

INSTITUT FÜR VERFAHRENSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 18402, Fax +49 (0)391 67 11209
udo.reichl@vst.uni-magdeburg.de

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl (geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Seidel-Morgenstern
Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Tomas
Jun.-Prof. Dr. Thomas Metzger
Jun.-Prof. Dr. Mirko Peglow
Jun.-Prof. Dr. Ulrike Krewer
Dr.-Ing. Christof Hamel
Dipl.-Phys. Diethard Kürschner

2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Seidel-Morgenstern
Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Tomas
Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Prof. em. Dr.-Ing. Siegfried Kattanek
Jun.-Prof. Dr. Thomas Metzger
Jun.-Prof. Dr. Mirko Peglow
Jun.-Prof. Dr. Ulrike Krewer

3. Forschungsprofil

1. Bioprozesstechnik (Prof. Dr.-Ing. U. Reichl)
 - Fermentationstechnik
 - Säugerzellen, Hefen, Bakterien
 - Aufarbeitungstechnik
 - Modellierung, Simulation und Optimierung von Bioprozessen
 - Prozessüberwachung und -regelung
2. Chemische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. A. Seidel-Morgenstern)
 - Untersuchung heterogen katalysierter Reaktionen
 - Chromatographische Trennverfahren und Reaktionstechnik
 - Kopplung von Reaktion und Stofftrennung
 - Membranreaktoren
 - Enantiomerentrennung
3. Systemverfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. K. Sundmacher, Jun.-Prof. U. Krewer)

- Multifunktionale Systeme
 - Brennstoffzellensysteme
 - Eigenschaftsverteilte Systeme
 - Modellierung, Simulation und Analyse komplexer Prozesssysteme
 - Modellierung biologischer Systeme
4. Mechanische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. J. Tomas)
- Energetisch effiziente, mechanische Verfahren der Wandlung disperser Feststoffe
 - Herstellung, Produktgestaltung & Produktformulierung ultrafeiner bis nanoskaliger Partikelsysteme
 - Grundlagen der Partikelmechanik und Schüttguttechnik
 - Grundlagen, Mikroprozesse und Prozessauslegung der Zerkleinerung, Fällung, Partikeltrennung (Sortierung, Klassierung), Pressfiltration
 - Multiskalige Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse und Prozessgruppen
 - Auslegung energetisch effizienter und ökologisch verträglicher Prozesse & Maschinen, Prozessgruppen und Verfahren (Anlagen) der Partikeltechnik
 - Verfahrenstechnik komplexer Stoffkreisläufe (Werk- und Wertstoffrecycling)
 - Aufbereitungsprozesse fester Abfälle (Aufschlusszerkleinerung und Wertstoffabtrennung)
 - Abwasserreinigung (Schlammwässerung & Klärschlammverwertung)
 - Baustoffrecycling
 - Entwicklung energetisch und ökonomisch effizienter Stoffrecyclingverfahren einschließlich Gestaltung und Formulierung hochwertiger Recyclingprodukte
5. Thermische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. E. Tsotsas, Jun.-Prof. T. Metzger, Jun.-Prof. M. Peglow)
- Partikelbildene Wirbelschichtprozesse (Agglomeration, Granulation, Coating)
 - Porennetzwerk-Modelle
 - Thermische Diskrete-Elemente-Methode
 - Poröse bzw. granulare Medien für Reaktion oder Trennung
 - Trocknungstechnik

4. Forschungsprojekte

Projektleiter: Jun. Prof. Dr. Thomas Metzger

Projektbearbeiter: Dr. Christoph Kirsch

Förderer: DFG; 01.12.2007 - 30.11.2009

Modellierung der Kapillarkräfte bei der Konvektionstrocknung von Gelen: Strukturhaltung durch Optimierung von Produkt- und Prozessparametern (Teilprojekt des SPP 1273 Kolloidverfahrenstechnik)

Zwei diskrete Modellierungsmethoden werden zu einem Rechenwerkzeug kombiniert, welches den Effekt der Kapillarkräfte während der konvektiven Trocknung eines Gels (als Aggregat aus Primärpartikeln) beschreiben kann. Mit der Volume-of-fluid-Methode wird dabei die Flüssigkeitsverteilung im trocknenden Gel bestimmt; die Diskrete-Elemente-Methode beschreibt die daraus resultierenden Kräfte auf die Partikelkontakte sowie deren Bruch und das Schrumpfen der Struktur.

Projektleiter: Jun. Prof. Dr. Thomas Metzger

Projektbearbeiter: M.Sc. Yu Sun

Förderer: Sonstige; 01.10.2009 - 30.09.2012

Untersuchung der Feuchtemigration in porösen Medien auf der Porenebene

Mit einem Porennetzwerkmodell sowie mit röntgenmikrotomographischen Untersuchungen wird die Umverteilung der Porenflüssigkeit im Schwerfeld beschrieben und untersucht. Ziel der Untersuchung ist es, durch geeignete Wahl der Porenstruktur Gradienten in der Materialfeuchte zu begrenzen.

Projektleiter: Jun. Prof. Dr. Mirko Peglow

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Robert Hampel

Förderer: DFG; 01.07.2006 - 30.07.2009

Populationsdynamische Untersuchung der Kinetik der Agglomeration in flüssigkeitsbedüsten Wirbelschichten unter Berücksichtigung der Partikelfeuchte

Das Vorhaben befasst sich mit der Untersuchung der Partikelbildung durch Agglomeration in flüssigkeitsbedüsten Wirbelschichten unter Berücksichtigung der Partikelfeuchte. Als Agglomerate werden aus feinen Primärpartikeln zusammengesetzte Teilchen bezeichnet, welche im Vergleich zum Ausgangsstoff günstigere Produkteigenschaften aufweisen. Die Feuchtigkeit der Agglomerate wurde in der Vergangenheit neben der Partikelgröße als eine entscheidende Eigenschaft identifiziert, welche den Vorgang der Agglomeration maßgeblich steuert. Ziel des Vorhabens ist es, die Partikelbildung durch Agglomeration in Sprühwirbelschichten unter Anwendung populationsdynamischer Methoden erstmalig unter Berücksichtigung der Partikelfeuchte zu untersuchen. Im experimentellen Teil trägt ein gestuftes Vorgehen bei der Untersuchung auf den Ebenen der mittleren Partikelfeuchte, der partikelgrößenabhängigen Feuchte und der Einzelpartikelfeuchte zur Verbesserung der Datenlage und Identifikation von wichtigen Prozessgrößen bei. Ebenso werden Übergangsbereiche zwischen Agglomeration und Granulation erfasst. Aus theoretischer Sicht sollen durch die stufenweise Auswertung und sukzessive Erhöhung des Modellierungsgrades die Grundlagen dafür geschaffen werden, die bisher rein deskriptive Beschreibung der Agglomeration in Sprühwirbelschichten durch populationsdynamisch begründete und bilateral mit der Trocknung gekoppelte Modelle abzulösen.

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. B. Heynisch

Förderer: Bund; 01.01.2007 - 31.12.2009

Dynamics of Influenza A Virus Replication in Epithelial Cells

Die in höheren Organismen anzutreffende angeborene Immunität stellt bei viraler Infektion eine erste wichtige Verteidigungslinie dar. Für eine effektive Immunabwehr bedarf es vielfältiger intra- und interzellulärer Signalübertragungsmechanismen. Hierbei können infizierte Zellen den kontrollierten Zelltod, auch Apoptose genannt, auslösen, um eine Virusvermehrung zu verhindern. Diese hochkomplexen Mechanismen sind auch in Zellkulturen vorzufinden, die zur Virusimpfstoffproduktion eingesetzt werden. Daher untersuchen wir am Lehrstuhl Bioprozesstechnik, welche der antiviralen Signalübertragungsmechanismen während der Impfstoffproduktion aktiviert werden. Das bessere Verständnis dieser im Bioprozess auftretenden antiviralen Signalwege und der Apoptose soll es ermöglichen, über molekularbiologische Methoden die Impfstoffausbeute zu steigern.

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeiter: N.N.

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.06.2008 - 31.12.2011

Dynamische Systeme in Biologie / Medizin und Prozesstechnik

Mammalian cells are of increasing importance as host system for virus replication, e.g. in influenza vaccine production. Fundamental virological and cell biological research is focused on qualitative virus-host cell interactions. However, comparatively little is known about the quantitative aspects of virus replication and the correlated host cell response. In this project, progress of virus infection, extent of influenza virus-induced apoptosis, and impact of cultivation conditions on virus yields are being investigated by flow cytometry in cell cultures. Experimental data sets are used in several collaborations to establish mathematical models describing population dynamics at various levels of complexity.

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. M. Meininger

Förderer: Bund; 01.10.2008 - 30.09.2011

Einsatz synthetischer Liganden zur Aufreinigung salinsäurehaltiger, rekombinanter humaner Proteine und Impfstoff-Antigene

Das Projekt hat zum Ziel die Stärkung des Produktionsstandortes in der Biotechnologie sowie die Entwicklung neuer Aufreinigungstechnologien. Unter anderem soll die Entwicklung hochaffiner sialinsäure-spezifischer Liganden zur Aufreinigung rhu-Proteine sowie die Entwicklung hochaffiner kontinuierlicher (SMB) und diskontinuierlicher Trennverfahren für virale Antigene und Influenzaviren und der Ausbau von Ausbildungsmöglichkeiten im Bereich "DSP

biologischer und pharmazeutischer Wirkstoffe" erforscht und verbessert werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. C. Riedele

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.10.2005 - 31.03.2009

Experimentelle Charakterisierung und Dynamik komplexer mikrobieller Gemeinschaften - Wachstumsanalyse einer Modellgemeinschaft mit Relevanz für die klinische Praxis

Eine medizinisch relevante bakterielle Modellgemeinschaft aus mindestens 3 Spezies soll experimentell untersucht und ihre Wachstumsdynamik mathematisch analysiert werden. Z.B. sollen Konkurrenz oder Kooperation unter den Spezies und wichtige Einflussgrößen des gemeinsamen Wachstums gesucht werden, welche möglicherweise bei Lungeninfektionen eine Rolle spielen. Ein geeignetes mathematisches Modell der Dynamik des heterogenen bakteriellen Systems soll entwickelt werden. Eine eigene molekularbiologische Analysemethode erlaubt die quantitative Überprüfung getroffener Modellannahmen durch Keimzahlbestimmung gemischter Proben. Die quantitative Verifizierung eines Chemostatmodells für 3 Spezies ist unseres Wissens in der Literatur nicht beschrieben und stellt einen hohen Neuigkeitswert dar. Der Einfluss ausgewählter Parameter oder Störgrößen wie z.B. Antibiotika oder Substratwechsel auf die Mischkultur soll in einem computergesteuertem Bioreaktor untersucht werden. Primärziel ist die Etablierung einer reproduzierbaren Mischkultur in einem Gleichgewichtszustand für die weitere Systemanalyse.

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeiter: Dr. D. Benndorf

Förderer: Bund; 01.01.2007 - 31.12.2009

FORSYS - Systemanalyse von Signal und Regulationsnetzwerken

Der interdisziplinäre Studiengang Biosystemtechnik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg vermittelt den Studenten Wissen aus den Bereichen Ingenieurwissenschaften, Systemwissenschaften, Biologie und Medizin. Diese Ausbildung im Bereich Systembiologie befähigt Absolventen insbesondere zum Umgang mit großen Mengen an biologischen Daten und ihrer Modellierung und eröffnet ihnen Tätigkeitsfelder in Forschung und Industrie.

Im Rahmen der Umstellung des Studienganges von Diplom auf Bachelor und Master soll die Qualität der Ausbildung durch das Angebot veränderter und neuer Lehrveranstaltungen erhöht werden. Das Projekt unterstützt besonders die Durchführung von Laborpraktika in den biologischen Fächern durch die Bereitstellung von Investitionsmitteln für die Ausstattung der Kursräume sowie durch die Finanzierung von Personal zur Durchführung der Kurse (zum Beispiel Mikrobiologie und Cell Culture Engineering).

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeiter: Dr. M. Wolff

Förderer: Industrie; 01.03.2007 - 30.09.2009

Purification and Characterization of Vaccinia virus with special emphasis on MVA-BN®

Development of an affinity chromatography purification of cell culture derived Vaccinia Virus (VV) after an initial host cell homogenization and clearance centrifugation. The affinity chromatography is based on the interaction between the VV surface protein A27L and heparin, which is currently further characterized by surface plasmon resonance technology. In addition, heparin like molecules are investigated. Moreover, classical ion exchange membrane chromatography and cellulose sulfate with heparin derivatized membrane chromatography are characterized including the removal rate of contaminating host cell proteins and DNA.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Andreas Seidel-Morgenstern

Förderer: DFG; 01.07.2008 - 30.06.2012

Integration gen- und verfahrenstechnischer Methoden zur Entwicklung biotechnologischer Prozesse

Im Rahmen dieses Projektes wird die Modellierung chromatographischer Prozesse untersucht. Es handelt sich um ein externes Teilprojekt des SFB 578 der TU Braunschweig. Schwerpunkt ist gegenwaertig die Optimierung der kontinuierlichen Gegenstromchromatographie zur Aufreinigung eines Knochenwachstumsfaktors. Ausserdem soll die chromatographische Isolation von Antikörpern erforscht werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Andreas Seidel-Morgenstern

Kooperationen: Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik - Prof. Dr. J. Raisch, Fakultät für Mathematik - Prof. Dr. L. Tobiska, Fakultät für Mathematik - Prof. Dr. R. Weismantel, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg - Dr. A. Kienle

Förderer: DFG; 01.07.2004 - 28.02.2009

Methods from Discrete Mathematics for the Synthesis and Control of Chemical Processes

In recent years continuous chromatographical processes have attained an increasing interest in the production of pure chemical components, in particular in the pharmaceutical industry. Based on the true moving bed process the simulated moving bed (SMB) process with a simultaneous shift of the inlet and outlet points in a multicolumn system has been investigated and successfully implemented in practice. However, the traditional SMB process exhibits several disadvantages which could be avoided by a more flexible regime of shifting the inlet and outlet positions at different moments during the time interval. To find an optimal process regime for the SMB with asynchronous shift, a detailed mathematical model based on the numerical solution of the underlying partial differential equations and the application of advanced methods of discrete mathematics and integer programming is needed. The mathematical model and solution strategies will be verified by performing selected experiments using a partly available lab scale SMB unit.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Kooperationen: Max-Planck-Institut Mühlheim (Prof. Bönnemann), UCTM Sofia (Prof. Christov), Universität Belgrad (Prof. Petkovska)

Förderer: Haushalt; 01.03.2006 - 28.02.2011

Analyse der Kinetik einer DMFC-Elektrode

Die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC) gehört zum Typus der Direkt-Brennstoffzellen, bei der organischer Brennstoff (Methanol) direkt verbrannt wird, ohne dass das Methanol vorher in Wasserstoff umgewandelt wird. Diese Verfahrensweise besitzt viele Vorteile gegenüber der Nutzung von Wasserstoffgas als Brennstoff. Allerdings ergeben sich auch große kinetische Limitierungen für den DMFC-Betrieb, aufgrund der höheren Komplexität der Methanolmoleküle und der sich daraus ergebenden komplexeren Kinetik der Oxidation. Das Hauptziel dieses Projektes ist die Bestimmung der Kinetik für die Methanoloxidation in einer DMFC durch die kombinierte Anwendung experimenteller und modellbasierter Ansätze. In einem ersten Schritt wurden verschiedene Modellbeschreibungen für die elektrochemische Oxidation von Methanol formuliert. Für die experimentellen Untersuchungen wird eine speziell entworfene elektrochemische Brennstoffzelle benutzt, die es erlaubt, kinetische Studien unter technisch relevanten Bedingungen durchzuführen. Welches der konkurrierenden Modelle am geeignetsten ist, wird mit Hilfe von nichtlinearer Systemanalyse entschieden, da elektrochemische Standardmethoden sich als zu unempfindlich bei der Auswahl erwiesen haben. Als eine der nichtlinearen Analysemethoden kommt die Nichtlineare-Frequenzganganalyse (NFRA) zum Einsatz. Diese basiert auf der Anregung des Systems durch ein harmonisches Eingangssignal großer Amplitude. Diese Methode wurde ursprünglich für die Untersuchung von nichtlinearen Schaltkreisen entwickelt und wird neuerdings auch erfolgreich in der chemischen Verfahrenstechnik eingesetzt. Ein großer Vorteil dieser Methode liegt darin, dass man einen Satz von Frequenzgangfunktionen (FRF) erhält, die jeweils verschiedene Informationen über die Eigenschaften des Systems enthalten. Deshalb können die FRF zweiter oder höherer Ordnung dazu benutzt werden, die Modelle besser zu beurteilen und Systemparameter abzuschätzen. Es wird erwartet, dass diese Methode, im Vergleich zu den etablierten Methoden der Elektrochemie, zusätzliche Informationen über das Systemverhalten liefert.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Kooperationen: Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg (Prof. Reichl), Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz (Prof. Dr. Hans-Jürgen Butt), Universität Magdeburg (Prof. Naumann)

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2007 - 31.12.2010

Analyse interagierender Populationen in Transfektionsprozessen

Systeme mit interagierenden Partikelpopulationen treten in vielfältiger Form in biologischen und technischen Prozessen auf. Sie sind gekennzeichnet durch eine direkte Wechselwirkung zwischen unterschiedlichen

eigenschaftsverteilten Populationen. Ein interessantes Beispiel aus dem Bereich der Zellbiologie ist die Transfektion, d.h. die Übertragung fremder DNA oder Proteine in Zellen hinein. Bei der Transfektion treten mit Wirkstoff (DNA, Proteine, chemische Substanzen) beschichtete Trägerpartikel in Wechselwirkung mit der Zellmembran und werden in die Zellen aufgenommen. Der transmembrane Übertragungsmechanismus und die Zustände der beiden interagierenden Populationen (Partikel und Zellen) beeinflussen in entscheidendem Maße die Transfektionsdynamik. Aufgrund der Komplexität des Transfektionsvorganges wird zunächst nur das Aggregationsverhalten von Partikeln an Zellmembranen untersucht und durch geeignete Experimente zwischen unterschiedlichen Partikelpopulationen nachgestellt. Zentrale Ziele des Projekts sind die modellgestützte Analyse der Populationsdynamik von interagierenden Populationen sowie die quantitative Bestimmung der Modellparameter aus Experimenten. Das langfristige Ziel ist die Gewinnung eines grundlegenden Verständnisses über die Aggregationsdynamik, welches eine wichtige Grundlage zur Optimierung des Drug-Targeting Prozesses durch ein verbessertes Partikeldesign darstellt. Der Interdisziplinarität des Forschungsvorhabens wird mit der Kooperation der Gruppen von Prof. Dr. Sundmacher (Lehrstuhl für Systemverfahrenstechnik), die über umfangreiche Vorarbeiten und Erfahrungen im Bereich der experimentellen und modellgestützten Analyse nanoskaliger Partikelsysteme verfügt, und Prof. Dr. Naumann (Institut für Experimentelle Innere Medizin) mit umfangreichen Versuchseinrichtungen zur Durchführung der geplanten Transfektionsexperimente an eukaryotischen Zellen begegnet.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Förderer: Haushalt; 01.07.2005 - 31.01.2010

Bulkfällung von Bariumsulfat in einem semi-batch Rührkessel

In einem Rührkessel wird in semi-batch Fahrweise Bariumsulfat aus Bariumchlorid und Kaliumsulfat gefällt. Ziel der Arbeit ist es, die Partikeleigenschaften Morphologie, mittlerer Durchmesser und Partikelgrößenverteilung (PSD) der entstehenden Partikel in Abhängigkeit der Fällungsbedingungen zu ermitteln. Die Morphologie der Partikel wird mit Hilfe von REM-Aufnahmen ausgewertet. Die untersuchten Einflussgrößen sind Übersättigung, Verhältnis der Ionen und die Feedgeschwindigkeit. Für bestimmte Übersättigungsbereiche wurden komplexe Formen wie Dendrite beobachtet. Um diese Formen zu modellieren, muss ein Ansatz der sog. Molecular Modeling gewählt werden, z.B. Monte Carlo Simulationen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Projektbearbeiter: Tanja Vidakovic

Förderer: DFG; 01.01.2009 - 01.08.2011

Elektrolyse von Chlor-wasserstoff in einem Polymerelektrolyt-Membranreaktor mit Sauerstoffverzehrkathode

Die Chlorchemie ist einer der wichtigsten Eckpfeiler der Stoffwirtschaft in der chemischen Industrie. Etwa 60 Prozent des Umsatzes, den die deutsche Chemieindustrie erwirtschaftet, hängen direkt oder indirekt von chlorchemischen Verfahren ab. Chlor ist ein wichtiger Baustein für viele Produkte im Produktionsprozess. Das gilt für Grundchemikalien genauso wie für hoch veredelte Produkte, auf die man zum Beispiel in der Informationstechnik oder der Medizin angewiesen ist.

Chlor wird industriell überwiegend durch die Chlor-Alkali-Elektrolyse hergestellt. Ein kleiner, aber stetig wachsender Anteil der Chlorproduktion basiert auf Chlorwasserstoff, welcher bei einigen Produktionsverfahren als Nebenprodukt entsteht. In Rahmen des Projekts wird ein neuer energiesparenderer Prozess für die Rückgewinnung von Chlor aus Chlorwasserstoff erarbeitet. Hierbei sollen experimentelle und modellgestützte Untersuchungsmethoden eng miteinander verzahnt werden. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei dem Einfluss der Kinetik der elektrochemischen Reaktionen an Anode und Kathode sowie den Transportprozessen in der Membran geschenkt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Kooperationen: Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg (Dr. Grammel), Universität Bremen (Prof. Schwaneberg)

Förderer: Haushalt; 01.01.2005 - 31.12.2009

Enzymatische Brennstoffzelle

Schwerpunkt dieses Projektes ist die Schaffung von technologischem und Grundlagenwissen für ein kompliziertes enzymatisches Brennstoffzellensystem für in vivo Anwendungen. Das Projekt beinhaltet einen umfassend interdisziplinären Forschungsansatz und kombiniert die Methoden der chemischen Verfahrenstechnik, der

Elektrochemie und der organischen Chemie. Aufgrund der kinetischen Limitierungen und der Stabilität, haben aktuelle enzymatische Brennstoffzellen eine sehr niedrige Leistung. Darüber hinaus sind die technisch relevanten Aspekte eines solchen Brennstoffzellensystems kaum untersucht. In diesem Projekt werden die Kinetiken von bio-elektrochemischen Reaktionen auf Modell- und technische Bioelektroden erforscht. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei der Entwicklung einer Bio-Elektrode für technische Anwendungen. Die Mechanismen der Elektroden-Degradation während des Stabilitätstests werden untersucht. Verschiedene Anordnungen der enzymatischen Brennstoffzelle werden getestet und erforscht, sowohl unter stationären als auch dynamischen Bedingungen. Parallel zu der experimentellen Untersuchung einzelner Brennstoffzellekomponenten bzw. der gesamten Zelle, werden mathematische Modellbildungen verschiedener Komplexität verfolgt. Aufgrund des Synergismus zwischen experimenteller und modellbasierter Methoden, wird ein besseres generelles Verständnis der grundlegenden Prozesse erwartet, die für die Limitierung der Brennstoffzellenleistung verantwortlich sind. Das wird letztendlich eine Optimierung des Brennstoffzellensystems ermöglichen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Förderer: Sonstige; 01.10.2007 - 30.09.2010

Experimentelle und theoretische Untersuchungen der Trennleistung einer neuartigen modularen Mikrodestillationsanlage

Für viele Produktionsprozesse bietet die Mikroverfahrenstechnik neue kostengünstige, energie-effiziente und vor allem sichere Synthesewege. Hierbei sind insbesondere für eine effiziente Bioenergieerzeugung und in der Pharmaindustrie relevante Beiträge zu erwarten.

Grundlegende Bausteine wie Mikroreaktoren, Mikromischer, Mikrowärmetauscher wurden als brauchbar erwiesen und sind bereits auf dem Markt vorhanden. Hingegen besteht bei der Entwicklung von Mikrotrennverfahren (Destillation, Extraktion) noch Forschungsbedarf.

Im Rahmen dieser Arbeit werden experimentelle und theoretische Untersuchungen durchgeführt, um die Trennleistung einer neuartigen modularen membrangestützten Mikrodestillationsanlage zu bewerten. Das Prinzip der entworfenen und aufgebauten Vorrichtung beruht auf die Überlagerung zweier Konzepten: die flüssigen und gasförmigen Phasen werden in getrennten Mikrokanälen geführt und über eine poröse hydrophobe bzw. oleophobe Membran verbunden. Der Stofftransport erfolgt somit nach dem Membrandestillationskonzept.

Erster Schwerpunkt dieser Arbeit ist die experimentelle Untersuchung des Einflusses sowohl der Betriebsparameter als auch der Membraneigenschaften auf die Leistung der Mikrodestillationsanlage hinsichtlich der Permeabilität und Selektivität der Membran. Des Weiteren soll der entsprechende Betriebsbereich (Belastungsbereich) identifiziert werden.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit besteht darin, ein detailliertes Transportmodell zu formulieren und die an den Stofftransportvorgängen beteiligten Transportmechanismen herauszufinden. Hierzu werden zunächst experimentelle Messungen für reine Komponenten-Systeme (Methanol / Stickstoff, Wasser / Stickstoff) durchgeführt. Ausgehend davon werden Ausgangswerte für Transportkoeffizienten ermittelt und im erstellten Transportmodell eingeführt. Anschließend werden experimentelle Ergebnisse für das Gemisch-System (Methanol-Wasser / Stickstoff) anhand des implementierten Modells erläutert um die relevanten Transportmechanismen zu identifizieren. Schließlich wird die Trennleistung der Mikrodestillationsanlage anhand des NTU-Konzepts bewertet.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Kooperationen: BASF SE, Fakultät für Mathematik (Prof. Dr. L. Tobiska), Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg (Dr. A. Kienle), Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig (Prof. Hackbusch), Universität Saarbrücken (Prof. John)

Förderer: Sonstige; 01.07.2007 - 30.06.2010

Gekoppelte Simulation von Partikelpopulationen in turbulenten Strömungen

Produktionsprozesse zur Erzeugung, Konditionierung und Weiterverarbeitung von partikelförmigen Feststoffen haben für die chemische und pharmazeutische Industrie eine herausragende wirtschaftliche Bedeutung. Hinsichtlich der mathematischen Modellierung und Simulation existieren jedoch erhebliche Defizite. Das vorgelegte Projekt verfolgt das

Ziel, neue Methoden zur Modellierung und Berechnung von chemischen Produktionsprozessen zu entwickeln, in denen eine Partikelpopulation auftritt, deren Zustand durch Eigenschaftsverteilungen als Funktion der Zeit, der Raumkoordinaten des Prozesses und den Eigenschaftskordinaten der Partikel charakterisiert ist. Das Verhalten derartiger Prozesse wird durch gekoppelte Systeme, bestehend aus der Populationsbilanz für die Partikel und den Bilanzgleichungen für Masse, Energie und Impuls der kontinuierlichen Phase, in welche die Partikel eingebettet sind, beschrieben. Die zu entwickelnden neuen mathematischen Lösungsmethoden sollen implementiert und zur Entwicklung eines effizienten und akkuraten Prototypen-Simulators für gekoppelte Populationsbilanzen in turbulenten Strömungsfeldern genutzt werden. Dieser Simulator soll zur Analyse und Führung eines konkreten industriellen Kristallisationsprozesses, der Gewinnung von hochreinem Harnstoff mittels Kühlungskristallisation, beim Industriepartner (BASF) eingesetzt werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher
Projektbearbeiter: Astrid Bornhoeft, Richard Hanke-Rauschenbach
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.11.2009 - 01.10.2012
Green-FC

Im Zuge des Projekts Green-FC werden der Einsatz von biogenen Energieträgern in Brennstoffzellen untersucht. Als eine der grundsätzlichen Herausforderungen in diesem Zusammenhang gilt die stoffliche und energetische Abstimmung der verfahrenstechnischen Prozesse zur Erzeugung und Reinigung des Brenngases und der elektrochemischen Stoffumsetzung in der Brennstoffzelle.

Um das Anlagenverhalten gezielt beeinflussen zu können, ist es nötig die einzelnen Teilsysteme im Zusammenhang zu betrachten. Im Rahmen dieses Projekts werden deshalb mathematische Modelle der einzelnen Apparate aufgestellt und analysiert. Daraus folgend werden Optimierungsvorschläge erarbeitet.

Das beschriebene Projekt ist Teil eines Verbundprojekts, in dem auch eine entsprechende Versuchsanlage entwickelt und realisiert wird. Die Erkenntnisse aus den Analysen der Modelle werden sowohl in die Auslegung der Apparate als auch in die Betriebsführung eingehen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher
Kooperationen: IFF (Dr. Thomas), Universität Belgrad (Prof. Petkovska), Universität Magdeburg (Prof. Lindemann, Prof. Styczynski)
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt/ohne Gutachtersystem); 01.12.2007 - 31.12.2010

Netzwerke elektrochemischer Wandler in der Energieerzeugung - NEWE

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Verknappung primärer Energieressourcen bedarf es in Zukunft großer ingenieurwissenschaftlicher Anstrengungen. Es gilt leistungsfähige Methoden und Werkzeuge für den zielgerichteten Entwurf effizienter und nachhaltiger Energiewandlungssysteme zu entwickeln. In diesen Systemen werden Brennstoffzellen als elektrochemische Wandlerkomponenten eine zentrale Rolle spielen. Sie erlauben eine ressourcenschonende Wandlung von chemisch gespeicherter Energie in elektrische Energie und erreichen dabei hohe thermodynamische Wirkungsgrade. In Kombination mit der energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist es möglich, ein hocheffizientes und nachhaltiges Elektroenergieerzeugungssystem zu schaffen. Zur Einbindung der Brennstoffzelle in das elektrische Netz, für die Überwachung und Sicherung der Netzqualität sowie für eine nachhaltige Brennstoffversorgung auf Basis nachwachsender Rohstoffe besteht enormes Forschungspotenzial.

Zur Untersuchung und zum Verständnis dieser Zusammenhänge wird seit Beginn des Jahres 2008 an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg eine Nachwuchsforschergruppe mit Exzellenz-Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt aufgebaut. Ziel der Arbeiten ist unter anderem die Formulierung von Modellen zur Beschreibung und Steuerung von elektrischen Netzen mit Brennstoffzellen im Verbund mit anderen dezentralen Elektrizitätserzeugern wie beispielsweise Windkraft- oder Photovoltaikanlagen. Zur Umsetzung dieses Vorhabens kooperieren die Fakultäten für Elektrotechnik und Informationstechnik, Verfahrens- und Systemtechnik und Maschinenbau der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg sowie das Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme (MPI) und das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und Fabrikautomatisierung (IFF) eng miteinander. Forschungsstrategisches Ziel ist dabei die enge Verzahnung der Arbeiten der beteiligten Institutionen im Bereich der erneuerbaren Energien sowie die Bildung eines fakultätsübergreifenden Exzellenzschwerpunkts "Energieprozesstechnik".

Im Rahmen dieses Projektes werden zwei Teilprojekte am Lehrstuhl für Systemverfahrenstechnik bearbeitet.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Kooperationen: Lehrstuhl Elektrische Netze und Alternative Elektroenergiequellen, Prof. Dr.-Ing. habil. Zbigniew A. Styczynski, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl für Leistungselektronik, Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Lindemann, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Förderer: EU; 01.09.2007 - 31.08.2011

Optimierung der Betriebsführung von Brennstoffzellen im Fahrzeug unter Verwendung permanenter Diagnose - COMO A3

Im Kfz-Bordnetz wird eine zunehmende Zahl elektrischer Verbraucher eingesetzt. Es muß mithin ein erhöhter Energiebedarf mit für sicherheitskritische Lasten hoher Zuverlässigkeit abgedeckt werden, was insbesondere bei verkürzter Betriebszeit des Verbrennungsmotors - z.B. durch verbrauchsmindernden Start-Stop-Betrieb - den Einsatz einer den herkömmlichen Generator ergänzenden Hilfsstromversorgung nahelegt. Hierzu bietet sich die Brennstoffzelle an. Ihr Fahrzeugeinsatz ist durch Lastzyklen gekennzeichnet, die im wesentlichen durch die Leistungsabgabe des Generators auf der einen sowie die Leistungsaufnahme durch die verschiedenen Lasten auf der anderen Seite bestimmt werden. Diese sind wiederum von Randbedingungen wie Fahrzyklen oder der Umgebung des Fahrzeugs - gekennzeichnet beispielsweise durch Beleuchtungsverhältnisse und Temperatur - abhängig. Es stellt sich daher die Aufgabe, einerseits den Brennstoffzellenstapel mit veränderlicher Leistung zu betreiben, andererseits nötigenfalls seine Betriebsdauer sowie die Amplitude und Veränderungsgeschwindigkeit der Leistungsschwankungen durch Einbeziehung zusätzlicher Energiespeicher zu begrenzen; als solche kommen neben der bereits im herkömmlichen Bordnetz vorhandenen Batterie auch Doppelschichtkondensatoren in Frage. Die Leistungsflüsse zwischen Generator und Brennstoffzelle, den Energiespeichern sowie den übrigen Teilen des Bordnetzes mit einer Vielzahl von Lasten können über leistungselektronische Stellglieder, die ohnehin zur Anpassung der Spannungs- bzw. Stromebenen erforderlich sind, geregelt werden. Ein übergeordnetes Lastmanagement übernimmt die Sollwertvorgabe. Durch das Zusammenspiel zu erstellender dynamischer Modelle können in einem Teil des Systems vorhandene Signale - beispielsweise bedingt durch eine von der Leistungselektronik als Störgröße erzeugte Stromwelligkeit - an anderer Stelle ausgewertet werden, was eine deutliche Vereinfachung der Sensorik in der Anwendung verspricht. Darüber hinaus bietet es sich an, Beobachter zu erstellen, die dem übergeordneten Lastmanagement regelungstechnisch relevante, jedoch nicht unmittelbar zugängliche Größen zu ermitteln erlauben. Für die übergeordnete und die dezentrale Betriebsführung sollen darauf basierend geeignete Strategien erarbeitet und in einem Versuchsstand erprobt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen ohne erheblichen meßtechnischen Zusatzaufwand eine hinreichende Funktionalität des Gesamtsystems bei gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbesserter Lebensdauer sicherstellen. Im Rahmen des Teilprojektes "Load management of fuel cells as auxiliary power units" werden am Lehrstuhl der Entwurf, die Modellierung und Betriebsstrategien für die verfahrenstechnischen Komponenten erarbeitet.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher

Kooperationen: MTU Onsite Energy, Ottobrunn

Förderer: Industrie; 01.04.2008 - 31.03.2010

Weiterentwicklung und Anwendung eines MCFC-Stapelmodells

Hochtemperaturbrennstoffzellen wie die MCFC bieten die Möglichkeit der direkten internen Reformierung (kurz: DIR). Dabei wird der zur Erzeugung von elektrischem Strom benötigte Wasserstoff direkt im Anodenkanal der Brennstoffzelle aus kurzketigen Kohlenwasserstoffen, meist Methan, gewonnen. Im Vergleich zur Herstellung von Wasserstoff außerhalb der Zelle, der bei Niedrigtemperaturzellen üblichen externen Reformierung (kurz: ER), ergeben sich mehrere Vorteile. Zum einen ist das DIR mit einer geringeren Anzahl von Apparaten zu realisieren, wodurch das System kleiner und tendenziell günstiger wird. Zum anderen sind die endothermen Reformierungsreaktionen und die exothermen elektrochemischen Reaktionen stofflich und energetisch gekoppelt. Dadurch werden nicht nur die Gleichgewichte beider Reaktionen in Richtung hoher Umsätze verschoben, sondern der Wärmebedarf der Reformingreaktion wird unmittelbar durch die sonst konvektiv abzuführende Reaktionswärme der elektrochemischen Reaktion gedeckt. Das im Rahmen des vorherigen Projektes "Modellierung und experimentelle Validierung einer Schmelzcarbonat-Brennstoffzelle (MCFC)" erstellte Modell eines symmetrischen MCFC-Stapelausschnitts besteht aus 4 Zellen sowie einer Reformierungseinheit (IR). Die für das Modell benötigten Parameter werden unter Verwendung von Messdaten ermittelt bzw. aus detaillierten Modellen bestimmt. Insbesondere die Beschreibung der Reaktionskinetiken

wird durch die Verwendung von experimentellen Ergebnissen überarbeitet. Anschließend werden Designparameter sowie die Eingangs-Parameter des Modells in Bezug auf den Wirkungsgrad optimiert.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas
Projektbearbeiter: Dr.rer. nat. Sergej Aman
Förderer: Sonstige; 01.01.2007 - 31.12.2009

Bruchverhältnisse von Partikeln bei Druck-, Stoß- und Scherbeanspruchung

In dem gemeinsamen deutsch-israelischen Forschungsprojekt wird als Schwerpunkt das Bruch- und Deformationsverhalten von Partikelsystemen untersucht. Die jeweiligen Bruch- und Deformationsverhältnisse spielen eine wichtige Rolle in vielen Bereichen der Industrie. Zwar existieren in der Literatur eine Vielzahl von Untersuchungsmethoden, um die Prozesse zu beschreiben, allerdings wurden diese Untersuchungsmethoden weder optimiert noch vereinheitlicht.

Ziel des vorliegenden Prozesses ist die Untersuchung und Zuordnung der Bruch- und Deformationsprozesse aus unterschiedlichen Materialien, insbesondere der Bruch bei Druckbeanspruchung einzelner Partikel und Partikelschichten, bei freiem Stoß oder bei relativer Bewegung der Partikelschichten untereinander.

Jeweils sechs Partikelfractionen aus verschiedenen Stoffen (KCl, Marmor, Basalt, kristalliner Zucker, Glas und Pottasche) wurden untersucht. Dabei wurde die Bruchfunktion in Abhängigkeit von der Bruchenergie und -kraft jeweils von beiden Forschergruppen aus Deutschland und Israel in Abhängigkeit von den Materialparametern und der Partikelgröße bestimmt. Eine numerische 3D-DEM-Simulation zur Beschreibung des Partikelzustandes in der Partikelschicht wurde entwickelt. Es entstand eine neuartige, universelle Auswertemethode, die die Berechnung der Bruchwahrscheinlichkeit von spröden und zähen Materialien für alle Partikelfractionen gestaltet.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas
Projektbearbeiter: Dr. Aman
Förderer: DFG; 01.03.2007 - 30.11.2010

Die Lichtemission bei der Beanspruchung von Einzelpartikel und Partikelschichten

Die Reibungs- und Bruchprozessen sind wesentliche Prozesse, welche das Verhalten der Partikelschicht während einer Druckbeanspruchung bestimmen. In der Partikelmechanik besteht ein großer Bedarf diese Prozesse zeitsynchron zu verfolgen und einzeln zu analysieren. Gegenwärtig ist mit der meßtechnischen Charakterisierung der Mechanolumineszenz eine Methode verfügbar, mit deren Hilfe die Reibungskräfte und Brüche in Partikelschichten mit einer erhöhten räumlichen und zeitlichen Auflösung dargestellt werden können. Dieser Methode liegen Leuchterscheinungen zugrunde, welche während der Reibung und während des Bruches von Partikeln entstehen. Dabei lassen sich die Leuchterscheinungen von Reibungs- und Bruchprozesse durch spektrale Wellenlängenbereiche und charakteristische Zeiten selektiv voneinander unterscheiden. Gegenstand des vorliegenden Projekts ist die Untersuchung der Lichtemissionen während der Partikelbeanspruchung mittels zeitlich hochauflösender optischer Spektroskopie. Aufgrund dieser Untersuchung wird eine neue Methode zur Ermittlung der Reibungs- und Bruchprozesse in einer Partikelschicht entwickelt. Zuerst werden die Leuchterscheinungen beim Bruch von einzelnen Partikeln analysiert. Charakteristische spektrale Wellenlängenbereiche und Zeitintervallen von Bruchprozessen werden bestimmt. Als nächster Schritt wird die Untersuchung von Lichtemission bei der Beanspruchung von Partikelschichten durchgeführt. Die Reibungseffekte, die dabei auftreten, werden als eine weitere Herausforderung und als Schwerpunkt der Untersuchungen betrachtet. Mit Hilfe der ermittelten Lichtemissionseigenschaften lassen sich die Reibungs- und Brucheffekte voneinander trennen und separat erschließen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas
Projektbearbeiter: Dr. rer. nat. Werner Hintz, Tel.: 0391-67-12295; Dipl.-Ing. Veselina Yordanova
Förderer: DAAD; 15.01.2008 - 14.01.2010

Fällung und chemische Desintegration von polydisperser Titan(IV)-oxid (DAAD SPP 1273 Kolloidverfahrenstechnik)

Gegenstand des Forschungsprojektes ist die reaktionskinetische Untersuchung und die technische Gestaltung eines Sol-Gel-Prozesses zur Herstellung von nanoskaligen Titan(IV)-oxid durch Fällung und anschließender chemischer

Desintegration. Es sollen hierbei gezielt physikalisch-chemische Produkteigenschaften (Partikelgrößenverteilung, Stabilität gegen Agglomeration, Redispersierbarkeit) gesteuert werden.

Die Veränderung der Eigenschaften der Partikelsysteme bei der Desintegration bei gleichzeitiger chemischer (diffusions- und konvektionskontrollierter) bzw. mechanisch unterstützter chemischer Beanspruchung soll experimentell erfasst und modelliert werden. Um den Desintegrationsprozess mit Hilfe von Populationsbilanzen im Reaktionsraum zu beschreiben, sind hierbei die Partikelgrößenverteilungen selbst sowie die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Partikel, wie Oberflächenladung und Morphologie, zu berücksichtigen. Die theoretische Beschreibung und Modellbildung mit Hilfe von Populationsbilanzgleichungen erfolgt auf Grundlage der ablaufenden Mikroprozesse bei der Desintegration des Partikelsystems.

Zusätzlich besteht die Herausforderung darin, das erzeugte polydisperse Fällungsprodukt unmittelbar beim Fällungsprozess zu modifizieren. Titan(IV)-oxid zeichnet sich auf Grund seines hohen Brechungsindex und der damit verbundenen Hamaker-Konstante durch eine intensive Agglomerationsneigung infolge der van-der-Waals-Wechselwirkung aus. Die Oberfläche der Partikel muss stabilisiert werden, so dass eine Redispersierung der trockenen Pulver in Wasser auch nach langen Lagerzeiträumen ohne zu hohen Energieeintrag einfach zu bewerkstelligen ist.

Damit eröffnet sich zukünftig eine Möglichkeit der Optimierung der Prozessparameter und der verfahrenstechnischen Maßstabsübertragung. Hierzu müssen Problemstellungen u.a. der Kopplung der Populationsbilanz mit dem Strömungsverhalten des Fluids im Reaktionsraum, der Raum-Zeit-Ausbeuten, der Stabilisierung bei hohen Partikelkonzentrationen im Mittelpunkt stehen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Bernd Ebenau, Tel. 0391-67-12295

Förderer: Sonstige; 01.01.2007 - 31.10.2010

Forschung- und Entwicklungsprojekt zur Herstellung eines Katalysatorproduktes

Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur Katalysatorentwicklung
Gemeinsam mit der TRG Cyclamin GmbH Schönebeck wird gegenwärtig ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur Katalysatorentwicklung bearbeitet. Auf der Basis von mineralischen Recyclingprodukten, die auf Grund ihres räumlichen Strukturgerüsts große Oberflächen bilden können, werden unter reaktiven Bedingungen Adsorbentien für einen industriellen Einsatz hergestellt. Die Entwicklung verfolgt das Ziel, Adsorptionsmittel zu erzeugen, die sowohl den rauen technischen Einsatzbedingungen genügen als auch über eine hohe Adsorptionsfähigkeit verfügen. Diese Eigenschaften lassen sich meßtechnisch mit Hilfe von Festigkeitsuntersuchungen und Oberflächenmessungen mit Hilfe der Tieftemperatur-Stickstoff-Adsorption erfassen. Besonders geeignet erweist sich die von R.Haul und G. Dümbgen vereinfachte Messmethode zur Bestimmung der spezifischen Oberfläche nach DIN 66132 (Einpunkt-BET-Verfahren). Die experimentellen Untersuchungen werden mit dem Messgerät Areameter II der Firma Juwe Laborgeräte GmbH durchgeführt. Im Herstellungsverfahren der Produkte werden neben den unterschiedlichen Reaktionsbedingungen, die sehr wesentlich durch die Temperaturprofilierung beeinflusst werden auch Zusatzkomponenten getestet, die wiederum dem Zweck dienen, eine Vielzahl von hochenergetischen Adsorptionsplätzen zu schaffen. Im Zusammenhang mit der Ermittlung der spezifischen Oberfläche kommt der Untersuchung Aktivierungsreaktion eine besondere Bedeutung zu. In Abhängigkeit von den jeweiligen Bedingungen im Herstellungsverfahren sind die optimalen Parameter zur Voraktivierung der Materialien und deren Einfluß auf die spezifische Oberfläche zu untersuchen. Im Ergebnis des Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur Katalysatorentwicklung sind standardisierte Verfahren zu ermitteln, die den Bedingungen eines technischen Herstellungsprozesses genügen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Müller

Förderer: DFG; 01.04.2006 - 13.01.2010

Simulation der Bruchdynamik feuchter Granulate

Gegenstand der Arbeit bilden die experimentelle Ermittlung und physikalisch begründete Beschreibung der Mikro-Makro-Wechselwirkungen feuchter Granulate unter Beanspruchung. Mikromechanische Wechselwirkungen sind Mikrobruchprozesse sowie Mikro-eigenschaften der Primärpartikel und Flüssigkeitsbrücken. Makromechanische Wechselwirkungen kennzeichnen das Makroverhalten der feuchten Granulate bezüglich des Deformationsverhaltens, der Bruchvorgänge und der Energiedissipation im ganzen Granulat Korn. Die gewonnenen Daten werden mit der Diskrete-Elemente-Methode (DEM) in 2 Dimensionen oder 3 Dimensionen simuliert.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: N.N.

Förderer: DFG; 15.12.2008 - 14.12.2010

Simulation der Filtrations- und Konsolidierungsdynamik ultrafeiner Partikelsysteme mittels Kombination von Partikelmechanik, Diskrete-Elemente-Methode und Fluidynamik

Das Aufkommen an Systemen mit sehr feinen Partikeln in wässriger Phase hat in den letzten Jahren ständig zugenommen. Kostengünstig können diese Partikelsysteme durch Druckfiltration entwässert werden. Die beiden unterscheidbaren Teilprozesse, Filterkuchenwachstum und Kuchenkonsolidierung, werden durch Fließvorgänge der Partikel und des Fluides unterstützt bzw. behindert, wobei die interpartikulären Wechselwirkungen und Kontaktkräfte zunehmend prozessbestimmend werden. Sowohl in der Filtrationstechnik, als auch in der Schüttguttechnik sind die kontinuums-mechanischen Modelle und die entsprechenden Messmethoden erfolgreich bei der Beschreibung der Entwässerungsdynamik von ultrafeinen Suspensionen und des Fließverhaltens von kohäsiven Filterkuchen, angewandt worden. Sie sind für die praktische Auslegung verfahrenstechnischer Apparate, wie z.B. Pressfiltern oder Förderer geeignet. Jedoch fehlte bisher das physikalische Verständnis der komplexen interpartikulären Wechselwirkungen während des Aufbaus der Partikelpackung und bei deren irreversiblen Kompression. Davon ausgehend ist durch die Vorarbeiten mit der Diskrete-Elemente-Methode eine neue Simulationsmethode verfügbar, mit der Kontakt- und Haftkräfte bei der Kompression sowie beim Fließen stark verdichteter, flüssigkeitsgesättigter Partikelpackungen detailliert berücksichtigt werden. Eine spannende Aufgabe stellt deshalb die Einführung einer irreversiblen, inelastischen Kontaktabplattung als wesentlicher Bestandteil und physikalische Ursache einer Haftkraftverstärkung beim Filterkuchenaufbau und bei der Kuchenkompression dar. Davon ausgehend wird die Durchströmung beim Aufbau und bei der Kompression der porösen ultrafeinen Partikelschichten auf mikroskopischer Ebene simuliert. Die Herausforderung besteht folglich darin, die messbaren mechanischen Eigenschaften von stark komprimierten, kompressiblen, drainierten, kohäsiven Filterkuchen mit Hilfe der Kombination von Partikelmechanik, Diskrete-Elemente-Methode und Fluidynamik zu simulieren und experimentell zu bewerten. In Magdeburg steht dafür eine Pressscherzelle zur Verfügung. Die Apparatur wurde speziell für Filtrations- und Scherexperimente gebaut. Als praktisch nutzbares Ergebnis des Projektes werden deutlich verbesserte physikalische Grundlagen der Prozess- und Apparateauslegung der Pressfiltration erwartet.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: M.Sc. Yashodhan Pramod Gokhale

Förderer: DFG; 01.02.2006 - 01.02.2009

Simulation mit der Diskreten Elemente Methode (DEM) zur Bestimmung der Agglomerationskernel für weiche und kohäsive Nanopartikel

The chemical, electronic and mechanical properties of nanometer scale metal particles; there is now interest in manufacturing these materials in larger quantities, since both small particle size and specific surface area. Particle size is strongly influenced by the suspension stability and thus the agglomeration behavior of the suspension. Therefore, an appropriate modeling of the process must include a superposition of the two opposing processes in the mill i.e., agglomeration and disintegration which can be done by means of population balance model (PBM) and Discrete Element Method (DEM). Modeling must now include the influence of colloidal surface forces and hydrodynamic forces on particle aggregation and breakup. The superposition of the population balance models for agglomeration and grinding with the appropriate kernels leads to a system of partial differential equations, which can be solved in various ways numerically. Finally, the computational effort of PBM, DEM methods in comparison to the prior mentioned parameters is evaluated in terms of practical application.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: M. Sc. Muhammad Fahad

Förderer: Industrie; 01.10.2009 - 30.09.2012

Deaktivierung von Inhaltsstoffen bei der Sprühtrocknung von Milch

Im Rahmen des Projektes wird die Deaktivierungskinetik von essentiellen Aminosäuren während der Sprühtrocknung untersucht. Dabei werden insbesondere Einflussparameter wie die Trocknungstemperatur und zeitliche Exposition untersucht. Zur Validierung der entwickelten Modelle werden auch experimentelle Untersuchungen am Einzeltropfen am akustischen Levitator durchgeführt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: M.Sc. Abdolreza Kharaghani

Förderer: DFG; 01.10.2006 - 30.09.2009

Diskrete Modellierung mechanischer Effekte bei der Trocknung poröser Medien

Während der Trocknung poröser Materialien können durch Feuchte- und Temperaturgradienten erhebliche Kräfte auftreten, welche zu einer unerwünschten Strukturveränderung führen. Das poröse Material wird als ein Partikelagglomerat modelliert; zur Berechnung der Flüssigkeitsverteilung in den Poren wird das komplementäre Porennetzwerk herangezogen; die mechanischen Effekte zwischen den Primärpartikeln werden mit Hilfe der Diskrete-Elemente-Methode beschrieben. Ziel des zunächst isothermen Ansatzes ist es, günstige Trocknungsbedingungen und Struktureigenschaften zu identifizieren, für welche Materialschädigungen vermieden werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Fabian Weigler

Förderer: DFG; 01.10.2006 - 30.09.2009

Diskrete Modellierung thermischer Prozesse in bewegten Betten

Das Projekt fokussiert auf die Kopplung der Diskreten Elemente Methode (DEM) mit der Beschreibung von Wärmeübertragungsmechanismen in durchmischten Schüttungen, wie sie beispielsweise in Kontakttrocknern auftreten. Traditionell werden derartig gekoppelte Prozesse mit Hilfe von Kontinuumsmodellen beschrieben. Eine Betrachtung der Prozesse Bewegung und Wärmeübertragung auf der Ebene der Einzelpartikel erlaubt jedoch eine wesentlich bessere Beschreibung derartiger Prozesse. Neben der Methodenentwicklung (Thermische DEM) werden auch experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung von Temperaturverteilungen in durchmischten Schüttungen durchgeführt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: MSc Cagda Akdag

Förderer: Industrie; 01.09.2006 - 31.08.2009

Mikroskopisches Verständnis der Mehrkomponenten-Flüssigkeitsmigration in Fasernetzwerken

In Zusammenarbeit mit der Firma Procter & Gamble und mit dem DFG-Graduiertenkolleg "Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen" wird in diesem Projekt der Flüssigkeitstransport in faserbasierten porösen Medien mit Hilfe von ein-, zwei- und dreidimensionalen Porennetzwerken untersucht.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Ulf Cunäus

Förderer: DFG; 01.11.2006 - 31.03.2010

Modellierung der kontinuierlichen Wirbelschichttrocknung unter Anwendung von Populationsbilanzen

In diesem Projekt werden mit Hilfe von populationsdynamischen Ansätzen Feuchteverteilungen von dispersen Feststoffen in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrocknern beschrieben. Ziel dieser Untersuchungen ist es, den Einfluss der unterschiedlichen Verweilzeiten auf die Qualität der Produkte zu beschreiben.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: M.Sc. Korina Terrazas Velarde

Förderer: DAAD; 01.10.2006 - 30.09.2010

Untersuchung der Mikroprozesse bei der Wirbelschicht-Agglomeration

Die Partikelbildung bei der Wirbelschichtagglomeration stellt einen komplexen Vorgang dar, welcher von einer Vielzahl von Produkt- und Prozessparametern gesteuert und beeinflusst werden kann. Eine Möglichkeit der Modellierung der Partikelbildung in Wirbelschichten besteht in der Anwendung des Konzeptes der Populationsbilanzierung. Durch die Berücksichtigung signifikanter Mikroprozesse wie beispielsweise die Tropfenspreitung, das Trocknen von Tropfen und

Flüssigkeitsbrücken, die Kollision von Partikeln kann die Partikelbildung unter Nutzung von Monte-Carlo-Simulationen direkt simuliert werden. Das Vorhaben fokussiert auf der Identifikation und der Beschreibung relevanter Mikroprozesse, deren Kopplung in einem populationsdynamischen Modell sowie der experimentellen Validierung der Ergebnisse.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Martina Naumann, Jun.-Prof. Dr. Mirko Peglow
Förderer: Sonstige; 01.01.2009 - 31.12.2011

Untersuchung des gekoppelten Wärme- und Stofftransports in Tropfen mit Mikro- und Nanopartikeln

Das Projekt beschäftigt sich mit der Trocknung einzelner Tropfen, welche Mikro- und Nanopartikeln enthalten. Der gekoppelte Wärme- und Stofftransport in Tropfen reiner Flüssigkeit ist gut verstanden, während der Wärme- und Stofftransport in Tropfen, welche Mikro- und Nanopartikeln enthalten, noch nicht sorgfältig untersucht ist. Es soll die Aggregation und Diffusion der Nanopartikeln innerhalb der Tropfen während des Trocknungsvorganges untersucht werden. Der Fokus liegt hierbei in der populationsdynamischen Untersuchung der Aggregation mit dem Ziel, die Struktur der getrockneten Partikeln vorherzusagen. Für die Lösung der Populationsbilanzen sollen eine numerische Methode genutzt werden. Neben der theoretischen Bedeutung, hat die Untersuchung dieser Transportvorgänge auch eine große praktische Bedeutung für Optimierung von Formulationsprozessen in der Industrie (z.B. Biotechnologie, Pharmazie etc.).

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Nicole Vorhauer, Jun.-Prof. Dr. Thomas Metzger, Dr. Marc Prat (Directeur de Recherche)
Förderer: Haushalt; 01.12.2007 - 30.11.2011

Vergleich von Porennetzwerkmodellen für die Trocknung mit Kontinuumsmodellen und Experimenten

Porennetzwerkmodelle zur Beschreibung der Trocknung sollen mit traditionellen Kontinuumsmodellen verglichen werden. Hierzu werden effektive Parameter des Stoff- und Wärmetransports für teilgesättigte Porennetzwerke berechnet, die dann in der Kontinuumsmodellierung benutzt werden. Der Vergleich soll auf unterschiedlichen Komplexitätsebenen erfolgen, was die Berücksichtigung der Transportphänomene betrifft. Zudem werden Experimente zur Validierung der Porennetzwerkmodelle vorbereitet und durchgeführt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: M.Sc. Vikranth K. Surasani
Förderer: Bund; 01.11.2008 - 31.03.2011

VIERforES - Energietechnik

Die Vision der European Technology Plattform "SmartGrid" und die Ziele der gegenwärtigen Forschungsprogramme verdeutlichen, dass sich die Stromversorgungsnetze und insbesondere die Verteilungsnetze verändern werden. Dies betrifft auch die Energiewandlungsanlagen in diesen Netzen. Dabei ist zu erwarten, dass die Verteilungsnetze nicht nur Aufgaben der Anlagenüberwachung, -steuerung und Versorgungsqualitätssicherung bewältigen, sondern auch für allgemeine Systemdienstleistungen zuständig sein werden. Dies macht eine zunehmende Überwachung von Qualitätsmerkmalen sowohl global (Netz) als auch lokal (Anlage) notwendig. Dabei müssen die Überwachungseinrichtungen als ein eingebettetes System zusammenarbeiten. Die sichere und zuverlässige Führung eines elektrischen Netzes mit dazugehörigen Energiewandlungsanlagen kann nur unter einer ständigen Beobachtung relevanter Parameter des Gesamtsystems gewährleistet werden. Diese Parameter müssen kontinuierlich gemessen, ausgewertet und geeignet visualisiert werden, um Aussagen zur Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Netzen und der darin eingebetteten Anlagen treffen zu können. Die Herausforderung für das Anwendungsgebiet Energietechnik ist es daher, Konzepte und Werkzeuge zu entwickeln und prototypisch umzusetzen. Mit ihnen soll unter den neuen Randbedingungen ein bestehendes elektrisches Netzwerk mit Energiewandlungsanlagen sicher weiter betrieben werden. Dies erfordert von der Netzüberwachung und von der Verfügbarkeit dezentraler Anlagen eine neue Überwachungsqualität. Gesamtziel dieses Teilprojektes ist es, durch Anwendung neuer, virtueller Technologien für die elektrischen Netze unterschiedlicher Spannungsebenen und Arten sowie für die in diese Netze eingebetteten dezentralen Energiewandlungsanlagen Überwachungs- und Leitsysteme zu schaffen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Velislava Edreva

Förderer: DFG; 01.03.2005 - 31.12.2009

Wärme- und Stofftransport in anorganischen Membranen

Es werden die Transportvorgänge in Membranen und mit Katalysator gepackten Membranreaktoren untersucht. Dabei konzentriert man sich auf poröse metallische Membranen. Asymmetrische keramische Membranen wurden in einer früheren Periode des Projektes untersucht. Es werden unter anderem neuartige Methoden zur zerstörungsfreien Identifikation der Stofftransportparameter von Kompositmembranen entwickelt. Die Membranreaktoren werden für partielle Oxidationen und Dehydrierungen eingesetzt.

Projektleiter: Dr. Andreas Voigt

Projektbearbeiter: Dr. Juan Guillermo Diaz

Kooperationen: Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg (Prof. Reichl)

Förderer: Haushalt; 01.06.2007 - 31.12.2009

Monte-Carlo-Simulation der Virenherstellung in Säugerzellen

Die Herstellung von viralen Impfstoffen in Säugerzellen wird als Alternativ-Prozess zu Hühnerei-basierten Herstellungsmethoden intensiv untersucht. Die dynamischen Prozesse der Virenreplikation erfordern die modellhafte Beschreibung durch hochdimensionale Populationsbilanzen. Lösungsmöglichkeiten für diese Modelle sind Monte-Carlo-Ansätze. Diese werden im Projekt etabliert, validiert und zur Prozessoptimierung eingesetzt.

5. Eigene Kongresse und wissenschaftliche Tagungen

4th CNRS-MPG joint workshop on Systems Biology, 23.11.-24.11.2009, Leipzig, Prof. Reichl

DECHEMA-Regionalkolloquium "Poröse Materialien in der Verfahrenstechnik", 19.11.2009, Magdeburg, Prof. Seidel-Morgenstern

Gemeinsame Sitzung der ProcessNet Fachausschüsse "Agglomerations- und Schüttguttechnik" und "Trocknungstechnik", 11.03.-13.03.2009, Bad Dürkheim, Prof. Tomas/Prof. Tsotsas

6. Veröffentlichungen

Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften

Borchert, Christian; Nere, Nandkishor; Ramkrishna, Doraiswami; Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai

On the prediction of crystal shape distributions in a steady-state continuous crystallizer

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 4, S. 686-696; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,884]

Chalakov, Lyubomir; Rihko-Struckmann, Liisa K. ; Munder, Barbara; Sundmacher, Kai

Oxidative dehydrogenation of ethane in an electrochemical packed-bed membrane reactor - model and experimental validation

In: Chemical engineering journal. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 145.2009, S. 385-392; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 2,813]

Chen, Fengxiang; Zhou, Su; Ji, Guangji; Sundmacher, Kai; Zhang, Chuansheng

Blended learning fitting algorithm for polarization curves of fuel cells

In: International journal of hydrogen energy. - Oxford: Elsevier, Bd. 34.2009, 13, S. 5563-5567; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,452]

Cui, Y. ; Galvita, V. ; Rihko-Struckmann, L. ; Lorenz, H. ; Sundmacher, Kai

Steam reforming of glycerol: The experimental activity of La_{1-x}Ce_xNiO₃ catalyst in comparison to the thermodynamic reaction equilibrium

In: Applied catalysis. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 90.2009, 1/2, S. 29-37; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 4,853]

Czapla, F. ; Haida, Henning; Elsner, Martin P. ; Lorenz, H. ; Seidel-Morgenstern, Andreas

Parameterization of population balance models for polythermal auto seeded preferential crystallization of enantiomers

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 4, S. 753-763; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,775]

Czapla, Felix; Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas

Modellierung und Vergleich von polythermen autoseeded Prozessvarianten der Bevorzugten Kristallisation

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 81.2009, 6, S. 839-848; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,315]

Damtew, Andualem; Sreedhar, Balamurali; Seidel-Morgenstern, Andreas

Evaluation of the potential of nonlinear gradients for separating a ternary mixture

In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1216.2009, 28, S. 5355-5364; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,756]

Diaz Ocha, Juan G. ; Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai

Einfluss der Eigenimmunantwort von Zellpopulationen auf die Optimierung der Impfstoffherstellung

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 81.2009, 8, S. 1251-1252; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,315]

Edreva, Velislava; Zhang, Fan; Mangold, Michael; Tsotsas, Evangelos

Mass transport in multilayer porous metallic membranes - diagnosis, identification and validation

In: Chemical engineering & technology. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 32.2009, 4, S. 632-640; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,223]

Elsner, Martin Peter; Ziomek, Grzegorz; Seidel-Morgenstern, Andreas

Efficient separation of enantiomers by preferential crystallization in two coupled vessels

In: American Institute of Chemical Engineers: AIChE journal. - Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, Bd. 55.2009, 3, S. 640-649; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,607]

Gokhale, Y. P. ; Kumar, Rajesh; Kumar, Jitendra; Hintz, Werner; Warnecke, Gerald; Tomas, Jürgen

Disintegration process of surface stabilized sol-gel TiO₂ nanoparticles by population balances

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 24, S. 5302-5307; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,884]

Hanke-Rauschenbach, Richard; Weinzierl, Christine; Krasnyk, Mykhaylo; Rihko-Struckmann, Liisa; Lu, Hui; Sundmacher, Kai

Operating behavior and scale-up of an ECP₂O_x unit for CO removal from reformat for PEM fuel cell application

In: Electrochemical Society: Journal of the Electrochemical Society. - Pennington, NJ: Electrochemical Society, Bd. 156.2009, 10, S. 1267-1275; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 2,437]

Heidebrecht, Peter; Sundmacher, Kai

Thermodynamic analysis of a cyclic water gas-shift reactor (CWGSR) for hydrogen production

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 23, S. 5057-5065; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,884]

Hussain, A. ; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Effect of top layer's material and flow direction on mass transfer through multi-layer ceramic membranes

In: Canadian journal of pure and applied sciences. - Burnaby, British Columbia: SENRA, Academic Publishers, Bd. 3.2009, 3, S. 993-1000; [Abstract unter URL](#)

Hussain, A. ; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tsotsas, Evangelos

General analysis of isobaric diffusion in composite ceramic membranes with inclusion of axial dispersion coefficient
In: Journal of porous media. - New York, NY: Dekker, Bd. 12.2009, 10, S. 955-966; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 0,693]

Hussain, A. ; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Influence of the multilayer nature of a composite membrane on mass transfer

In: Journal of porous media. - New York, NY: Dekker, Bd. 12.2009, 8, S. 749-757; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,693]

Hussain, A. ; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Influence of volumetric flow rate and temperature on mass transfer in composite ceramic membranes for membrane reactors

In: Canadian journal of pure and applied sciences. - Burnaby, British Columbia: SENRA, Academic Publishers, Bd. 3.2009, 1, S. 741-749; [Abstract unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,693]

Ilić, Milica; Petkovska, Menka; Seidel-Morgenstern, Andreas

Determination of competitive adsorption isotherms applying the nonlinear frequency response method: Part I. Experimental demonstration

In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1216.2009, 33, S. 6108-6118; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,756]

Ilić, Milica; Petkovska, Menka; Seidel-Morgenstern, Andreas

Determination of competitive adsorption isotherms applying the nonlinear frequency response method: Part I. Theoretical analysis

In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1216.2009, 33, S. 6098-6107; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,756]

Ivanov, Ivan; Vidaković, Tanja R. ; Sundmacher, Kai

Glucose electrooxidation for biofuel cell applications

In: Chemical and biochemical engineering quarterly. - Zagreb: Savez Kemicara i Tehnologa Hrvatske, Bd. 23.2009, 1, S. 77-86; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,353]

Jasevicius, R. ; Kacianauskas, R. ; Tomas, Jürgen

Simulation of sticking of adhesive particles under normal impact

In: Journal of vibroengineering. - Vilnius, Bd. 11.2009, 1, S. 6-16

John, Volker; Mitkova, Teodora; Roland, Michael; Sundmacher, Kai; Tobiska, Lutz; Voigt, Andreas

Simulations of population balance systems with one internal coordinate using finite element methods

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 4, S. 733-741; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,884]

Kaemmerer, Henning; Lorenz, Heike; Black, Simon N. ; Seidel-Morgenstern, Andreas

Study of system thermodynamics and the feasibility of chiral resolution of the polymorphic system of malic acid enantiomers and its partial solid solutions

In: Crystal growth & design. - Washington, DC: American Chemical Society, Bd. 9.2009, 4, S. 1851-1862; [Link unter URL](#)

Katariya, Amit; Freund, Hannsjörg; Sundmacher, Kai

Two-step reactive distillation process for cyclohexanol production from cyclohexene

In: Industrial & engineering chemistry research. - Washington, DC: American Chemical Society, Bd. 48.2009, 21, S. 9534-9545; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,895]

Khanal, Manoj; Tomas, Jürgen

Oblique impact simulations of high strength agglomerates

In: Advanced powder technology. - Utrecht: VSP, Bd. 20.2009, 2, S. 150-157; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 0,494]

Khirevich, Siarhei; Höltzel, Alexandra; Ehlert, Steffen; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tallarek, Ulrich
Large-scale simulation of flow and transport in reconstructed HPLC-microchip packings
In: Analytical chemistry. - Washington, DC: Soc., Bd. 81.2009, 12, S. 4937-4945; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 5,712]

Khirevich, Siarhei; Höltzel, Alexandra; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tallarek, Ulrich
Time and length scales of eddy dispersion in chromatographic beds
In: Analytical chemistry. - Washington, DC: Soc., Bd. 81.2009, 16, S. 7057-7066; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 5,712]

Lohr, V. ; Rath, A. ; Genzel, Y. ; Jordan, I. ; Sandig, V. ; Reichl, Udo
New avian suspension cell lines provide production of influenza virus and MVA in serum-free media - studies on growth, metabolism and virus propagation
In: Vaccine. - Amsterdam: Elsevier, ISSN 0264-410x, Bd. 27.2009, 36, S. 4975-4982; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 3,298]

Lu, Hui; Rihko-Struckmann, Liisa; Hanke-Rauschenbach, Richard; Sundmacher, Kai
Improved electrochemical CO removal via potential oscillations in serially connected PEM fuel cells with PtRu anodes
In: Electrochimica acta. - Kidlington: Elsevier Science, Bd. 54.2009, 4, S. 1184-1191; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 3,078]

Mangold, Michael; Bück, A. ; Schenkendorf, R. ; Steyer, Christiane; Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai
Two state estimators for the barium sulfate precipitation in a semi-batch reactor
In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 4, S. 646-660; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 1,775]

Markovic, A. ; Stoltenberg, D. ; Enke, E. ; Schlüter, E.-U. ; Seidel-Morgenstern, Andreas
Gas permeation through porous glass membranes part I: mesoporous glasses. effect of pore diameter and surface properties
In: Journal of membrane science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 336.2009, 1/2, S. 17-31; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 2,432]

Markovic, A. ; Stoltenberg, D. ; Enke, E. ; Schlüter, E.-U. ; Seidel-Morgenstern, Andreas
Gas permeation through porous glass membranes part II: transition regime between Knudson and configurational diffusion
In: Journal of membrane science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 336.2009, 1/2, S. 32-41; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 2,432]

Melnikov, Sergey M. ; Höltzel, Alexandra; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tallarek, Ulrich
Influence of residual silanol groups on solvent and ion distribution at a chemically modified silica surface
In: The journal of physical chemistry. - Washington, DC: Soc., Bd. 113.2009, 21, S. 92309238; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 3,396]

Nowak, Jadwiga; Poplewska, Izabela; Antos, Dorota; Seidel-Morgenstern, Andreas
Adsorption behaviour of sugars versus their activity in single and multicomponent liquid solutions
In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1216.2009, 50, S. 8697-8704; [Link unter URL](#)
[Imp.fact.: 3,756]

Opitz, Lars; Lehmann, Sylvia; Reichl, Udo; Wolff, Michael W.
Sulfated membrane adsorbers for economic pseudo-affinity capture of influenza virus particles
In: Biotechnology and bioengineering. - New York, NY [u.a.]: Wiley, Bd. 103.2009, 6, S. 1144-1154

Petrova, Aneta; Tomas, Jürgen

Untersuchung der Ultrafeinmahlung von Bariumsulfat

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 81.2009, 6, S. 855-859; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,315]

Petrusevska-Seebach, Katerina; Würges, Kerstin; Seidel-Morgenstern, Andreas; Lütz, Stephan; Elsner, Martin P.

Enzyme-assisted physicochemical enantioseparation processes, part II: solid-liquid equilibria, preferential crystallization, chromatography and racemization reaction

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 10, S. 2473-2482; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,775]

Polenske, Daniel; Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas

Potential of different techniques of preferential crystallization for enantioseparation of racemic compound forming systems

In: Chirality. - New York, NY: Wiley-Liss, Bd. 21.2009, 8, S. 728-737; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 2,212]

Qamar, S. ; Angelov, I. ; Elsner, M. P. ; Ashfaq, A. ; Seidel-Morgenstern, Andreas; Warnecke, Gerald

Numerical approximations of a population balance model for coupled batch preferential crystallizers

In: Applied numerical mathematics. - Amsterdam [u.a.]: North-Holland Publ. Co., Bd. 59.2009, 3/4, S. 739-753;

[Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,986]

Qamar, Shamsul; Mukhtar, Safyan; Seidel-Morgenstern, Andreas; Elsner, Martin Peter

An efficient numerical technique for solving one-dimensional batch crystallization models with size-dependent growth rates

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 16, S. 3659-3667; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,884]

Qamar, Shamsul; Seidel-Morgenstern, Andreas

An efficient numerical technique for solving multi-dimensional batch crystallization models with size independent growth rates

In: Computers & chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 33.2009, 7, S. 1221-1226; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,755]

Radulescu, Gabriel; Gangadwala, Jignesh; Paraschiv, Nicolae; Kienle, Achim; Sundmacher, Kai

Dynamics of reactive distillation processes with potential liquid phase splitting based on equilibrium stage models

In: Computers & chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 33.2009, 3, S. 590-597; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,755]

Rapp, Erdmann; Charvát, Ales; Beinsen, Alexander; Plessmann, Uwe; Reichl, Udo; Seidel-Morgenstern, Andreas; Urlaub, Henning; Abel, Bernd

Atmospheric pressure free liquid infrared MALDI mass spectrometry - toward a combined ESI/MALDI-liquid chromatography interface

In: Analytical chemistry. - Washington, DC: Soc., Bd. 81.2009, 1, S. 443-452; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 5,287]

Rollié, Sascha; Briesen, Heiko; Sundmacher, Kai

Discrete bivariate population balance modelling of heteroaggregation processes

In: Journal of colloid and interface science. - Orlando, Fla. : Elsevier, Bd. 336.2009, 2, S. 551-564; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 2,443]

Schulze-Horsel, J. ; Schulze, M. ; Agalaridis, G. ; Genzel, Y. ; Reichl, Udo

Infection dynamics and virus-induced apoptosis in cell culture-based influenza vaccine production Flow cytometry and

mathematical modeling

In: Vaccine. - Amsterdam: Elsevier, ISSN 0264-410X, Bd. 27.2009, 20, S. 2712-2722; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,298]

Schwarzer, Jana; Rapp, Erdmann; Hennig, René; Genzel, Yvonne; Jordan, Ingo; Sandig, Volker; Reichl, Udo

Glycan analysis in cell culture-based influenza vaccine production - influence of host cell line strain on the glycosylation pattern of viral hemagglutinin

In: Vaccine. - Amsterdam: Elsevier, ISSN 0264-410X, Bd. 27.2009, 32, S. 4325-4336; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,298]

Schwarzer, Jana; Rapp, Erdmann; Hennig, René; Genzel, Yvonne; Jordan, Ingo; Sandig, Volker; Reichl, Udo

Glycan analysis in cell culture-based influenza vaccine production: Influence of host cell line and virus strain on the glycosylation pattern of viral hemagglutinin

In: Vaccine. - Amsterdam: Elsevier, ISSN 0264-410X, Bd. 27.2009, 32, S. 4325-4336; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,298]

Sreedhar, Balamurali; Damtew, Andualem; Seidel-Morgenstern, Andreas

Theoretical study of preparative chromatography using closed-loop recycling with an initial gradient

In: Journal of chromatography. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1216.2009, 25, S. 4976-4988; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 3,756]

Steyer, Christiane; Sundmacher, Kai

Impact of feeding policy and ion excess on particle shape in semi-batch precipitation of barium sulfate

In: Journal of crystal growth. - Amsterdam: North-Holland Publ. Co., Bd. 311.2009, 9, S. 2702-2708; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,757]

Steyer, Christiane; Sundmacher, Kai

Morphology of barium sulfate crystals from seeded precipitation

In: Chemical engineering & technology. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 32.2009, 7, S. 1127-1130; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,086]

Surasani, Vikranth K. ; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

A non-isothermal pore network drying model with gravity effect

In: Transport in porous media. - Dordrecht [u.a.]: Springer, Bd. 80.2009, 3, S. 431-439; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,772]

Terrazas-Velarde, Korina; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Stochastic simulation of agglomerate formation in fluidized bed spray drying - a micro-scale approach

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 64.2009, 11, S. 2631-2643; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,775]

Tomas, Jürgen

Energy absorption at particle contact, compression, and shear flow of dry ultrafine powder

In: Particulate science and technology. - Washington, DC: Hemisphere Publ. Co., Bd. 27.2009, 4, S. 337-351;

[Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,417]

Tomas, Jürgen; Kleinschmidt, Sebastian

Improvement of flowability of fine cohesive powders by flow additives

In: Chemical engineering & technology. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 32.2009, 10, S. 1470-1483; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,923]

Tomas, Jürgen; Kleinschmidt, Sebastian

Verbesserung der Fließfähigkeit feiner kohäsiver Pulver durch nanoskalige Fließhilfsmittel

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 81.2009, 6, S. 717-733; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 0,315]

Vester, Diana; Rapp, Erdmann; Gade, Dörte; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo

Quantitative analysis of cellular proteome alterations in human influenza A virus-infected mammalian cell lines

In: Proteomics. - Weinheim: Wiley VCH, Bd. 9.2009, 12, S. 3316-3327; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 4,586]

Vidaković, Tanja; Christov, Mihai; Sundmacher, Kai

A method for rough estimation of the catalyst surface area in a fuel cell

In: Journal of applied electrochemistry. - London: Chapman & Hall, ISSN 0021-891x, Bd. 39.2009, 2, S. 213-225;

[Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,540]

Würges, Kerstin; Petrusevska, Katerina; Serci, Stephanie; Wilhelm, Susanne; Wandrey, Christian; Seidel-Morgenstern, Andreas; Elsner, Martin P. ; Lütz, Stephan

Enzyme-assisted physicochemical enantioseparation processes, part I: production and characterization of a recombinant amino acid racemase

In: Journal of molecular catalysis. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 58.2009, 1/4, S. 10-16; [Link unter URL](#)

[Imp.fact.: 1,973]

Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen

Diaz Ochoa, Juan G. ; Voigt, Andreas; Briesen, Heiko; Sundmacher, Kai

Time dependent virus replication in cell cultures

In: Complex sciences; Pt. 1:. - Berlin [u.a.]: Springer, ISBN 3-642-02465-3, S. 651-656; Lecture notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering; 4, 2009

Kongress: Complex 2009; 1 (Shanghai): 2009.02.23-25

Tomas, Jürgen

Micromechanics of ultrafine particle adhesion - contact models

In: Powders and grains 2009. - Melville, NY: American Inst. of Physics, ISBN 978-0-7354-0682-7, S. 781-784; AIP conference proceedings; 1145

Kongress: International Conference on Micromechanics of Granular Media; 6 (Golden, Colo.): 2009.07.13-17

Tomas, Jürgen

Modellierung der Fließeigenschaften von feinen kohäsiven Schüttgütern

In: Vom Agrarrohstoff zu neuen Produkten - verfahrens-technische Forschung im Nacherntebereich. - Potsdam-Bornim: ATB, Agrartechnik Bornim, S. 32-59; Bornimer agrartechnische Berichte; 65, 2009

Wissenschaftliche Monografien

Surasani, Vikranth Kumar

A non-isothermal pore network drying model. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2008; Magdeburg: Docupoint-Verl.; 145 S.: Ill., graph. Darst.; 21 cm, 2009

Tomas, Jürgen

Produkteigenschaften ultrafeiner Partikel - Mikromechanik, Fließ- und Kompressionsverhalten kohäsiver Pulver. - Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Technikwissenschaftliche Klasse; 1,3; Stuttgart [u.a.]: Hirzel; 46 S.: Ill., graph. Darst., 2009

[Literaturverz. S. [43] - 46]

Herausgeberschaften

Tsotsas, Evangelos; Mujumdar, Arun S.

Experimental techniques. - [Link unter URL](#); Weinheim: Wiley-VCH; XXXVII, 374 S.: Ill., graph. Darst., 2009

[Literaturangaben]

Buchbeiträge

Heinrich, Stefan; Deen, Niels G. ; Peglow, Mirko; Adams, Mike; Kuipers, Johannes A. M. ; Tsotsas, Evangelos; Seville, Jonathan P. K.

Measuring techniques for particle formulation processes

In: Modern drying technology; Vol. 2: Experimental techniques. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-31557-4, S. 187-278, 2009

Hintz, Werner; Antonyuk, Sergiy; Schubert, Wolfgang; Ebenau, Bernd; Haack, Aimo; Tomas, Jürgen

Determination of physical properties of fine particles, nanoparticles and particles beds

In: Modern drying technology; Vol. 2: Experimental techniques. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-31557-4, S. 279-362, 2009

Iroba, Kingsley Lawrence; Weigler, Fabian; Mellmann, Jochen; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

Particle velocity profiles and residence time distribution in mixed-flow grain dryers

In: Proceedings of 6th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids (CHoPS) and 10th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling & Transport (ICBMH). - Engineers Australia, ISBN 978-0-85825-906-5, S. 79-84, 2009
Kongress: CHoPS; 6 (Brisbane): 2009.08.03-07

Kache, Guido; Pötsch, Daniela; Haack, Aimo; Tomas, Jürgen

Silo discharge of an ultrafine cohesive powder by vibrating hoppers

In: Proceedings of 6th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids (CHoPS) and 10th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling & Transport (ICBMH). - Engineers Australia, ISBN 978-0-85825-906-5, S. 803-809, 2009
Kongress: CHoPS; 6 (Brisbane): 2009.08.03-07

Khanal, Manoj; Tomas, Jürgen

Evaluation and comparison of process parameters for a particle failure under different loading conditions

In: Proceedings of 6th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids (CHoPS) and 10th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling & Transport (ICBMH). - Engineers Australia, ISBN 978-0-85825-906-5, S. 92-97, 2009
Kongress: CHoPS; 6 (Brisbane): 2009.08.03-07

Peglow, Mirko; Metzger, Thomas; Lee, Geoffrey; Schiffter, Heiko; Hampel, Robert; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos

Measurement of average moisture content and drying kinetics for single particles, droplets and dryers

In: Modern drying technology; Vol. 2: Experimental techniques. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-31557-4, S. 1-71, 2009

Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Discrete and continuous models to describe the kinetics of particle formation in fluidized beds

In: Proceedings of the 4th Nordic Drying Conference, NDC 2009. - SINTEF, ISBN 978-82-594-3406-7, insges. 8 S.
Kongress: Nordic Drying Conference; 4 (Reykjavik): 2009.06.17-19

Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos; Cunäus, Ulf; Metzger, Thomas

Modeling of continuous fluidized bed drying using a population balance approach

In: Proceedings of the 4th Nordic Drying Conference, NDC 2009. - SINTEF, ISBN 978-82-594-3406-7, insges. 9 S.
Kongress: Nordic Drying Conference; 4 (Reykjavik): 2009.06.17-19

Rozenblat, Yevgeny; Portnikow, Dmitri; Kalman, Haim; Aman, Sergej; Tomas, Jürgen

Strength of particles under compression

In: Proceedings of 6th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids (CHoPS) and 10th

International Conference on Bulk Materials Storage, Handling & Transport (ICBMH). - Engineers Australia, ISBN 978-0-85825-906-5, S. 534-541, 2009

Kongress: CHoPS; 6 (Brisbane): 2009.08.03-07

Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai

Analysis of anisotropic crystal growth in solution using molecular modeling methods

In: BIWIC 2009. - Lappeenranta, ISBN 978-952-214806-3, insges. 8 S.

Kongress: BIWIC 2009; 16 (Lappeenranta): 2009.09.09-11

Weigler, Fabian; Hoffmann, Torsten; Naumann, Martina; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Experimental investigation of temperature distributions in bulk materials

In: World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics, and Thermodynamics <7, 2009, Krakow>: 7th

World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics. - Krakow: AGH Univ. of Science and Technology press, ISBN 978-83-7464-235-4, S. 2039-2046

Kongress: ExHFT; 7 (Krakow): 2009.06.28-07.03

Artikel in Kongressbänden

Cunäus, Ulf; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos; Metzger, Thomas

Modeling of continuous fluidized bed drying using a population balance approach

In: 8th World Congress of Chemical Engineering. - Montreal, insges. 5 S., 2009

Kongress: WCCE; 8 (Montreal): 2009.08.23-27

Dernedde, Mathias; Hampel, Robert; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Determination of agglomeration kinetics in fluidised beds

In: 8th World Congress of Chemical Engineering. - Montreal, insges. 6 S., 2009

Kongress: WCCE; 8 (Montreal): 2009.08.23-27

Kharaghani, Abdolreza; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

Pore-scale modeling of drying-induced cracks

In: 8th World Congress of Chemical Engineering. - Montreal, insges. 6 S., 2009

Kongress: WCCE; 8 (Montreal): 2009.08.23-27

Kirsch, Christoph; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

Towards a micro-scale simulation of convective gel drying

In: XII Polish Drying Symposium. - Łódź, S. 223-234, 2009

Kongress: Polish Drying Symposium; 12 (Łódź): 2009.09.14-16

Müller, Peter; Stein, Sören; Horbach, S. ; Antonyuk, S. ; Tomas, Jürgen; Heinrich, S.

The coefficient of restitution of three types of wet granules

In: 9th International Symposium on Agglomeration and 4th International Granulation Workshop. - Sheffield, insges. 12 S., 2009

Kongress: International Symposium on Agglomeration; 9 (Sheffield): 2009.06.22-26

Sommer, A. ; Heinrich, S. ; Antonyuk, S. ; Tsotsas, Evangelos

Influence of the process parameters on particle properties during fluidized bed granulation

In: 9th International Symposium on Agglomeration and 4th International Granulation Workshop. - Sheffield, insges. 14 S., 2009

Kongress: International Symposium on Agglomeration; 9 (Sheffield): 2009.06.22-26

Terrazas-Velarde, Korina; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Modeling of particle growth in fluidized bed spray agglomeration

In: 8th World Congress of Chemical Engineering. - Montreal, insges. 6 S., 2009

Kongress: WCCE; 8 (Montreal): 2009.08.23-27

Terrazas-Velarde, Korina; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Modelling of agglomerate formation in fluidized bed spray drying

In: 9th International Symposium on Agglomeration and 4th International Granulation Workshop. - Sheffield, insges. 16 S., 2009

Kongress: International Symposium on Agglomeration; 9 (Sheffield): 2009.06.22-26

Tomas, Jürgen

Micromechanics of fine particle adhesion - contact models and energy absorption

In: 9th International Symposium on Agglomeration and 4th International Granulation Workshop. - Sheffield, insges. 16 S., 2009

Kongress: International Symposium on Agglomeration; 9 (Sheffield): 2009.06.22-26

Tsotsas, Evangelos

Particle formulation by drying

In: 8th World Congress of Chemical Engineering. - Montreal, insges. 6 S., 2009

Kongress: WCCE; 8 (Montreal): 2009.08.23-27

Tsotsas, Evangelos; Metzger, Thomas; Peglow, Mirko

Models and tools for product engineering by drying

In: XII Polish Drying Symposium. - Łódź, S. 88-104, 2009

Kongress: Polish Drying Symposium; 12 (Łódź): 2009.09.14-16

Dissertationen

Surasani, Vikranth Kumar

A non-isothermal pore network drying model. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2008; Magdeburg: Docupoint-Verl.; 145 S.: Ill., graph. Darst.; 21 cm, 2009