

## Status Miniplant 4.0

# Die Chemie- Pilotanlage der FHNW Muttenz

Prof. Dr. Andreas Zogg, FHNW  
Dr. Jonas Asprion, Tool-Temp AG  
Pharma Forum 2023  
25.04.2023

[andreas.zogg@fhnw.ch](mailto:andreas.zogg@fhnw.ch), [jonas.asprion@tool-temp.ch](mailto:jonas.asprion@tool-temp.ch)



# Miniplant 4.0: Ein Think-Tank mit folgenden Zielen

1. **Ausbildung von Fachkräften** für Berufe in den Bereichen der:
  - **Verfahrensentwicklung**
  - **Verfahrenstechnik**
  - **Automatisierung**
  - **Chemical Engineering**
2. Entwicklung von **innovativen neuen Miniplants** für die:
  - **Verfahrensentwicklung**
  - **Produktion von Kleinmengen**
3. Wahrung des **intellektuellen Eigentums** aller Beteiligten – **ohne Patente**.

<https://www.fhnw.ch/plattformen/icb/miniplant40/>

# Miniplant 4.0: Aktuelle Projekte und Mitglieder

## Scale-Down-Reaktor



<https://www.fhnw.ch/plattformen/icb/scale-down-reactor/>

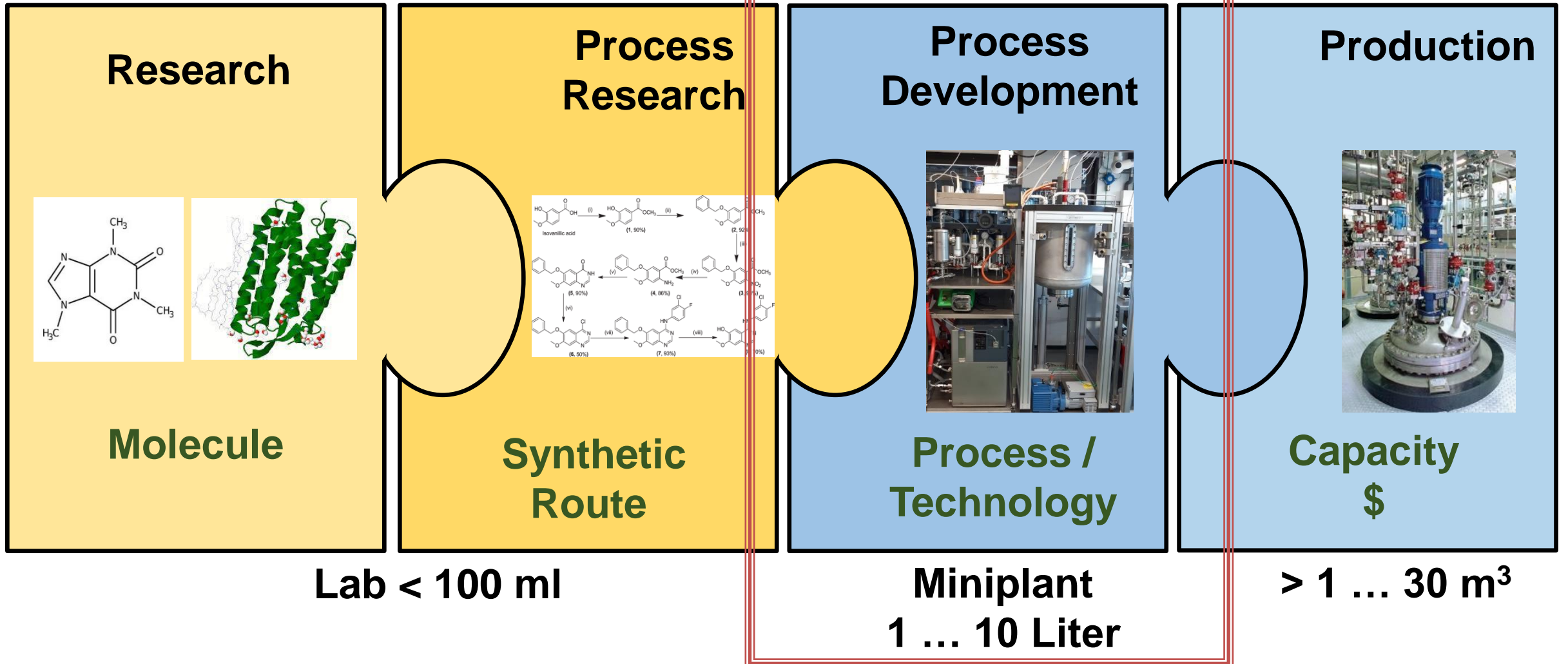


Sicherheits-Glove-Box  
für kontinuierliche Ethoxylierung

<https://www.fhnw.ch/plattformen/icb/safety-conti/>



# Miniplant 4.0: Unser Arbeitsumfeld



# Projektlauf – Beispiel Scale-Down-Reaktor



**MiniPlant 4.0**  
Innovative Process Technology

Praxis

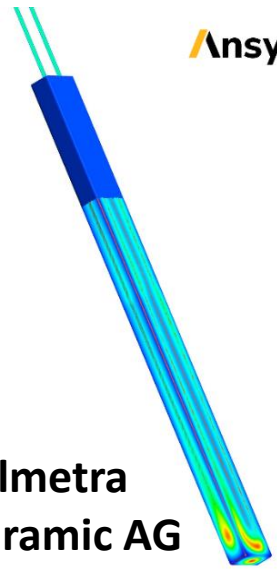
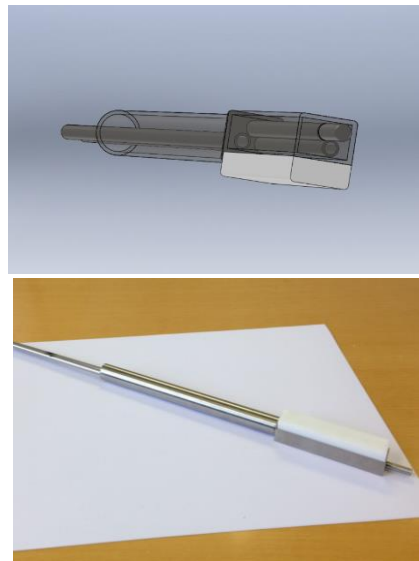
Idee

Bachelor  
Thesis

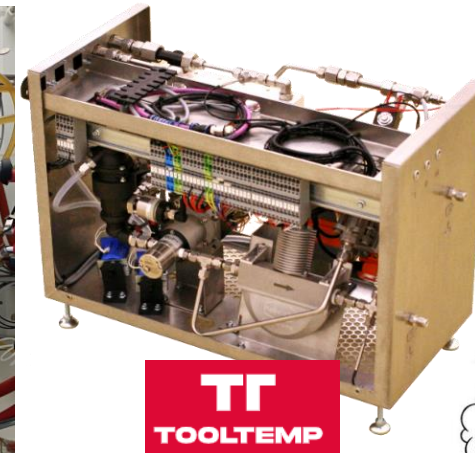
Prototyp  
50% Master

«Beta»  
Extern

kommerzielles  
Produkt



Allmetra  
Feramic AG



2010

F. Hoffmann – La Roche

2021

FHNW

Siegfried

2022

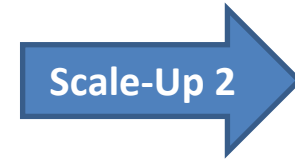
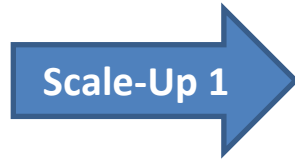
Siegfried

# Stand der Technik beim Scale-Up

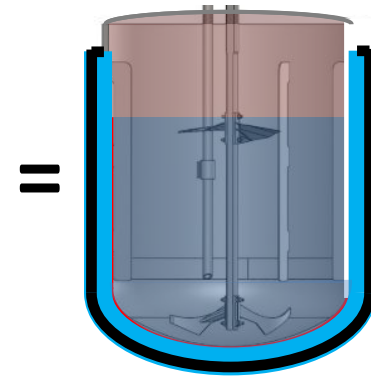
Laboratory: 0.1 ... 1 l

Pilot: 10 ... 100 l

Production: 1'000 ... 10'000 l

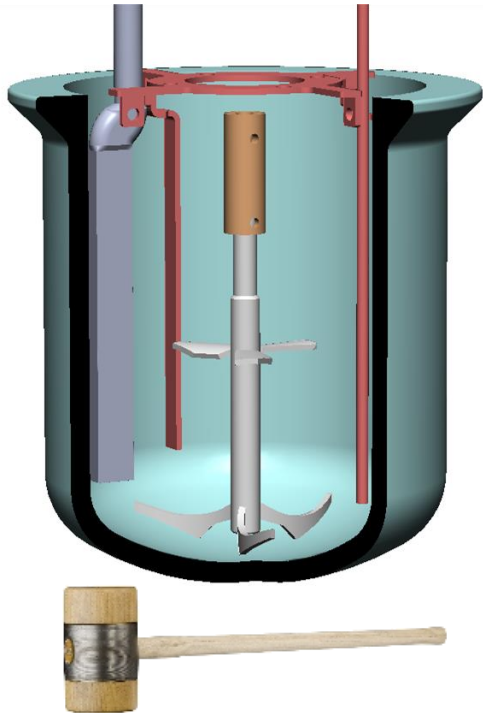


$$r = (\sqrt{\pi})^{??}$$



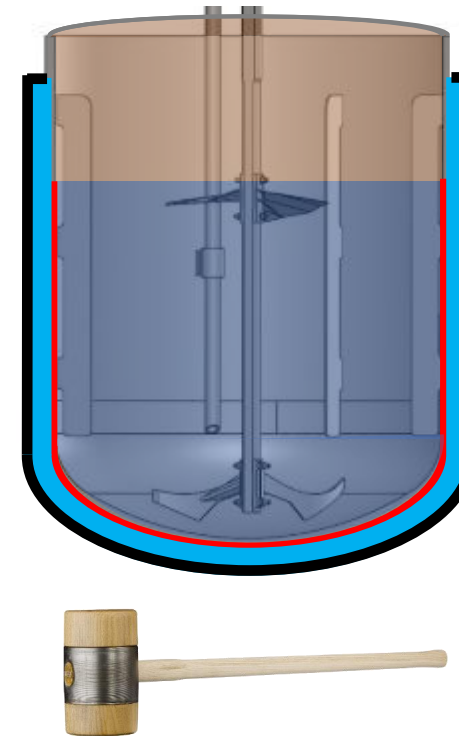
# Vision für den zukünftigen Scale-Up

Scale-Down-Reactor  
1 ... 10 l



Direct Scale-Up

Production  
1'000 ... 10'000 l

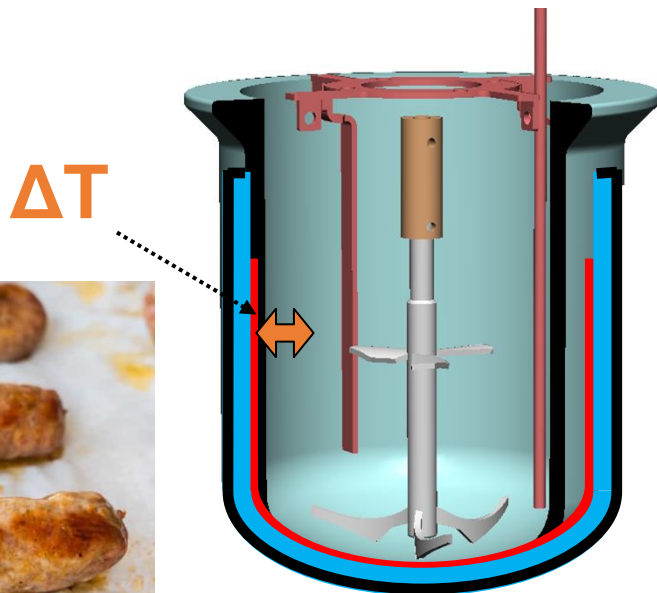


► Herausforderung: Scale-Up der Wärmeübertragung!

# Stand der Technik der Wärmeübertragung beim Scale-Up

Standard Lab-Reactor: 1 l

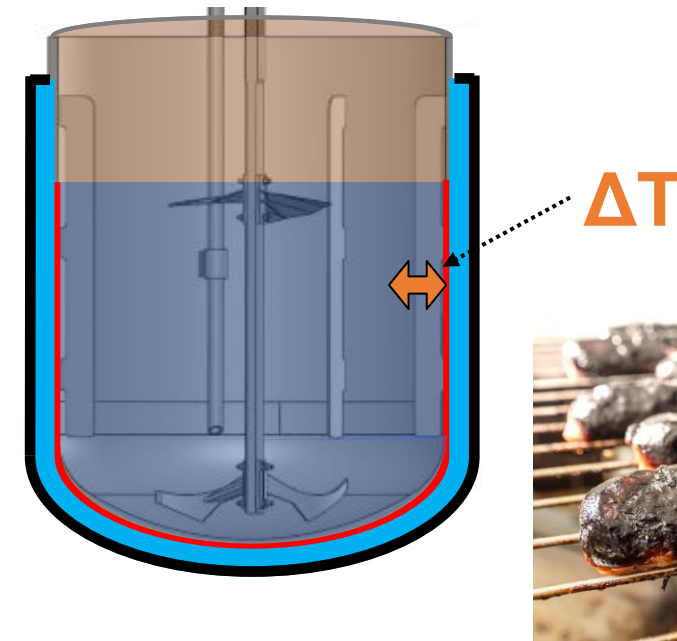
heat exchange via glass jacket



Direct Scale-Up ?

Production: 4'000 l

heat exchange via jacket



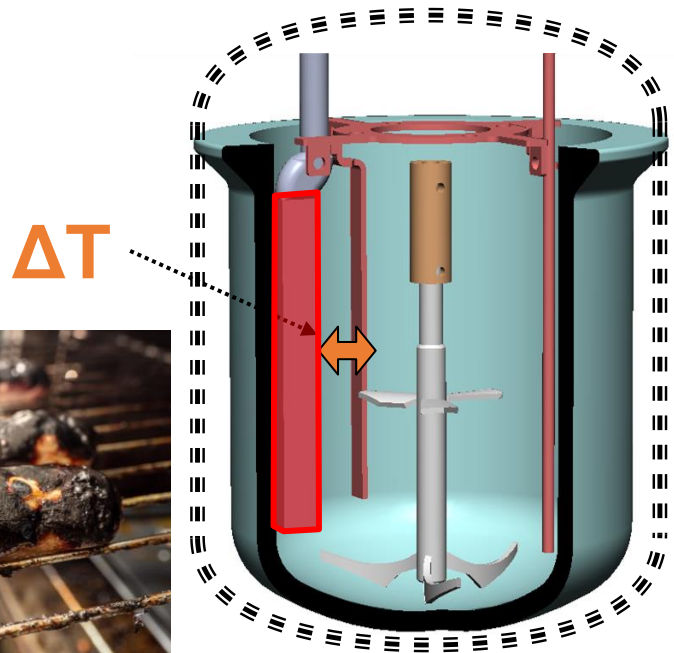
$\Delta T \approx 15 \times$  grösser  
als im Labor !



# Neuer Ansatz für die Wärmeübertragung beim Scale-Up

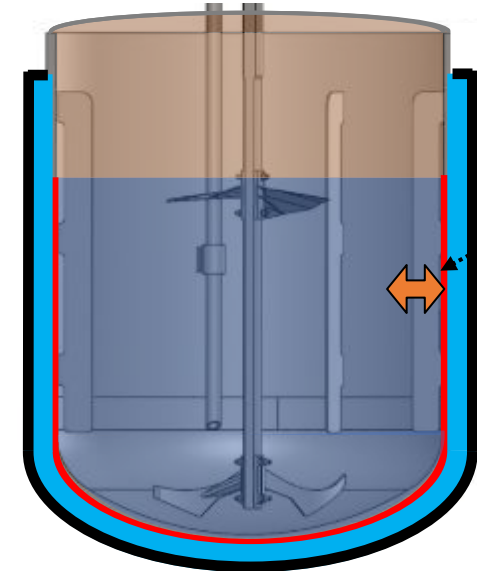
Scale-Down-Reactor: 1 l  
Heat exchange via H/C-Finger

Production: 4'000 l  
heat exchange via jacket



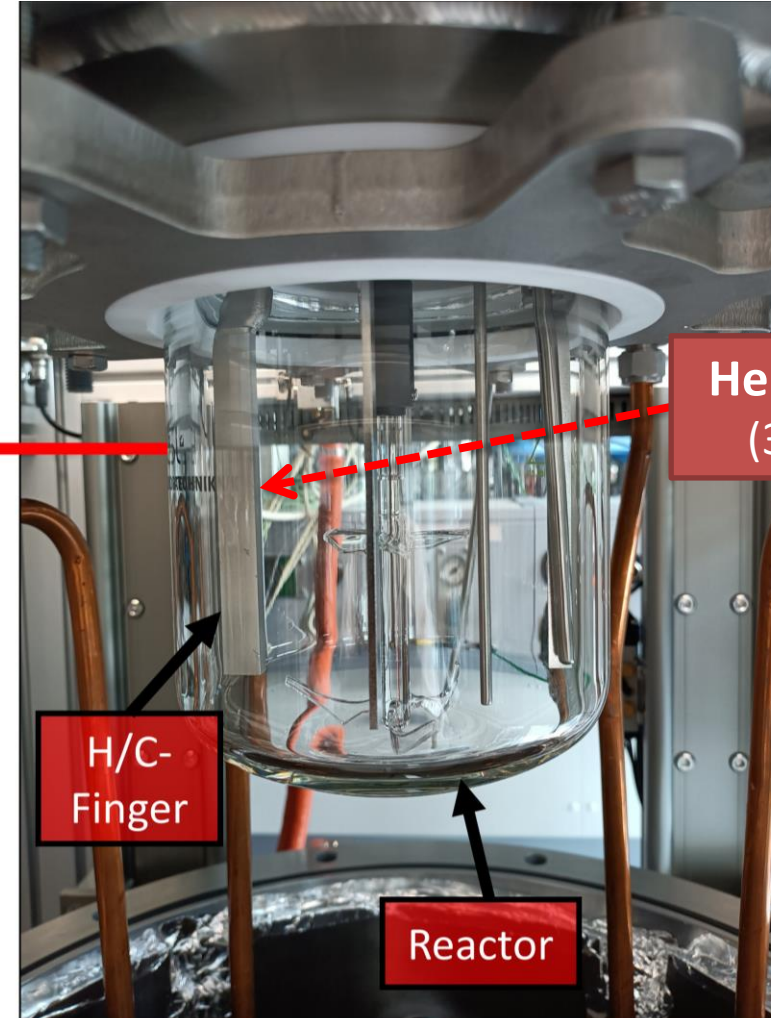
Adiabatic Shield

Direct Scale-Up



$\Delta T$  bleibt beim Scale-Up konstant

# Scale-Down-Reaktor an der FHNW in Muttenz



Sicherheits-Behälter

Heiz/Kühlfinger  
(3D-gedruckt)

H/C-  
Finger

Reactor

Video Berstversuch Glasreaktor  
im Sicherheitsbehälter:  
<https://drive.switch.ch/index.php/s/YlHYnr8nVpiTHoW>

# Scale-Down-Reaktor an der FHNW in Muttenz



<https://www.fhnw.ch/plattformen/icb/scale-down-reactor/>

# Prototyp Heiz-/Kühlfingerthermostat

MiniPlant 4.0  
Innovative Process Technology

TT  
TOOLTEMP



- Massgeschneiderte Fluidik für kleine Durchflüsse ( $\ll 30$  kg/h)
- Sensorik für Kalorimetrie, inkl. Coriolis für Massenstrom
- Aktives Kühlen (Peltier) und Heizen
- $-20 \dots 150$  °C @  $\pm 0.5$  °C/s
- 3 Fluide (Wasser/Glykol, Silikonöl, Isopropanol) mit automatischer Befüllung, Entlüftung und Entleerung

## Offene Steuerung

- Industrieller Raspberry Pi
- Software basierend auf Node-RED
- Programmierung und GUI über Netzwerk (im Browser)

## Integration / Automation

- Umgesetzt (Siegfried): **Analoge Schnittstellen** für Sollwertvorgabe und Kalorimetrie-Signale, Integration in Mettler iC-Software
- In Arbeit: Integration in Mettler iC via **OPC UA**
- Vorhanden (ungenutzt):  
**Web-Schnittstelle (HTTP / websocket)**

## Regelung

- Durchfluss sowie Vorlauf- oder extern gemessene Temperatur (Reaktorinhalt)
- Auf die spezielle Fluidik zugeschnittene, modellbasierte Algorithmen

## Ausblick

- Weitere «Beta»-Projekte
- Optimierung der Mechanik / Fluidik (Konzept/Schema, Auslegung/Dimensionierung, Komponenten, Baugrösse)
- Ausweitung des Funktionsumfangs: Mantel- und Heiz-/Kühlfingertemperierung aus einem Guss?
- **Steuerung:**
  - Fokus auf Integrier- und/oder Portierbarkeit
  - Wünsche / Anforderungen Labor (Hardware, Software, Features, Schnittstellen)

# Vielen Dank

## Siegfried

- ▶ Michael K. Levis
- ▶ Bernhard Berger
- ▶ Martina Hediger

## MiniPlant 4.0

Innovative Process Technology

- ▶ Benedikt Müller
- ▶ Jürg Thut
- ▶ Andreas Stubbe
- ▶ Hans-Peter Zbinden
- ▶ Martin Hofer
- ▶ Oguz Kirmizi



- ▶ Jonas Asprion
- ▶ Gianandrea Müller
- ▶ Nicola Rossi



- Muttenz (HLS):
- ▶ Andreas Zogg
  - ▶ Thierry Furrer
  - ▶ Christoph Hasler
  - ▶ Pavel Dagorov
  - ▶ Benedikt Brönnimann
  - ▶ Ronny Hardegger
  - ▶ Gonzalo Álvarez
  - ▶ This Zahnd
  - ▶ Kai Wegmann
  - ▶ Christian D. Maier



- Windisch (HT):
- ▶ David Zogg
  - ▶ Daniel Weiss
  - ▶ Weiqun Geng
  - ▶ Jana Hoffmann
  - ▶ Steffen Thierer
  - ▶ Thomas Zbinden

## Sponsoren:



Entwicklungsteam des ersten Prototypen bei **der F. Hoffmann – La Roche**:  
Siehe CHIMIA 2021, 75, No. 11: <https://doi.org/10.2533/chimia.2021.948>