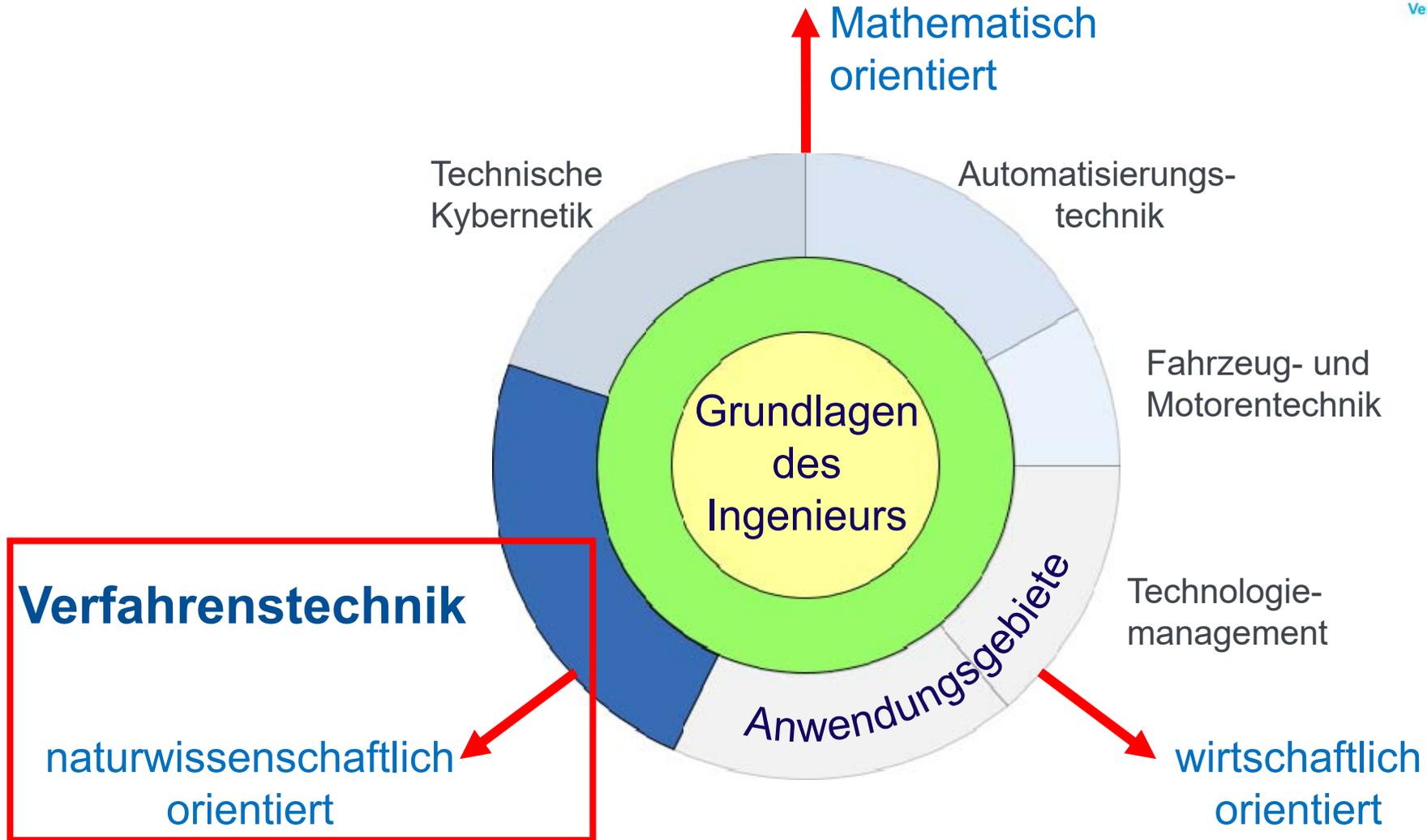


Universität Stuttgart
Institut für Chemische Verfahrenstechnik

Chemische Verfahrenstechnik

Prof. U. Nicken

Chemische Verfahrenstechnik



Chemische Verfahrenstechnik

- **Historische Entwicklung**
- **Arbeitsfelder**
- **Ausbildungsinhalte**
- **Vorlesungsangebot**

Entwicklung der Chemische Verfahrenstechnik

- Stoffumwandlung durch chemische Reaktion
- Bindeglied zwischen Verfahrenstechnik und Chemie
 - Scale-up von Labor zu Produktionsmaßstab



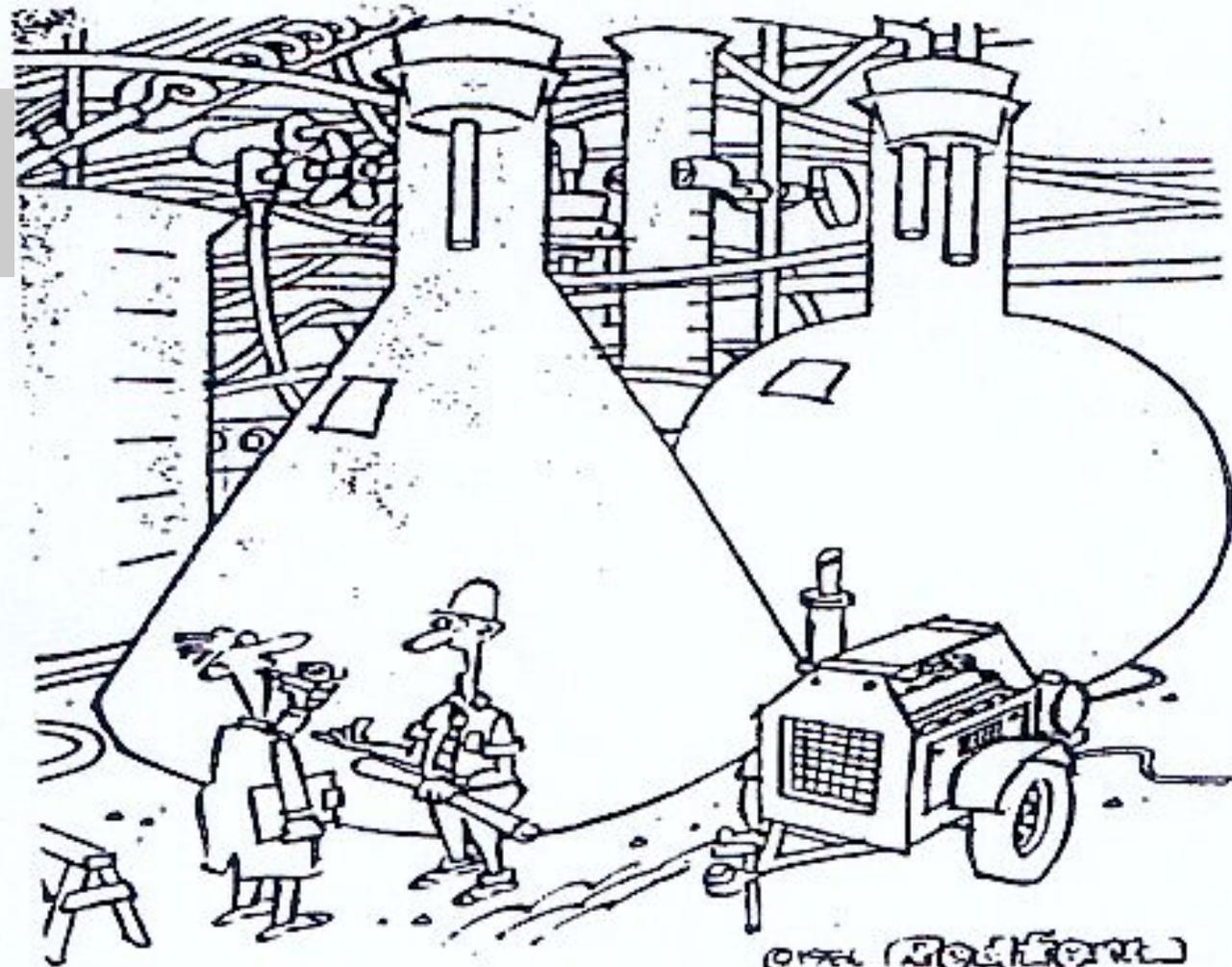
Foto: BASF

Chemische Reaktionstechnik

Chemie:
Ausarbeitung Synthese
abgeschlossen

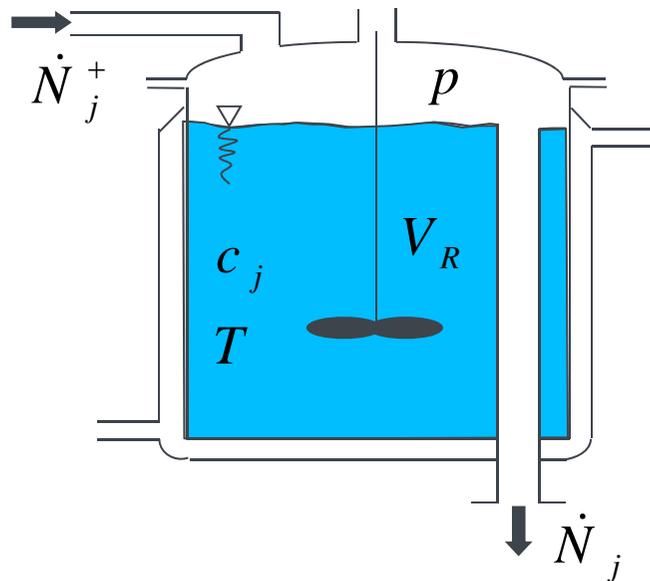


Verfahrenstechnik:
Produktion größerer
Mengen



*"Got a few problems going from lab
scale up to full-scale commercial."*

Rührkesselreaktor

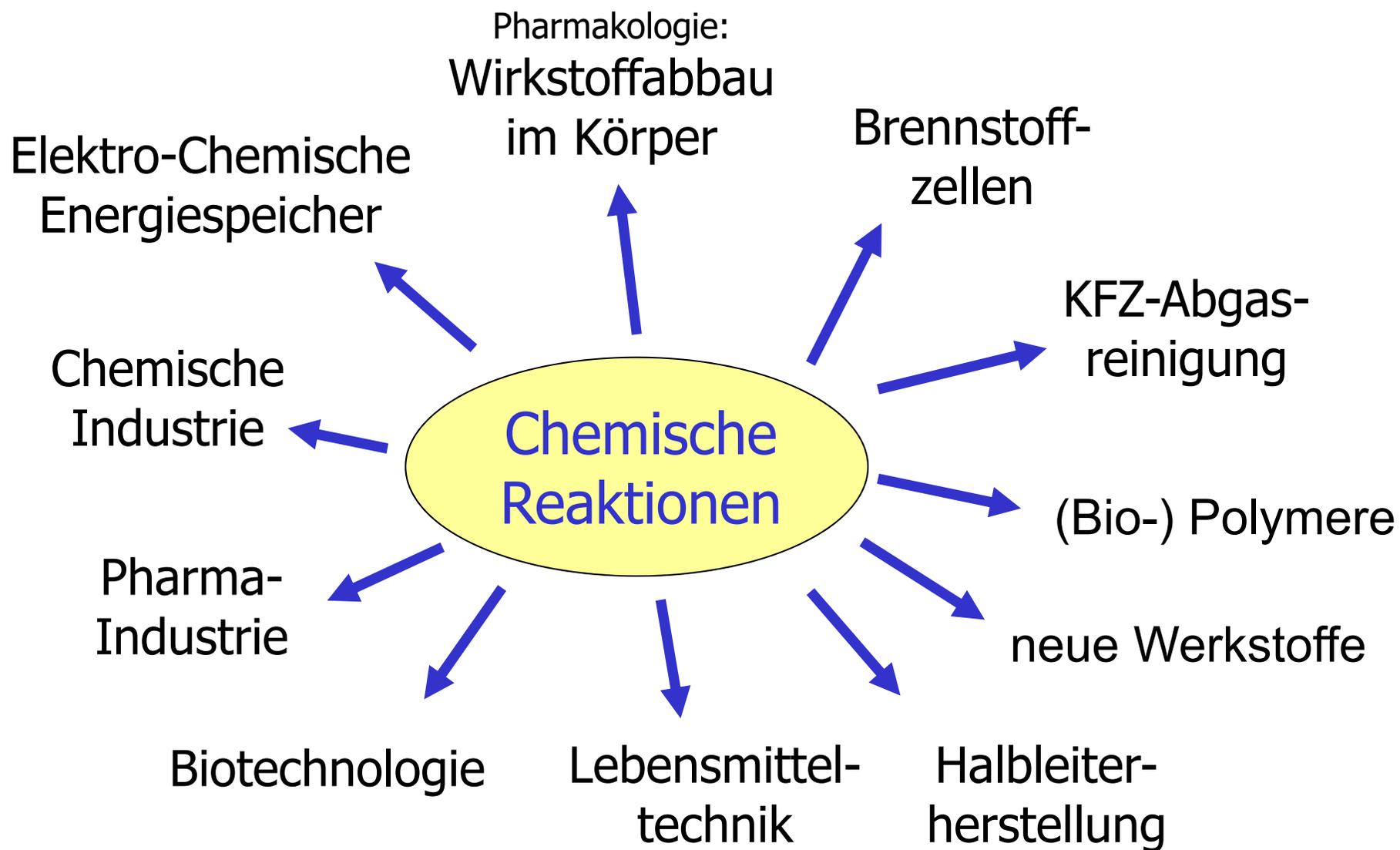


Aufgabe des Ingenieurs:

- Apparatebau
- Vermischung
- Wärmeabfuhr



Arbeitsfelder



Beispiel Reaktionstechnik

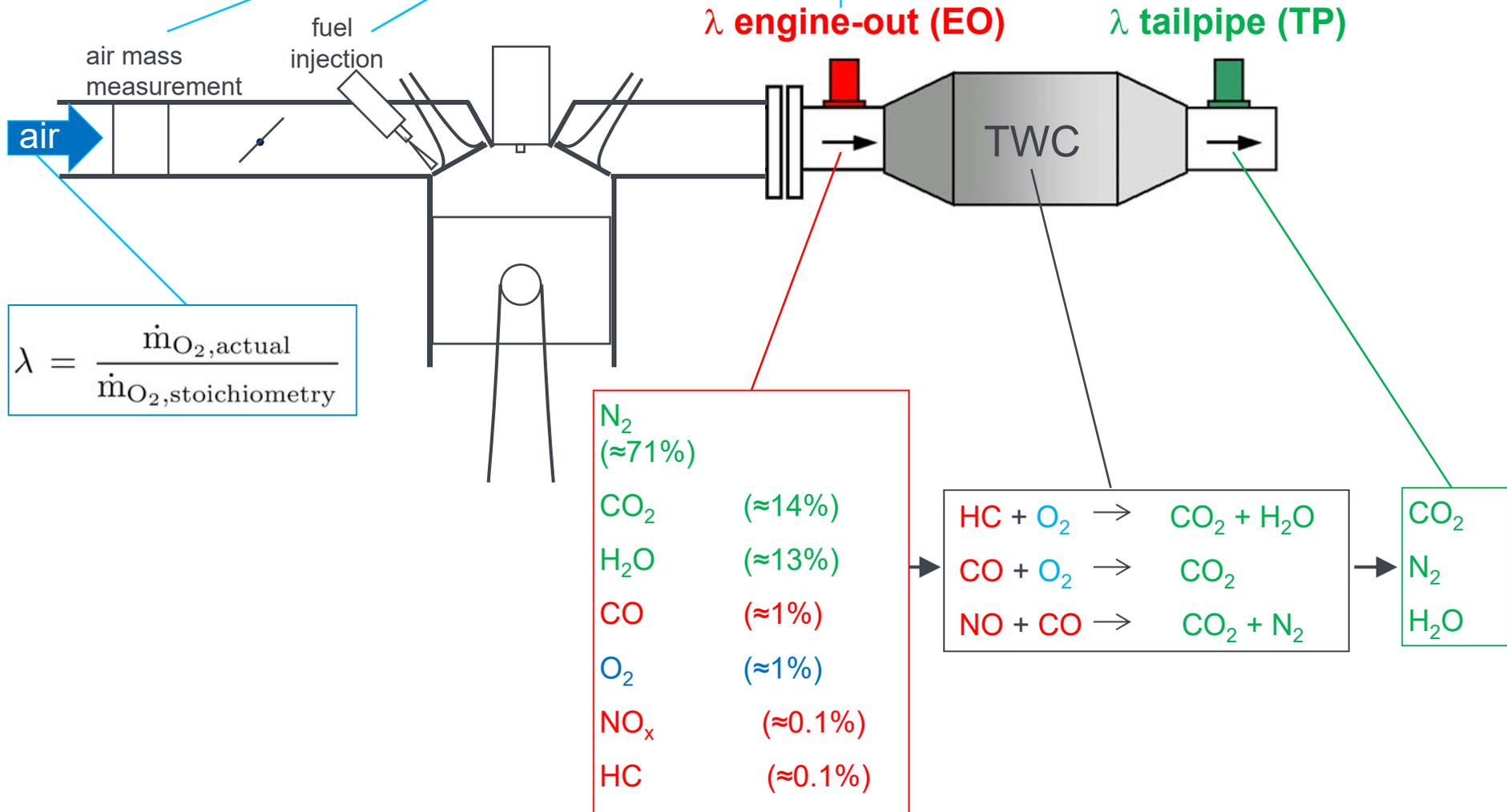
Drei-Wege Katalysator

- M.Sc. Jeremias Bickel

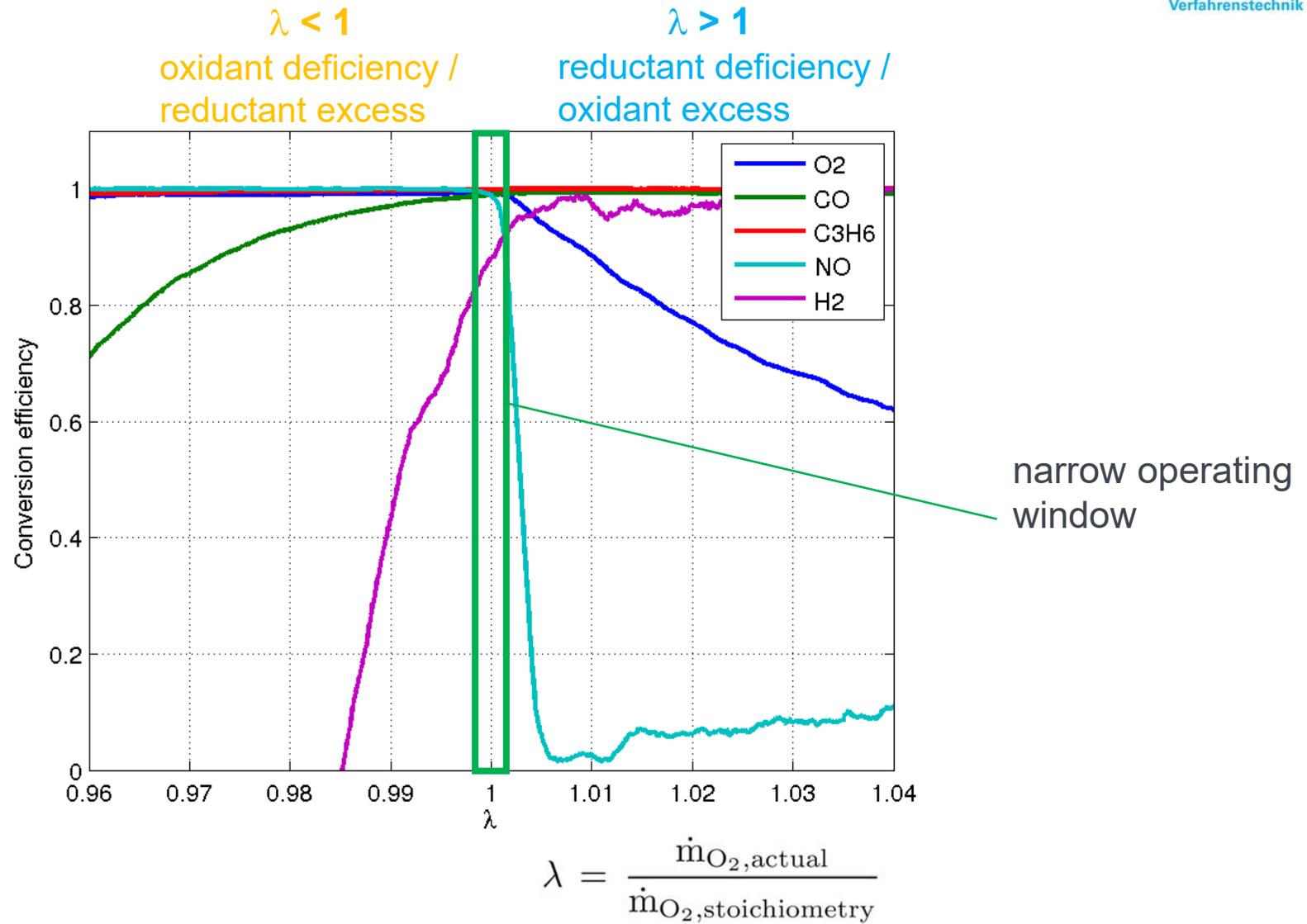


TWC functionality

λ -control
on-board diagnosis

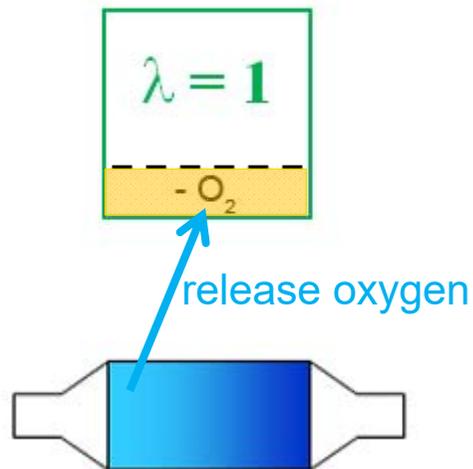


Steady-state conversion

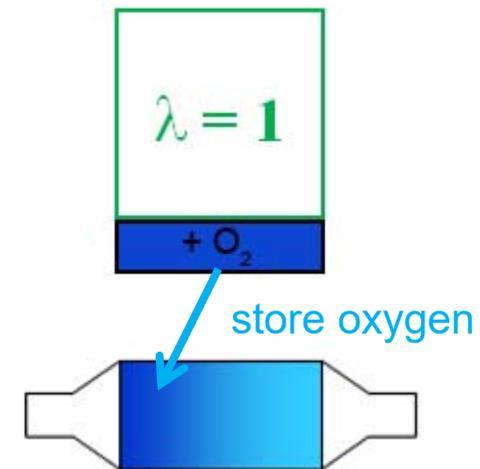


Extending the operating window: Basic idea

$\lambda < 1$
oxidant deficiency /
reductant excess

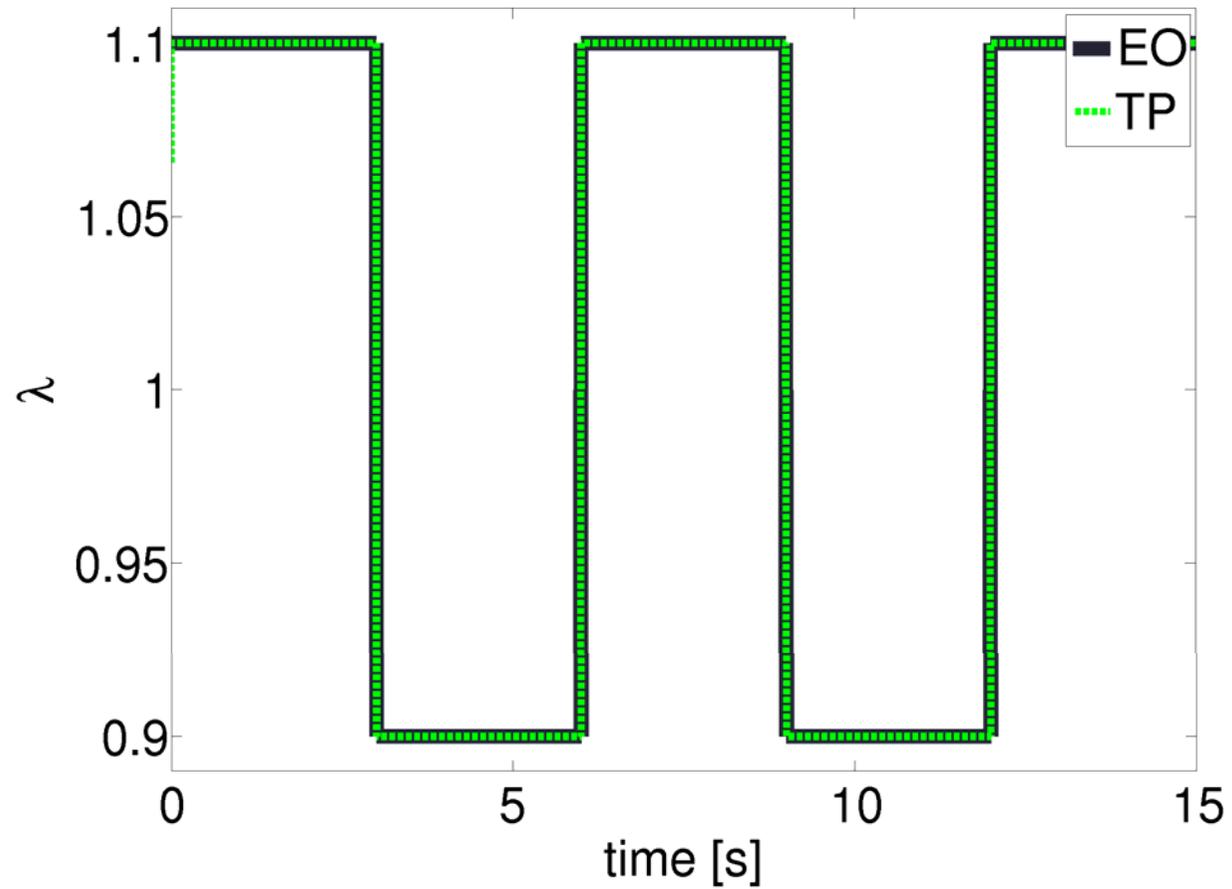


$\lambda > 1$
reductant deficiency /
oxidant excess

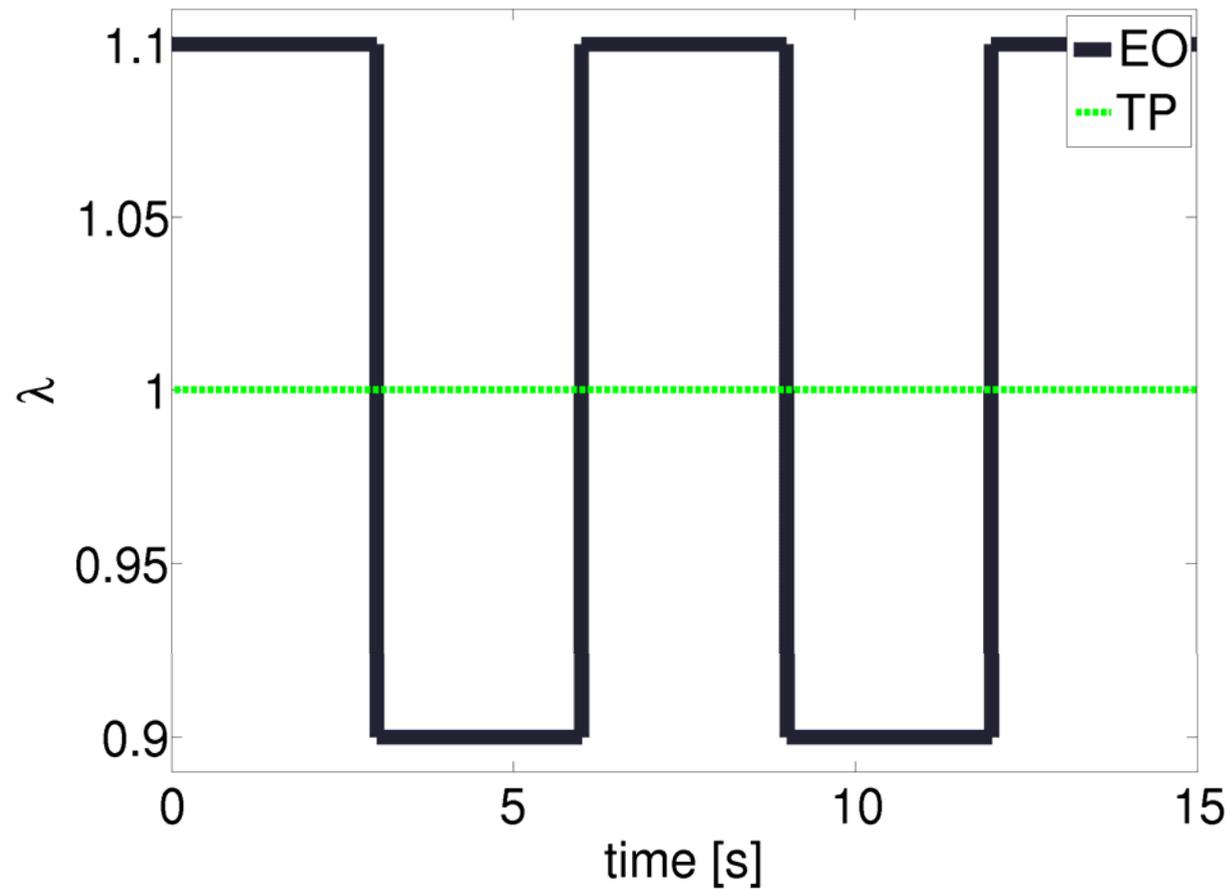


Store and release oxygen to compensate for an imbalance of oxidants and reductants during operation at $\lambda \neq 1$

Transient TWC behavior without oxygen storage

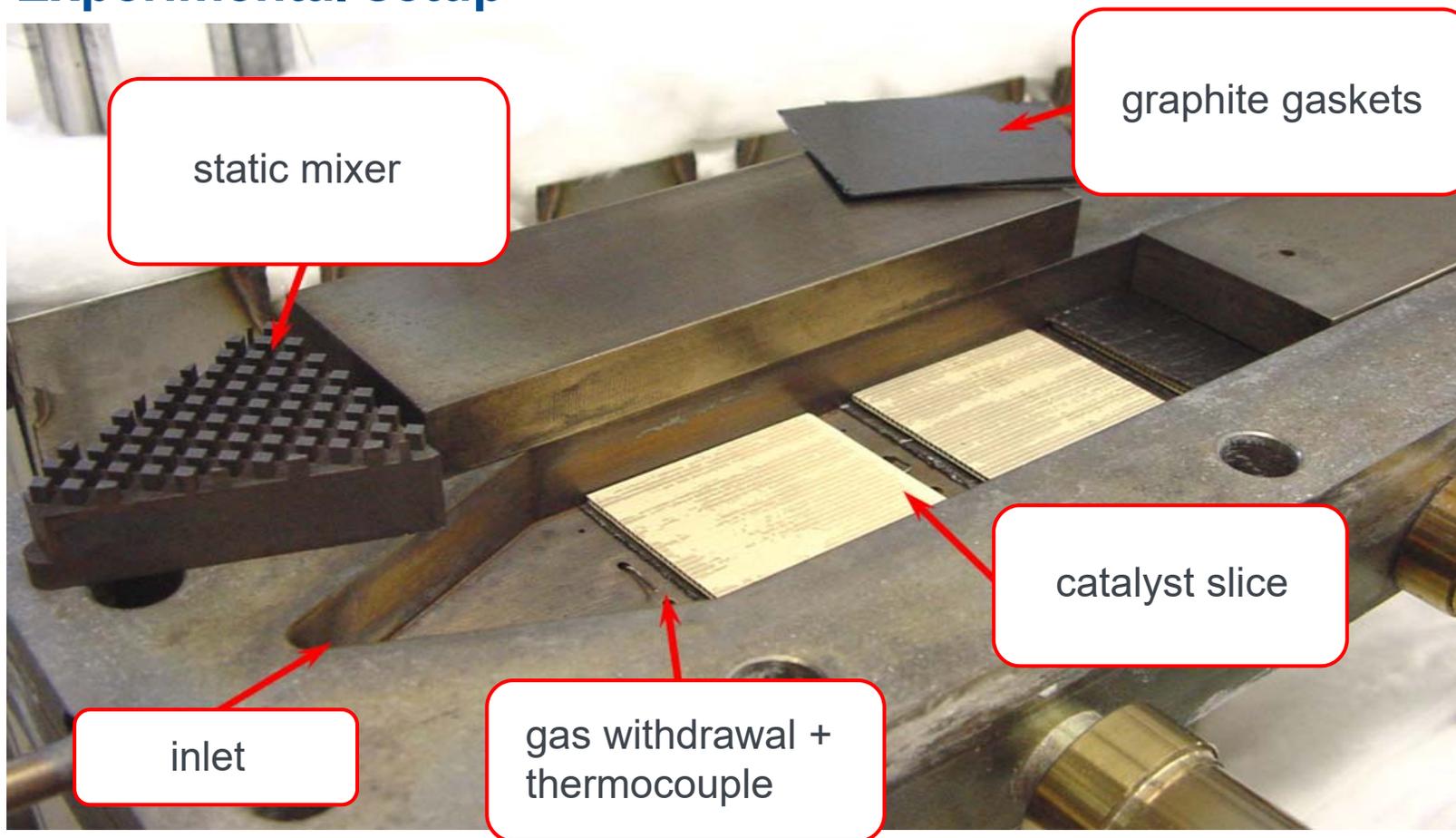


Transient TWC behavior with perfect oxygen storage: Infinite capacity, infinite storage/release rate



How to examine oxygen storage dynamics:

Experimental setup

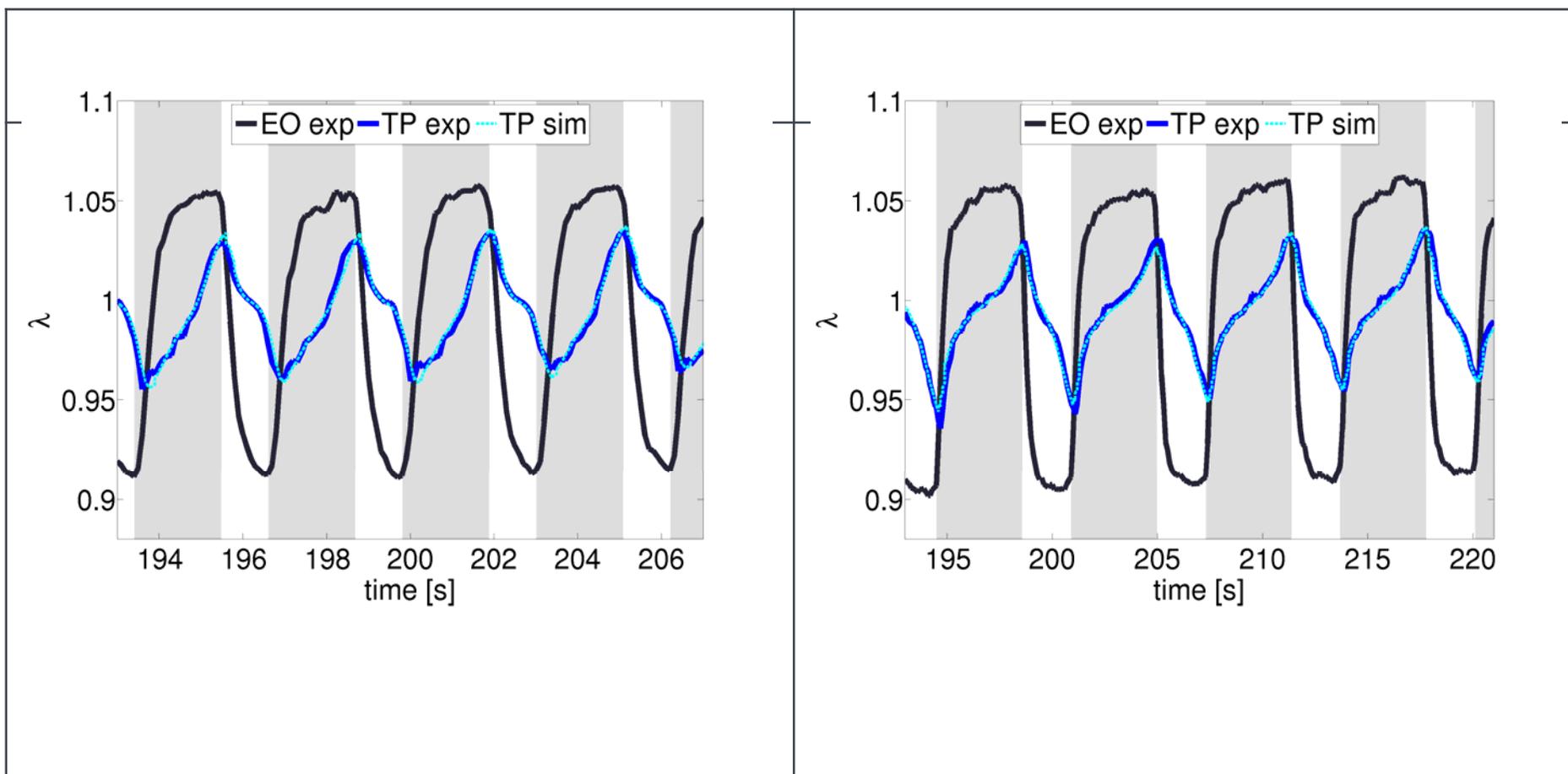


Simulation results

Catalyst A

Catalyst E

lean rich



Aufgabe des Ingenieurs:

- Verständnis für Zusammenwirken von chemischen Umsetzungen (CO, NO_x, HC) und Stoffspeicherung (Sauerstoff)
- Vermessung der Geschwindigkeit von Reaktion und Speicherung
- Entwicklung eines **einfachen** mathematischen Modells

- **Reaktionstechnik**

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Nieten



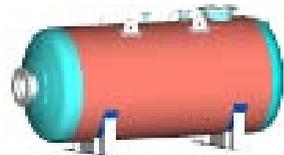
- **Strukturbildung und Transport in porösen Medien**

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Nieten



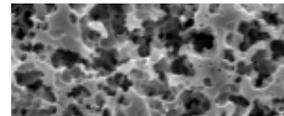
- **Apparate und Anlagentechnik**

Prof. Dr.-Ing. habil. Clemens Merten



- **Polymer- u. Membrantechnik**

Dr. Jochen Kerres



- **Partikelbasierte Funktionsmaterialien**

PD Dr.-Ing. habil. Martin Seipenbusch



Beispiel Physikalisch-Chemische Verfahren

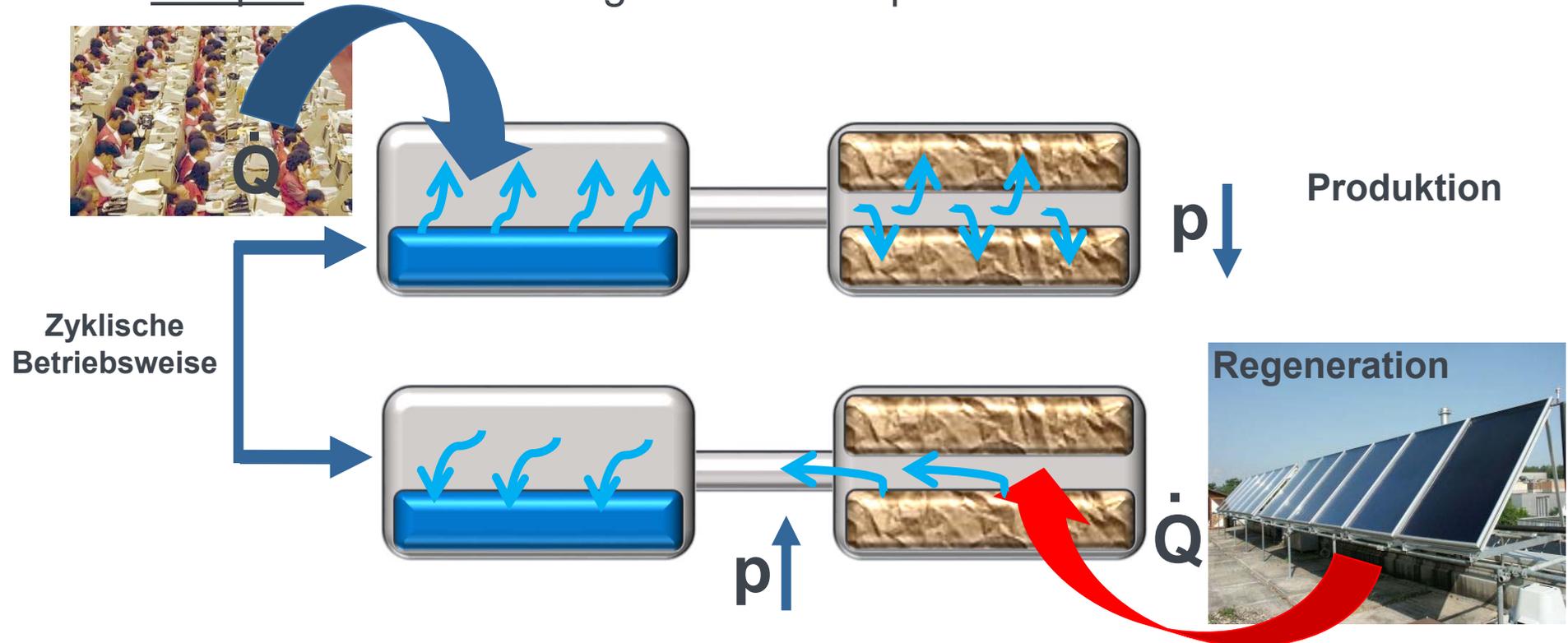
Solare Kühlung

- M.Sc. Marc Scherle
(Doktorand)



Physikalisch-Chemische Verfahren

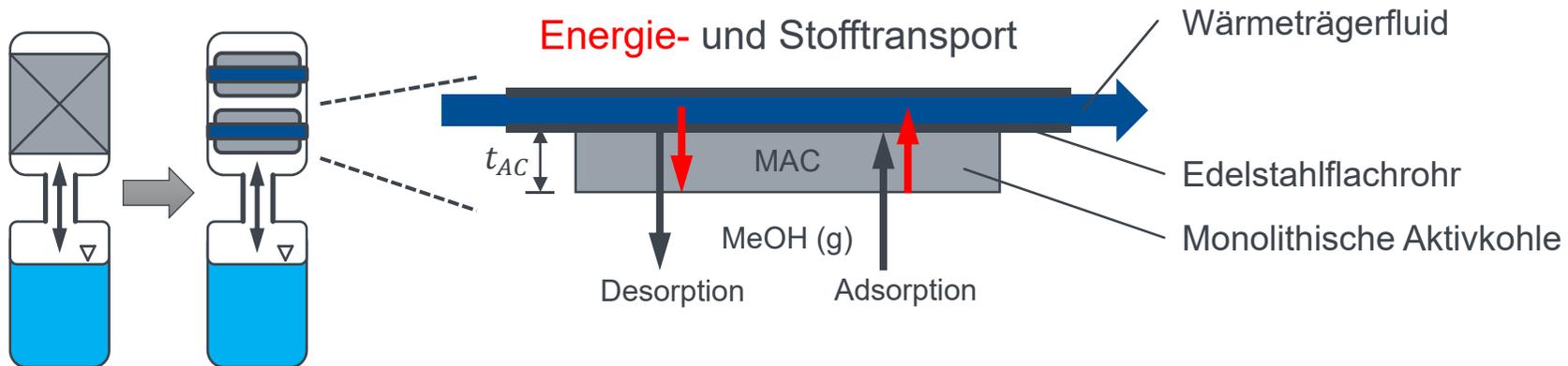
- Beispiel: Solare Kühlung mittels Adsorptionsverfahren



- Prozesssimulation
- Detaillierte Beschreibung des **Adsorptionsvorgangs**

Adsorptionskältemodul mit monolithischer Aktivkohle

- Adsorptionskältemodul



$$\frac{d\rho^v}{dt} = -\frac{1}{A^v} \frac{d\dot{M}^v}{dz} - \frac{\rho_{ges}}{\epsilon} \cdot \frac{dX}{dt}$$

- ➔ Beschreibung des Stoff- und Energietransports mithilfe von Massen- und Energiebilanzen
- ➔ Herausforderung: Optimierung der Aktivkohle für die Adsorptionskälteanwendung

- Monolithische AK: Aktivkohlepulver mit keramischem Binder extrudiert



$$\left[\bar{c}_p^{ads+ad} \rho_{ges} + \rho^v V^v c_p^v \epsilon - \epsilon \frac{\rho^v R}{MW} \right] \frac{dT}{dt} = -\frac{\dot{M}^v}{A} \frac{dh^v}{dz} - \Delta_{ads} h \rho_{ges} \cdot \frac{dX}{dt} + \frac{\epsilon RT}{MW} \frac{d\rho^v}{dt} - \frac{d\dot{Q}^{ads+ad}}{dz}$$

Integriertes Adsorptionskältemodul

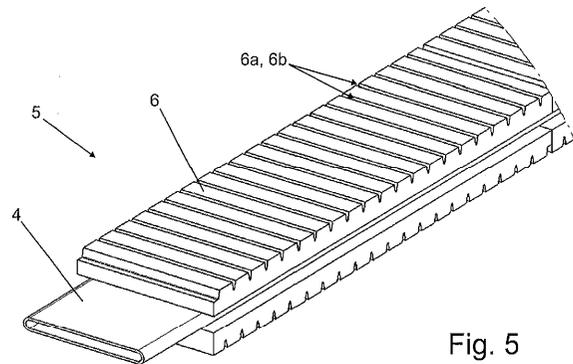


Fig. 5

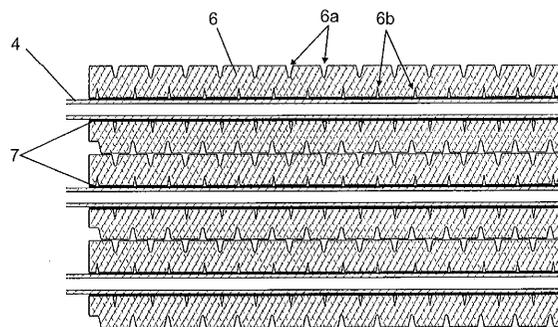


Fig. 6

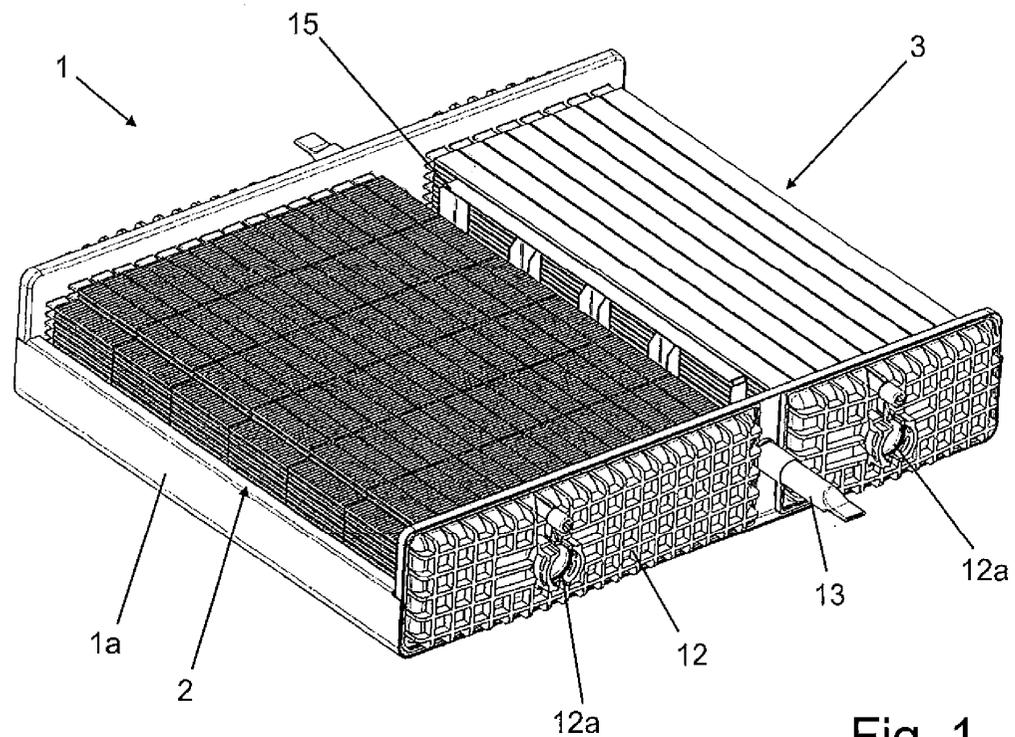


Fig. 1

R. Burk et.al., Modul für eine Adsorptionswärmepumpe, DE102011079586A1

Aufgabe des Ingenieurs:

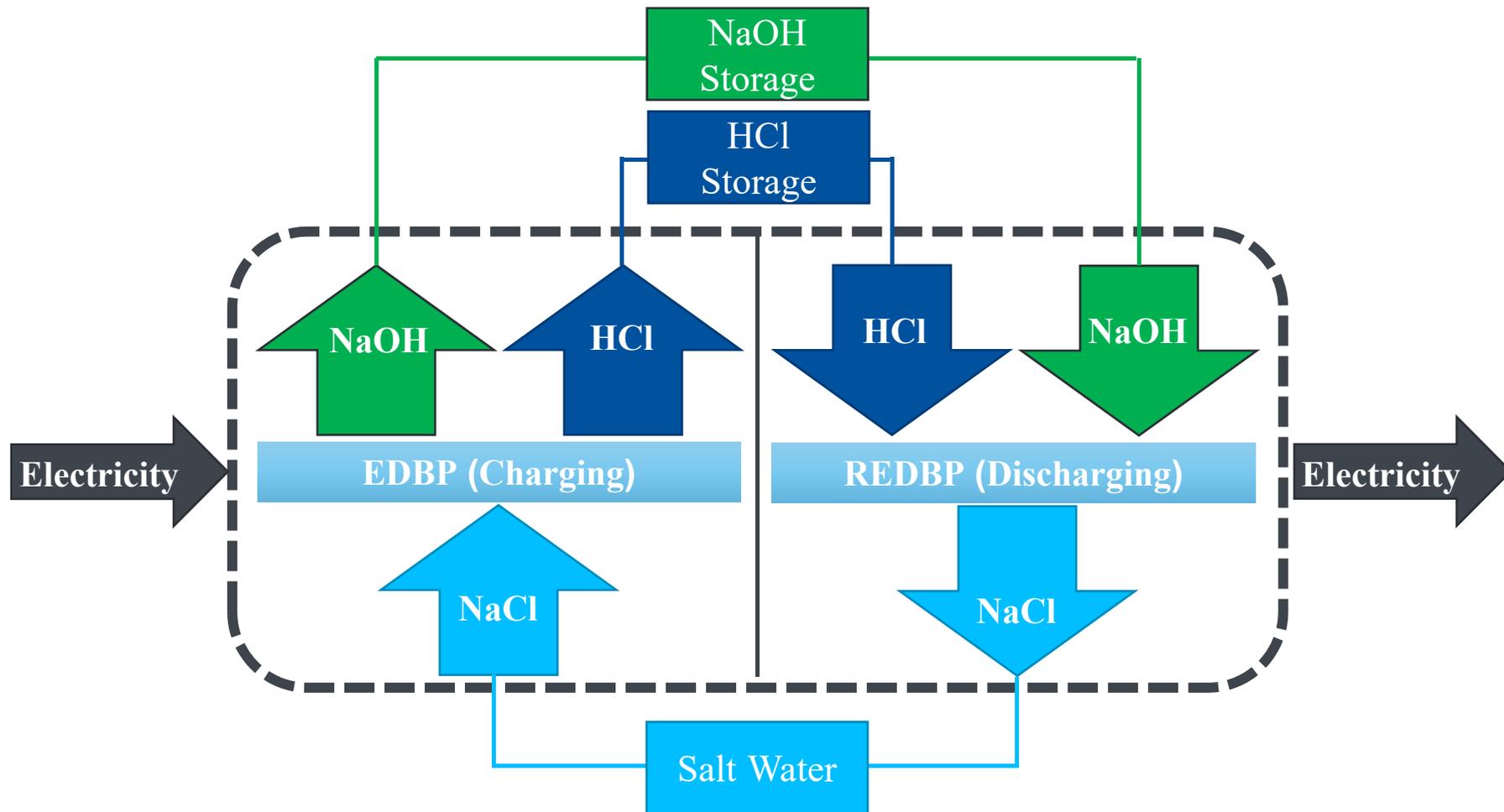
- Quantifizierung des Stoff- und Wärmetransportes
- Auswahl geeigneter Materialien
- Design der Wärmepumpe
- dynamische Simulation und Optimierung der Wärmepumpe

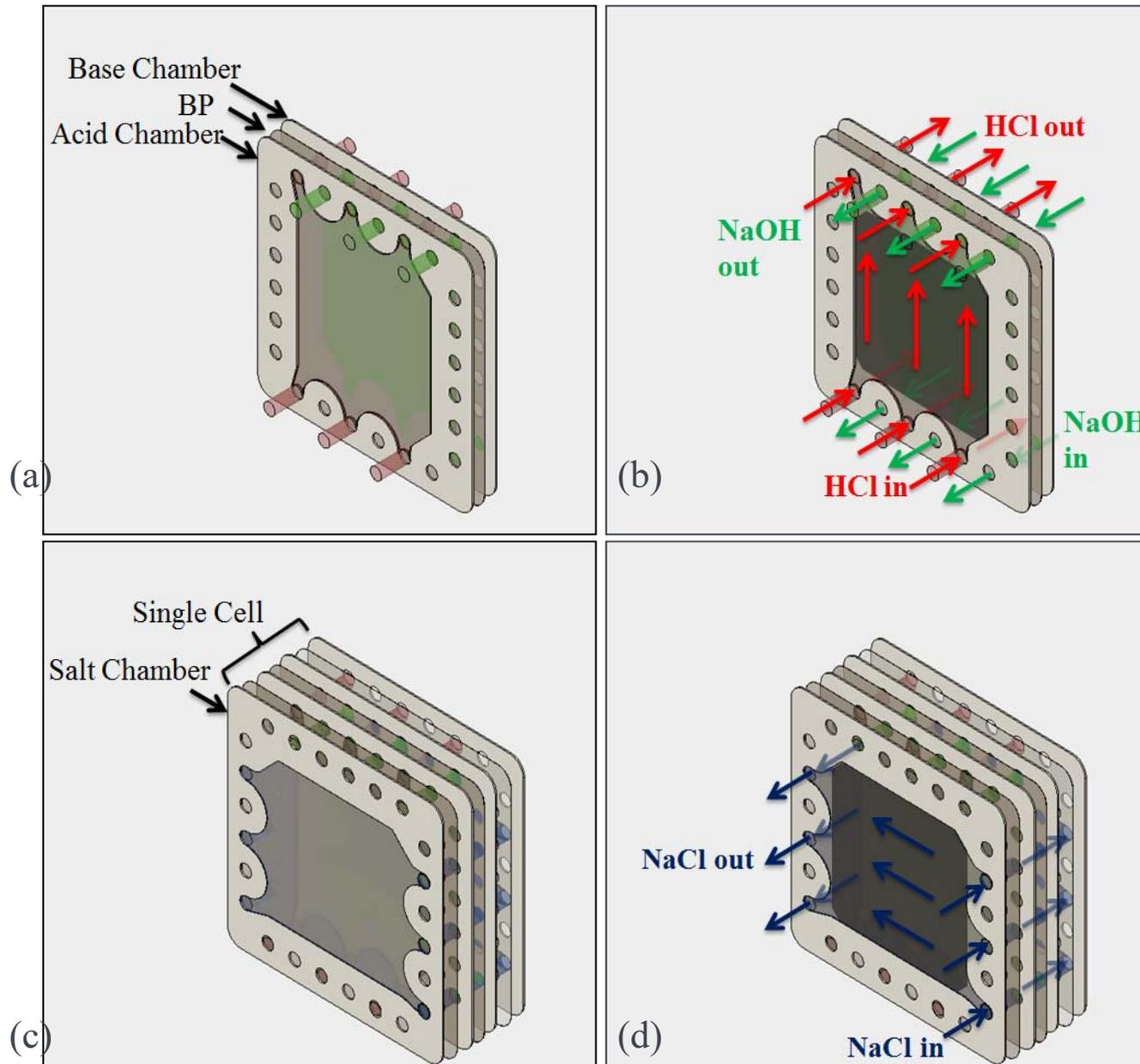
Flüssigkeitsbatterie

- M.Sc. Jiabing Xia

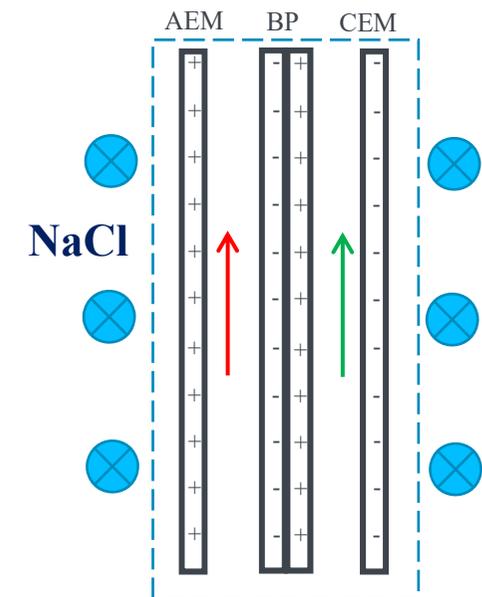


Funktionsprinzip

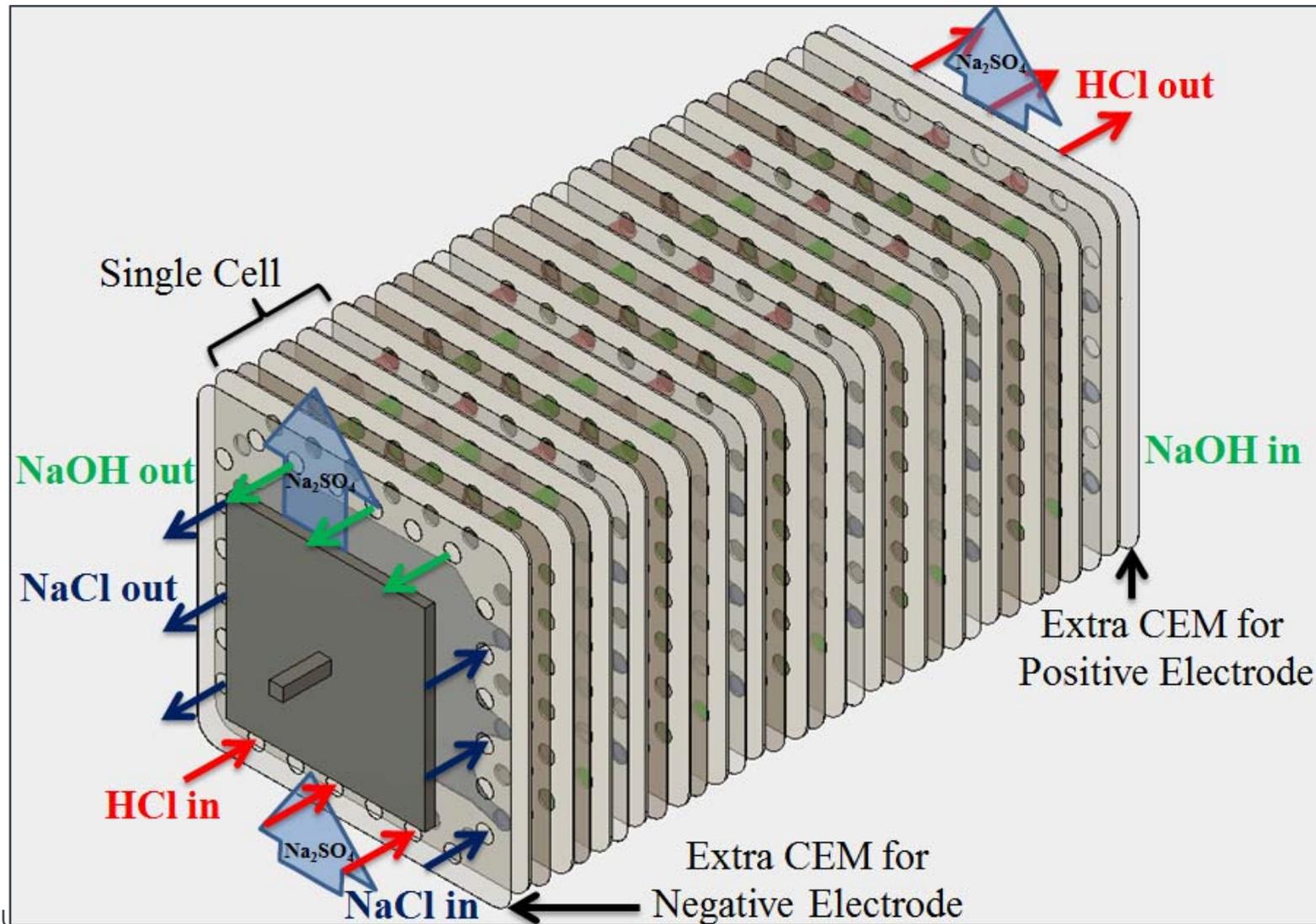


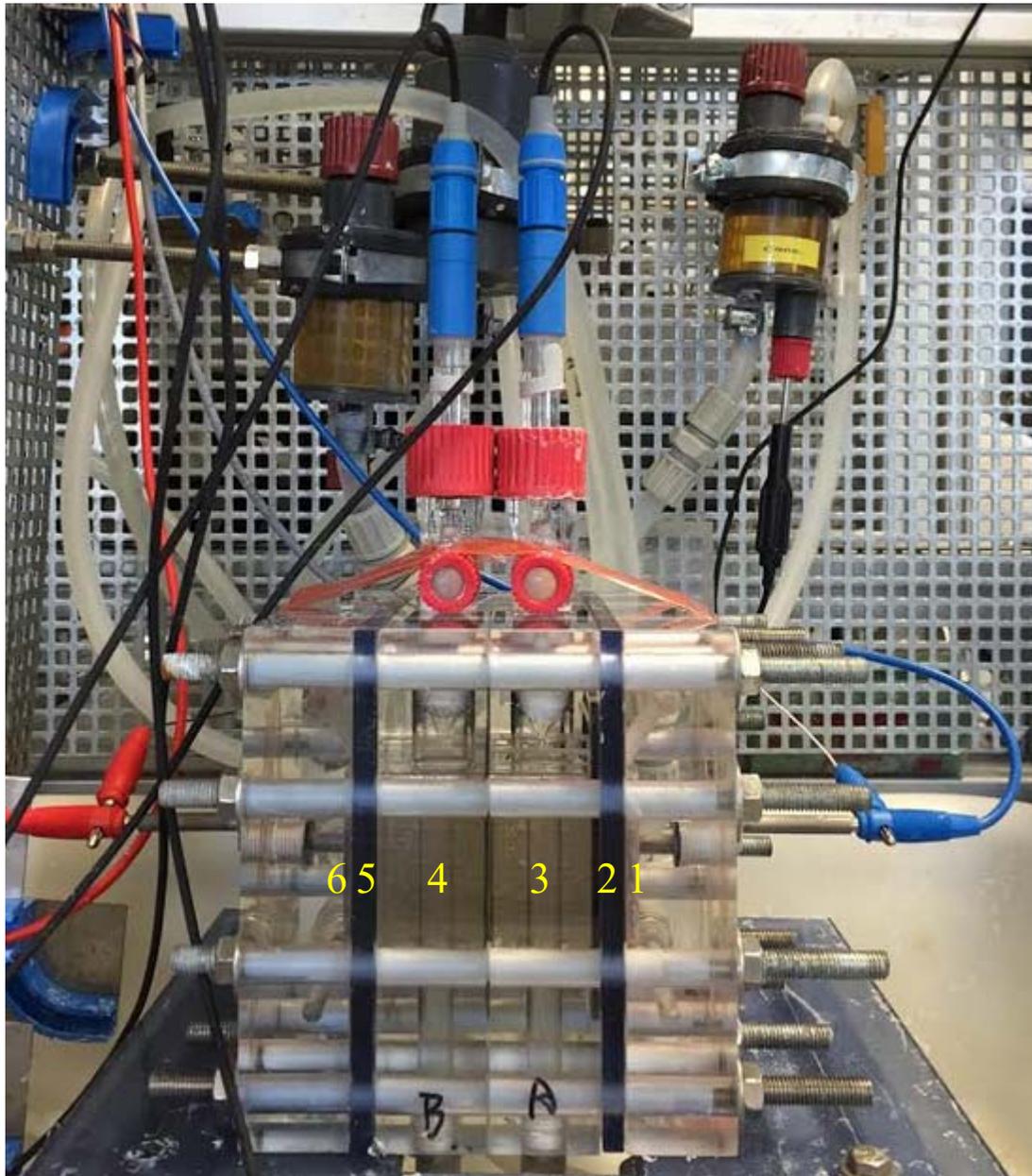


Membrane



Aufbau eines Stacks





Working Cell

- 5 x 5 cm²

Aufgabe des Ingenieurs:

- Grundlagen Elektrochemie
- Aufbau und Betrieb Prototyp
- Optimierung des Aufbaus
- Auswahl und Bewertung der Membran
- Simulation der Leistungsverluste

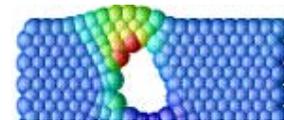
- **Reaktionstechnik**

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Nieten



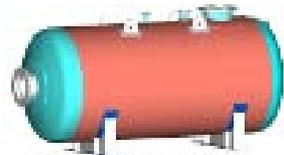
- **Strukturbildung und Transport in porösen Medien**

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Nieten



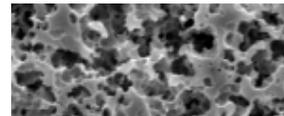
- **Apparate und Anlagentechnik**

Prof. Dr.-Ing. habil. Clemens Merten



- **Polymer- u. Membrantechnik**

Dr. Jochen Kerres

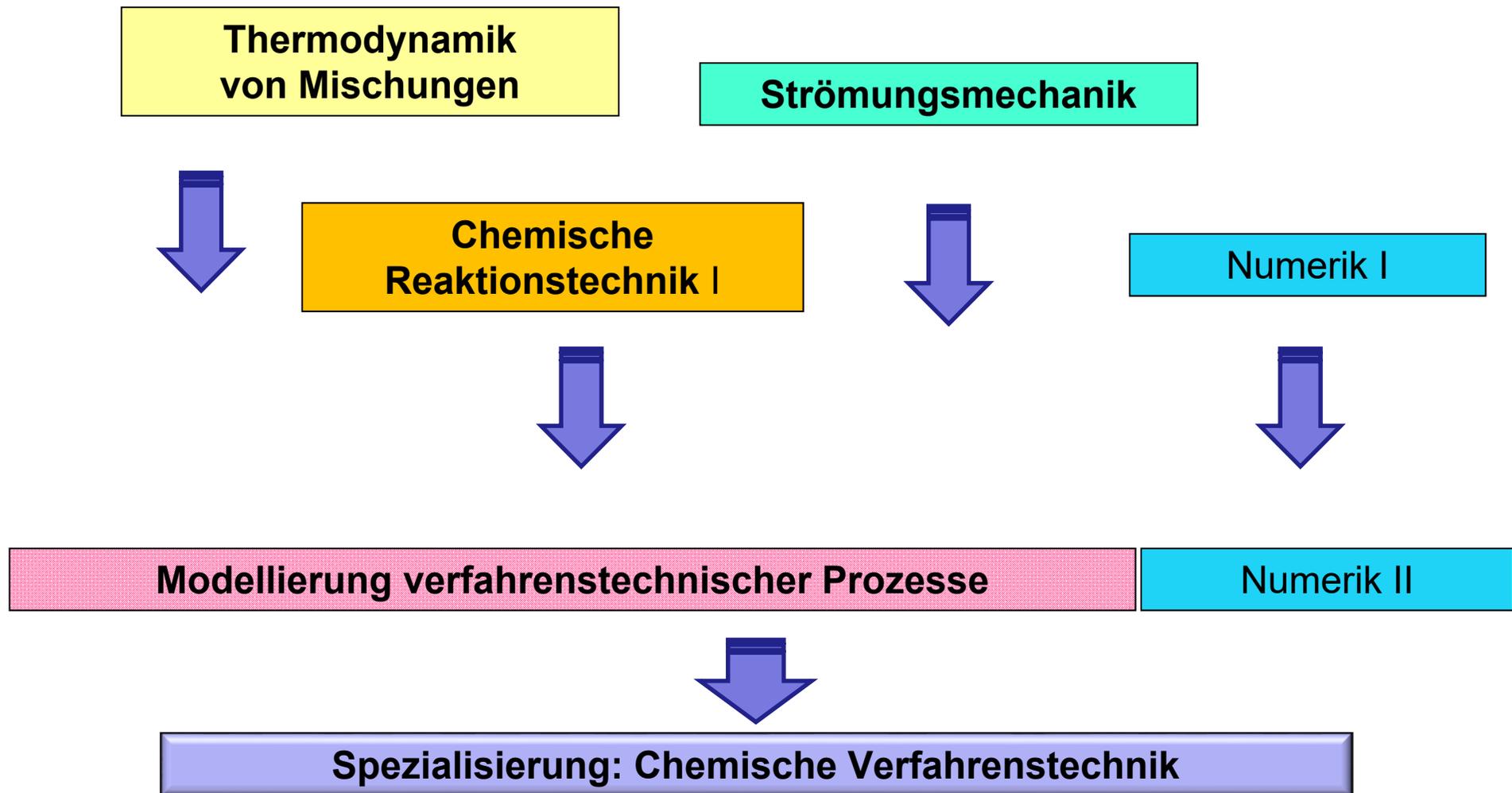


- **Partikelbasierte Funktionsmaterialien**

PD Dr.-Ing. habil. Martin Seipenbusch



Grundlagen



Vorlesungsangebot zum Spezialisierungsfach **Chemische Verfahrenstechnik**

Chemische Reaktionstechnik II

Chemische Reaktionstechnik III – Industrielle Reaktionstechnik

Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung

Abgasnachbehandlung in Fahrzeugen

Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Diffusion und Stofftransport

Polymer-Reaktionstechnik

Teil 1: Mechanismen und Praktikum

Teil 2: Berechnung und Simulation

Elektrochemische Verfahrenstechnik

Elektrochemische Energiespeicher in Batterien

Lithiumbatterien: Theorie und Praxis

Prozessführung und Production IT in der Verfahrenstechnik

Universität Stuttgart

Reaktionstechnik

Thermodynamik

Polymere

**Elektrochemische
Verfahren**

Regelungstechnik

Chemische Reaktionstechnik II

Grundlagen **mehrphasiger Systeme**, **Versuche**,
Simulation

Chemische Reaktionstechnik III

Vertieftes Verständnis, **Praxis**

Abgasnachbehandlung in Fahrzeugen

Übersicht, **Praxis**

Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung,

Theorie, Grundlagen

**Reaktions-
technik**

Polymerreaktionstechnik I

Grundlagen, Basiswissen, Praktikum

Polymerreaktionstechnik II

Berechnungsmethoden, Modellierung und Simulation

Polymere

Elektrochemische Verfahrenstechnik

Übersicht, Theorie Elektrochemie

Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien

Spezialvorlesung zu aktuellem Thema

Lithiumbatterien: Theorie und Praxis

Spezialvorlesung zu aktuellem Thema

**Elektro-
chemische
Verfahren**

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Institut für Chemische Verfahrenstechnik

