

Studentische Arbeit (Bachelor/Master): CFD-Simulation der Kunststoffpyrolyse in einem Wirbelschichtreaktor

Ihr Profil

- Studium im Bereich Chemieingenieurwesen, Verfahrenstechnik oder einer vergleichbaren Fachrichtung
- Interesse an numerischen Methoden und Freude an der Programmierung
- Vorkenntnisse in CFD, der Simulation von Mehrphasenströmungen oder der Wirbelschichttechnik sind von Vorteil, aber keine Voraussetzung

Motivation

Die Kunststoffpyrolyse stellt eine vielversprechende Technologie zur nachhaltigen Bewältigung von Kunststoffabfällen dar. Sie ermöglicht die Rückgewinnung wertvoller Ressourcen, indem Kunststoffe unter Sauerstoffausschluss thermisch in flüssige oder gasförmige Produkte wie Pyrolyseöl zersetzt werden. Diese Produkte können anschließend zu neuen Kunststoffen, Chemikalien oder anderen hochwertigen Materialien weiterverarbeitet werden.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Technologie ist die Fähigkeit, auch Kunststoffe zu verarbeiten, die aufgrund ihrer Zusammensetzung oder Verunreinigung für das mechanische Recycling ungeeignet sind. Dazu gehören gemischte oder kontaminierte Kunststoffabfälle. Die Entwicklung effizienter Pyrolysetechnologien erfordert jedoch ein tiefgreifendes Prozessverständnis, das durch rein experimentelle Untersuchungen nur begrenzt erreicht werden kann. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit numerische Simulationen eingesetzt, um den Pyrolyseprozess von Kunststoffabfällen in einem Wirbelschichtreaktor detailliert zu analysieren.

Aufgabenstellung

Kern der Arbeit ist die Simulation der reaktiven Partikel-Gas-Strömung in der Wirbelschicht mittels der Euler-Lagrange-Methode. Hierfür wird ein bestehender Löser des CFD-Codes OpenFOAM verwendet, der Partikel-Partikel-Kollisionen, klassen- und skalenübergreifenden Wärmetransport sowie die Pyrolysereaktion berücksichtigt.

Ihre Hauptaufgaben umfassen:

- **Untersuchung von Betriebsparametern:** Analyse des Einflusses wichtiger Parameter (z. B. Reaktortemperatur, Leerrohrgeschwindigkeit, Partikelgröße) auf den Pyrolyseprozess.
- **Analyse der Hydrodynamik:** Untersuchung des hydrodynamischen Verhaltens und dessen Auswirkung auf den Aufheizvorgang der Kunststoffpartikel.
- **Analyse des Wärmeübergangs:** Ableitung der Konsequenzen, die der verstärkte Wärmetransport durch die hydrodynamische Wechselwirkung der Sand-Kunststoff-Gas-Phasen auf die Pyrolysereaktion und den Partikelumsatz hat.
- **Quantitative Auswertung:** Bestimmung der quantitativen Korrelationen zwischen den Betriebsparametern und dem hydrodynamischen Verhalten, der Partikelheizung sowie dem Pyrolyseprozess.
- **Modellvergleich:** Vergleich der Simulationsergebnisse aus OpenFOAM mit denen eines vereinfachten 0D-Modells, um den Einfluss von idealisierten gegenüber realistischeren Bedingungen zu identifizieren.

Je nach Vorkenntnissen und Interesse können weitere Aufgabenbereiche wie die Untersuchung von Hochskalierungseffekten, Kunststoffschmelze, detaillierter Pyrolysekinetik oder das Pyrolyseverhalten von Einzelpartikeln hinzukommen.

Was wir bieten

Diese Arbeit vermittelt Ihnen umfassende Kenntnisse in der Anwendung von CFD-Methoden und Programmiertechniken zur Lösung spannender Aufgabenstellungen im Bereich der Hochtemperaturverfahrenstechnik.

Kontakt

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann senden Sie bitte Ihren Lebenslauf sowie einen aktuellen Notenspiegel an: feichi.zhang@kit.edu