

# **Aufgabenstellung für Bachelor-/Masterarbeit**

## **Numerische Simulation eines Wirbelschichtreaktors für die Kunststoffpyrolyse**

**Datum:** ab sofort

**Betreuer:** Dr. Feichi Zhang, Dr. Salar Tavakkol

**Aufgabensteller:** Prof. Dr. Dieter Stapf

### **Hintergrundwissen**

Studierende des Chemieingenieurwesens/Verfahrenstechnik (o.ä.) mit Interesse an numerischer Arbeit sowie mit Vorliebe für Programmierung. Kenntnisse in CFD, Simulation von Mehrphasenströmung, Wirbelschichttechnik können den Einstieg in die Arbeit erleichtern, sind aber nicht zwingend erforderlich.

### **Motivation**

Die Kunststoffpyrolyse bietet eine Reihe von Vorteilen in Bezug auf die nachhaltige Bewältigung von Kunststoffabfällen, welches die Rückgewinnung von wertvollen Ressourcen aus Kunststoffabfällen ermöglicht. Durch die thermische Zersetzung von Kunststoffen in Abwesenheit von Sauerstoff entstehen flüssige oder gasförmige Produkte wie Pyrolyseöl. Diese Produkte können weiterverarbeitet und zur Herstellung von neuen Kunststoffen, Chemikalien oder anderen hochwertigen Produkten verwendet werden. Diese Technologie ermöglicht auch die Verarbeitung von Kunststoffen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung oder Verschmutzung schwer mechanisch recycelbar sind. Dies umfasst gemischte Kunststoffabfälle, kontaminierte Kunststoffe oder Kunststoffe mit speziellen Eigenschaften, die eine mechanische Recyclingmethode erschweren. Die Entwicklung effizienter Pyrolysetechnologien erfordert ein tiefgreifendes Verständnis, welches durch experimentelle Untersuchung nur begrenzt möglich ist. Im diesen Sinne werden numerische Simulationen in dieser Arbeit eingesetzt, um einen hohen Detailgrad des Pyrolyseprozesses der Kunststoffabfälle in einem generischen Wirbelschichtreaktor zu erzielen.

### **Aufgabenstellung**

Die Euler-Lagrange Methode ist für die Simulation der reagierenden Partikel-Gas Strömung in der Wirbelschicht anzuwenden. Ein vorhandener Löser im CFD Code OpenFOAM soll dafür eingesetzt werden, welcher die Partikel-Partikel Kollisionen, die partikelklassen- und partikelkalenübergreifende Wärmeübertragung sowie die Pyrolysereaktion berücksichtigt. Der Fokus der Arbeit besteht darin, die Einflüsse der wichtigsten Betriebsparameter wie der Reaktortemperatur, der Leerrohrgeschwindigkeit, der Sandmasse, der Größe der Kunststoffpartikel sowie des Mischungsanteils von Kunststoff auf den Pyrolyseprozess zu untersuchen. Darüber hinaus ist das hydrodynamische Verhalten sowie dessen Einfluss auf den Aufheizvorgang der Kunststoffpartikel zu untersuchen. Anschließend soll die Folge des verstärkten Wärmetransports durch die hydrodynamische Wechselwirkung der Sand-Kunststoff-Gas Phasen auf die Pyrolysereaktion bzw. den Umsatzvorgang der Kunststoffpartikel abgeleitet werden.

Die Korrelationen des hydrodynamischen Verhaltens, der Aufheizung der Kunststoffpartikel und des Pyrolyseprozesses mit den ausgewählten Betriebsparametern, sind quantitativ zu bestimmen. Die Ergebnisse aus der OpenFOAM Simulationen sind mit Rechenergebnissen aus vereinfachten OD Modell zu vergleichen, um den Einfluss zwischen idealen und mehr realistischen Bedingungen auf die Simulationsergebnisse zu identifizieren.

Weitere Aufgaben können je nach Vorkenntnissen/Interessen der Studenten\*innen mit Bezug auf Untersuchungen der Einflüsse von Hochskalierung, Kunststoffschmelze, detaillierter Pyrolyse-Kinetik und Stoßender Wirbelschicht gestellt werden.

Als Perspektive werden durch die Arbeit umfassende Kenntnisse für die Anwendung von der CFD Methode sowie der Programmieretechnik für die Lösungen von spannenden Aufgabenstellungen im Bereich der Hochtemperaturverfahrenstechnik vermittelt.