ReProvAP

Reduzierung der klimarelevanten Prozessemissionen durch die verbesserte Auslegung von strukturierten Packungskolonnen

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

01LJ2002A-H

Dr.-Ing. Sebastian Rehfeldt

Technische Universität München
TUM School of Engineering and Design
Department of Energy and Process Engineering
Lehrstuhl für Anlagen- und Prozesstechnik

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Agenda

1 Motivation

2 Ziel

3 Team

4 Projektstruktur

5 Zusammenfassung

Agenda

1 Motivation

2 Ziel

3 Team

4 Projektstruktur

5 Zusammenfassung

Unsere Motivation

Die Herstellung von Chemikalien ist **sehr energieintensiv**. Destillation, Absorption und Desorption spielen dabei eine wichtige Rolle.

Für diese Trennverfahren werden Bodenkolonnen und Packungskolonnen verwendet. **Packungskolonnen** haben einen deutlich **geringeren Druckverlust**.

Dies führt zu **einem geringeren Energieverbrauch,** insbesondere bei Prozessen mit Kompressoren oder geringen Temperaturunterschieden zwischen Kopf und Sumpf. Letztere können durch den Einsatz einer Wärmepumpe besser wärmeintegriert werden. All dies wird die Emission von Treibhausgasen erheblich reduzieren.

Häufig werden Bodenkolonnen verwendet, da die Auslegung von Packungskolonnen mit **großen Unsicherheiten** behaftet ist. Eine verbesserte Auslegungsmethodik wird zu einem **verstärkten Einsatz von effizienten Packungskolonnen** führen.

Agenda

1 Motivation

2 Ziel

3 Team

4 Projektstruktur

5 Zusammenfassung

Unser Ziel

- Entwicklung einer neuen Auslegungsmethodik für Packungskolonnen
- Verringerung der Unsicherheiten bei der Bestimmung der erforderlichen Packungshöhe von Kolonnen
- Verstärkter Einsatz von effizienten Packungskolonnen in der chemischen Industrie
- Senkung des Energiebedarfs von Prozessen mit Kompressoren
- Verstärkte Energieintegration durch Wärmepumpen oder Wärmeverbund

Reduzierung der klimarelevanten Prozessemissionen durch die verbesserte Auslegung von strukturierten Packungskolonnen

Agenda

1 Motivation

2 Ziel

3 Team

4 Projektstruktur

5 Zusammenfassung

Unser Team

RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM

Technische Universität Berlin

Technische Universität Braunschweig

Technische Universität München

UNIVERSITÄT PADERBORN

BASF We create chemistry

Linde

rvt Process Equipment

ENVIMAC

EVONIK KRAFT FÜR NEUES

SULZER

INEOS

RASCHIG

BAYER

covestro

LANXESS Energizing Chemistry

YNCORIS Industrial Services

MONTZ

Agenda

1 Motivation

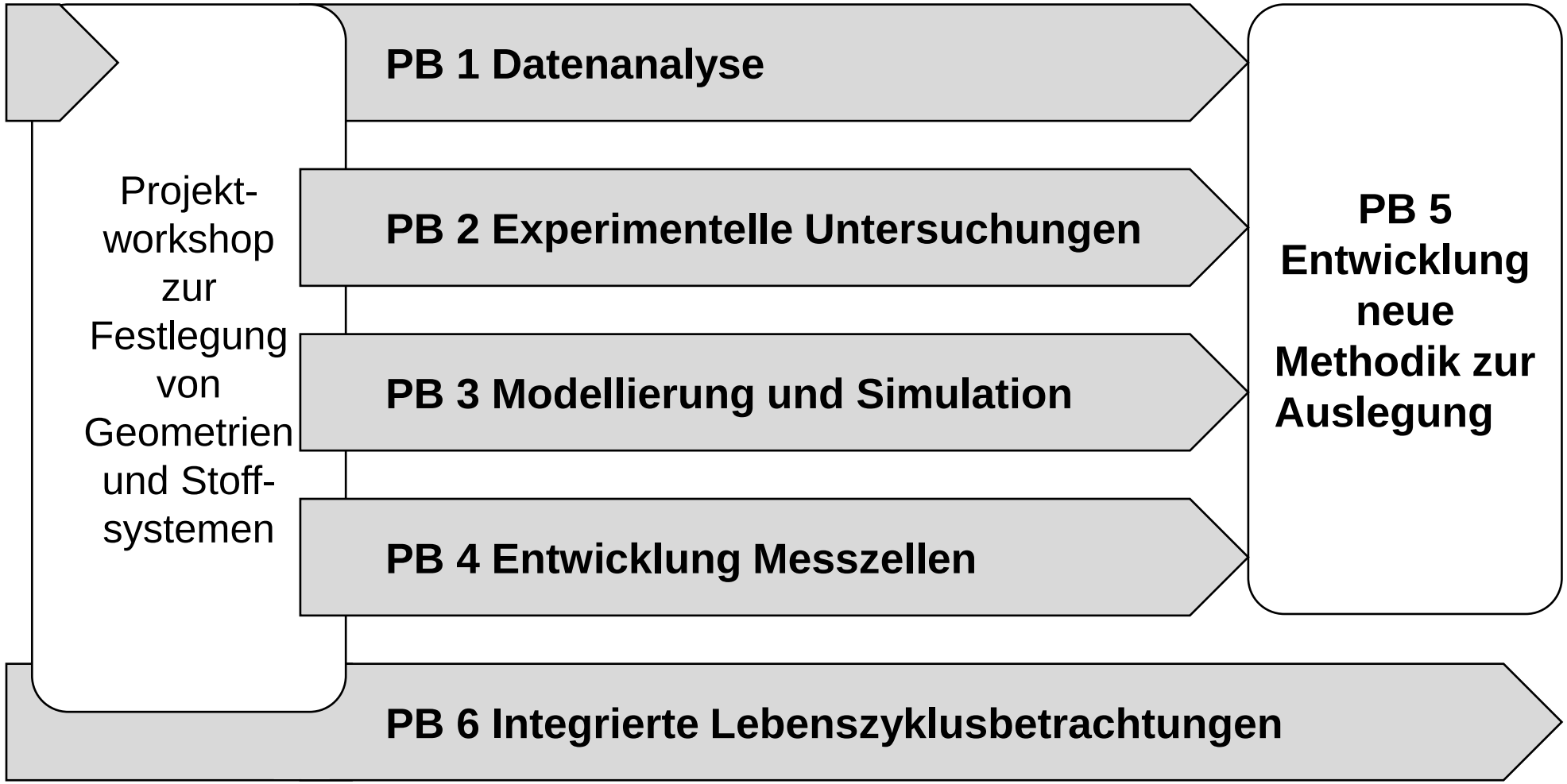
2 Ziel

3 Team

4 Projektstruktur

5 Zusammenfassung

Unsere Projektstruktur



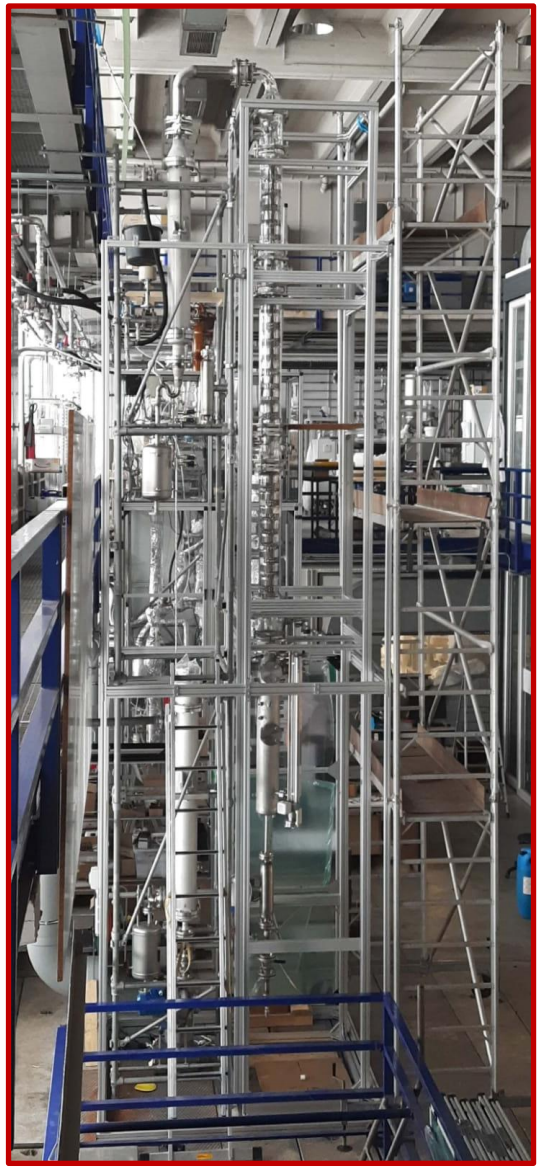
Datenanalyse

- Sammlung und Bereitstellung von Versuchsdaten und realen Prozessdaten
- Zusammenstellung, Aufbereitung, Strukturierung und Analyse von Daten
- Bestimmung der zu untersuchenden Testsysteme und Geometrien
- Aufnahme neuer experimenteller Daten in die Datenbank

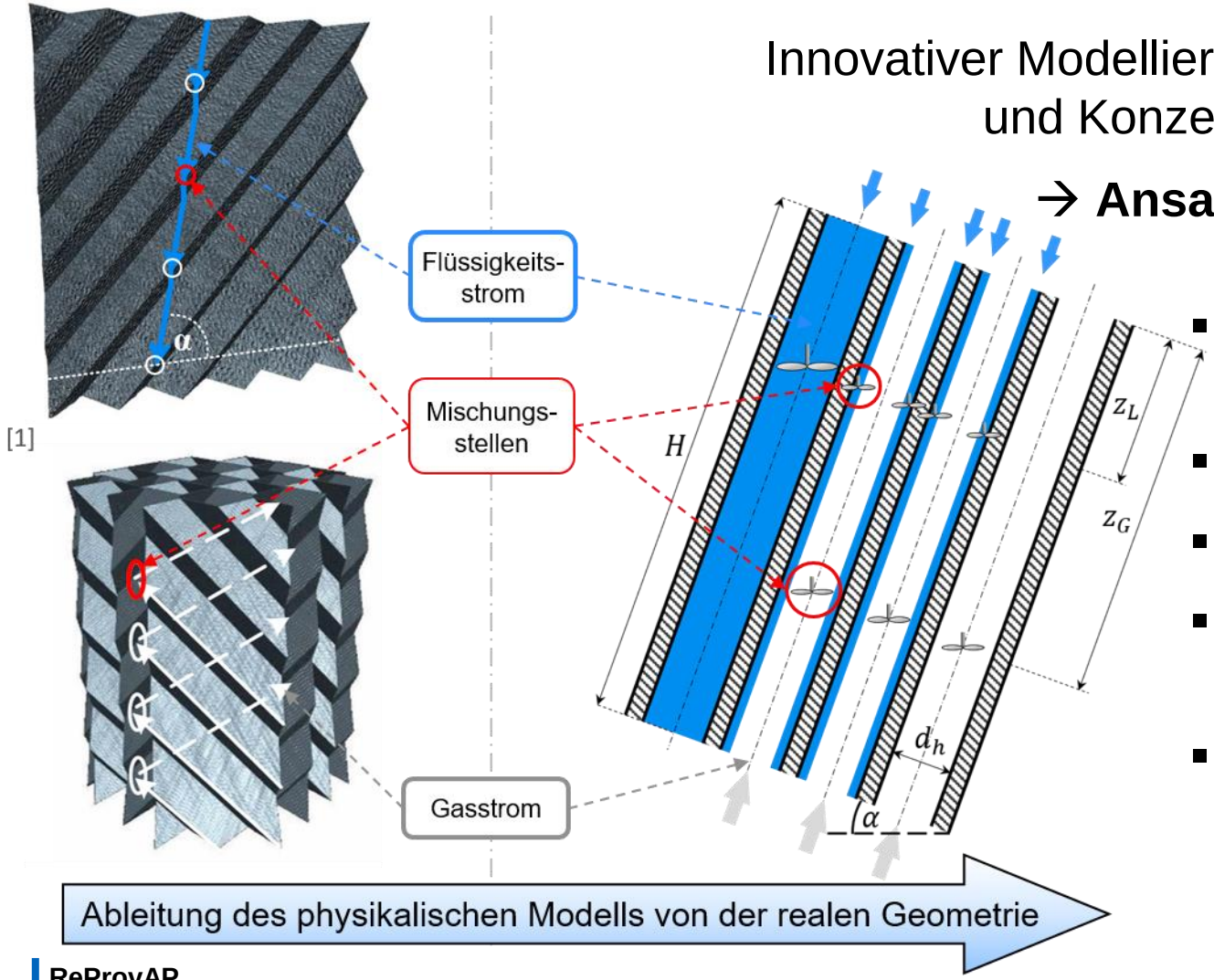
Experimentelle Untersuchungen

- Unterschiedliche Kolonnendurchmesser:
  - DN50
  - DN80
  - DN150
  - DN250
- Viskose Systeme
- Wässrige Systeme
- Weitsiedenede Systeme
- Referenztestsysteme

DN150 Kolonne



Modellierung und Simulation



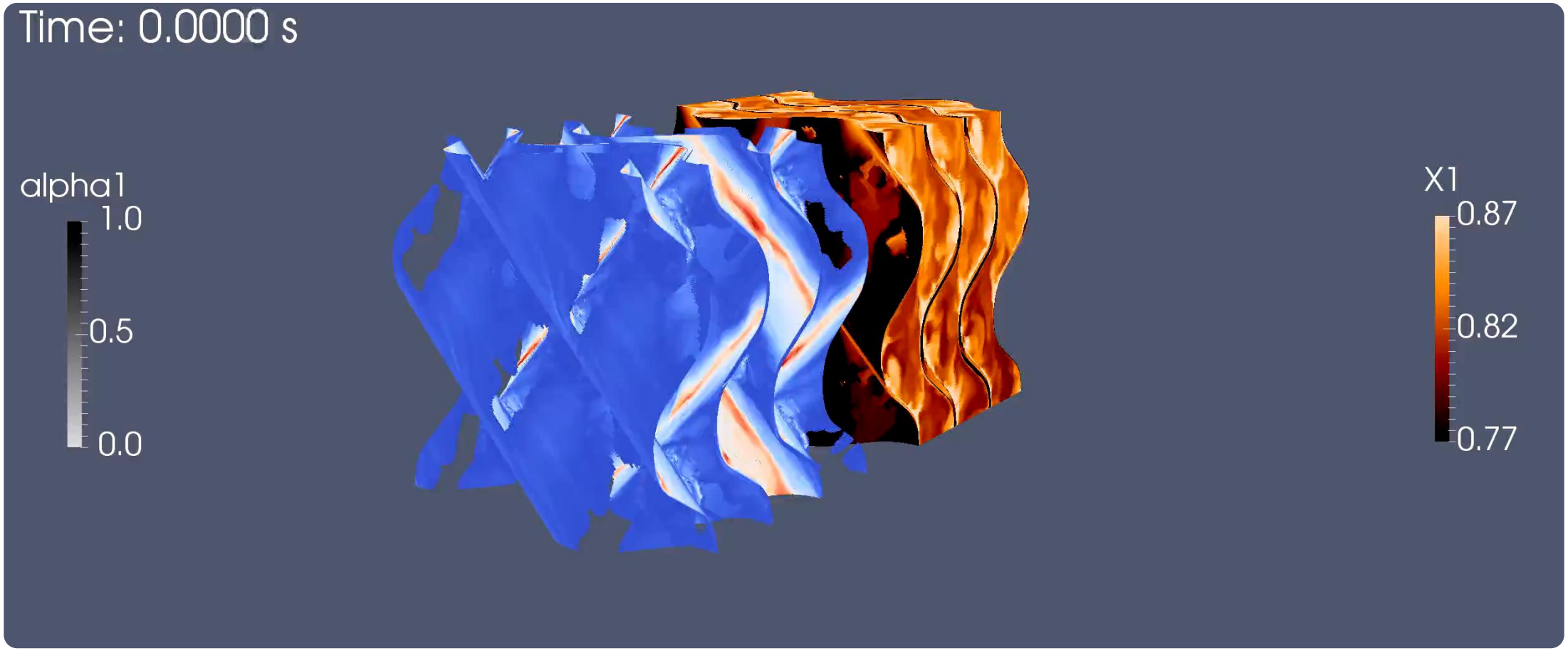
Innovativer Modellierungsansatz zur vorhersage von Temperatur- und Konzentrationsprofilen in strukturierten Packungen

→ **Ansatz der hydrodynamischen Analogien (HA)**

- Basierend auf der Topologie der dominierenden Strömungsformen
- Direkter Bezug zur realen Geometrie
- Rigorose Anwendung der Transportgleichungen
- Keine Stoff- und Wärmeübergangs-koeffizienten benötigt
- effektive Phasengrenzfläche birgt Unsicherheiten

[1] Shilkin, A., Kenig, E. Y., Olujic, Z.: "A Hydrodynamic-Analogy-based Model for Efficiency of Structured Packing Distillation Columns.", AIChE J. 52, 3055-3065, 2006.

Modellierung und Simulation



Miniatur-Messzellen

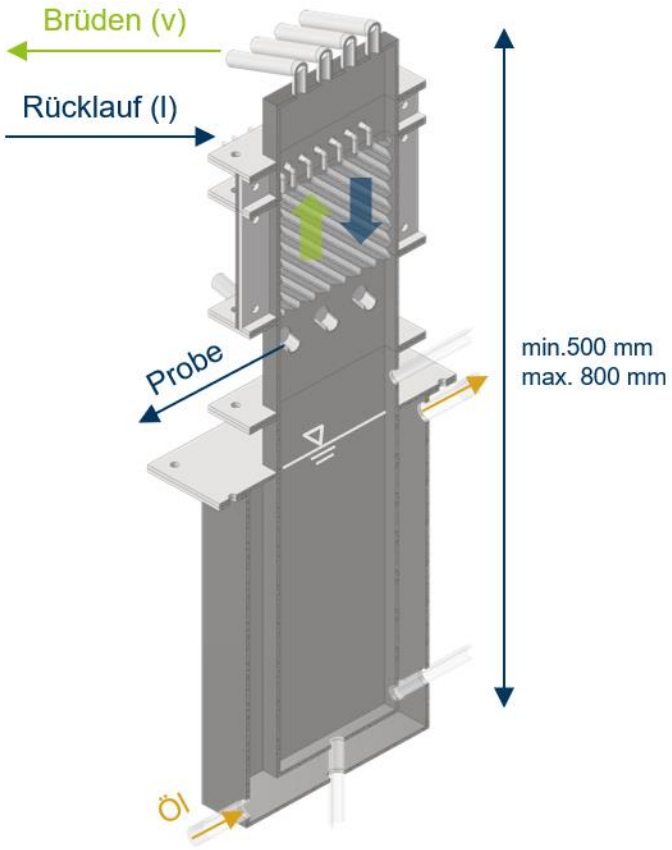
Motivation: Bestimmung HETP-Wert, Holdup und Druckverlust mit minimaler Testmenge und geringen Investitionskosten

Idee: Abbildung des Kernbereichs einer Packungskolonne

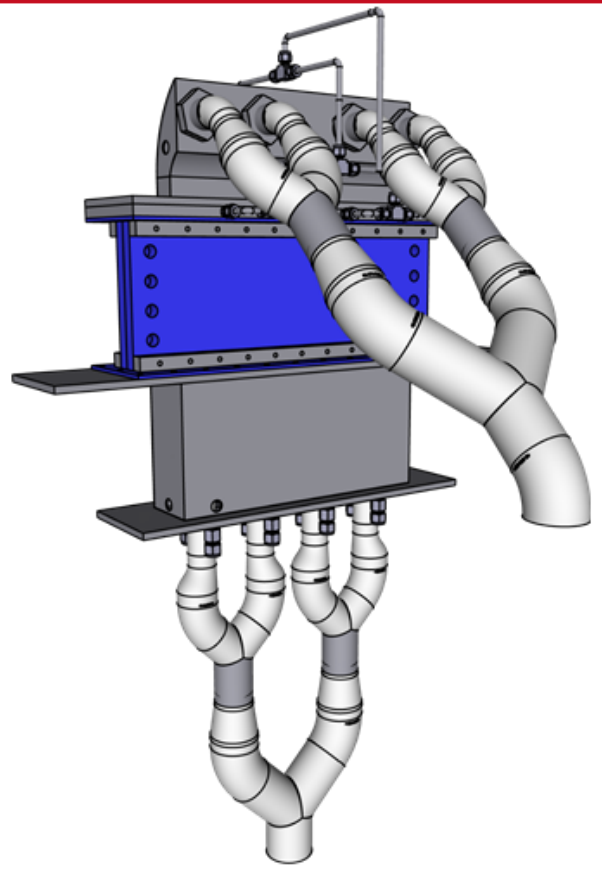
Herausforderung: Experimentelle Charak-terisierung in kleinen Geometrien

Langfristiges Ziel: Bestimmung der relevanten Parametern realer Systeme zur Verbesserung der Auslegung für Packungskolonnen

3D-Modell Messzelle @RUB: Variation der Packungshöhe

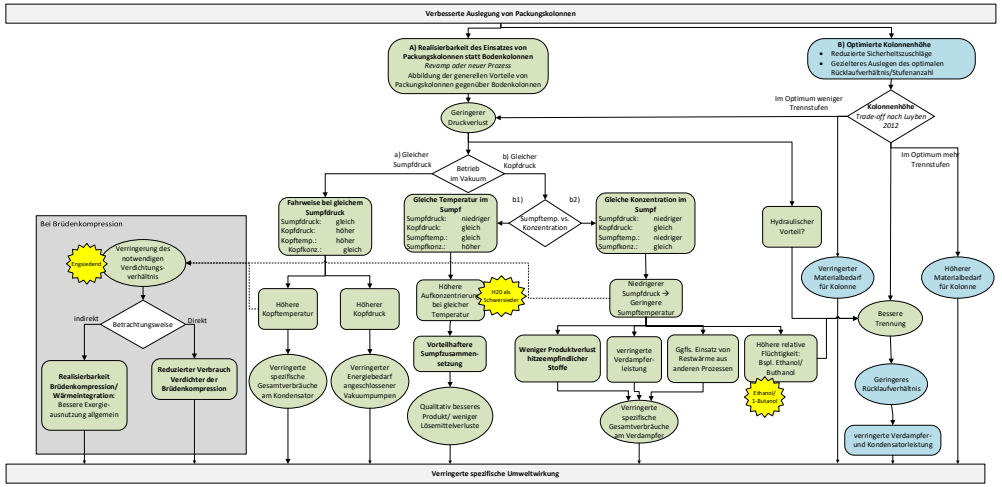


3D-Modell Messzelle @TUB: Variation der Packungsbreite

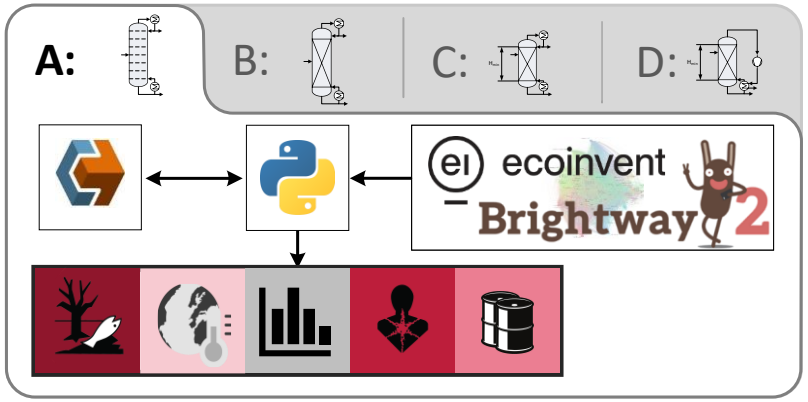


Integrierte Lebenszyklusbetrachtungen

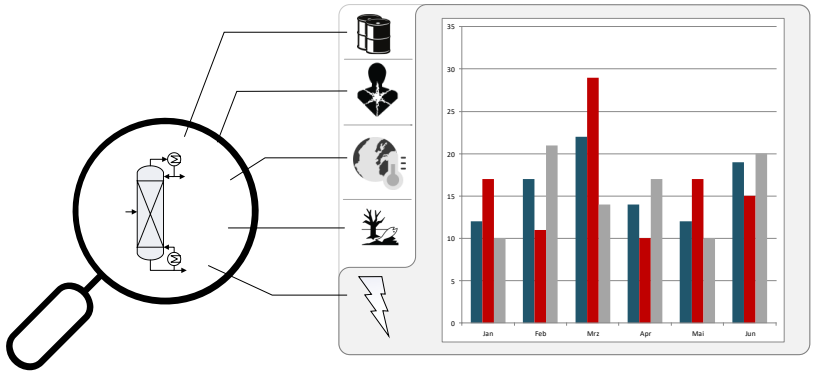
Welche Auswirkungen hat eine verlässlichere und anforderungsgerechte Auslegung von Packungskolonnen?



1.) Qualitative Erfassung der zu erwartenden Effekte einer verlässlicheren Auslegungsmethodik



2.) Modellierung des Lebenszyklus und Quantifizierung des Einflusses auf Umweltproblemfelder



3.) Ableiten und Bewerten von Potentialen z.B. verminderte THG-Emissionen

Agenda

1 Motivation

2 Ziel

3 Team

4 Projektstruktur

5 Zusammenfassung

Zusammenfassung

Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie, um Lücken zu ermitteln und zu schließen

Ganzheitliche Betrachtung des Problems und Lösungsansätze auf verschiedenen Ebenen:

- Datenanalyse
- Experimentelle Untersuchungen
- Modellierung und Simulation
- Entwicklung von Miniaturmesszellen
- Integrierte Lebenszyklusbetrachtungen

Vertiefung der Erkenntnisse für eine neue Methodik zur Auslegung von Packungskolonnen

→ Reduzierung der klimarelevanten Prozessemissionen durch die verbesserte Auslegung von strukturierten Packungskolonnen

ReProvAP

Reduzierung der klimarelevanten Prozessemissionen durch die verbesserte Auslegung von strukturierten Packungskolonnen

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

01LJ2002A-H

Dr.-Ing. Sebastian Rehfeldt

Technische Universität München
TUM School of Engineering and Design
Department of Energy and Process Engineering
Lehrstuhl für Anlagen- und Prozesstechnik

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit