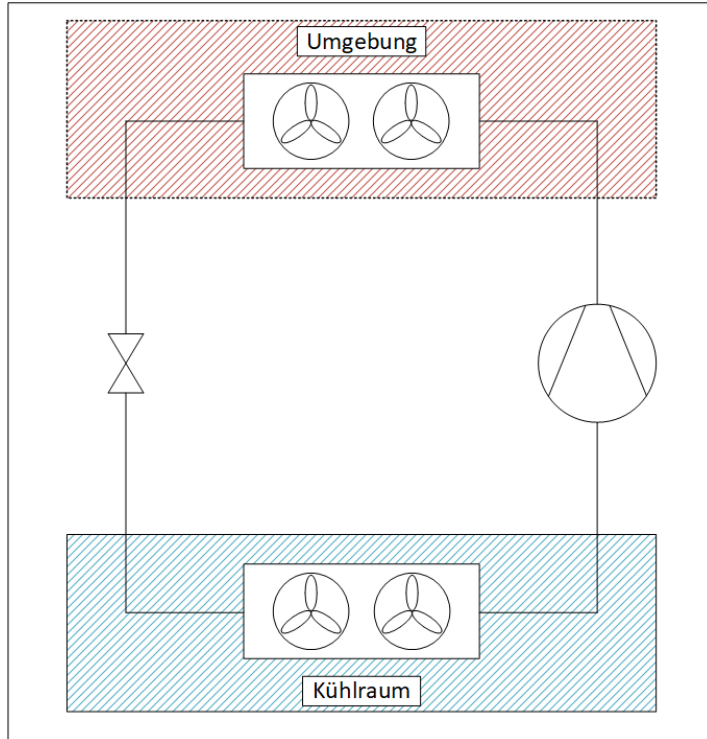
Energetischer Vergleich

CHILVENTA



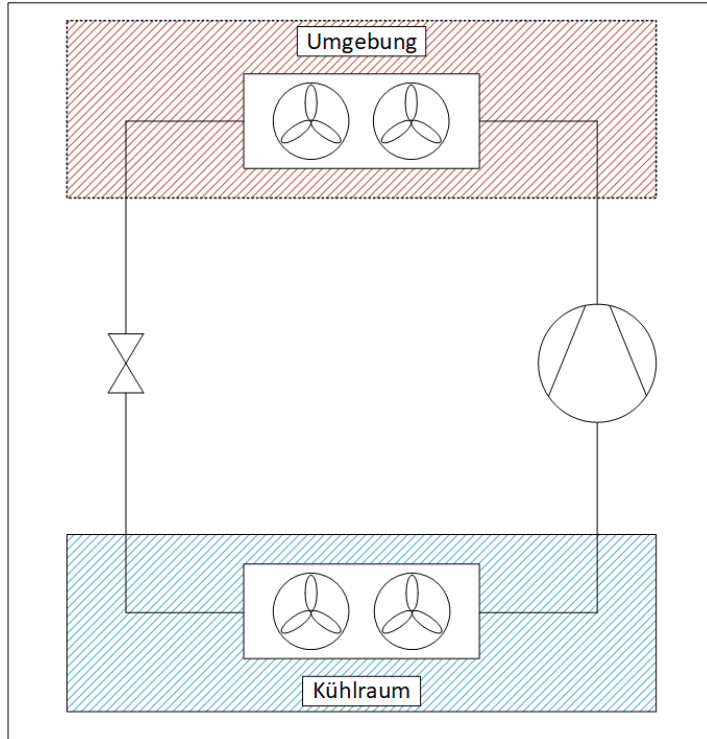
## Energetischer Vergleich

Direkter Kältekreislauf – R-744

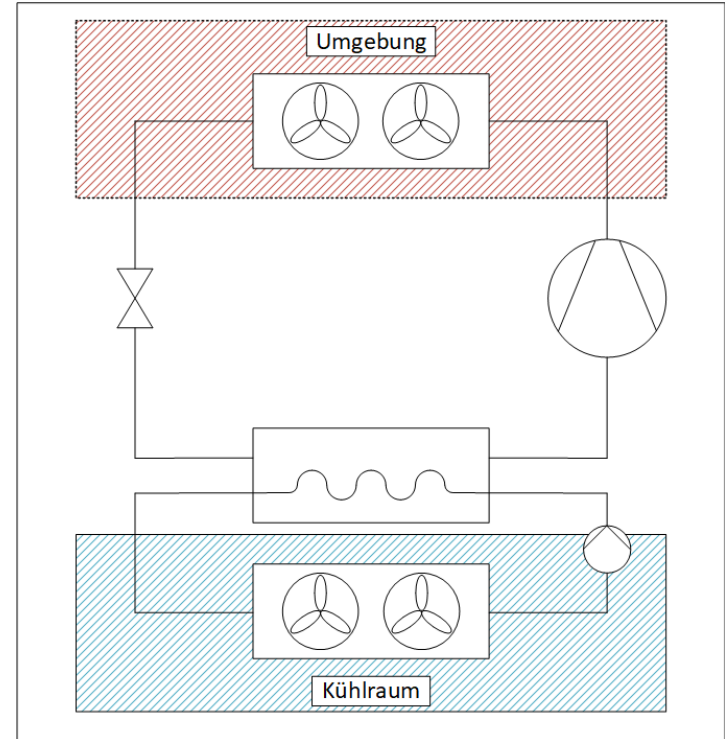


## Energetischer Vergleich

### Direkter Kältekreislauf – R-744



### Indirekter Kältekreislauf – R-290

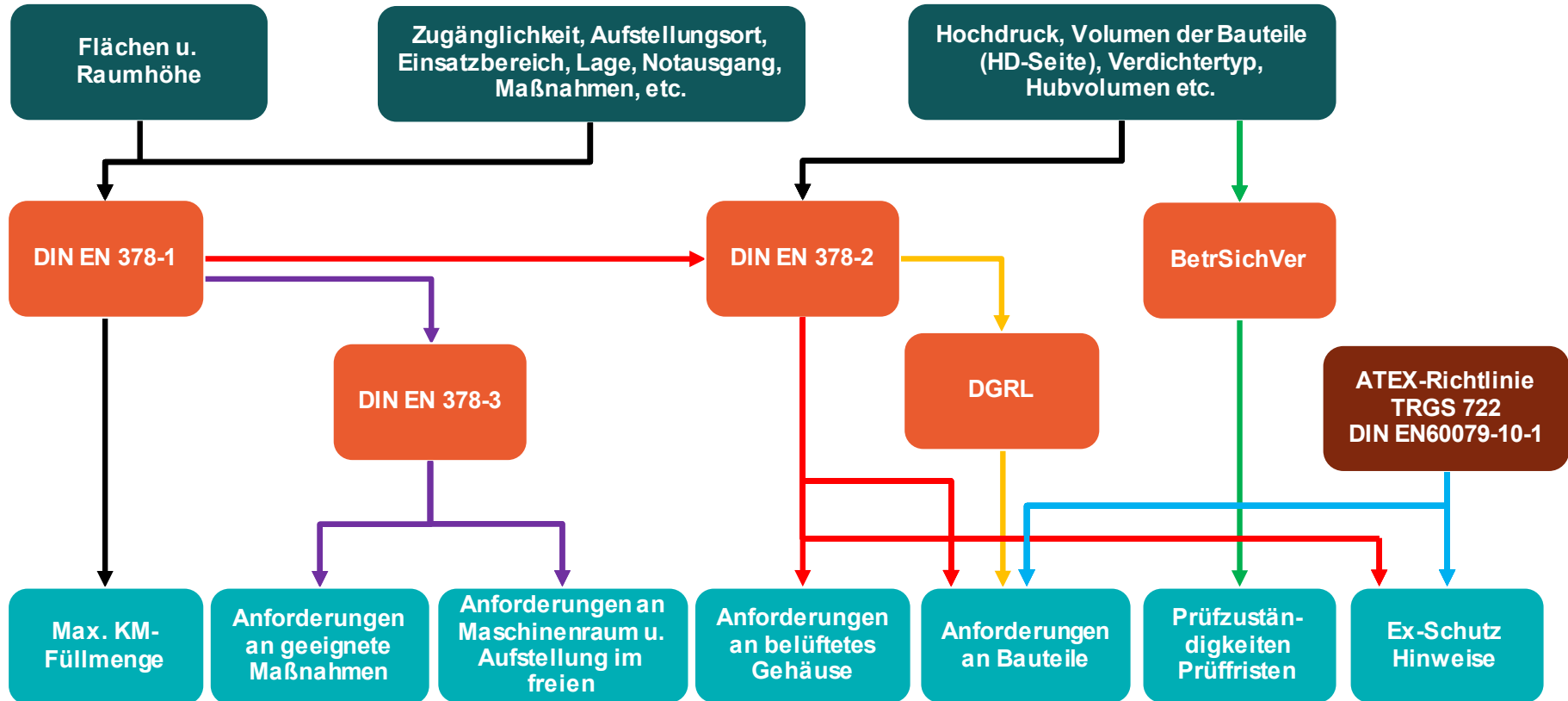


## Website

Sicherheitstechnischer Vergleich

CHILVENTA

## Sicherheitstechnischer Vergleich



# Modellanwendung

Energetischer Vergleich

Eingaben

CHILVENTA

# Modellanwendung

## Energetischer Vergleich

### Eingaben

Energetischer Vergleich

Eingaben Allgemein:

Kühlraumtemperatur [°C]:

Außentemperatur [°C]:

Kälteleistung [kW]:

Temperaturdifferenz kalte Seite [K]:

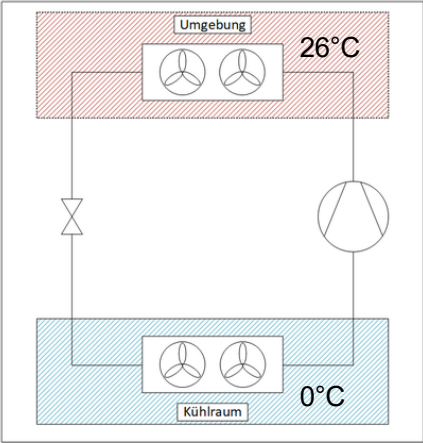
Temperaturdifferenz warme Seite [K]:

Eingaben Sekundärkreislauf:

Temperaturdifferenz Vor- u. Rücklauf [K]:

Prozentanteil Glykol [%]:

Direkter Kreislauf: R-744

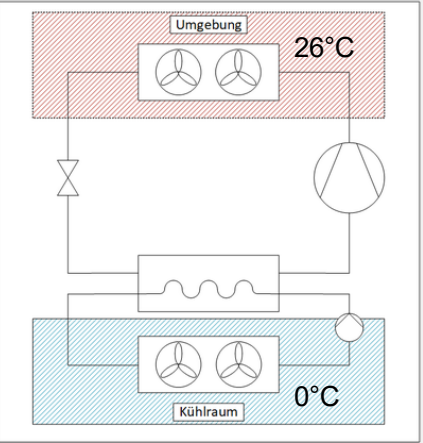


Abgeführte Wärme [kW]: 12,54

Heißgastemperatur [°C]: 120

Verdichterleistung [kW]: 2,54

Indirekter Kreislauf: R-290



Abgeführte Wärme [kW]: 13,78

Heißgastemperatur [°C]: 120

Verdichterleistung [kW]: 3,21

Pumpleistung [kW]: 0,31

### Sicherheitstechnischer Vergleich

### Ergebnisse

# Modellanwendung

## Energetischer Vergleich

CHILVENTA

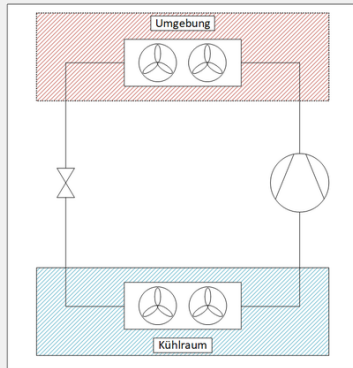
## Energetischer Vergleich

Berechnungstool

□ ×

### Ergebnisse energetischer Vergleich

#### Direkter Kreislauf R-744



Abgebener Wärmestrom (theo) [kW]: 12,87  
Abgebener Wärmestrom (real) [kW]: 13,87

Verdichterleistung (theo) [kW]: 2,87  
Verdichterleistung (real) [kW]: 3,87

Aufgenommener Wärmestrom [kW]: 10

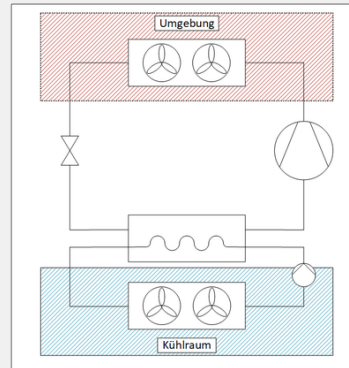
#### Daten Kreislauf

Leistungszahl (theo) [-]: 3,47  
Leistungszahl (real) [-]: 2,47  
Kältemittelmassenstrom (real) [kg/s]: 1,4  
Kältemittelmassenstrom (theo) [kg/s]: 1,4

#### Daten Verdichter

Ausgewählter Verdichter: Bitzer XYZ  
Maximale Kälteleistung [kW]: 20  
Minimale Kälteleistung [kW]: 6  
Frequenz [Hz]: 19823

#### Indirekter Kreislauf R-290



Abgebener Wärmestrom (theo) [kW]: 13,25  
Abgebener Wärmestrom (real) [kW]: 14,25

Verdichterleistung (theo) [kW]: 3,87  
Verdichterleistung (real) [kW]: 4,87

Leistungsaufnahme Pumpe [kW]: 0,3

Aufgenommener Wärmestrom [kW]: 10

#### Daten Kreislauf

Leistungszahl (theo) [-]: 4,12  
Leistungszahl (real) [-]: 3,47  
Kältemittelmassenstrom (real) [kg/s]: 1,4  
Kältemittelmassenstrom (theo) [kg/s]: 1,4

#### Daten Verdichter

Ausgewählter Verdichter: Bitzer XYZ  
Maximale Kälteleistung [kW]: 22  
Minimale Kälteleistung [kW]: 4  
Frequenz [Hz]: 19823



# Modellanwendung

Sicherheitstechnischer Vergleich

CHILVENTA

## Sicherheitstechnischer Vergleich

Berechnungstool

Energetischer Vergleich

Sicherheitstechnischer Vergleich

Allgemeine Eingaben:

Einsatzbereich der Anlage: Bitte wählen... ▾

Lage der Anlage: Bitte wählen... ▾

Montage Innengerät (Komfortanwendung): Bitte wählen... ▾

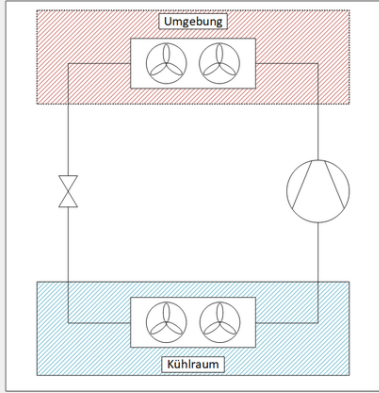
Notausgang im OG?: Bitte wählen... ▾

Verdrängungsverdichter?: Bitte wählen... ▾

Hubvolumen je Verdichter < 25l/s?: Bitte wählen... ▾

Fläche [m<sup>2</sup>]:

Höhe [m]:



Eingaben R744:

Hochdruck [bar]:

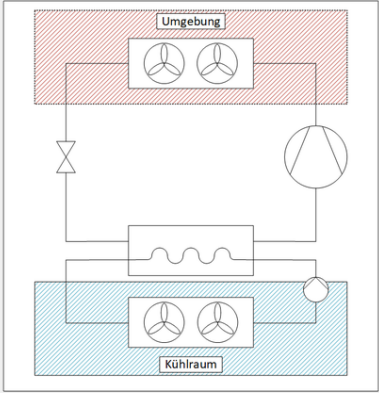
Druchmesser Rohrleitung [mm]:

Volumen größtes Bauteil HD [l]:

Klasse: Bitte wählen... ▾

Zugänglichkeit: Bitte wählen... ▾

Alternative Maßnahmen: Bitte wählen... ▾



Eingaben R290:

Hochdruck [bar]:

Druchmesser Rohrleitung [mm]:

Volumen größtes Bauteil HD [l]:

Klasse: Bitte wählen... ▾

Zugänglichkeit: Bitte wählen... ▾

Alternative Maßnahmen: Bitte wählen... ▾

Auswerten

# Modellanwendung

Sicherheitstechnischer Vergleich

CHILVENTA

## Sicherheitstechnischer Vergleich

Vergleichspunkte und Hinweise	Kohlendioxid (R744)	Quellen für R744	Propan (R290)	Quellen für R290
<b>Maximale Kältemittelfüllmenge pro Kältekreis:</b>	keine Begrenzung der Füllmenge	DIN EN 378-1, Tabelle C.1, Abschnitt C.3	Füllmenge bis 30,4kg und nicht mehr als 25 kg	DIN EN 378-1, Tabelle C.2, Abschnitt C.2
<b>Hinweise zur Füllmenge:</b>	Es können mehrere Kälteanlagen mit maximaler Füllmenge installiert werden, jedoch dürfen diese nicht hydraulisch miteinander verbunden sein.	Geeignete Maßnahmen können eine Lüftung, Absperrventile oder ein Alarmsystem mit einer Gaswarnanlage sein sein. Genauere Spezifikationen sind in der DIN EN 378-3 Abschnitt 6, 8,9 und 10 beschrieben.	Es ist beim Vergleich zu berücksichtigen, dass sich die benötigten Kältemittelmengen auch unterscheiden.	Direkte Anlagentypen entsprechen der Ausstellungsklasse I oder II. Ein indirekter geschlossener Anlagentyp mit Druckwächter oder Entlüftung entspricht der Aufstellungsklasse III.
<b>Prüfzuständigkeit des größten Druckbehälters auf der Hochdruckseite</b>	ZÜS bei Pvi und wkP	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 4	ZÜS bei Pvi und wkP	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 3
<b>Prüfzuständigkeiten Rohrleitungen</b>	keine	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 9	keine	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 8
<b>Prüfanforderungen: Prüfung vor Inbetriebnahme</b>	keine Prüfung der Rohrleitungen und Prüfung der Druckbehälter durch eine ZÜS	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 4 und 9	keine Prüfung der Rohrleitung und Prüfung der Behälter durch eine ZÜS	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 3 und 8
<b>Prüfanforderungen: wiederkehrende Prüfung</b>	Die Druckanlage ist spätestens alle 10 Jahre wiederkehrend zu prüfen. Die wiederkehrende äußere Prüfung der Anlagenteile (auch Rohrleitungen) entfällt. Eine wiederkehrende innere Prüfung und Festigkeitsprüfung müssen nur durchgeführt werden, wenn das Anlagenteil zu Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb genommen wird.	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 12, Nr. 7.2	Die Druckanlage ist spätestens alle 5 Jahre wiederkehrend zu prüfen. Die wiederkehrende äußere Prüfung der Anlagenteile (auch Rohrleitungen) entfällt. Eine wiederkehrende innere Prüfung und Festigkeitsprüfung müssen nur durchgeführt werden, wenn das Anlagenteil zu Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb genommen wird	BetrSichV, Abschnitt 4, Tabelle 12, Nr. 7.2
<b>Hinweise zu Prüfungen:</b>	Wenn keine Prüfzuständigkeit gegeben ist, muss auch nicht geprüft werden.	Prüfungen durch die Zugelassene Überwachungsstelle verursachen weitaus höhere Kosten als eine Prüfung durch ein befähigte Person.	Wenn sich eine Druckanlage ausschließlich aus Teilen zusammensetzt, die durch eine bP geprüft werden dürfen, darf auch die Druckanlage durch die bP geprüft werden.	Hier werden nur die Prüfzuständigkeiten mit der potentiell höchsten Kategorie ermittelt.
<b>Kategorie des Bauteils mit dem größten Volumen auf der Hochdruckseite:</b>	Kategorie IV	DIN EN 378-2, Anhang B, Tabelle B.1	Kategorie IV	DIN EN 378-2, Anhang B, Tabelle B.1
<b>Kategorie der größten Rohrleitung:</b>	Art. 4.3 DGRL	DIN EN 378-2, Anhang B, Tabelle B.2	Art. 4.3 DGRL	DIN EN 378-2, Anhang B, Tabelle B.2
	Je höher die Kategorie des Jeweiligen Bauteils, desto höher sind die Anforderungen durch die DGRL Gesamtanlagen dürfen als Baugruppe	Die Kategorie der Kälteanlagenbaugruppe muss nach der höchsten Kategorie der	Da keine Informationen zum maximal zulässigen Druck der Anlagenteile gegeben sind, wird der Hochdruck, welcher im Normalbetrieb besteht, mit einem Faktor von 1,3	Mit dem Tool können auch die Kategorien anderer Druckbehälter oder Rohrleitungen

## Fazit und Ausblick

- Informationen:
  - Normen und Richtlinien recherchiert
  - Informationen zu den Kältemitteln recherchiert

## Fazit und Ausblick

- Informationen:
  - Normen und Richtlinien recherchiert
  - Informationen zu den Kältemitteln recherchiert
- Tool:
  - Sicherheitstechnischer Vergleich erfolgt
  - Stoff- und Anlagendaten beschafft
  - Energetischer Vergleich theoretisch erfolgt
    - Erweiterung um reale Anlagendaten
    - Einbindung in Website

## Fazit und Ausblick

- Informationen:
  - Normen und Richtlinien recherchiert
  - Informationen zu den Kältemitteln recherchiert
- Tool:
  - Sicherheitstechnischer Vergleich erfolgt
  - Stoff- und Anlagendaten beschafft
  - Energetischer Vergleich theoretisch erfolgt
    - Erweiterung um reale Anlagendaten
    - Einbindung in Website
- Links:
  - Hersteller von geeigneten Komponenten recherchiert
    - Erstellen einer Komponentendatenbank

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**



**Interesse?**

**Besuchen Sie uns am Stand  
der CoolExpert GmbH  
Stand 9-118**

**Chillventa Specialist Forums 2022**  
**Chillventa Fachforen 2022**

**CONNECTING  
EXPERTS.**

