



Mathematik für Effizienz und Kontrolle

Mathematische Modelle machen das Verhalten winziger Partikel in großen Anlagen berechenbar. Effizienz und Qualität in der Produktion von Polyolefinen können damit gesteigert werden.

Worum es geht

Polyethylen und Polypropylen gehören zu den weltweit am häufigsten eingesetzten Kunststoffen und werden hauptsächlich in der Verpackungsindustrie, als Isolierwerkstoffe für Kabel und Kondensatoren, in der Automobilindustrie, als Rohrwerkstoffe und als Beschichtungsmaterial für Pipelines eingesetzt. Borealis produziert diese hochwertigen Kunststoffe im großindustriellen Maßstab mit eigener Technologie. Gemäß dem Leitsatz „Mehrwert schaffen durch Innovation“ hat das Unternehmen hohes Interesse an gesteigerter Effizienz der eingesetzten Technologien zur Herstellung von Kunststoffen.

Die Forschungsfrage: Wie kann die Herstellung von Kunststoffen noch weiter optimiert werden?

Polyethylen und Polypropylen werden in Wirbelschichtreaktoren aus ihren Monomeren hergestellt, welche in der Form von Kügelchen in einer Dimension von etwa 2 mm vorliegen. Diese Wirbelschichtreaktoren sind als industrielle Großanlagen ausgelegt und nehmen die Dimension eines Kirchturms an. In diesen Reaktoren werden die gasförmigen Rohstoffe (Monomere) eingetragen, die sich mit Hilfe eines Katalysators unter Wärmeentwicklung zu festen Polymerketten zusammenfinden. Die dadurch entstehenden Polymerkügelchen

CD-Labor für Modellierung partikulärer Strömungen

Leitung

Assoz.Univ.Prof. Dr. Stefan Pirker; Universität Linz

Laufzeit

01.01.2009 – 31.12.2015

Unternehmenspartner

Borealis AG, PLANSEE SE, Primetals Technologies Austria GmbH, RHI Feuerfest GmbH, ThyssenKrupp Resource Technologies GmbH, voestalpine Stahl Donawitz GmbH, voestalpine Stahl GmbH

Drei Fragen an ...



© Alice Schürer-Wala
Dr. Norbert Reichelt
Senior Group Expert Polyolefin Technology,
Borealis AG

Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Innovationen entstehen aus der Kombination von bestehendem Wissen aus verschiedenen Disziplinen der Wissenschaft und der Wirtschaft. Grundlagenforschung, obwohl teuer und zeitlich aufwendig, ist die Basis zur Erlangung von neuen Erkenntnissen, die schlussendlich wirtschaftlich umgesetzt werden.

Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Gute Kooperationen bedürfen einer konformen Interpretation der Problemstellung, des Wissensstandes sowie der benötigten Lösungsansätze zwischen den Partnern. Dies benötigt Zeit und Kontinuität der Zusammenarbeit.

Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Das Fördermodell der CD-Labors setzt genau an diesen Herausforderungen an und bietet mit der siebenjährigen Laufzeit den Rahmen für eine erfolgreiche Ausführung der Grundlagenforschung mit Nutzen für die Universitäten und die Industrie.

sollten idealerweise idente Dimensionen und Eigenschaften aufweisen. Dies erfordert eine genaue Regelung der Reaktoren bis hin zur Partikelebene. Das Verhalten aller Partikel im Reaktor soll möglichst genau gesteuert und vorhergesagt werden können, denn jede Unregelmäßigkeit erhöht den Verbrauch von Energie und Rohstoffen, produziert mehr Ausschuss und kann zu kostentreibenden Prozessstopps führen.

Diese technischen Herausforderungen lassen sich empirisch im Labormaßstab erforschen, aber nicht einfach auf Produktionsanlagen übertragen, da das Dimensionsgefälle zwischen dem turmhohen Reaktor und Laboranlagen einfach zu groß ist. Es braucht hier neue komplexe mathematische Modelle und aufwendige numerische Simulationen.

Die Kooperation im CD-Labor

Grundlagenforschung in dieser Tiefe ist für Borealis nur in Kooperation mit einem externen, kompetenten Partner möglich, weshalb man sich für die Kooperation mit WissenschaftlerInnen an einer Universität entschieden hat. Prof. Pirker und sein Team im CD-Labor für Modellierung partikulärer Strömungen verfügen über langjährige Erfahrungen in der mathematischen Modellierung und die dafür nötigen Ressourcen und Rechnerkapazitäten.

Auf Basis der Problemstellung und der Bereitstellung entsprechender Datensätze durch Borealis entwickelte und validierte das CD-Labor ein mathematisches Modell.

Ergebnisse

Das im CD-Labor erstellte mathematische Modell, das Subgrid-Modell, ist in der Lage, alle wesentlichen Parameter zu modellieren und somit der prozesstechnischen Optimierung zugänglich zu machen. Verweilzeit der Monomere im Reaktor, Temperaturprofile der Reaktoren und die detaillierten Gasströmungen der Wirbelschicht innerhalb des Reaktors werden dadurch berechenbar.

Auf Basis dieser Modellierungen und einer – ebenfalls im CD-Labor durchgeführten – experimentellen Validierung im Labormaßstab, konnten die gewonnenen Erkenntnisse bereits umgesetzt werden. Bestehende Anlagen vom Pilotmaßstab bis hin zu Produktionsanlagen wurden auf Basis dieser Modelle im Detail untersucht und optimiert. Alle technologie-relevanten Erkenntnisse wurden durch Borealis patentrechtlich abgesichert.

Die Methodik der Modelle wurde wissenschaftlich publiziert und im Rahmen der frei zugänglichen open-source Simulationsplattform CFDem (www.cfdem.com) der wissenschaftlichen Community zur weiteren Optimierung zur Verfügung gestellt. Aus dem CD-Labor für Modellierung partikulärer Strömungen ist mittlerweile eine assoziierte Professur hervorgegangen. Aufgrund des großen Erfolgs kooperiert Borealis zu weiterführenden Forschungsfragen seit 2016 mit einem neuen CD-Labor, ebenfalls an der Universität Linz.

Wissenschaftliche Herausforderung

Die numerische Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen festen Partikeln oder von Partikeln und einer Flüssigkeit oder einem Gas im Industriemaßstab ist komplex und eine Aufgabe für Grundlagenforschung im Bereich der Strömungslehre. Die publizierten Ergebnisse dieser Grundlagenforschung sind vielfältig anwendbar: winzige Partikel im Wirbelschichtreaktor; grobkörniges Schüttgut bei einem Ladevorgang, pulvermetallurgische Formgebung, bei der Metallpulver in die gewünschte Form gepresst werden, u. v. a.

Prominentester Erfolg des CD-Labors: Die NASA simulierte die Interaktion zwischen den Rädern der Marssonde Curiosity und dem Marsgestein mit mathematischen Modellen, die im CD-Labor für den Hochofen entwickelt wurden.

Mehrwert für das Unternehmen

Bestehende Anlagen wurden durch die Ergebnisse aus dem CD-Labor effizienter. Sie verbrauchen weniger Energie, haben einen geringeren Materialverbrauch und produzieren weniger Ausschuss, Produktionsstopps sind signifikant seltener notwendig.

Die optimierte Borstar Technologie wird weltweit vermarktet und lizenziert.