TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

DRESDEN concept

Sebastian Eisenhut
Fakultät Maschinenwesen // Institut für Energietechnik
Bitzer-Professur für Kälte-, Kryo- und Kompressorentechnik

Eine neue Messvorrichtung für die Bestimmung der Aktivität von Ortho-Para-Katalysatoren

DKV-Tagung, Magdeburg // 17.11.2022

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

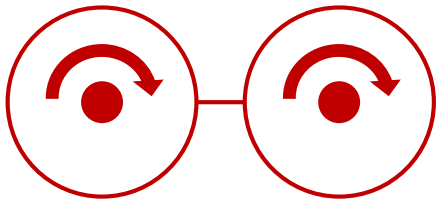
Inhalt

1. Motivation
2. Messvorrichtung – Konzept
3. Messvorrichtung – Umsetzung
4. Zusammenfassung

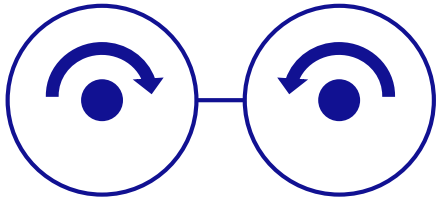
[MolecularProducts]

Motivation

Ortho- und Parawasserstoff

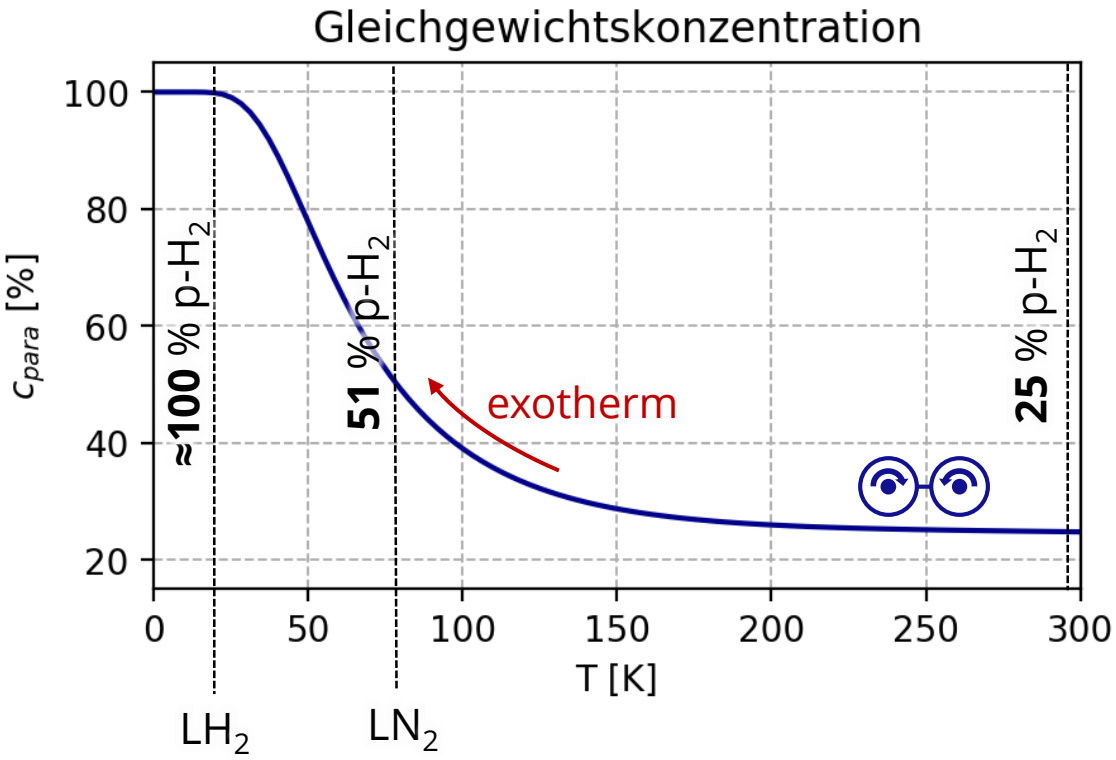


Ortho-H_2



Para-H_2

Die Ortho-Para-Umwandlung ist **exotherm**.
Für eine ***zügige*** Umwandlung ist ein **Katalysator** nötig.



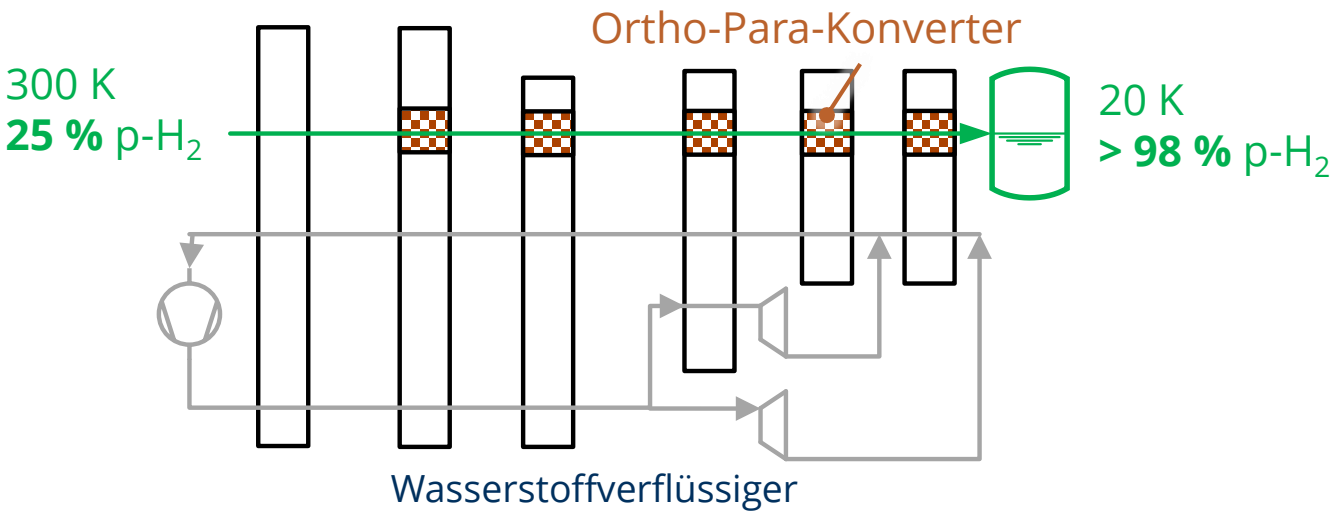
Es sollen neue H_2-Verflüssiger gebaut werden, …

Drastisches **Wachstum der H_2-Verflüssigungsleistung**

Effizienz muss steigen & **Kosten** müssen sinken

Daher **viel *größere* Anlagen** notwendig (5 tpd → 50 …. 150+ tpd)

	Energ. Aufwand
Ältere Verflüssiger	36 … 45 % von H_u
Machbarkeitsstudie	18,7 % von H_u
Theoret. Minimum	11,8 % von H_u



Der Standard:
IONEX-Type OP-Catalyst

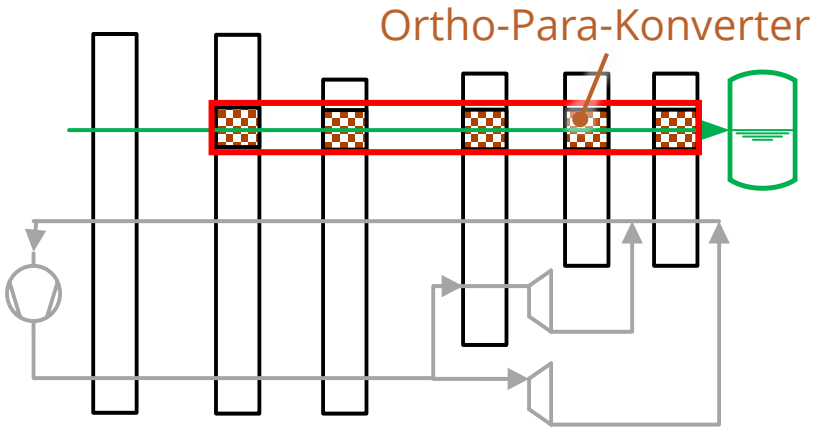
… aber die Auslegung der O-P-Konverter ist ein „Glücksspiel“

Korrekte **Auslegung des Ortho-Para-Konverters essenziell** für Gesamtanlage

- **Effizienz & Kosten**
- Technische & finanzielle **Risiken**

Aber: Messdaten zur kat. Aktivität *absolut ungenügend*

- **Sehr alt** (50er und 60er Jahre)
- **Inkonsistent**
- **Arbeitsbereich** moderner O-P-Konverter **nicht abgedeckt**



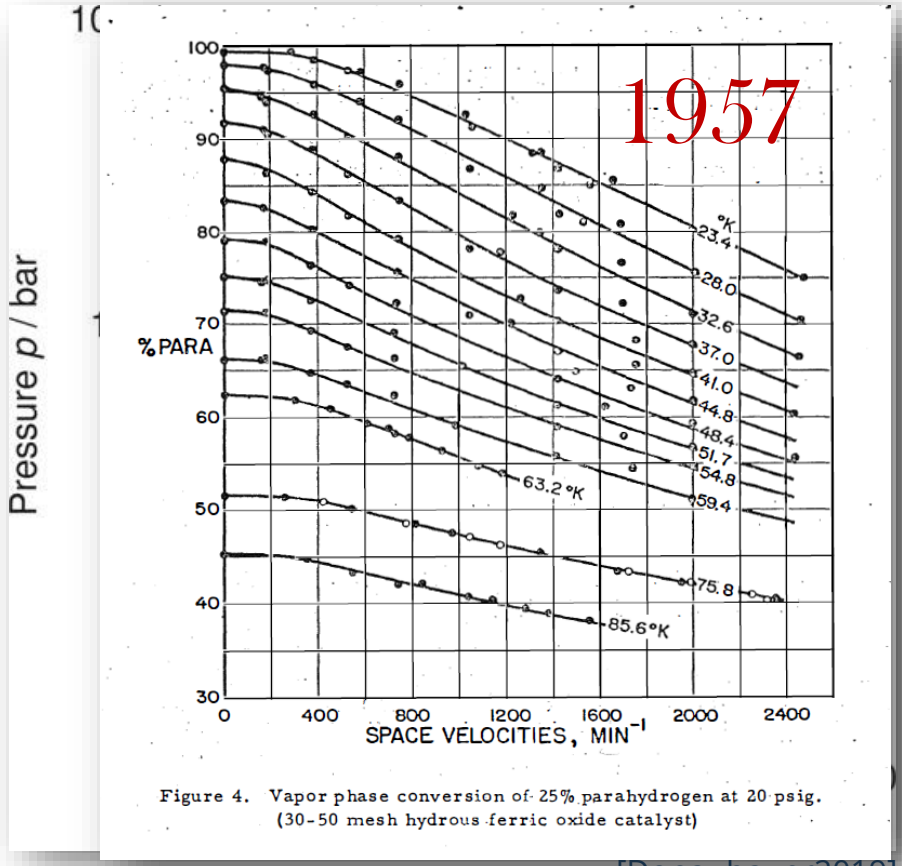


Figure 4. Vapor phase conversion of 25% parahydrogen at 20 psig. (30-50 mesh hydrous ferric oxide catalyst)

[Donaubauer2019]
[Weitzel1957]

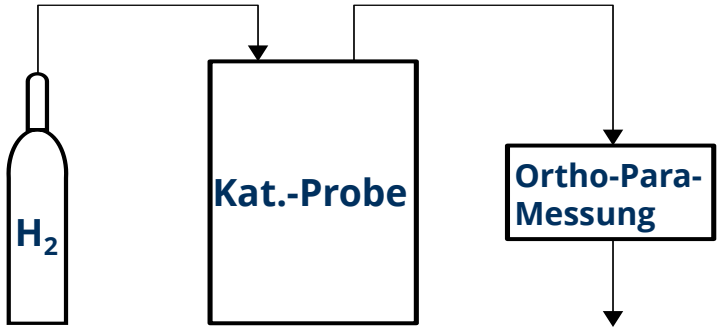
Projekt HyCat

Geldgeber: BMBF („Ideenwettbewerb Wasserstoffrepublik Deutschland“, Förderkennzeichen 03SF0639)

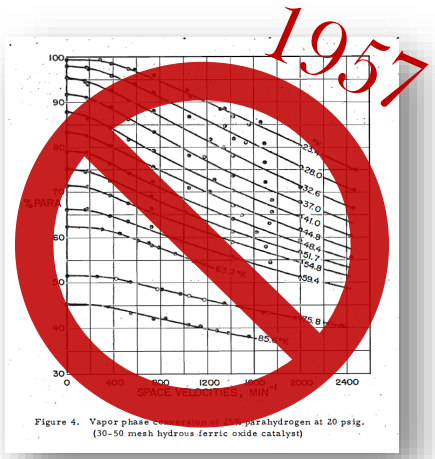
Laufzeit: 10/2021 – 09/2024

Projektziele

1. Bau einer **Messvorrichtung** zur Qualifizierung von **O-P-Katalysatoren**



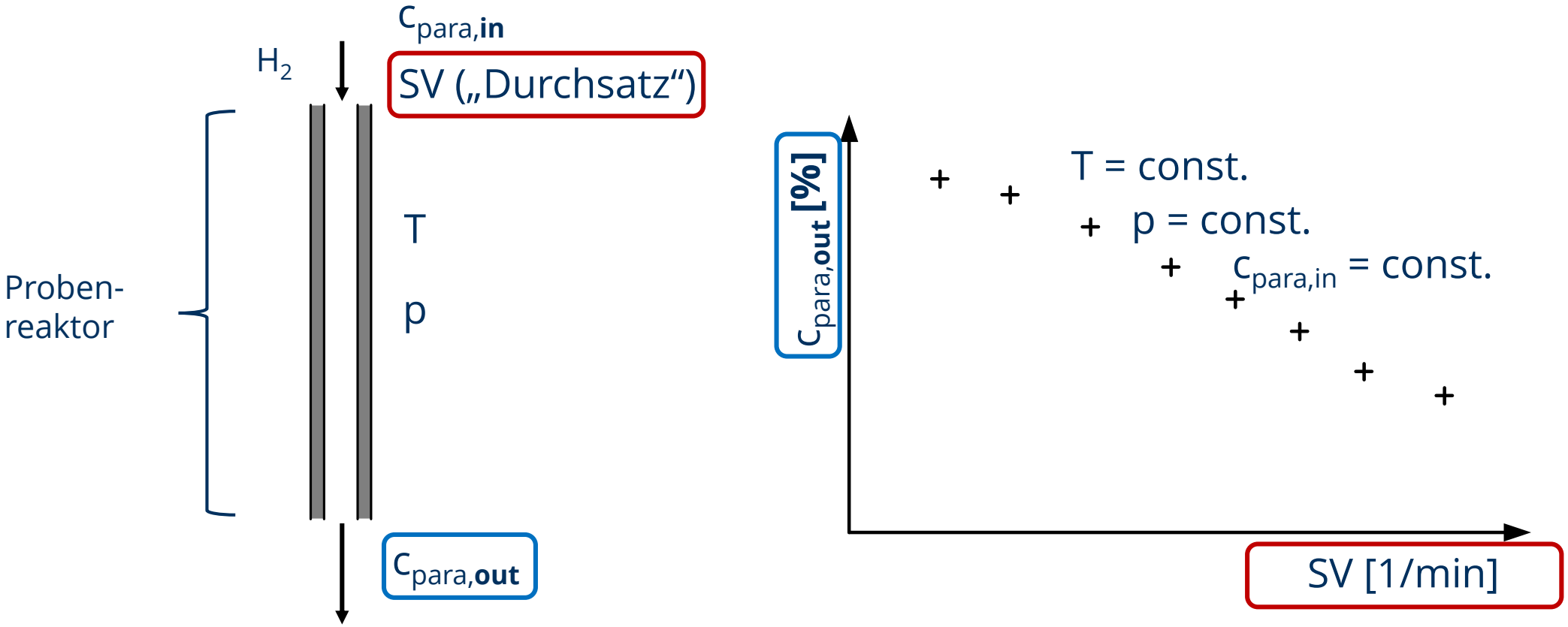
2. Neue, konsistente **Messdaten für IONEX**



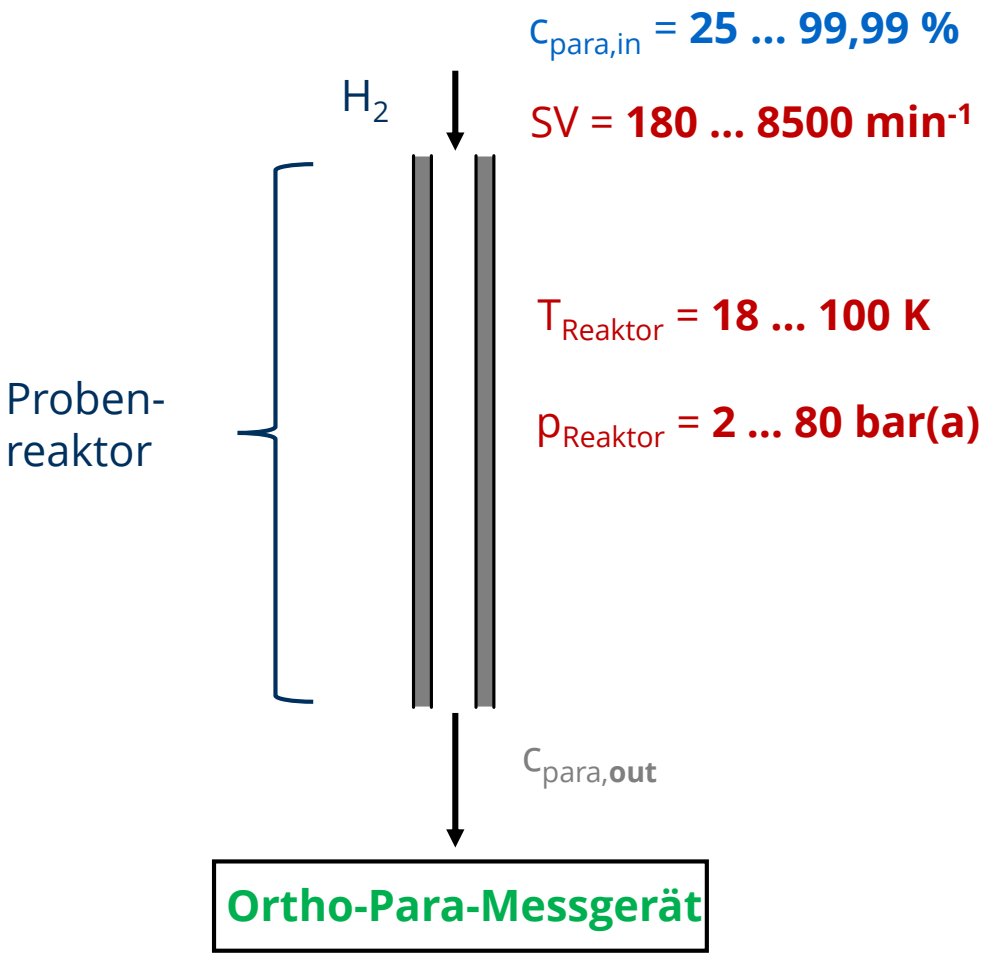
3. Findung **alternativer Katalysatoren**

Messvorrichtung – Konzept

Messgrößen


$c_{para,in}$
H_2
SV („Durchsatz“)
Proben-
reaktor
T
p
$c_{para,out}$
$c_{para,out}$ [%]
T = const.
p = const.
$c_{para,in}$ = const.
SV [1/min]

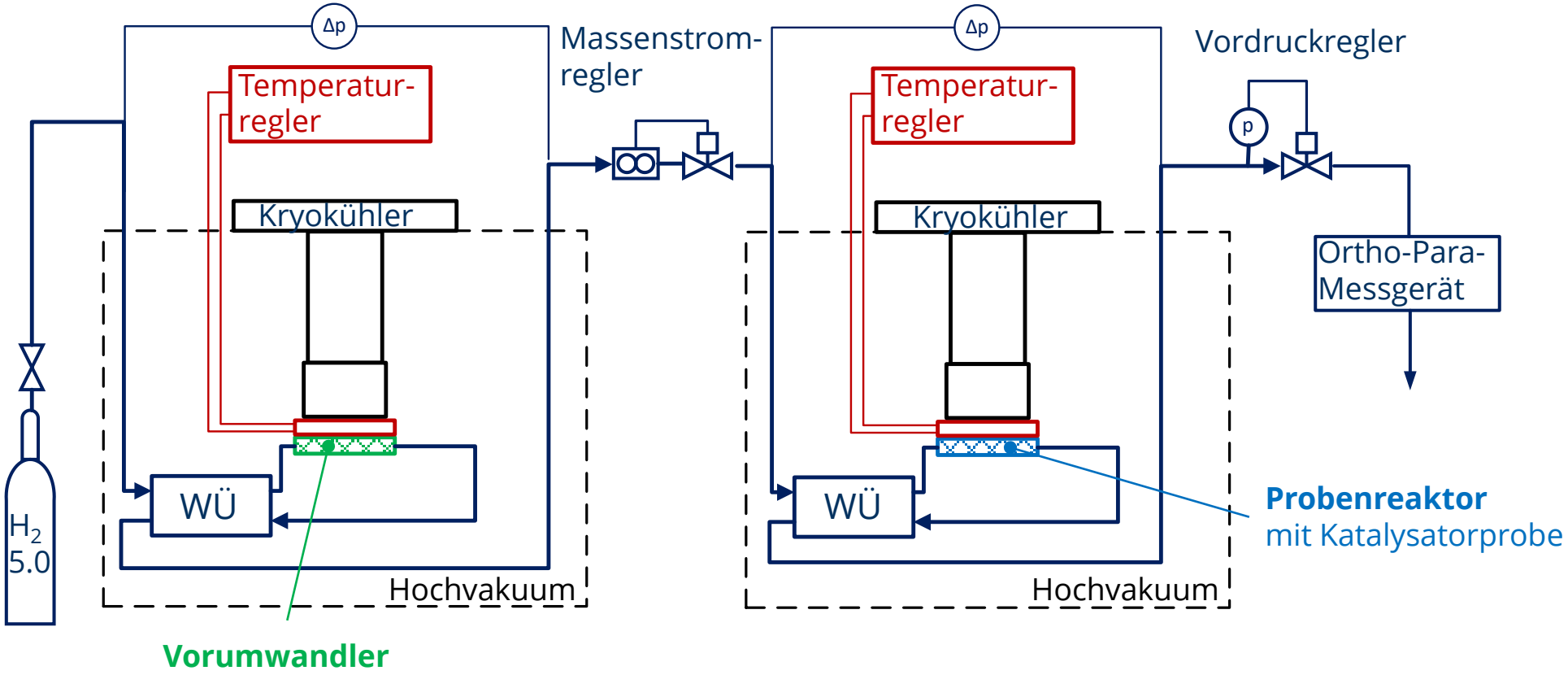
Anforderungen Messvorrichtung



Anforderungen für die **Maximallösung**:

- Konditionierung eines Probenreaktors mit
  - Variabler **Temperatur**
  - Variablem **Druck**
  - Variablem **Durchsatz**
- **Einstellbare Para-Konzentration** am Einlass
- **Ortho-Para-Messung**
- Hohe **Produktivität** (viele Messpunkte)
  - Kurze Einschwingzeiten
  - (Teil-)automatisierbar
  - Nur 1 Experimentator

Vereinfachtes Flussbild



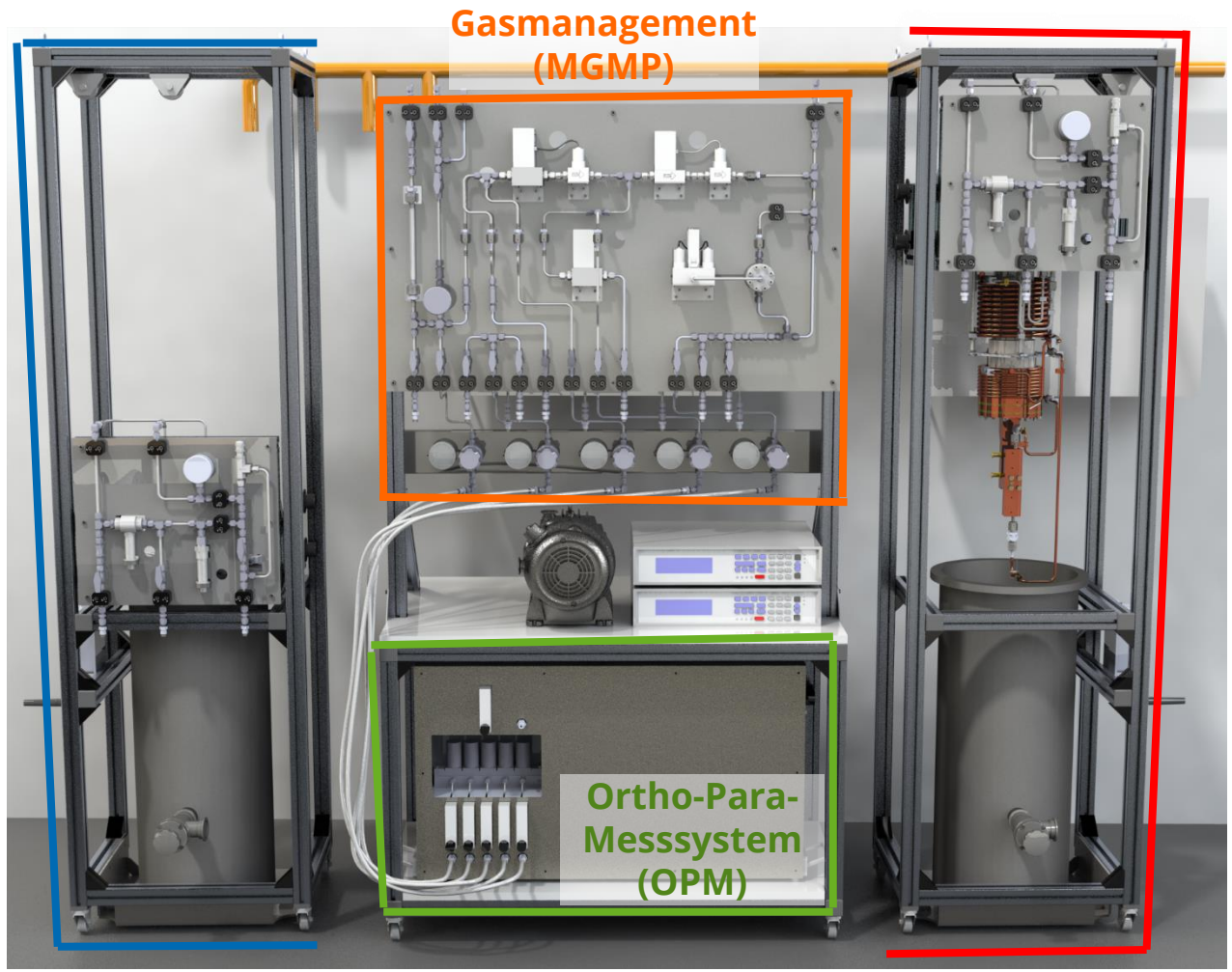
OPPC – Präzisions-Vorumwandler

CTC – Katalysator-Messkryostat

Messvorrichtung – Umsetzung

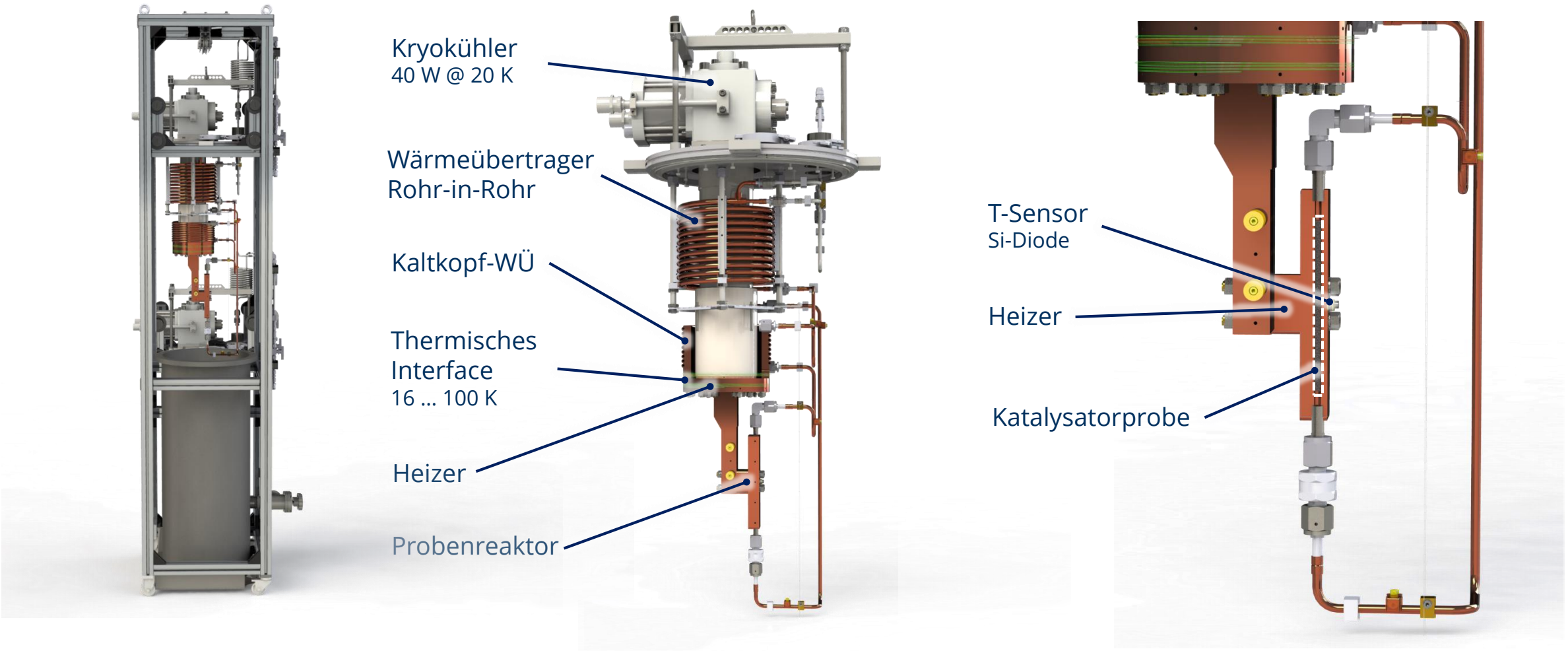
Konstruktive Umsetzung – gesamt

Präzisions-Vorumwandler (OPPC)

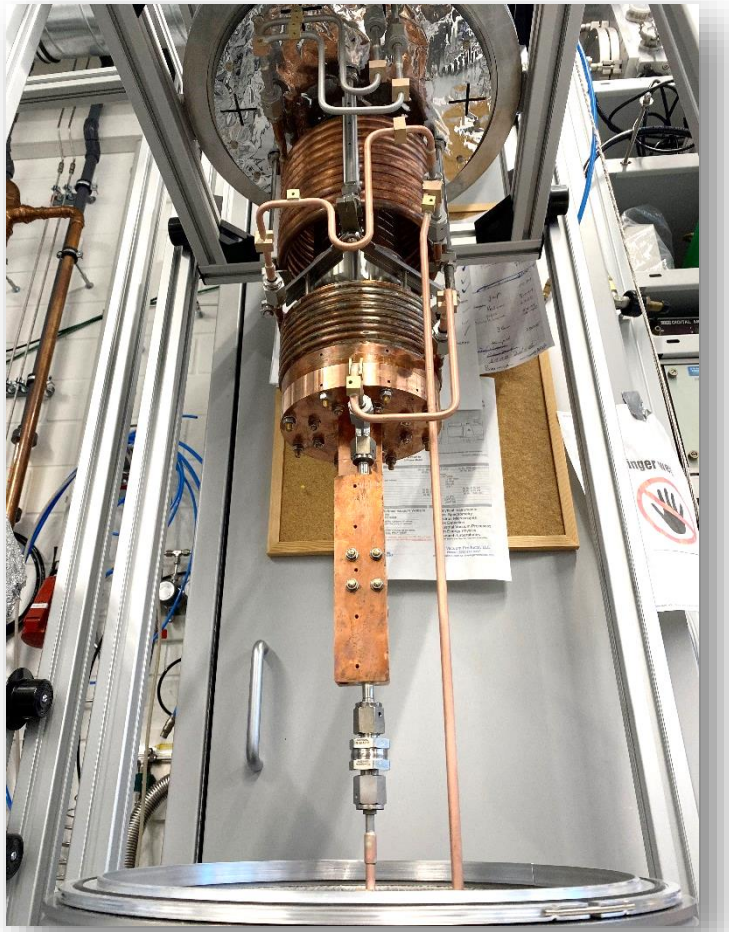


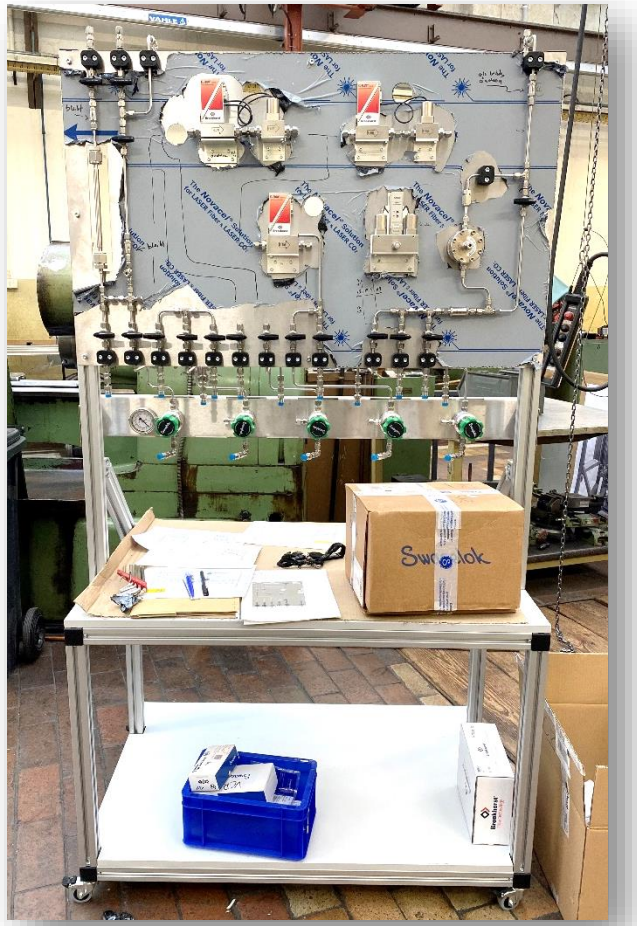
Katalysator-Messkryostat (CTC)

Konstruktive Umsetzung – Katalysator-Messkryostat (CTC)



Aktueller Stand der Fertigung





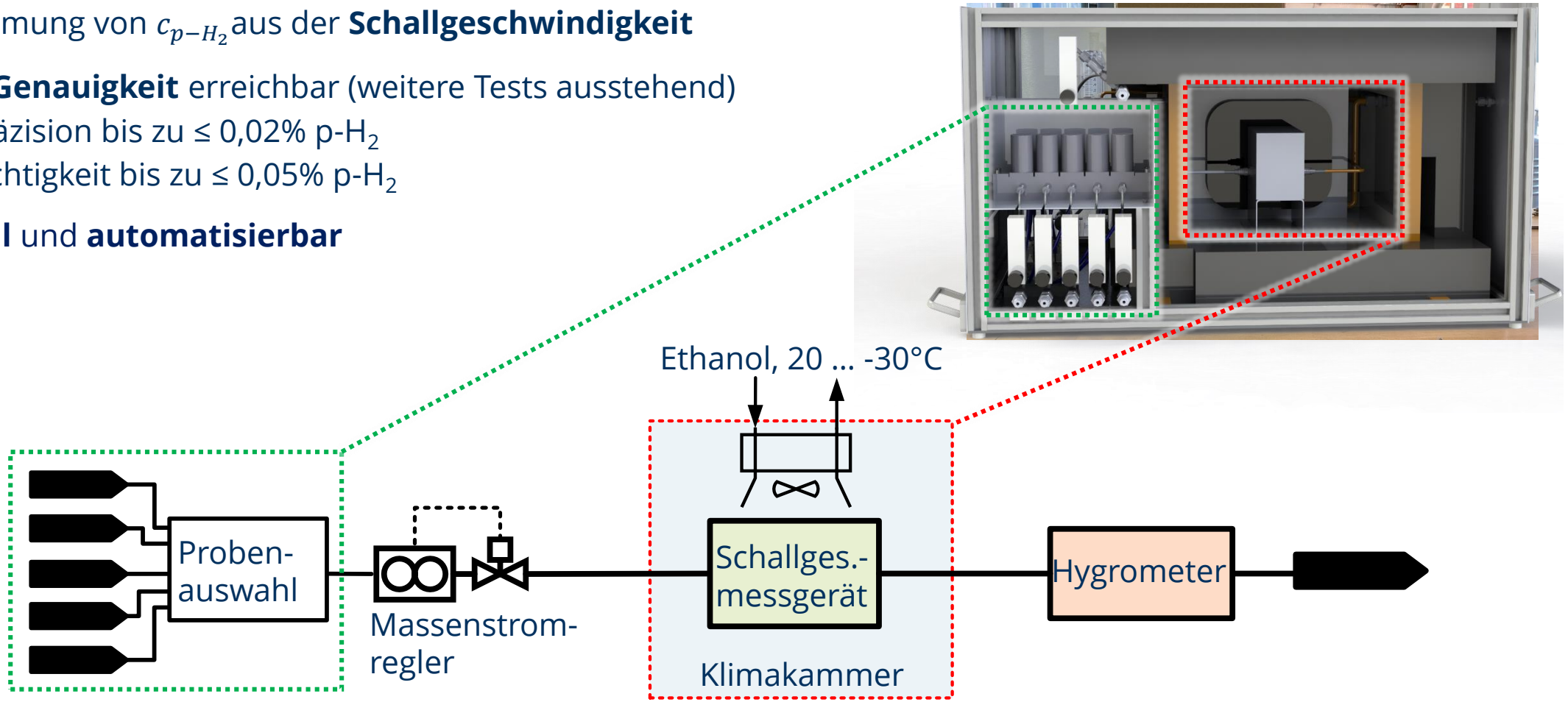
Ortho-Para-Messsystem

Bestimmung von c_{p-H_2} aus der **Schallgeschwindigkeit**

Hohe Genauigkeit erreichbar (weitere Tests ausstehend)

- Präzision bis zu ≤ 0,02% p-H_2
- Richtigkeit bis zu ≤ 0,05% p-H_2

Schnell und **automatisierbar**



Zusammenfassung & Ausblick

Es ist höchste Zeit für die Erneuerung der Auslegungsgrundlagen für Ortho-Para-Konverter.

Zielstellung HyCat

- Leistungsfähige Messapparatur
- Neue Messdaten für IONEX
- Findung alternativer Katalysatoren

Aktueller Stand

- Hochgenaues Ortho-Para-Messsystem in Betrieb
- Neue Katalysator-Messapparatur fast fertiggestellt

Nächste Schritte

- Inbetriebnahme