

Masterarbeit

Experimentelle und simulative Untersuchung der Wandschichtbildung in Kapillarreaktoren bei der radikalischen Polymerisation von N-Vinylpyrrolidone

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Nieten
 Böblinger Straße 78
 70199 Stuttgart



Modellierung
 Experimente
 Simulation

Schlüsselwörter:

Wandschichtbildung in
 Adsorption von Polymeren

Radikalische Polymerisation,
 Rohrreaktoren, Beschichtung,

Stuttgart, 12.08.2022

Motivation



Spezialpolymere wie Polyvinylpyrrolidone werden aktuell in Batch oder Semi-Batch Fahrweise in Rührkesseln hergestellt. Im Sinne der Prozessintensivierung soll die Herstellung solcher Spezialpolymere auf kontinuierliche Millireaktoren

umgestellt werden. In diesen kontinuierlichen Reaktoren kommt es allerdings zu Fouling bis hin zum Verblocken des Reaktors (siehe Foto). Dies führt zu hohen Wartungsintervallen und unpraktikablen Fahrweisen. Ziel ist es, das Foulingverhalten des Prozesses zu untersuchen. Um den Prozess des Foulings nachvollziehen zu können, möchten wir mit den einfachsten kontinuierlichen Reaktoren beginnen: den Kapillarreaktoren. In diesen Kapillarreaktoren bildet sich nach gewisser Reaktionszeit eine hochviskose Wandschicht aus. Diese Wandschicht führt zu einer Verschiebung des Verweilzeitverhaltens. Es gilt nun dieses Verhalten bei unterschiedlichen Randbedingungen zu untersuchen.

Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit ist mit der bestehenden Versuchsanlage Experimente im Kapillarreaktor bei unterschiedlichen Bedingungen (Durchmesser, Länge, Strömungsgeschwindigkeiten) durchzuführen. Bei diesen Versuchen sollen Verweilzeitmessungen durchgeführt werden, um ein Aufwachsen einer Wandschicht detektieren zu können. Gleichzeitig gilt es diese Versuche mit einem bereits vorhandenen CFD-Solver in OpenFOAM nachzusimulieren.

Anschließend soll ein beschichteter Kapillarreaktor getestet werden. Um das Verhalten anderer Oberflächen in CFD zu simulieren, muss zuerst ein Verständnis für die Anhaftung von Polymeren auf unterschiedlichen Oberflächen entwickelt werden. Dazu soll eine Theorie und ein einfaches Modell entwickelt werden. Optional wäre anschließend die Implementierung des Oberflächenmodells in die CFD-Simulation.

Arbeitspakete:

- Einarbeitung in die Thematik der radikalischen Polymerisation von N-Vinylpyrrolidone
- Experimente am Kapillarreaktor mit unterschiedlichen Randbedingungen (Durchmesser, Länge)
- Experimentelle Untersuchung beschichteter Kapillarreaktoren
- CFD-Simulation der experimentellen Befunde
- Adsorptionstheorie für PVP an Oberflächen
- Auswertung und Analyse

Optional:

- Mathematische Modellierung der Adsorptionstheorie
- Implementierung der Adsorption in ein vorhandenes CFD Modell

Qualifikation und Vorkenntnisse

- Freude am experimentellen Arbeiten
- Engagement und Kreative Arbeitsweise
- Grundlegende Programmierkenntnisse zur Auswertung von Messdaten (Matlab, Python, C++, etc.)
- Freude an theoretischer Arbeit

Beginn

Ab September 2022 möglich

Ansprechpartner

Stefan Welzel, Raum 2.028, Böblingerstr. 78, Stuttgart, stefan.welzel@icvt.uni-stuttgart.de