



 **vorbuchner**
cryogenics & gas applications

20 K Kälteanlagen für Supraleiter

Wilhelm Vorbuchner
ZIEHL IX 10. – 11. APRIL 2024

- Welches Einsatzgebiet haben Helium-Kälteanlagen?
- 20K Kälteanlagen
 - Wo werden diese Anlagen benötigt?
 - Systemkomponenten
 - Design und Auswahl des Kältemittels
 - Vorteile unserer turbinenbasierten Kälteanlagen
- Forecast



Welches Einsatzgebiet haben Helium-Kälteanlagen?

Helium Kälteanlagen werden in folgenden Branchen benötigt:

- Universitäten: Grundlagenforschung, Supraleiter Technologie
- Forschungseinrichtungen: Teilchenphysik, Beschleuniger, Kalte Neutronenquellen
- Industrieunternehmen: Supraleiter Technologie, Glasfaserproduktion, Titan Schmelzanlagen



Wo werden 20K Kälteanlagen benötigt?

- **Kühlen von Supraleitern**
- Kalte Neutronenquellen
(Kühlen von Deuterium)
- Verflüssigung von Wasserstoff



Systemkomponenten einer 20K Kälteanlage

20K Kälteanlagen sind kundenspezifische Anlagen mit standardisierten Komponenten

Standardisierte Komponenten

- Schraubenkompressor
- Oil-Remover-System / Druck-Regelstation
- Helium Speicher Tank
- Dynamisch gasgelagerte Turbinen

Kundenspezifisch

- Wärmeübertrager
- Cold Box



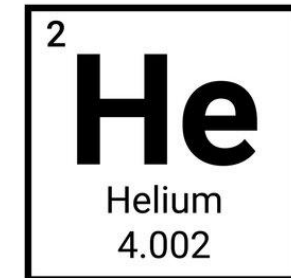
Design einer 20K Kälteanlage und Auswahl des Kältemittels

Kältemittel Helium

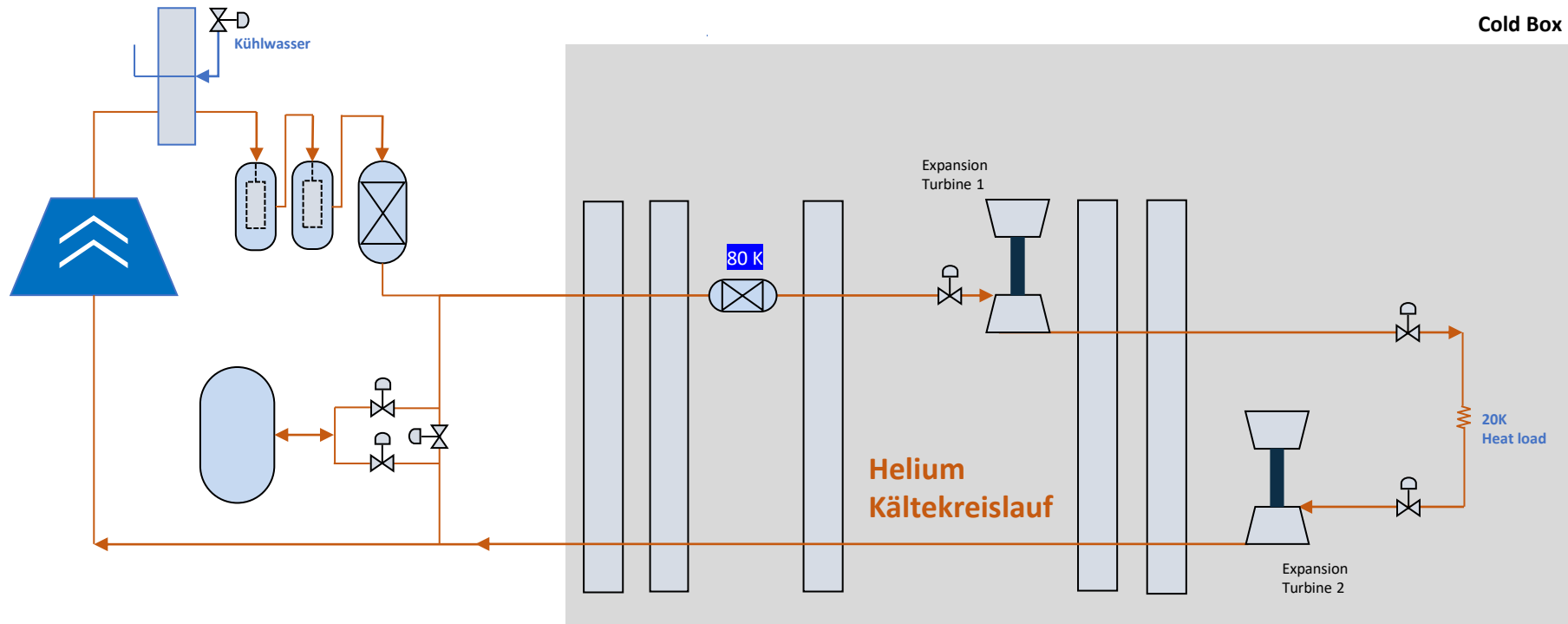
- Helium Turbo Brayton Cycle
- Wasserstoff Verflüssiger
 - Helium Brayton Cycle (0,1 – 5 tpd)

Kältemittel Wasserstoff

- Wasserstoff Verflüssiger
 - Hydrogen Claude Cycle (3 - 100 tpd)



Process Flow Diagram - Helium Turbo Brayton Cycle

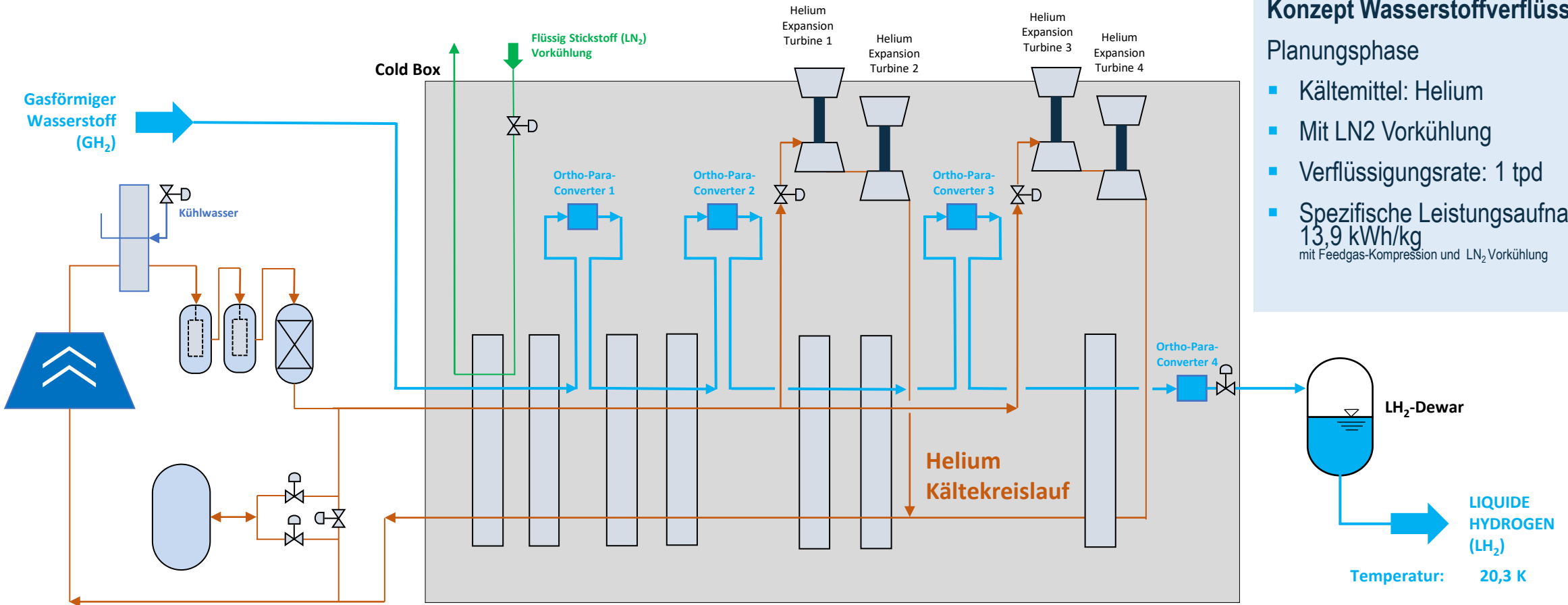


SuprAL Projekt

Planungsphase

- Kältemittel: Helium
- Ohne LN2 Vorkühlung
- Cryogenic Power: 1.200 [W] @20K
- Input Power: 95 [kW]
- 1/COP: 79 [W/W]

Process Flow Diagram - Wasserstoffverflüssigung



Konzept Wasserstoffverflüssigung

Planungsphase

- Kältemittel: Helium
- Mit LN_2 Vorkühlung
- Verflüssigungsrate: 1 tpd
- Spezifische Leistungsaufnahme: 13,9 kWh/kg mit Feedgas-Kompression und LN_2 Vorkühlung

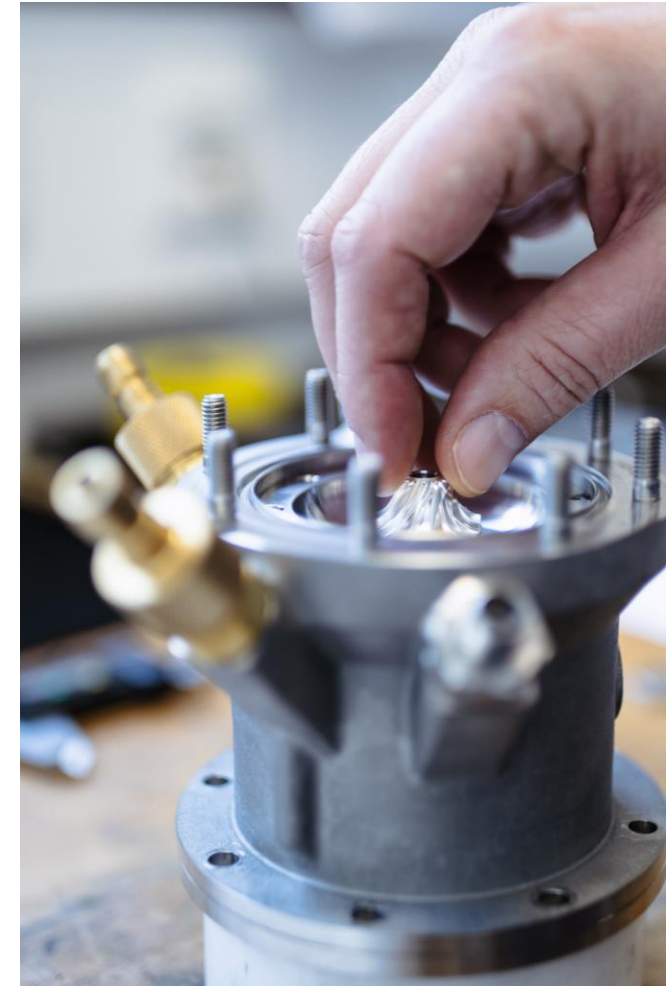
Vorteile unserer turbinenbasierten Kälteanlagen

Helium Turbo Brayton Cycle

- 1/COP: 65 - 90 [W/W]
- Geringer Wartungsaufwand

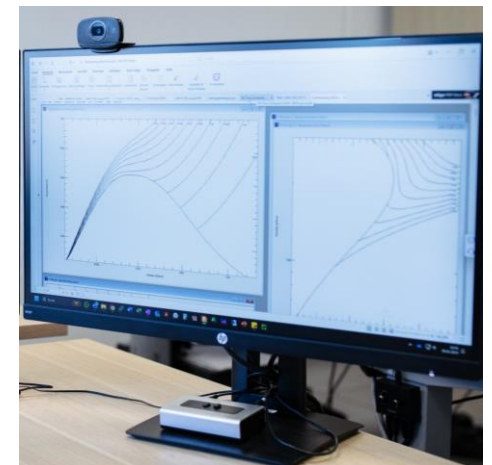
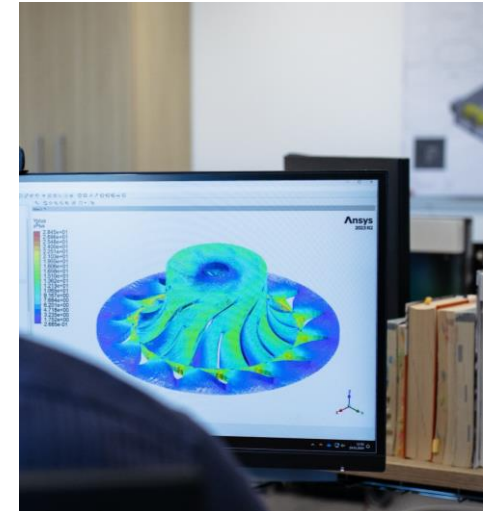
Wasserstoff Verflüssigung

- Spezifische Leistungsaufnahme:
12,3 – 15,0 kWh/kg
mit Feedgas-Kompression und LN₂ Vorkühlung
- Geringer Wartungsaufwand

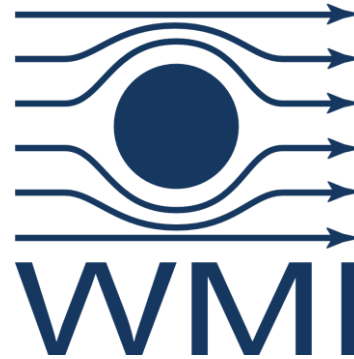


Forecast

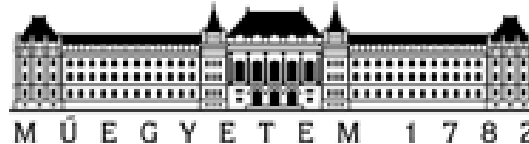
- Standardisierung von 20K Kälteanlagen
 - Kälteleistung 0,4 – 10 kW
- Entwicklung eines 60 – 80 K Kälteanlagen
 - Reverse Turbo Brayton cycle
 - 10 – 50 kW Kälteleistung @77K
 - $1/\text{COP}$ @ 77K: <8 [W/W]
- Verbesserung der Effizienz von Turbinen mittels CFD



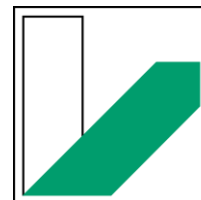
Referenzen von Helium Verflüssigungsanlagen



FRM II
Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz



INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



**UNIVERSITÄT
BAYREUTH**

UNA
Universität
Augsburg
University

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

vorbuchner.com

