

HOCHTEMPERATUR WÄRMEPUMPEN – MESSERGEBNISSE EINER LABORANLAGE MIT HFO-1336MZZ-Z BIS 160°C KONDENSATIONSTEMPERATUR

FRANZ HELMINGER, Michael Hartl, Thomas Fleckl Austrian Institute of Technology (AIT)

Konstantinos (Kostas) Kontomaris, Ph.D. Chemours Fluoroproducts

Julian Pfaffl
BITZER Kühlmaschinenbau GmbH



Inhalt

- Projektinformation
- Kältemitteldaten HFO-1336MZZ-Z
- Versuchsaufbau
- Ergebnisse
- Fazit

Projektinformation



Motivation

Der industrielle Wärmebedarf ist ein wesentlicher Teil des Wärmebedarfs weltweit. Wärmebereitstellung bei Temperaturen oberhalb von 100°C wird von Verbrennung von fossilen Energieträgern mit schwankenden Preisen und bekannten Umweltauswirkungen dominiert. Industrielle Abwärme könnte mit Hochtemperaturwärmepumpen auf ein Temperaturniveau gehoben werden, welches in industriellen Prozessen erforderlich ist.

Ziel

Experimentelle Validierung des Hochtemperaturkältemittels **HFO-1336mzz-Z** (ebenfalls bekannt unter **DR-2**) für Wärmepumpen mit hohen Kondensationstemperaturen.

Fördergeber

KLIEN: Neue Energien 2020

Projektdurchführung

Austrian Institute of Technology (AIT)







Projektpartner











HFO-1336mzz-Z







Kältemitteldaten



	HFO-1336mzz-Z
Normal-Siedepunkt (°C)	33
Kritische Temperatur (°C)	171
Kritischer Druck (bar)	29
ODP	None
GWP ₁₀₀	2
Sicherheitsklasse	A1

Berechnungen



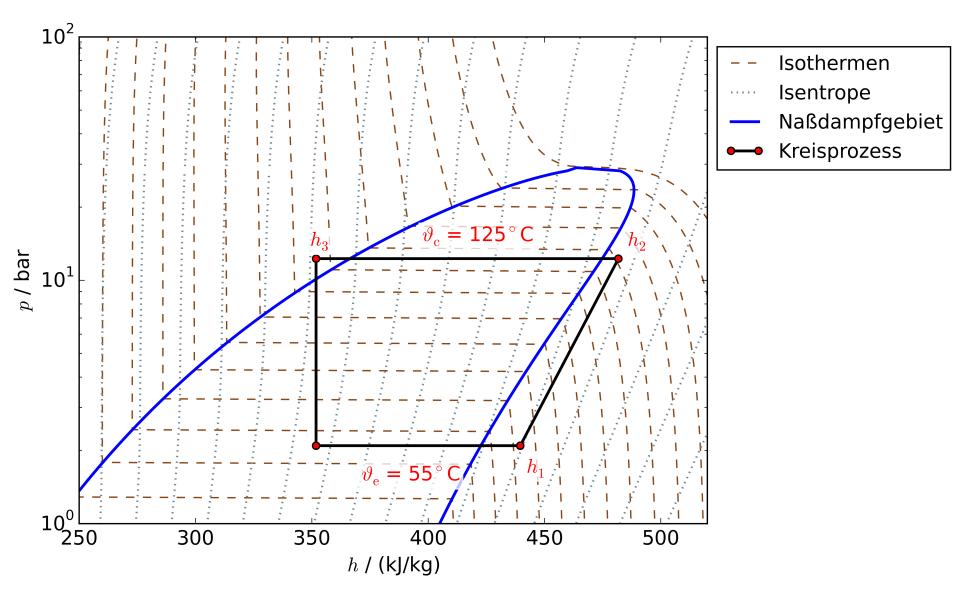
- Berechnungen eines einfachen Wärmepumpenkreislaufes mit folgenden Randbedingungen
 - Verdampfungstemperatur von 30°C bis 90°C
 - Kondensationstemperatur von 75°C bis 160°C
 - Heizleistung von 12 kW bei Verdampfungstemperatur von 65°C und Kondensationstemperatur von 100°C
 - Erfahrungswerte von isentropem Wirkungsgrad und volumetrischer Effizienz des Verdichters
 - Sauggasüberhitzung in Abhängigkeit des Kältemitteltemperaturhubs

Kältemitteltemperaturhub [K]	Sauggasüberhitzung [K]
35	10
70	18

Flüssigkeitsunterkühlung konstant 9K

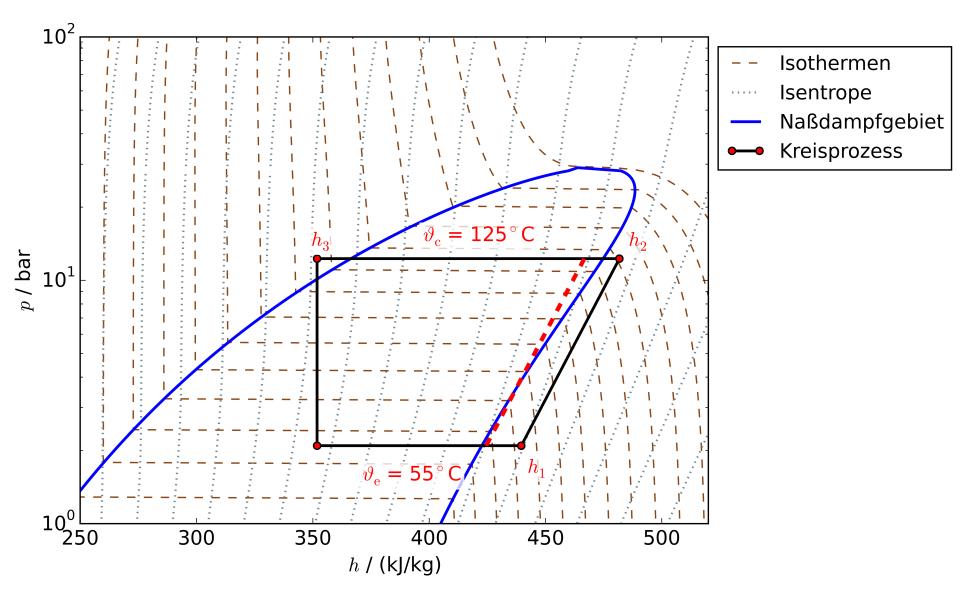
Berechnungen





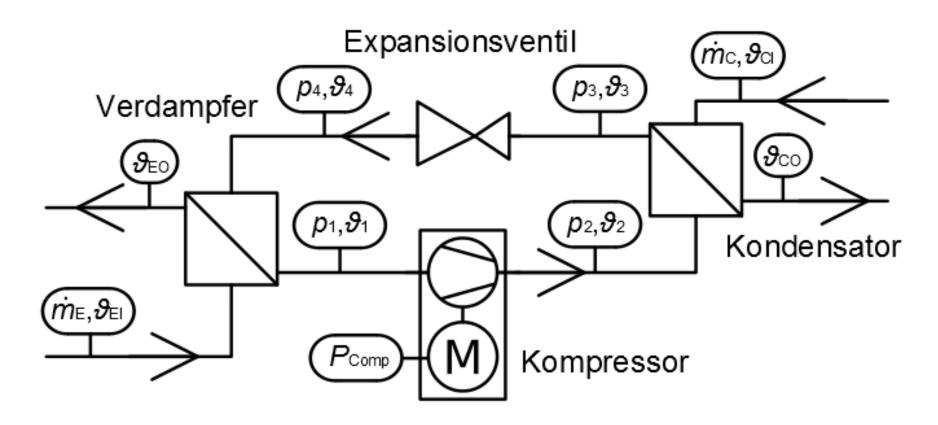
Berechnungen





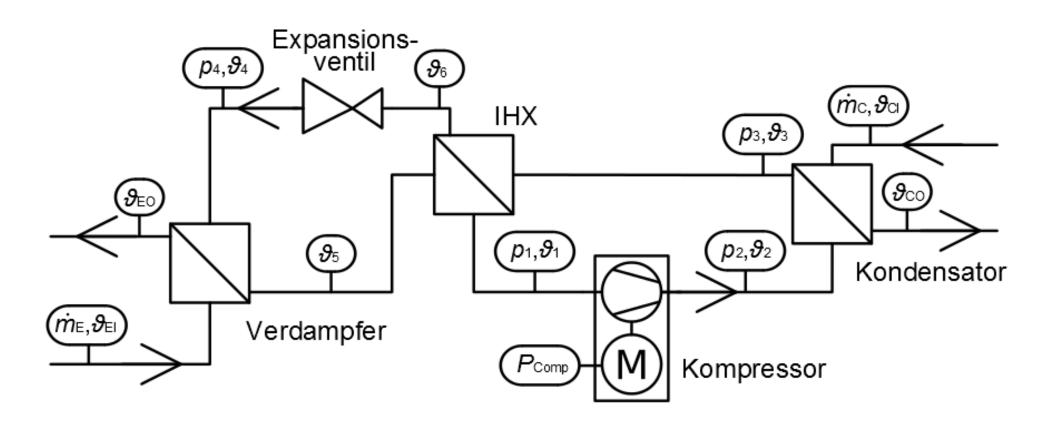


- Zwei Konfigurationen von Wärmepumpenkreisläufen mit einstufiger Verdichtung
 - Einfacher Wärmepumpenkreislauf



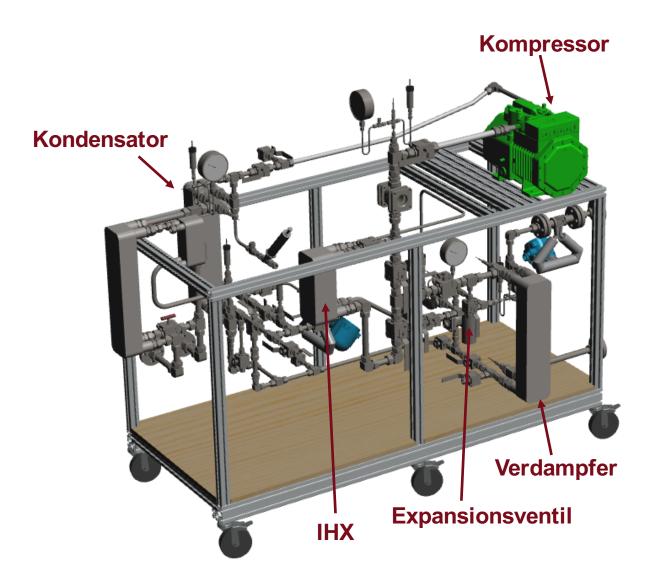


- Zwei Konfigurationen von Wärmepumpenkreisläufen mit einstufiger Verdichtung
 - Wärmepumpenkreislauf mit internem Sauggasüberhitzer (IHX)





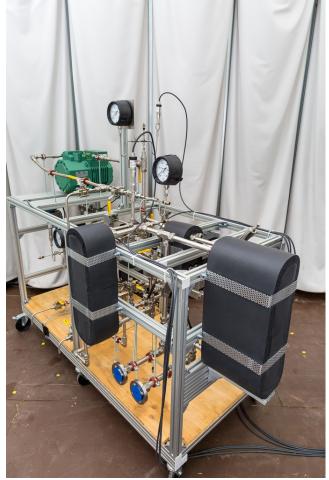
- Mobiler und modularer
 Versuchsaufbau
- Hubkolbenverdichter mit minimalen Modifikationen
- Marktverfügbare Plattenwärmeübertrager von SWEP













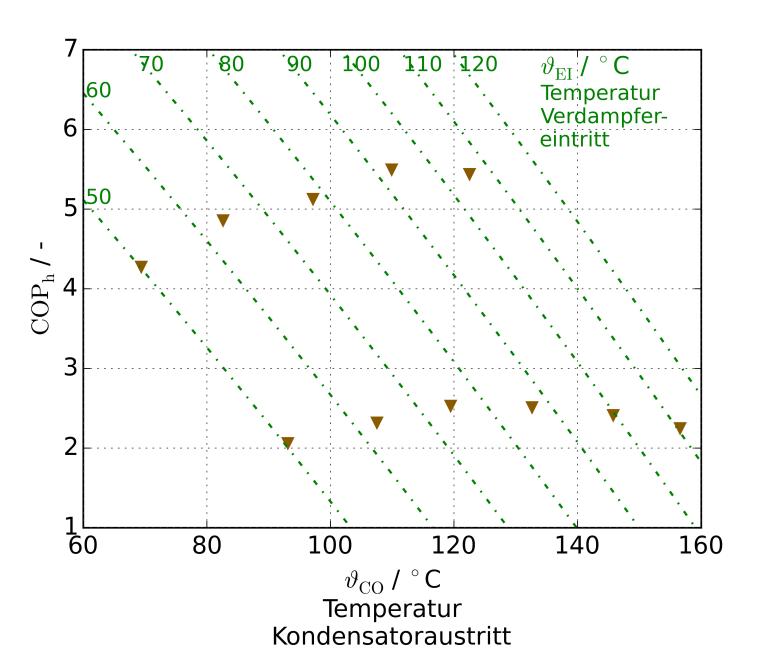
- Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen gemäß Berechnungen
- Justierung der Verdampfungs- und Kondensationstemperatur, der Flüssigkeitsunterkühlung und der Sauggasüberhitzung anhand von Temperaturen ϑ_{El} und ϑ_{CO} und Massenströmen $\dot{m}_{\mathcal{C}}$ und $\dot{m}_{\mathcal{E}}$
- Gleichungen

$$\begin{split} \vartheta_{\rm c} &= \vartheta_{\rm c}(p_2) & \Delta T_{\rm sc} &= \vartheta_{\rm c} - \vartheta_3 \\ \vartheta_{\rm e} &= \vartheta_{\rm e}(p_1) & \Delta T_{sh} &= \vartheta_1 - \vartheta_e \\ & {\rm COP_h} &= \frac{\dot{m}_{\rm C} \, c_{\rm p,H2O}(\vartheta_{\rm CO} - \vartheta_{\rm CI})}{P_{\rm Comp}} \end{split}$$

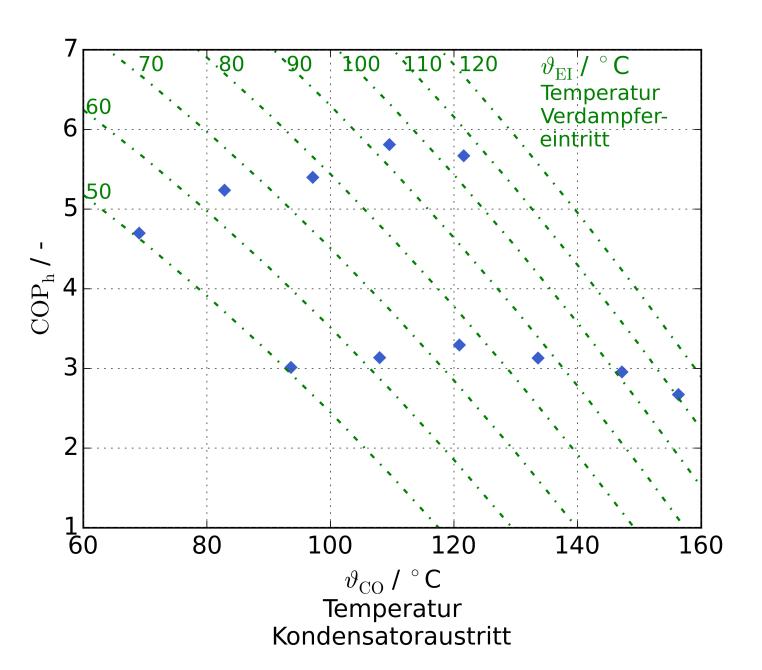
Resultierende Flüssigkeitsunterkühlung

	Flüssigkeitsunterkühlung [K]
Einfacher Wärmepumpenkreislauf	8,5 bis 10,9
Wärmepumpenkreislauf mit internem Sauggasüberhitzer	6,5 bis 13,3

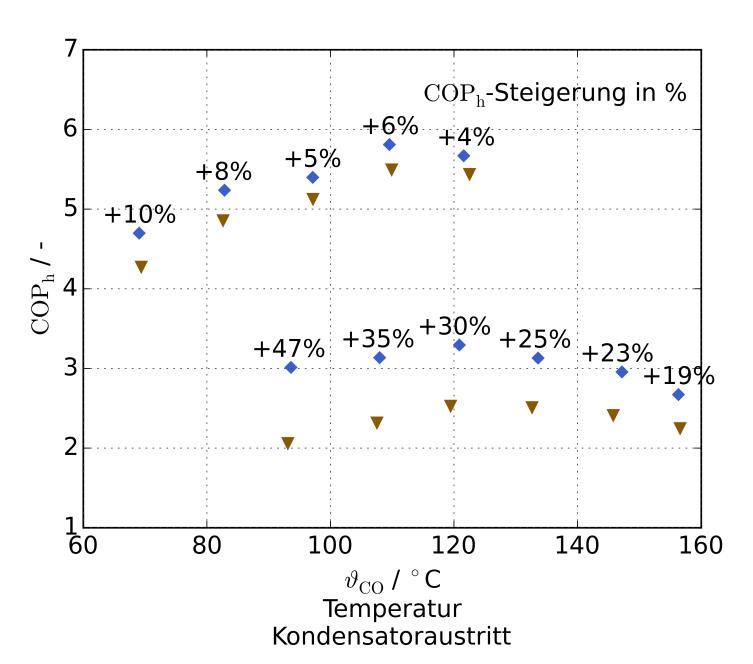




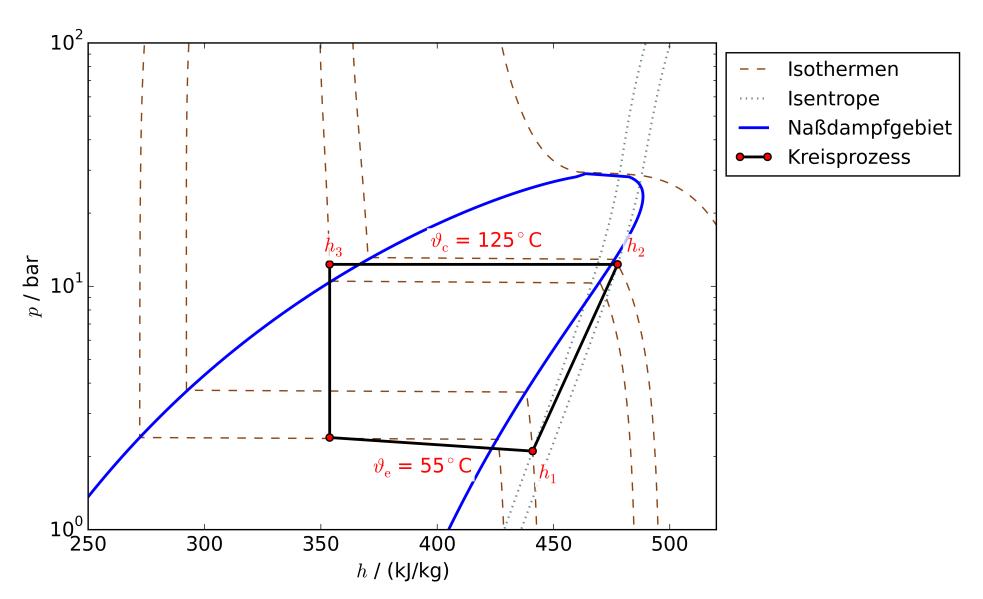




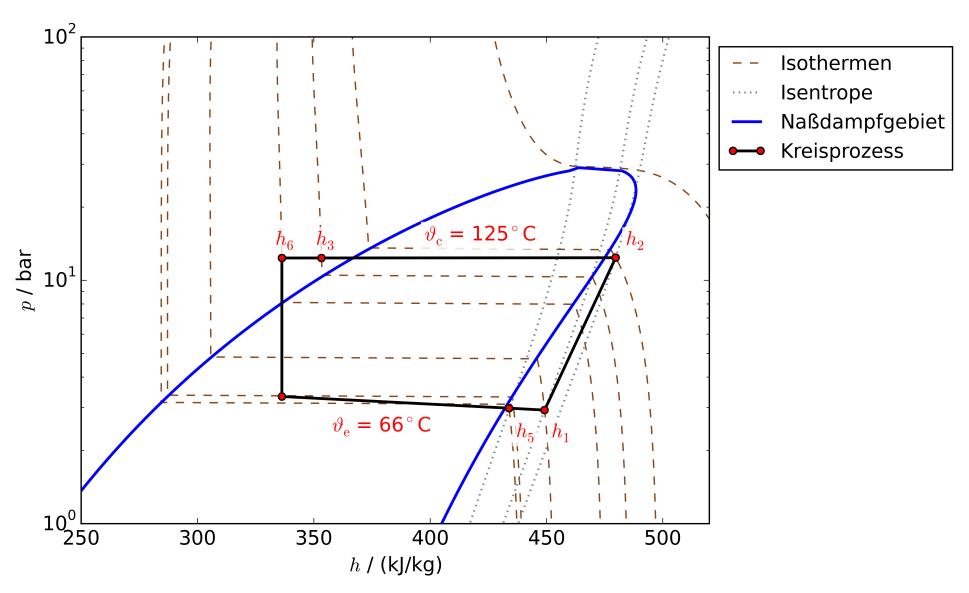














Fazit

- Elektrisch angetriebene Hochtemperatur-Kompressionswärmepumpe mit HFO-1336mzz-Z im Labormaßstab experimentell getestet.
- Marktverfügbare Komponenten eingesetzt mit minimalen Modifikationen am Hubkolbenverdichter.
- Kondensationstemperatur bis zu etwa 160°C und Verdampfungstemperatur bis zu etwa 90°C anhand von zwei Wärmepumpenkreisläufe demonstriert.
- Heizleistungszahl COP_h ermittelt und von beiden Wärmepumpenkreisläufen gegenübergestellt. Signifikante Steigerung bei Einsatz eines internen Sauggasüberhitzers nachgewiesen.
- Weiterführende System- und Komponentenoptimierungen werden auf Wärmepumpen mit höherer Leistung abzielen. Eine weitere Steigerung der Heizleistungszahl COP_h ist dabei zu erwarten.



Danke!!

Fragen:

Franz Helminger franz.helminger@ait.ac.at