VERSUCHSANLAGE FÜR HOCHTEMPERATUR-WÄRMEPUMPEN MIT R718

Steffen Klöppel, Göksel Özuylasi

DLR

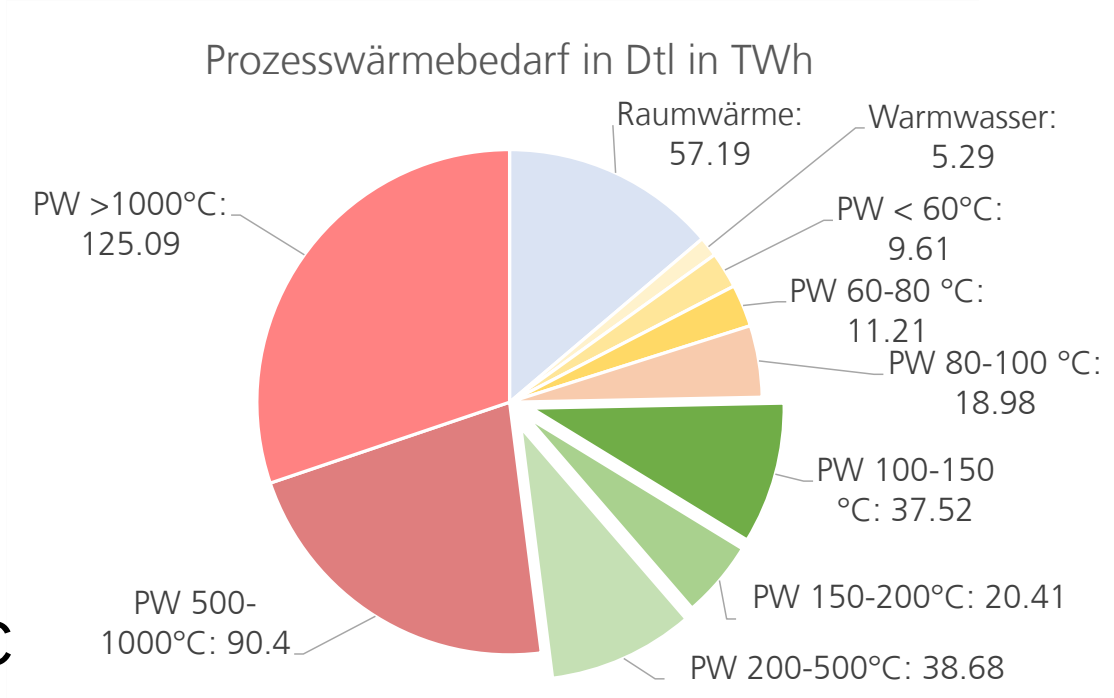
Übersicht

- Motivation
- Vorversuche – Verdichtertests
- Entwicklung des Kreislaufs
- Ausblick

Prozesswärmebedarf

- Dtl: 1583 PJ Prozesswärme[1]
  - 6% durch Erneuerbare bereitgestellt
  - Überwiegend Erdgas (45%)
  - Großer Anteil bei sehr hohen Temperaturen
  - Im Bereich zw. 100 °C und 200 °C ca. 210 PJ[2]

- Europa: 378 PJ pro Jahr bei 150 bis 200 °C



1 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html

2 Estimating the potential of industrial (high-temperature) heat pumps for exploiting waste heat in EU industries, Applied Thermal Engineering, Volume 156, 2019

Ansatz DLR-DI

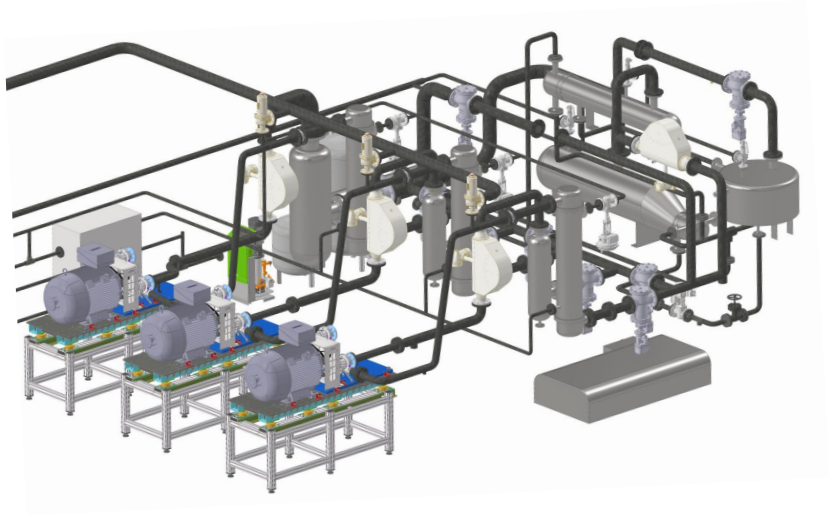
Senkentemperatur < 200 °C (250°C)

Dampfkompression (Rankine-Kreislauf)

Wasserdampf

Quellentemperaturen > 70°C

Hohe Druckverhältnisse je Verdichter



Senkentemperatur > 200 °C

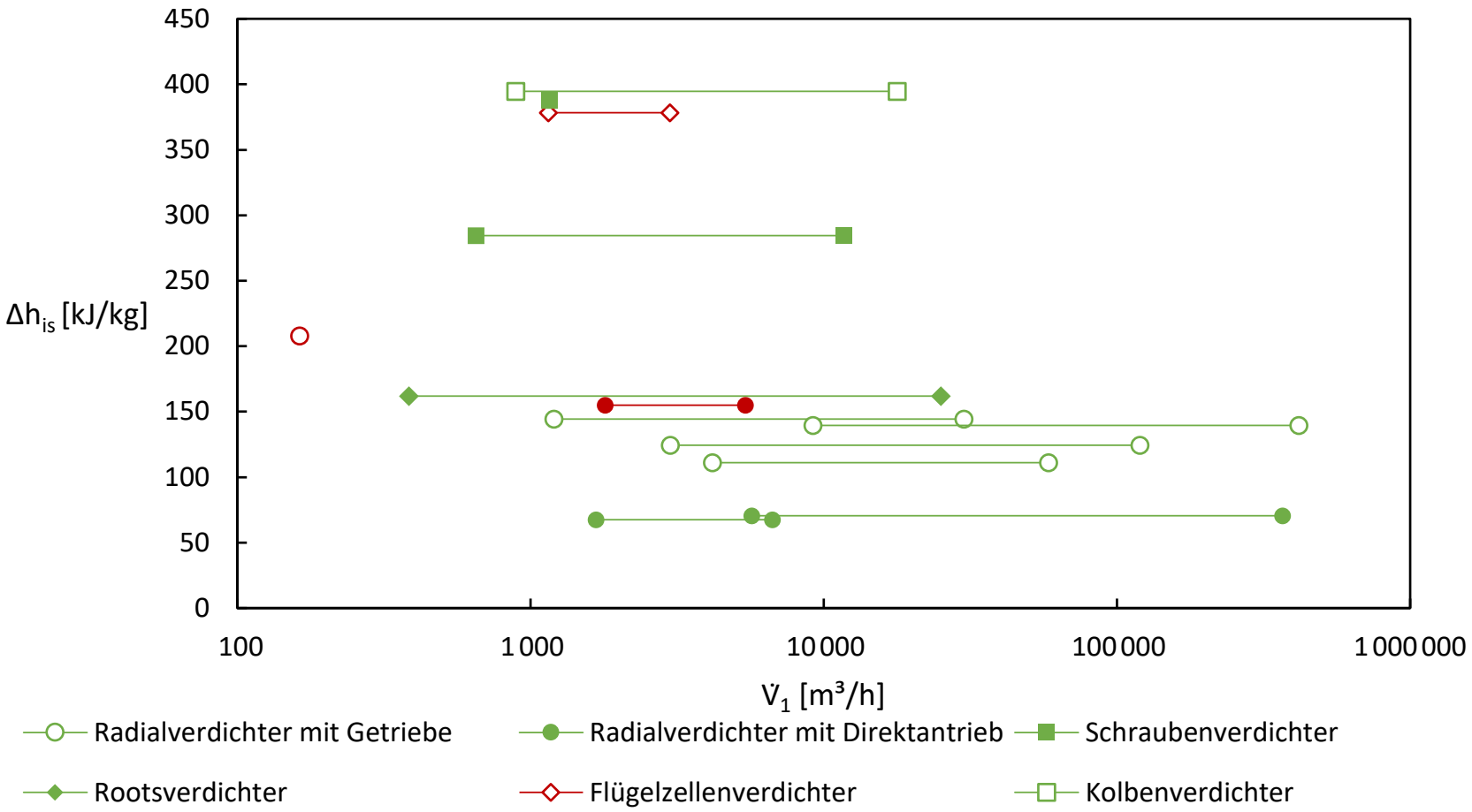
Linksläufiger Brayton-Kreislauf

Luft/Argon

Hohes ΔT → moderate COPs

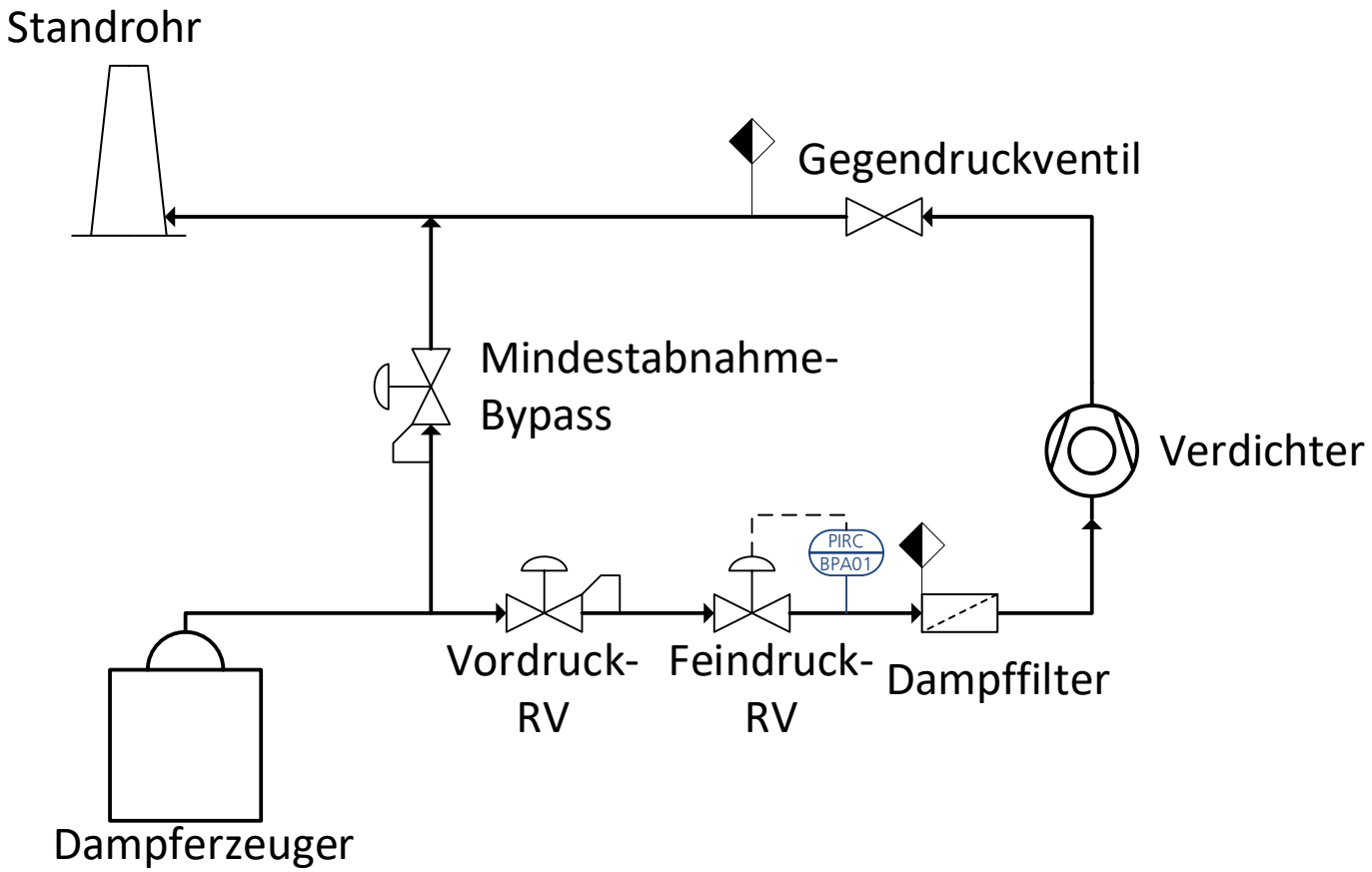
Gleichzeitig Wärme und Kälte

Dampfverdichterentwicklung



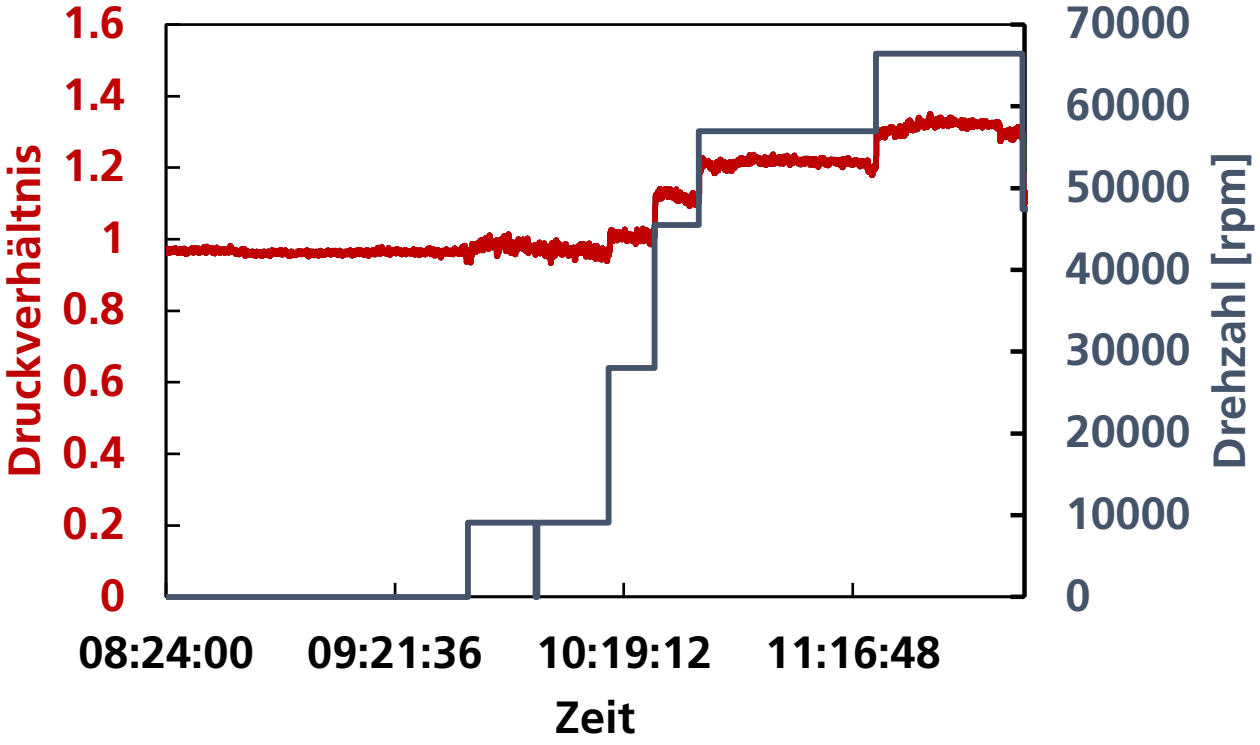
Vorpilot – Dampfverdichter Prüfstand

- Teststand für Untersuchung und Vermessung von Dampfverdichtern
- Vorkonditionierung des Dampfs
- Trennung schwarz/weiß



Erste Messergebnisse

- Vermessung Serienverdichter für Luft mit Dampf
- Beschränkung auf 70000 rpm
  - Sichere Drehzahl (Impeller + Gehäuse aus Alu)
- Zukünftig Fertigung aus Titan/Edelstahl
- Druckverhältnis 1,3 bei 70%



Projektziele

Ziele:

- Entwicklung einer Versuchsanlage für HTWP mit Wasser als Arbeitsmedium
- Demonstrieren eines Temperaturhubs von 100 °C auf 150 °C mit zwei Verdichtern
- Demonstrieren eines Temperaturhubs von 120 °C auf 200 °C mit drei Verdichtern
- Entwicklung einer flexiblen Versuchsplattform
- Ausbildung von Ingenieuren und Wissenschaftlern

Prozessarchitektur

Primärkreislauf:

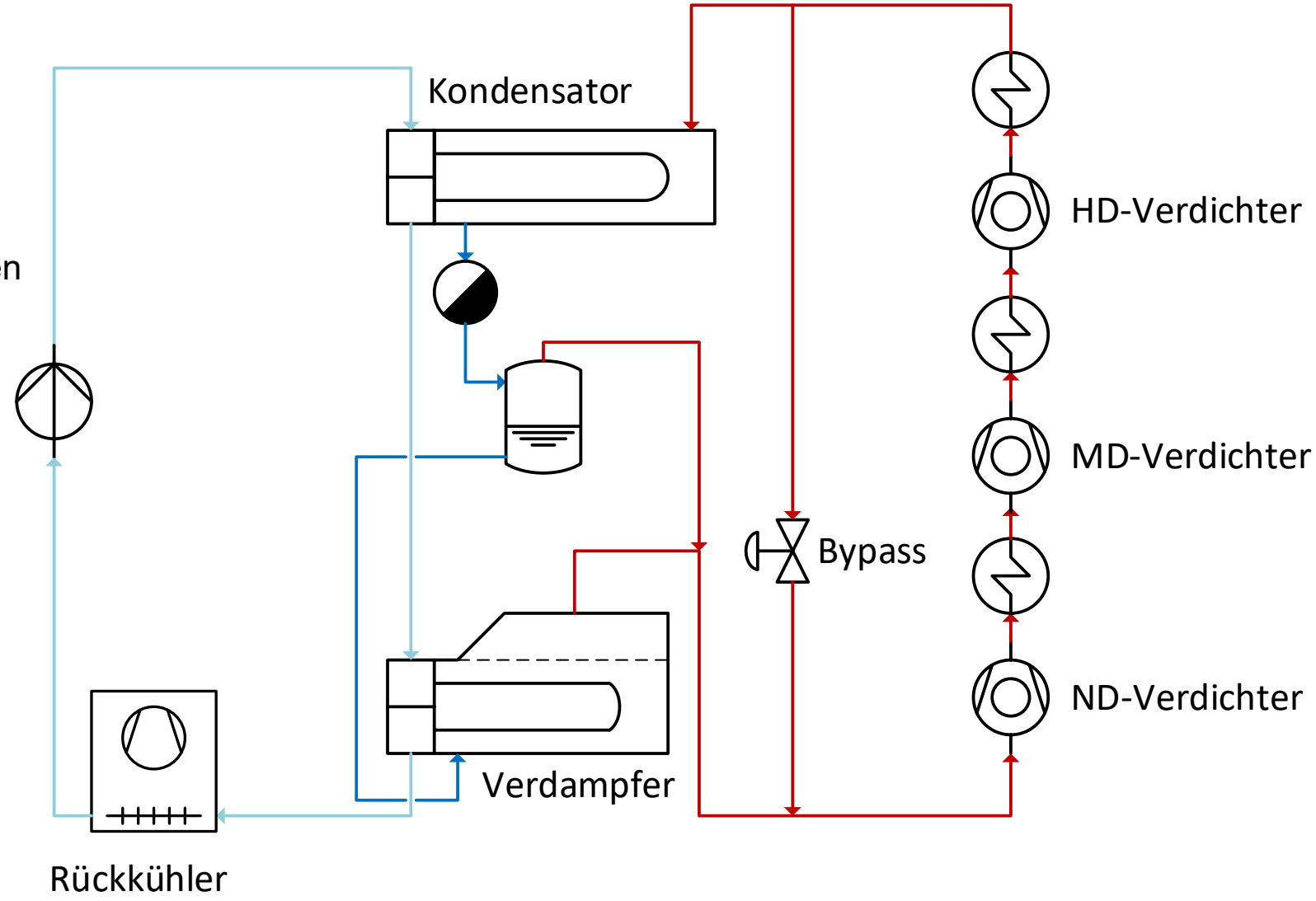
- Eigentliche HTWP

HT-Sekundärkreislauf:

- Thermischer „Kurzschluss“ + Anfahren

NT-Sekundärkreislauf:

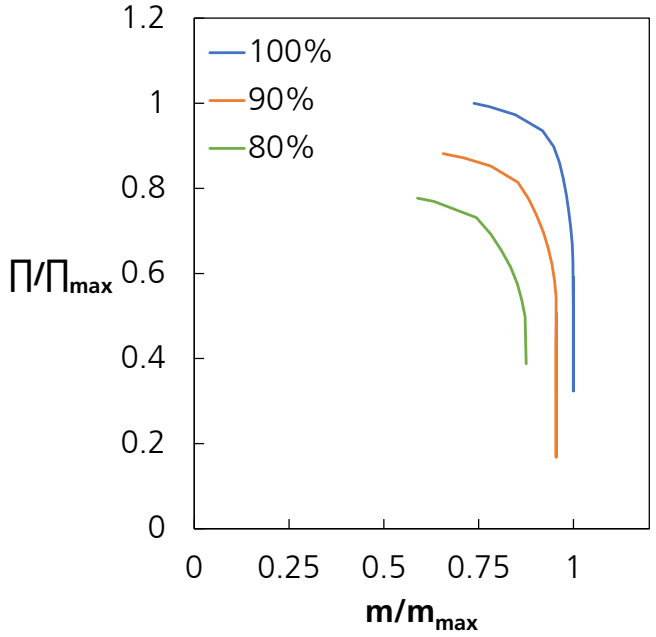
- Dampfkühlung

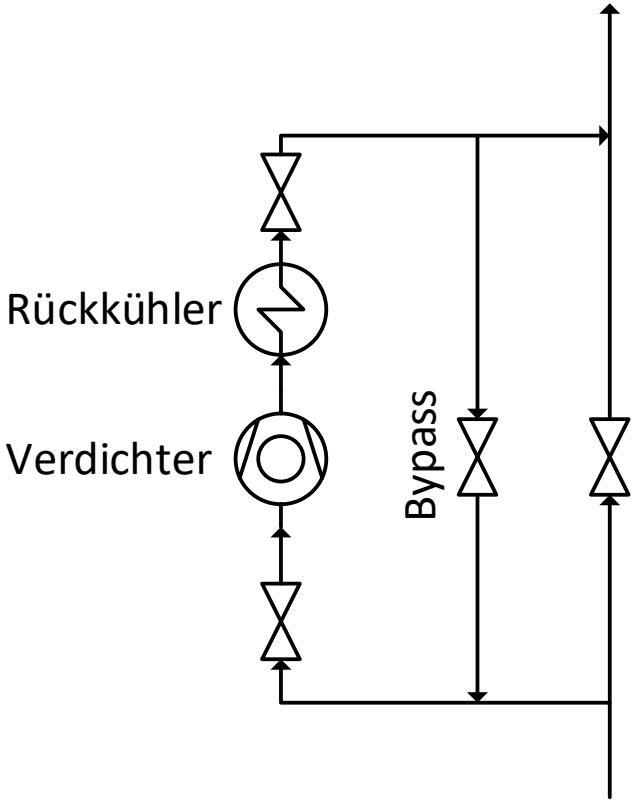


Prozessarchitektur

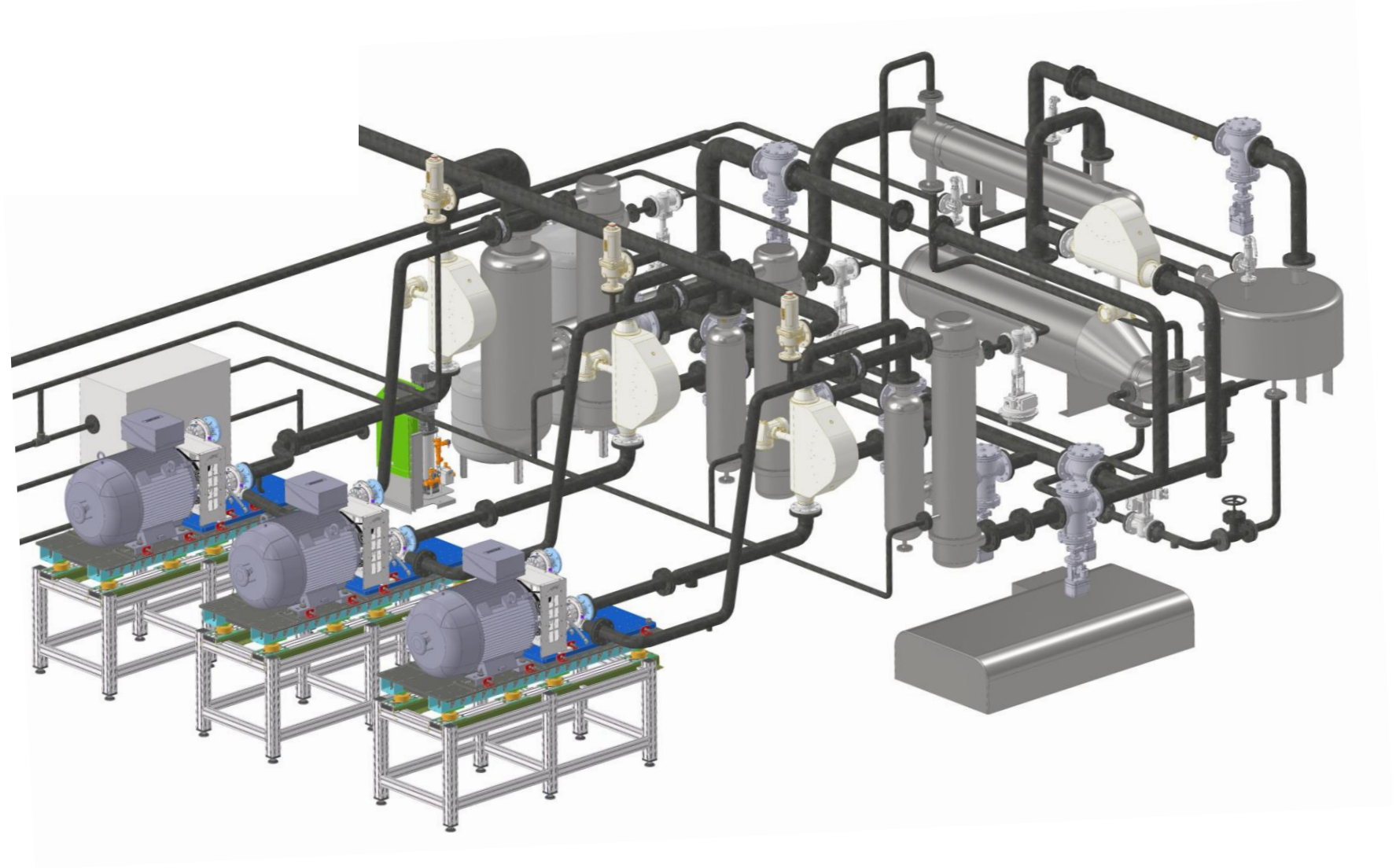
Verdichterstation

- Möglichkeit Verdichter einzeln zuzuschalten
- Bypass zur Anpassung
  - Anfahren
  - „Gemischte“ Verdichter im Versuchsbetrieb





Übersicht der Anlage



Angestrebte Parameter

COP 100°C→150°C: 5,0

COP 120°C→200°C: 3,7

Druckverhältnis je Verdichter bis 2,3

Wärmeabgabe: 800 kW am Kondensator

Ausblick

- Erweiterung Verdichterteststand bis 04/2024
- Aufbau Anlagentechnik bis 06/2024
- Vorversuche ab 07/2024
- Voll einsatzbereit ab Q1/2025

Impressum

Thema:	**Versuchsanlage für Hochtemperatur-Wärmepumpen mit R718**
Datum:	2023-11-24
Autor:	Steffen Klöppel
Institut:	Institut für CO_2-arme Industrieprozesse
Bildcredits:	Alle Bilder „DLR (CC BY-NC-ND 3.0)“, sofern nicht anders angegeben