



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

VST

FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-
UND SYSTEMTECHNIK

Forschungsbericht 2015

Institut für Verfahrenstechnik

INSTITUT FÜR VERFAHRENSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58784, Fax +49 (0)391 67 11160
evangelos.tsotsas@ovgu.de

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Seidel-Morgenstern
Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl
Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher
Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas (geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Tomas
Hon.-Prof. Dr. Mirko Peglow
Jun.-Prof. Dr. Andreas Bück
Jun.-Prof. Dr. Timo Frensing
Dr.-Ing. Andreas Voigt
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
Hon.-Prof. Dr. Mirko Peglow
Jun.-Prof. Dr. Andreas Bück
Jun.-Prof. Dr. Timo Frensing

3. Forschungsprofil

1. Chemische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. A. Seidel-Morgenstern)

- Untersuchung heterogen katalysierter Reaktionen
- Kopplung von Reaktion und Stofftrennung
- Membranreaktoren
- Chromatographische Trennverfahren
- Enantiomertrennung

2. Bioprozesstechnik (Prof. Dr.-Ing. U. Reichl, Jun.-Prof. Timo Frensing)

- Fermentationstechnik
- Säugerzellen, Hefen, Bakterien
- Aufarbeitungstechnik
- Modellierung, Simulation und Optimierung von Bioprozessen
- Prozessüberwachung und -regelung

3. Systemverfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. K. Sundmacher)

- Multifunktionale Systeme
- Brennstoffzellensysteme
- Eigenschaftsverteilte Systeme
- Modellierung, Simulation und Analyse komplexer Prozesssysteme
- Modellierung biologischer Systeme

4. Mechanische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. J. Tomas)

- Ultrafeine Partikel, Nanopartikel
- Mehrskalige Simulation der Mechanik von Schüttungen
- Partikeltrennung (Sortierung, Klassierung)
- Grundlagen der Partikelmesstechnik
- Wertstoffrecycling

5. Thermische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. E. Tsotsas, Jun.-Prof. A. Bück, Hon.-Prof. M. Peglow)

- Trocknungstechnik
- Wirbelschichttechnik
- Partikelformulierung (Agglomeration, Granulation, Coating)
- Strukturelle Charakterisierung (u.a. X-ray micro-CT)
- Diskrete Modellierung (u.a. Porennetzwerke)

4. Kooperationen

- AVA - Anhaltinische Verfahrens- und Anlagentechnik GmbH, Magdeburg
- BASF AG, Ludwigshafen
- Department of Mechanical Engineering der Universität Delaware (USA)
- Evonik AG, Hanau
- Fraunhofer IFF, Magdeburg
- Glatt Ingenieurtechnik Weimar
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, Braunschweig
- IDT Biologika GmbH, Dessau-Roßlau
- Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica, Lissabon (Portugal)
- IPT Pergande, Weißandt-Gölzau
- Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg
- ProBioGen AG, Berlin
- Sartorius Stedim Biotech GmbH, Göttingen
- TU Dortmund
- TU Hamburg-Harburg
- Weierstraß-Institut, Berlin

5. Forschungsprojekte

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

Projektbearbeiter: Dr. Rui Wu, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Kooperationen: University of Shanghai for Science and Technology, China

Förderer: Alexander von Humboldt-Stiftung; 01.04.2014 - 30.12.2015

Convective drying of PEM fuel cell with gas purge flow

Water management in the gas diffusion layer of a PEM fuel cell is of essential importance for performance and reliability. Since the porous layer is very thin, the use of discrete approaches is necessary for accurate simulation. To this purpose, pore network models are developed and applied, with emphasis on drying by means of a gas purge flow.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: MSc. Alireza Maghaddam, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2013 - 15.10.2016

Estimation of effective parameters from pore network drying simulations

Pore network models are unique in connecting structural features of porous media with their macroscopic properties in order to, e.g., find out how long a wet material would take to dry. On the other hand, pore network models require a much longer computational time than numerical solution of differential equations for description of transport phenomena at the macro-scale. Therefore, methods are developed for extracting effective transport coefficients from the results of pore network simulations. When successful, this approach can provide both, description of the influence of material structure and computational speed.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Philipp Bachmann
Kooperationen: Mehrere Industriepartner
Förderer: BMWi/AIF; 01.12.2012 - 30.11.2015

Gestaltung partikulärer Produkte in Wirbelschichttrinnen

Viele industrielle Anwendungen verlangen eine gleichmäßige Verteilung der Feuchte bzw. der Beschichtungsdicke unter allen Einzelpartikeln eines partikulären Produkts. Zu diesem Zweck werden sogenannte Wirbelschichttrinnen eingesetzt. Es wird untersucht, wie sich die Gestaltung eines solchen Apparates auf die Verweilzeit und Produktqualität bei der Trocknung und beim Coating auswirkt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: MSc. Reihaneh Pashminehazar, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.09.2013 - 31.08.2016

Micro-structure of particles produced by fluidized bed agglomeration of soft materials

The structure of agglomerates produced in spray fluidized beds out of rigid primary particles has been investigated in a pre-cursor project. It was shown, how morphological descriptors (among others, porosity, fractal properties) can be extracted from X-ray micro-tomography scans, and how such descriptors depend on operating parameters of the particle formulation process. This investigation is now being extended to soft primary particles, which are of great interest for the food and pharmaceutical industry.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: MSc. Arman Rahimi, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani
Förderer: Industrie; 01.05.2013 - 30.04.2016

Pore network model for simultaneous wetting and drying with salt solutions

Simultaneous wetting of porous particles with droplets of a salt solution sprayed on them and drying leads to deposition of the salt (solidified solute) in the porous material with various technical applications. Distribution of the salt depends, among others, on the drying conditions and the internal structure of the porous substrate. Such influences on the combined process of wetting and drying are investigated by means of pore network models. Validation experiments are conducted in micro-fluidic devices.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: MSc. Kieu Hiep Le, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani
Förderer: Weitere Stiftungen; 01.01.2014 - 31.12.2016

Pore network modeling of fluid transport in loop heat pipe

Evaporation at a hot-spot and condensation at a cold-spot can transport heat with a higher effective thermal conductivity than that of any existing material. This principle is used in so-called heat pipes. Here, a specific type of heat-pipe evaporator is considered, which involves evaporation out of a wet porous wick in contact with a hot fin into vapor transportation grooves. Pore network models are used for simulating transport phenomena and liquid distribution in the wick, aiming at the identification of optimal operating conditions and wick structures.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: Prof. Jitendra Kumar
Kooperationen: Indian Institute of Technology Kharagpur
Förderer: Alexander von Humboldt-Stiftung; 01.12.2013 - 31.07.2015

Simulation of agglomeration processes

Novel methods are developed for casting the way micro-scale processes are described in discrete models (Monte Carlo) into the formalism of macro-scale population balance equations. Such scale-transition techniques allow for both, computational efficiency and physically based modelling. Aggregation as well as breakage processes are considered, along with background numerical tools.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Projektbearbeiter: M.Sc. Maciej Jaskulski; M.Sc. Thi Thu Hang Tran
Förderer: Weitere Stiftungen; 01.02.2012 - 31.01.2015

Spray drying of products with sensitive ingredients

Food materials contain vital but sensitive ingredients that may deteriorate during spray drying, depending on the evolution of temperature and water activity. Multiscale and multiphysics methods are developed, which can be used for higher quality dairy products dried in more efficient spray drying processes.

Projektleiter: Prof. Dr. Udo Reichl
Projektbearbeiter: M.Sc. T. Laske
Förderer: Bund; 01.01.2013 - 31.08.2016

e:Bio - Modul II - Verbundprojekt: CellSys - Systembiologischer Ansatz zur Entwicklung einer Produktionszelllinie für Influenzavakzine - Teilprojekt A

Das Ziel des Verbundprojekts CellSys ist die Optimierung eines zellkulturbasierten Prozesses zur Herstellung von Influenzaimpfstoffen mit Hilfe eines systembiologischen Ansatzes. Dabei sollen Ergebnisse aus der Grundlagenforschung genutzt werden, um die Virusvermehrung in einer humanen Designerzelllinie durch gentechnische Eingriffe gezielt zu steigern und so eine Hochleistungs-Produktionsplattform für Grippeimpfstoffe zu entwickeln.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Andreas Seidel-Morgenstern
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.11.2011 - 30.11.2015

SFB-Transregio 63 Teilprojekt "Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen", TP A3 "Reaktionskinetik"

Die chemische Industrie steht vor der enormen Herausforderung, die Rohstoffbasis zur Herstellung chemischer Produkte aufgrund der Verknappung von Erdöl und Erdgas auf eine breitere Basis zu stellen und auch nachwachsende Rohstoffe einzubeziehen. Idealerweise sollten diese Rohstoffe derzeitige organische Basischemikalien substituieren, so dass die existierenden, hoch komplexen Netzwerke zur Herstellung chemischer Produkte weitgehend unverändert genutzt werden können. Diese Idealsituation ist gegenwärtig jedoch wegen fehlender, effizienter Produktionsprozesse noch eine Vision, wobei derzeit mehrere Rohstoffklassen bezüglich ihrer Eignung als Substituenten untersucht werden. Eine Klasse derartiger potenzieller Rohstoffe bilden langkettige Olefine. Mit dieser Stoffgruppe befasst sich dieser Sonderforschungsbereich. Langfristiges Ziel des gemeinsam mit der TU Berlin und der TU Dortmund bearbeiteten SFB-Projektes ist es, durch die Optimierung dieser Lösungsmittelsysteme diese für den Einsatz in mehrphasigen chemischen Produktionsprozessen nutzbar zu machen.

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

Projektbearbeiter: Dr. rer.nat. Andreas Voigt

Förderer: Industrie; 01.03.2013 - 31.03.2016

Erforschung von geeigneten Fällungsbedingungen für nanoskalige Naturfarbstoffe

Die Erzeugung nanoskaliger Naturfarbstoffe als stabile Dispersionen wird durch die Variation von physikalisch-chemischen Prozessparametern untersucht und aus experimentellen Daten und theoretischen Modellüberlegungen heraus geeignete Bedingungen für eine technische Umsetzung abgeleitet.

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

Förderer: Bund; 04.06.2014 - 31.05.2017

Identifizierung neuer zellmoleküle für die klinische Therapie der akuten myeloischen Leukämie (AML)

In interdisziplinären und translationalen Forschungsansätzen werden in diesem Verbundprojekt therapeutische Zielmoleküle zur Behandlung der akuten myeloischen Leukämie (AML) identifiziert. Die selektive Inhibition von NF- κ B und die daraus folgende Induktion der Apoptose stellt eine vielversprechende Therapiestrategie bei der Behandlung der AML dar. Das Forschungsvorhaben adressiert eine detaillierte, qualitative und quantitative Untersuchung regulatorischer Schlüssel-moleküle. Die Erkenntnisse tragen zur Entwicklung therapeutischer Interventionsstrategien, insbesondere zur Individualtherapie, bei und können zudem zur Identifizierung wichtiger Biomarker bei der Diagnose der AML führen. Die Untersuchungen werden durch *high-end* Massenspektrometrie und Proteinanalytik unterstützt. Durch systemtheoretische und mathematische Methoden, die auf Boole'schen Netzwerkanalysen und Differenzialgleichungen (ODEs) beruhen, werden die relevanten Moleküle in Modellsimulationen einbezogen. Die iterative Interaktion zwischen Experiment und Modellsimulation soll zur Identifizierung und Validierung geeigneter Interventionsstrategien gegen AML führen. Anschließende Studien werden dann, in Zusammenarbeit mit pharmazeutischen Unternehmen, auf die Entdeckung von aktiven Wirkstoffen abzielen, um für präklinische und klinische Studien wirksamere Therapien zu erforschen. Das Projekt zeichnet sich durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität aus, denn es verbindet die Forschungsgebiete der klinischen und experimentellen Onkologie mit biochemischer Systembiologie und Systemtheorie. Diese enge Zusammenarbeit stellt eine Grundlage für die Entwicklung neuer, innovativer Therapiestrategien zur Behandlung der AML dar.

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

Projektbearbeiter: Viktoria Wiedmeyer, Dr. rer. nat. Andreas Voigt

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2013 - 30.09.2017

Numerische Lösungsverfahren für gekoppelte Populationsbilanzsysteme zur dynamischen Simulation multivariater Feststoffprozesse am Beispiel der formselektiven Kristallisation

Feststoffprozesse in der Verfahrenstechnik lassen sich durch Populationsbilanzsysteme beschreiben. Hierbei handelt es sich im Allgemeinen um ein gekoppeltes System von partiellen Differential-gleichungen zur Charakterisierung der kontinuierlichen Phase, und einer Populationsbilanzgleichung zur Beschreibung der Feststoffphase. Im Rahmen dieses Projektes sollen in Kooperation mit dem WIAS-Berlin, sowie der TU Hamburg Harburg neue Verfahren zur effizienten und akkuraten Lösung solcher Populationsbilanzsysteme entwickelt werden. Dies soll am Beispiel der formselektiven Kristallisation erfolgen. Zur Simulation der formselektiven Kristallisation werden neben geeigneten Lösungsverfahren auch formspezifische Kristallisationskinetiken, wie z.B. Wachstums- oder Agglomerationsraten benötigt, welche in verschiedenen Versuchsanlagen bestimmt werden sollen. Mit Hilfe der gewonnenen Kinetiken, sowie der entwickelten numerischen Lösungsverfahren, soll abschließend ein Prozess zur kontinuierlichen formselektiven Kristallisation entworfen und optimiert werden.

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

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2014 - 31.12.2017

SFB/TR 63: Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen - TP B1: Optimale Reaktionsführung in flüssigen Mehrphasensystemen / 2.Förderperiode

Das Teilprojekt B1 hat zum Ziel, Methoden zur Ermittlung der optimalen Reaktionsführung für flüssige Mehrphasensysteme zu entwickeln und exemplarisch auf die Hydroformylierung langkettiger Alkene anzuwenden. Dabei übernimmt es wichtige Funktionen innerhalb des SFB/TR. Zum Einen wird eine Methodik für die optimale Reaktionsführung und die ideale Reaktorgestaltung als generische Fragestellung entwickelt. Zum Anderen werden konkrete Reaktorkonzepte für den im SFB/TR behandelten Hydroformylierungsprozess langkettiger Alkene in temperaturgesteuerten Lösungsmittelsystemen entworfen. Diese werden apparativ realisiert und hinsichtlich ihres reaktionstechnischen und strömungstechnischen Realverhaltens charakterisiert. Danach wird der resultierende optimale

Reaktor in Kooperation mit dem Teilprojekt B5 in eine Mini-plant integriert, um das Reaktorverhalten im Gesamtprozess mit geschlossenen Rückführungsströmen zu untersuchen und robust auszulegen. Das Teilprojekt B1 übernimmt dabei eine wichtige Brückenfunktion für den SFB/TR, indem es alle drei Projektbereiche miteinander verknüpft.

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

Projektbearbeiter: Dr. rer.nat. Andreas Voigt

Förderer: Industrie; 01.08.2014 - 28.02.2016

Untersuchungen zur formgestalteten Aminosäurekristallisation

Die Kristallisation von Aminosäuren als Zwischenschritt eines Trennprozesses wird unter dem Aspekt der formgesteuerten Kristallbildung experimentell und modelltheoretisch untersucht um daraus optimale Bedingungen für die Abtrennung ableiten zu können.

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

Projektbearbeiter: Dipl. Ing. Holger Eisenschmidt

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.04.2013 - 31.03.2016

Zyklische Prozessführung zur Formgebung facettierter Kristalle

Die finale Form von Kristallen hat einen großen Einfluss auf die Feststoffeigenschaften von kristallinen Produkten. Gewöhnlich geschieht die Formgebung von Kristallen unter Verwendung von Additiven, die das Wachstum bestimmter Kristallflächen hemmen, oder der Verwendung spezieller Lösungsmittel. Im Rahmen dieses Projektes soll die Kristallform über die Abhängigkeiten der relativen Wachstumsraten der Kristallflächen von der Übersättigung, und damit der Temperatur beeinflusst werden.

Da nur ein bestimmter Übersättigungsbereich für die Kühlungskristallisation verwendet werden kann, kann nicht jede Kristallform mittels eines Wachstumsvorgangs erhalten werden. Dieser erreichbare Bereich kann erweitert werden, indem zusätzliche Auflösungs- und/oder Wachstumsphasen vorgesehen werden. Im Rahmen des Projektes sollen optimale Strategien zur Erzeugung einer gewünschten Kristallform gefunden, und experimentell realisiert werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Peter Müller, Tel. +49 (0)391 67 51886

Förderer: Haushalt; 13.01.2013 - 13.01.2018

Druck-, Stoß- und Bruchverhalten feuchter kugelförmiger Granulate

Gegenstand der Arbeit bilden die experimentelle Ermittlung und physikalisch begründete Beschreibung der Mikro-Makro-Wechselwirkungen feuchter Granulate bei Druck- und Stoßbeanspruchung. Mikromechanische Wechselwirkungen sind Mikrobruchprozesse sowie Mikroeigenschaften 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 3 Dimensionen simuliert.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Andreas Schlinkert, Tel. +49 (0)391 67 54911

Förderer: Fördergeber; 01.01.2012 - 31.12.2016

Forschungs- 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 der 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 Entwicklungsprojektes zur Katalysatorentwicklung sind standardisierte Verfahren zu ermitteln, die den Bedingungen eines technischen Herstellungsprozesses genügen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: M.Sc. Talea Hopf, +49 (0)391 67 52001

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2013 - 15.04.2016

Funktionalisierung von Nanopartikeln zur Überwindung der Blut-Hirn-Schranke

Die Verwendung von Nanopartikel als Arzneimittel-Trägersysteme zur zielgerichteten Pharmakotherapie wird seit mehr als 30 Jahren diskutiert. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die Körperverteilung von Arzneistoffen so zu verändern, dass hohe, pharmakologisch wirksame Konzentrationen am Zielort bei Verringerung der Nebenwirkungen erreicht werden. Diese Trägersysteme dienen nicht nur dem Transport, sondern dienen auch als Schutz für potentielle Wirkstoffe. Dabei stellen die Poly-(butylcyanoacrylat)-Nanopartikel (PBCA-NP) eine besonders vielversprechende Gruppe innerhalb der Arzneimittel-Trägersysteme dar. Sie sind biokompatibel und biologisch abbaubar. Die oberflächenmodifizierten PBCA-NP haben gegenüber anderen Nanopartikeln noch einen weiteren Vorteil, sie ermöglichen den Transport von Substanzen durch die Blut-Hirn-Schranke, die eine biologische Barriere im menschlichen Körper darstellt. Die Herstellung der unmodifizierten PBCA-NP erfolgt heute u.a. mit Hilfe von Fällungsprozessen (z.B. in Aceton), durch anionische Emulsionspolymerisation im sauren Medium unter Verwendung von Stabilisatoren bzw. durch radikalische Emulsionspolymerisation. Die Beladung bzw. Funktionalisierung der NP geschieht mit entsprechenden Wirk- und Farbstoffen, anschließend werden diese NP z.B. mit Tween 80 ummantelt. Diese NP bieten durch ihre physikalischen Eigenschaften und durch die gezielte Freisetzung von Wirkstoffen in den Organen vielfältige Vorteile bei diagnostischen und therapeutischen Anwendungen (verbesserte Pharmakinetik und -dynamik, lokale Verabreichungsmöglichkeit). Obwohl bereits beträchtliche Fortschritte bei in-vivo-Untersuchungen und in klinischen Studien erzielt wurden, bleibt die Notwendigkeit bestehen, fundamentale Aspekte der Herstellung der PBCA-NP zu lösen und zu optimieren (größenkontrollierte Synthese und Stabilität der NP, enge Partikelgrößenverteilungen, Biokompatibilität der Beschichtungen, Bindung des Wirkstoffes und physiologische Parameter).

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 30.04.2014 - 31.03.2019

GRK 1554 "Graduiertenkolleg Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen"

Many materials or media in nature and technology possess a microstructure, which determines their macro behaviour. Despite of possible difficulties to describe the morphology of this structure, the knowledge of the relevant mechanisms is often more comprehensive on the micro than on the macro scale. On the other hand, not all information on the micro level is relevant for the understanding of the macro behaviour. Therefore, averaging and homogenization methods are needed to select only the specific information from the micro scale, which influences the macro scale. These methods would also open the possibility to design or to influence microstructures with the objective to optimize their macro behaviour. Study and development of new methods in this interdisciplinary field of actual research will be under the supervision of professors from different engineering branches, applied mathematics, theoretical, and computational physics.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: Zhang Xiwei, Tel. +49 (0)391 67 52001

Förderer: Fördergeber; 01.10.2014 - 30.09.2018

Herstellung siRNA-modifizierter PBCA-Nanopartikel zur Überwindung der Blut-Hirn-Schranke

Gegenwärtig sind etwa 98 Prozent der zugelassenen Pharmazeutika nicht in der Lage, die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden. Therapeutisch wirksame Proteine, wie Antikörper, Wachstumsfaktoren oder RNA, haben heutzutage enorm an Bedeutung gewonnen als ein innovativer Ansatz zur Behandlung von Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Der Transport dieser Proteine durch die Blut-Hirn-Schranke mit Hilfe von oberflächenmodifizierten Nanopartikel-Systemen auf Basis von Polybutylcyanoacrylat (PBCA) bietet den Vorteil, dass die wirksamen Proteine

während der Applikation geschützt sind, die Blut-Hirn-Schranke überwinden können und so das Zellgewebe und die Neuronen erreichen.

In diesem Projekt werden Nanopartikel aus Polybutylcyanoacrylat mit Hilfe des Emulsions- und Miniemulsionspolymerisationsprozesses hergestellt, wobei die PBCA-Partikeloberfläche u.a. mit Tween 80, Dextran etc. modifiziert wird. Zur Sichtbarmachung der Partikel wird ein Fluoreszenzmarker, wie Rhodamin, verwendet. Die siRNA soll an das PBCA-Nanopartikel gebunden werden, um so im Gehirn einen Hauptmittler für den Zelltod, das Caspase 3, stillzulegen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: M.Sc. Muhammad Kamran Khalid, Tel. +49 (0)391 67 54952

Förderer: Haushalt; 01.01.2015 - 31.12.2016

Maßgeschneiderte superparamagnetische Nanopartikel für Anwendungen in Medizin und Pharmazie

Superparamagnetische Eisenoxid-Nanopartikel (SPIO-NP), wie Magnetit Fe₃O₄ und Maghemit -Fe₂O₃, zählen zu den am häufigsten angewendeten biokompatiblen Partikelsystemen in der Biomedizin. Diese Nanopartikel bieten durch ihre physikalischen Eigenschaften (u.a. die Partikelgröße) vielfältige Vorteile bei diagnostischen und therapeutischen Anwendungen in der Medizin (gezielte Freisetzung von Wirkstoffen in den Organen, eine verbesserte Pharmakinetik und -dynamik, lokale Verabreichungsmöglichkeiten). Obwohl beträchtliche Fortschritte bei der Untersuchung der Partikelbildungsprozesse magnetischer Nanopartikel erzielt wurden, bleibt die Notwendigkeit bestehen, fundamentale Aspekte der Herstellung magnetischer Fluide zu lösen und zu optimieren (größenkontrollierte Synthese und Stabilität der Nanopartikel, enge Partikelgrößenverteilungen, Biokompatibilität der Beschichtungen, Bindung des Wirkstoffes und physiologische Parameter). Zwar steht heute bereits eine Anzahl von biokompatiblen superparamagnetischen Eisenoxid-Nanopartikel als sogenannte Einzeldomänen-Partikel mit hoher Magnetisierbarkeit zur Verfügung, deren Primärpartikelgrößen liegen aber nur zwischen 3 und 15 nm (einzelne Partikel). Bei Agglomeraten bzw. Aggregaten in Form von Multidomänen-Partikeln werden Durchmesser von bis zu 100 nm erreicht, diese Partikel haben zwar eine relativ hohe Magnetisierbarkeit, die sich aber nur aus der Summation der im Aggregat enthaltenen Partikel ergibt. Größere Eindomäne-Partikel hätten den Reiz, aufgrund der volumenproportionalen Magnetisierbarkeit zur dritten Potenz zu skalieren, aber trotzdem die schaltbaren superparamagnetischen Eigenschaften und die Suspensionsstabilität zu behalten. Aufgrund der Agglomeration ist die Anwendbarkeit in der Biomedizin eingeschränkt. Die Herstellungsprozesse in flüssiger Phase laufen als komplexe, wechselseitig verschaltete Mikroprozesse ab und sind noch nicht umfassend erforscht.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Katja Mader-Arndt, Tel. +49 (0)391 67 51886

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2014 - 30.06.2016

Modellierung des Kontaktverhaltens feiner adhäsiver Partikel

In der Partikeltechnik (z.B. Lebensmitteltechnik, chemische- und pharmazeutische Industrie und Werkstofftechnik) werden aufgrund energiesparender Erzeugung gezielter physikalisch-chemischer Eigenschaften Partikelgrößen kleiner als 100 µm produziert. Mit abnehmender Größe von Partikeln steigt deren volumenbezogene spezifische Oberfläche und damit auch die Häufigkeit und Intensität ihrer Wechselwirkungen. Die damit verbundene verringerte Kontaktsteifigkeit stellt eine Ursache für zunehmende Adhäsion dar, die auf der Van-der-Waals-Anziehung im unmittelbaren Kontakt beruht.

Ziel des Projektes ist es, bei der Anwendung einer äußeren Beanspruchung die prozessbestimmende Intensivierung der Adhäsion, d.h. die Verknüpfung der inelastischen Kontaktverformung mit der verstärkenden Wirkung der Van-der-Waals-Kräfte innerhalb der Kontaktzone feiner Partikel, herauszuarbeiten. Mit Hilfe des Modells steife Partikel mit weichen Kontakten wird die elastisch-plastische Repulsion bei Normalbelastung eines glatten Kugelkontaktes modelliert. Für diese Art der Kompression werden neue Normalkraft-Weg-Funktionen für Belastung, Entlastung, Wiederbelastung und Kontaktablösung hergeleitet. Aus den Belastungs- und Entlastungsfunktionen kann ein neues Haftkraft-Normalkraft-Modell gewonnen werden, das die momentane zeitinvariante Haftkraftverstärkung beschreibt. Mit der resultierenden lastabhängigen Haftkraft werden die mikromechanischen Modelle für das elastische und reibungsbehaftete Gleiten, Rollen und Verdrehen (Torsion) deutlich erweitert. Außerdem wird eine geschwindigkeitsabhängige viskose Verformung des Kontaktes für diese Art der Beanspruchung eingeführt und anhand numerischer Rechnungen bewertet. Im Anschluss werden die erstellten Kontaktmodelle mittels Rasterkraftmikroskopie (AFM) überprüft, kalibriert und beurteilt.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: M.Sc. Zinaida Todorova, Tel.: +49 (0)391 67 54912

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2012 - 31.10.2016

Serviceprojekt zur Herstellung, Funktionalisierung und Charakterisierung von Referenzpartikelkollektiven im Rahmen des SPP 1486, Partikel im Kontakt - Mikromechanik, Mikroprozessdynamik und Partikelkollektive PiKo

Das Ziel des Projektes ist (a) die Herstellung von ausgewählten Partikelsystemen als Referenzpartikelkollektive, (b) die Oberflächenmodifizierung und Funktionalisierung dieser Partikel und (c) die physikalisch-chemische Charakterisierung der granulometrischen und mechanischen Eigenschaften der Partikel und Partikelkollektive. Es erfolgt eine Fokussierung auf *preiswerte*, engverteilte kugelförmige Partikel mit bequem bestimmbar granuometrischen Daten, die typisch für bestimmte mikromechanische Verhaltensmuster sind, wie auf (a) vergleichsweise *steife* (amorphe) *Glaspartikel*, deren Haft- und Kontakteigenschaften sich einfach durch Silanisierung chemisch modifizieren lassen, (b) *Titan(IV)-oxid-Partikel*, die sehr stark haften und agglomerieren aufgrund ihrer *großen* Hamaker-Konstante, ihres *weichen* Kontaktverhaltens verbunden mit einer großen Kontaktabplattung und ihres großen Haftkraftanstieges unter Einwirkung einer verfestigenden Normalkraft und (c) *monodisperse organische Latexpartikel* mit bekannten Hafteigenschaften, die für ein *weiches* mechanisches Partikelverhalten mit unbekanntem Reibungsverhalten stehen. Beispielhaft sollen dafür folgende Partikelkollektive (a) nicht modifizierte bzw. modifizierte Glaspartikel, (b) monodisperse, poröse (agglomerierte) bzw. nichtporöse (nicht agglomerierte) TiO₂-Partikel und (c) Polystyrol-Partikel mit einem Durchmesser von *50 nm* und *5 µm* hergestellt werden. Die Herausforderung des Projektes liegt einerseits in der Herstellung von sehr eng verteilten (monodispersen) kugelförmigen Referenzpartikeln geringer Menge (ca. 10 g) mit einer sehr glatten Oberfläche u.a. zur physikalischen Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften (z.B. Messung der Haftkräfte mittels Atomkraftmikroskopie AFM), andererseits in der Herstellung größerer Mengen (> 1 kg) möglichst eng verteilter Partikelsysteme aus einer Grundgesamtheit, die repräsentativ zum technischen Produkt sind.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2015 - 31.12.2017

Statische und dynamische Beanspruchung elastischer, plastischer und viskoser Granulate

Ziel dieses Projektes ist die Modellierung der verteilten mechanischen Eigenschaften von inhomogenen Feststoffen, wie z.B. Agglomerate. Es soll ein Master-Modell für die Beschreibung der zeitunabhängigen und zeitabhängigen Deformation gefunden werden, um so die Herstellung von feuchten Granulaten zu optimieren. letztendlich werden Methoden gefunden, um Designergranulate herstellen zu können. Somit ist eine qualitative Analyse der Einflüsse von Prozess- u. Umweltbedingungen auf Agglomerate und die Produktqualität möglich.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Tomas

Projektbearbeiter: M.Sc. Zheni Radeva, Tel. +49 (0)391 6754931

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2015 - 31.12.2017

Untersuchung, Modellierung und Simulation der quasistatischen Druckbeanspruchung gebundener Modellpellets

Als Gegenstand dieses Projektes werden die experimentelle Untersuchung, Modellierung und Simulation des Druck- und Bruchverhaltens von Pellets unterschiedlicher Struktur, Größe und Form ausgewählt. In dem ersten Projektschritt sollen Pellets bekannter Primärpartikelanzahl mit zufälliger Packungsstruktur experimentell untersucht werden. Die 3D-Struktur einiger ausgewählter Pellets soll mittels REM und µ-Computertomographie vor mechanischer Beanspruchung analysiert werden. Die Anzahl der Primärpartikel soll ermittelt werden. Die Koordinaten der Feststoffbrücken zwischen den Partikeln sollen aufgenommen werden. Die Pellets sollen danach bis zum Bruch belastet werden. Das quasistatische Druckverhalten der Packungsstrukturen soll ausführlich analysiert werden. Der nächste Ansatzpunkt stellt die Modellierung der Pellets mittels der DEM dar. Die mit der µ-Computertomographie abgebildeten Pellets können in 3 Dimensionen nachgebildet und modelliert werden. Die erforderlichen Stoffwerte und Parameter zur Kalibrierung der Primärpartikel werden aus vorausgegangenen Arbeiten entnommen. Das Druck- und Bruchverhalten der Pellets soll dann mit weiterführenden Simulationen modelliert werden. In diesem Schritt sollen die Kraft-Weg-Kurven der modellierten Pellets beim Druckversuch mit den experimentell ermittelten Kraft-Weg-Kurven kalibriert werden. Die Wechselwirkungen in der Mikro- und Makrostruktur der Pellets sollen bestimmt werden, der Verlauf von Spannungen und die Rissentstehung und -ausbreitung werden detailliert verfolgt. Zusätzlich sollen die Energiewerte und die verrichtete Verformungsarbeit aufgezeichnet werden. Damit werden tiefere Einblicke in die Ursachen und die komplexe Dynamik der Bruchprozesse von Granulaten erhalten. Die weiteren Forschungsziele dieses Projekts umfassen die Herstellung und Untersuchung der Modellpellets mit Primärpartikeln, deren Durchmesser im

Mikrometer-Bereich liegt. Die Anwendbarkeit neuer Bindemittel wie mikrokristalline Zellulose, Polyvinylacetat, Polyurethane soll überprüft werden.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Projektbearbeiter: Fischer, Hagemeier, Rieck, Schmidt, Sondej
Förderer: Bund; 01.04.2013 - 30.03.2018

InnoProfile-Transfer Nachwuchsforschungsgruppe Wirbelschichttechnik - NaWiTec

Das am Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. E. Tsotsas) angesiedelte Projekt befasst sich mit der Entwicklung von Methoden und experimentellen Untersuchungen zur Führung und Gestaltung strukturierter Partikel in Wirbelschichtprozessen. Wirbelschichtprozesse finden zahlreiche Anwendung, u.a. in der pharmazeutischen Industrie, der Lebensmittel- und der Düngemittelindustrie. Zielstellung ist dabei stets aus einem flüssigen Ausgangsstoff ein staubfreies, frei fließendes Granulat oder Agglomerat herzustellen. Bereits während der Herstellung sollen den Produktpartikeln bestimmte Eigenschaften aufgeprägt werden, die in der späteren Nutzung des Produktes benötigt werden, z.B. die Partikelgröße oder die Partikelfeuchte, die wichtige Eigenschaften wie das Auflösungsverhalten oder die Transport- und Lagerfähigkeit bestimmen. Bei der Partikelbildung kommt es zur Ausbildung von Strukturen, z.B. die Schichtporosität, als auch die durch den Verbund mehrerer Partikel zu Agglomeraten entstehenden Partikelstrukturen. Da die Partikelstrukturen wesentlichen Einfluss auf die Produktcharakteristik haben, ist die genaue Kenntnis der ablaufenden strukturbildenden Prozesse von großem Interesse. Die Schwerpunkte der Forschungsarbeiten sind daher die Untersuchung und Beschreibung der strukturbildenden Prozesse, die Erprobung und Weiterentwicklung von (in-situ-)Messmethoden zur Erfassung des Strukturaufbaus sowie die Entwicklung von Regelungskonzepten zur gezielten Einstellung gewünschter Strukturen in den Produkten sein.

Zur Erreichung dieses Ziels müssen wesentliche Probleme in den Bereichen

- + der populationsdynamischen Modellierung der Partikelbildungsprozesse,
- + der inline-Messung der partikulären Eigenschaften wie Partikelgröße und Partikelfeuchte,
- + der experimentellen Untersuchung der Wirbelschichtprozesse (Partikelbildung und Trocknung) und
- + der Entwicklung von Regelungskonzepten und -strategien

gelöst werden. Der NaWiTec steht eine hervorragende experimentelle Ausstattung zur Verfügung. Diese umfasst neben zahlreicher Technikumsanlagen auch hochmoderne Systeme zur Charakterisierung partikulärer Eigenschaften.

Wichtige Methoden, die innerhalb der NaWiTec eingesetzt werden, sind u.a.

- + makroskopische und diskrete Populationsbilanzmodelle
- + Strömungs- und DEM-Simulation

Experimentell stehen unter anderem folgende Geräte zur Verfügung:

- + Particle Image Velocimetry (PIV)
 - + Röntgentomographie
 - + Rasterelektronenmikroskopie
 - + Faseroptische Methoden zur Messung der Größenverteilung, Konzentration und Geschwindigkeit von Partikeln
 - + Nuclear Magnetic Resonance
-

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Projektbearbeiter: M. Farid
Kooperationen: Fraunhofer IFF, Magdeburg
Förderer: Weitere Stiftungen; 01.09.2014 - 31.10.2017

Energetische Nutzung nachwachsender Biomassen

Die Energieerzeugung aus nachwachsenden Biomassen ist eine wesentliche Basis einer ökologischen nicht-fossilen, jahreszeitlich unabhängigen Energieversorgung in Industrienationen und von wachsender Bedeutung in Entwicklungs- und Schwellenländern.

Ziel des Projektes ist es eine effiziente und ökologisch sinnvolle Erzeugung thermischer Energie (Wärme) aus biologischen Abfällen (z.B. Klärschlamm, Ernteabfälle) und nachwachsenden Rohstoffen auf Basis der Wirbelschichttechnologie zu entwickeln. Insbesondere ist die Brennstoffvorbereitung, u.a. die Trocknung, der jahreszeitlich schwankenden Zusammensetzung der Biomassen zu betrachten. Weiteres Ziel ist die energetische und ökonomische Auswertung dieser Prozesse in Abhängigkeit der Betriebsmittel, Anlagengrößen und im Vergleich mit fossilen Brennstoffalternativen.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück

Projektbearbeiter: Hipp

Kooperationen: Dr.-Ing. Markus Henneberg, AVA GmbH; Elamont GmbH, Bitterfeld-Wolfen; Parsum GmbH, Chemnitz; Pergande GmbH

Förderer: Bund; 01.11.2013 - 31.10.2016

Entwicklung einer modellbasierten Regelungsstrategie für die Partikelgröße und Partikelfeuchte in der Wirbelschichtgranulation

Partikuläre Produkte mit definierten Gebrauchseigenschaften, z.B. Größe, Form oder Feuchte, sind in vielen Anwendungsbereichen, z.B. der Lebensmittel-, Pflanzenschutzmittel- oder Pharmaindustrie, gefragt. Auf Grund der Vielzahl an möglichen Einflussgrößen erfordert die Produktion gewünschter Partikeleigenschaften eine Prozessführung, die in der Lage ist, so in den Prozess einzugreifen, dass Abweichungen, z.B. hervorgerufen durch externe Störungen, automatisch kompensiert werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Umsetzung einer Regelungsstrategie für die industrielle Partikelformulierung durch Granulation in Wirbelschichten.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück

Projektbearbeiter: Tsotsas, Hampel

Kooperationen: Pergande GmbH

Förderer: Bund; 01.11.2013 - 31.10.2016

Entwicklung einer verfahrenstechnischen Lösung zur Beschichtung von feindispersen Partikeln in Wirbelschichten

Die OvGU Magdeburg wird sich im Rahmen dieses WIGRATEC+-Teilprojektes mit der theoretischen Analyse relevanter Mikroprozesse bei dem neuen Verfahren zur Beschichtung feindisperser Partikel in der Wirbelschicht beschäftigen. Dabei sollen ein mathematisches Modell zur Beschreibung der Tropfentrocknung und eine Methode zum modellgestützten Monitoring der Agglomerationsrate in der Sprühzone entwickelt und anhand experimenteller Daten validiert werden. Eine weitere wesentliche Zielstellung ist die strömungstechnische Auslegung der apparativen Elemente. Hier sollen Fragestellungen zur optimalen geometrischen Auslegung im Engineering-Stadium beantwortet werden.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück

Projektbearbeiter: E. Tsotsas, K. Meyer

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2015 - 30.06.2017

Modellierung des dynamischen Verhaltens der Sprühgranulation in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrinnen

In diesem Projekt wird die Sprühgranulation in Wirbelschichttrinnen betrachtet. Hier wird auf in Schwebelage befindliche Ausgangspartikel eine feststoffhaltige Flüssigkeit versprüht, die durch parallel ablaufende Trocknungsprozesse zur Bildung neuer Feststoffschichten und einem Partikelwachstum führen. Im kontinuierlichen Betriebsmodus werden dafür in der Industrie häufig horizontal aufgebaute Wirbelschichttrinnen mit länglichen Basisquerschnitt eingesetzt, die durch eine variable Anzahl von Wehren (Trennblechen) in mehrere Kammern unterschiedlicher Funktionalität (z.B. Granulation, Trocknung) unterteilt sind. Ziel des Projektes ist die Erstellung populationsdynamischer Modelle zur Beschreibung der Einflüsse des Apparatedesign (Anzahl und Konfiguration der Wehre) und der Prozessbedingungen auf die Produktqualität, z.B. die Größenverteilung, die Fließfähigkeit, das Auflösungsverhalten, die Freisetzungsraten oder die Lagerstabilität. Aus den ermittelten Zusammenhängen sollen dann Rückschlüsse der Art gezogen werden, dass für eine vorgegebene Produktqualität die benötigten Prozessbedingungen und das Apparatedesign abgeleitet werden können ("inverse process design").

DFG SPP 1679, 2. Förderperiode

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück

Projektbearbeiter: Tsotsas, Ihlow

Kooperationen: Dr.-Ing. Matthias Ihlow, MIAM GmbH; Pergande GmbH; Prof. Mirko Peglow

Förderer: Bund; 01.11.2013 - 31.10.2016

Strömungstechnische Untersuchungen und Optimierung der Hochtemperaturfiltration in Wirbelschichten

Die OvGU Magdeburg wird sich im Rahmen dieses WIGRATEC+-Teilprojektes mit der theoretischen Modellierung und der mathematischen Beschreibung des Verhaltens von Hochtemperaturfiltern in Bezug auf Strömungsführung, Druckverlust und Abscheidegrad sowie mit der Möglichkeit der Maßstabsübertragung von solchen Filtern beschäftigen. Neben diesem wissenschaftlichen Aspekt wird OvGU CFD- und FEM-Berechnungen mit dem Ziel der Bauteiloptimierung durchführen sowie die experimentelle Erprobung der Neuentwicklungen durchführen. Die gewonnenen fundierten Messergebnisse werden in Kombination mit dem entwickelten Modell für die Maßstabsübertragung eingesetzt.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück

Projektbearbeiter: E. Tsotsas, K. Meyer

Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; Prof. Heinrich, TU Hamburg-Harburg

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2013 - 30.06.2015

Modellierung des dynamischen Verhaltens der Sprühgranulation in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrinnen

In diesem Projekt wird die Sprühgranulation in Wirbelschichttrinnen betrachtet. Hier wird auf in Schwebelage befindliche Ausgangspartikel eine feststoffhaltige Flüssigkeit versprüht, die durch parallel ablaufende Trocknungsprozesse zur Bildung neuer Feststoffschichten und einem Partikelwachstum führen. Im kontinuierlichen Betriebsmodus werden dafür in der Industrie häufig horizontal aufgebaute Wirbelschichttrinnen mit länglichen Basisquerschnitt eingesetzt, die durch eine variable Anzahl von Wehren (Trennblechen) in mehrere Kammern unterschiedlicher Funktionalität (z.B. Granulation, Trocknung,) unterteilt sind. Ziel des Projektes ist die Erstellung populationsdynamischer Modelle zur Beschreibung der Einflüsse des Apparatedesign (Anzahl und Konfiguration der Wehre) und der Prozessbedingungen auf die Produktqualität, z.B. die Größenverteilung, die Fließfähigkeit, das Auflösungsverhalten, die Freisetzungsraten oder die Lagerstabilität. Aus den ermittelten Zusammenhängen sollen dann Rückschlüsse der Art gezogen werden, dass für eine vorgegebene Produktqualität die benötigten Prozessbedingungen und das Apparatedesign abgeleitet werden können ("inverse process design").

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück

Projektbearbeiter: Tsotsas, J. Avila-Acevedo, M. Jaskulski

Förderer: EU - Forschungsrahmenprogramm; 01.11.2013 - 31.10.2016

Dryer modelling and inline monitoring for dairy products

Breite Tropfengrößen- und Geschwindigkeitsverteilungen limitieren bei der Sprühtrocknung von Milch die erreichbare Produktqualität und die Energieeffizienz des Produktes. Durch eine neue Technik zur gleichmäßigen Erzeugung von Tropfen soll im Rahmen des EU-Projektes "ENTHALPY" diese Nachteile behoben werden. Zur Bestimmung der Produktqualität, z.B. der Größen der getrockneten Milchpartikel oder die Deaktivierung von Enzymen, ist es notwendig, den Trocknungsprozess innerhalb des Sprühturmes (z.B. durch CFD-Simulationen) zu beschreiben. Im Rahmen des Teilprojektes wird der Trocknungsvorgang mathematisch beschrieben und die Ergebnisse mit experimentellen Daten auf Einzeltropfenbasis verglichen. Das validierte Modell erlaubt anschließend die energieeffiziente Auslegung von Sprühtrocknern für Milchprodukte. Parallel zu diesen Arbeiten wird eine Möglichkeit zur online-Messung der sprühtrockneten Partikel entwickelt und experimentell getestet, so dass die Grundlage für eine Prozessführung geschaffen wird.

Projektleiter: Doz. Dr. Sergej Aman

Projektbearbeiter: Dr. Aman

Förderer: Alexander von Humboldt-Stiftung; 01.12.2012 - 01.11.2016

Radiowellen- und Lichtemission während der Kontaktdeformation und beim Partikelbruch

Das Ziel des Projektes besteht in der Untersuchung von Mikroprozessen während der mechanischen Beanspruchung von einzelnen Partikeln und Partikelschichten. Durch diese Beanspruchung werden Mikrobrüche an den Kontaktstellen

zwischen den Partikeln, Reibungseffekte und Deformation von Partikeln hervorgerufen. Die grundlegenden physikalischen Mikroprozesse, welche diesen Prozessen entsprechen, lassen sich unterscheiden. Die charakteristische Dauer dieser Mikroprozesse liegt im Mikro- und Nano-Sekunden-Bereich. Es soll eine Methode entwickelt werden, um diese Prozesse mit einer entsprechenden zeitlichen Auflösung aufzuzeichnen. Um dies zu realisieren werden die Partikel mit intensiven Mikrowellen bestrahlt und die reflektierte Strahlung wird analysiert. Die reflektierte Strahlung besteht aus drei Komponenten, welche unterschiedlichen Mikroprozessen zugeordnet werden können. Der zeitliche Verlauf und spezifische Frequenzen der Strahlung sind charakteristische Merkmale dieser grundlegenden Mikroprozesse.

Zahlreiche Mikrobrüche finden in den Kontaktstellen der Partikeln statt. Die dabei emittierten Elektronen werden durch das elektrische Feld der einfallenden Mikrowelle zu harmonischen Schwingungen angeregt. Da diese Oszillation eine beschleunigte Bewegung ist, strahlen die Elektronen die Energie in Form einer elektromagnetischen Welle in der Frequenz der einfallenden Mikrowelle aus. Bei der Kollision mit Luftmolekülen, welche in den neu entstandenen Riss aus der ihn umgebenden Luft eindringen, werden die Elektronen absorbiert, so dass die Strahlung nur in wenigen Mikrosekunden stattfinden kann. Dieses ist ein charakteristisches Merkmal für Mikrobrüche.

Während der Verdichtung der Partikelschicht findet eine starke Reibung zwischen den Partikeln statt. Dieser Prozess wird von einer intensiven Elektronenemission begleitet. Dabei finden zahlreiche Mikrogasentladungen unter der Wirkung der einfallenden Mikrowellen an den Kontaktstellen statt. In diesem Fall entstehen mehrere Mikrowellenimpulse in einem breitbandigen Frequenzbereich mit einer charakteristischen Dauer von wenigen Nanosekunden. Dies ist ein charakteristisches Merkmal für Reibungsprozesse. Die dritte, niederfrequente Komponente des Signals, wird durch die Schichtdeformation verursacht. Die charakteristische Zeit beträgt in diesem Fall einige Millisekunden.

Eine Verifikation dieser Messmethode wird mittels einer DEM-Simulation von Kontaktverformungsprozessen durchgeführt. Eine Variation der Anzahl der Partikeln, Partikelgrößen und Materialeigenschaften wird dabei betrachtet. Dadurch wird die Anzahl der entstehenden und trennenden Kontakte, sowie die relative Geschwindigkeit von Partikeln in Abhängigkeit von der Belastungszeit ermittelt. Die Ergebnisse werden bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten und -intensitäten sowie Partikel- und Partikelschichtgrößen experimentell überprüft und mit den aus der Literatur bekannten Daten verglichen.

6. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Ashraf Ali, B.; Börner, Matthias; Peglow, Mirko; Janiga, Gábor; Seidel-Morgenstern, Andreas; Thévenin, Dominique

Coupled computational fluid dynamics-discrete element method simulations of a pilot-Scale batch crystallizer

In: Crystal growth & design. - Washington, DC: ACS Publ, Bd. 15.2015, 1, S. 145-155;

[Imp.fact.: 4,558]

Bachmann, Philipp; Tsotsas, Evangelos

Analysis of residence time distribution data in horizontal fluidized beds

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 790-798;

Bajcinca, N.; Hofmann, S.; Bielietsov, D.; Sundmacher, Kai

Approximate ODE models for population balance systems

In: Computers & chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 74.2015, S. 158-168;

[Imp.fact.: 2,452]

Bibi, Sameena; Qamar, Shamsul; Seidel-Morgenstern, Andreas

Irreversible and reversible reactive chromatography - analytical solutions and moment analysis for rectangular pulse injections

In: Journal of chromatography / A. - New York, NY [u.a.]: Science Direct, Bd. 1385.2015, S. 49-62;

[Imp.fact.: 4,258]

Binev, D.; Seidel-Morgenstern, Andreas; Lorenz, H.

Study of crystal size distributions in a fluidized bed crystallizer

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 133.2015, S. 116-124;

[Imp.fact.: 2,613]

Bück, Andreas; Casciatori, Fernanda; Thoméo, João Cláudio; Tsotsas, Evangelos

Model-based control of enzyme yield in solid state fermentation

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 362-371;

Bück, Andreas; Palis, Stefan; Tsotsas, Evangelos

Model-based control of particle properties in fluidised bed spray granulation

In: Powder technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science; Vol. 270.2014, Part B, S. 575-583, 2015;

[Imp.fact.: 2,269]

Calín-Sánchez, Ángel; Kharaghani, Abdolreza; Lech, Krzysztof; Figiel, Adam; Carbonell-Barrachina, Ángel A.; Tsotsas, Evangelos

Drying kinetics and microstructural and sensory properties of black chokeberry (*aronia melanocarpa*) as affected by drying method

In: Food and bioprocess technology: an international journal. - New York, NY: Springer Science + Business Media, LLC, Bd. 8.2015, 1, S. 63-74;

[Imp.fact.: 3,126]

Chauhan, Garima; Stein, Matthias; Seidel-Morgenstern, Andreas; Pant, Kamal K.; Nigam, Krishna D. P.

The thermodynamics and biodegradability of chelating agents upon metal extraction

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 137.2015, S. 768-785;

[Imp.fact.: 2,613]

Do, T. Q. N.; Varni i, M.; Flassig, Robert; Vidakovi -Koch, T.; Sundmacher, Kai

Dynamic and steady state 1-D model of mediated electron transfer in a porous enzymatic electrode

In: Bioelectrochemistry: official journal of the Bioelectrochemical Society; an international journal devoted to electrochemical aspects of biology and biological aspects of electrochemistry. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science; Vol. 106.2015, Part A, S. 3-13;

[Imp.fact.: 4,172]

Dreyschultze, C.; Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Heinrich, Stefan; Kienle, Achim

Influence of zone formation on stability of continuous fluidized bed layering granulation with external product classification

In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 23.2015, S. 1-7;

[Imp.fact.: 2,110]

Eisenschmidt, Holger; Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai

Face-specific growth and dissolution kinetics of potassium dihydrogen phosphate crystals from batch crystallization experiments

In: Crystal growth & design. - Washington, DC: ACS Publ, Bd. 15.2015, S. 219-227; 10.1021/cg501251e;

[Imp.fact.: 4,558]

Flassig, Robert; Migal, Iryna; Zalm, Esther van der; Rihko-Struckmann, Liisa; Sundmacher, Kai

Rational selection of experimental readout and intervention sites for reducing uncertainties in computational model predictions

In: BMC bioinformatics. - London: BioMed Central; Vol. 16.2015, Art. 13, insgesamt 13 S.;

[Imp.fact.: 2,670]

Freising, Timo

Defective interfering viruses and their impact on vaccines and viral vectors

In: Biotechnology journal: BTJ. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 10.2015, 5, S. 681-689;

[Imp.fact.: 3,708]

Galan, Kamila; Eicke, Matthias J.; Elsner, Martin P.; Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas

Continuous preferential crystallization of chiral molecules in single and coupled mixed-suspension mixed-product-removal crystallizers

In: Crystal growth & design. - Washington, DC: ACS Publ, Bd. 15.2015, 4, S. 1808-1818;

[Imp.fact.: 4,558]

Gallo-Ramírez, Lili Esmeralda; Nikolay, Alexander; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo

Bioreactor concepts for cell culture-based viral vaccine production

In: Expert review of vaccines. - London: Informa Healthcare, Bd. 14.2015, 9, S. 1181-1195;

[Imp.fact.: 4,210]

Glöckner, Hannes; Hagemeyer, Thomas; Müller, Peter; Roloff, Christoph; Thévenin, Dominique; Tomas, Jürgen

Beschleunigter Sinkprozess fester Partikel bei laminarer und turbulenter Umströmung

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 5, S. 644-655;

[Imp.fact.: 0,661]

Grabherr, Reingard; Reichl, Udo

Editorial: Can modern vaccine technology pursue the success of traditional vaccine manufacturing?

In: Biotechnology journal: BTJ. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 10.2015, 5, S. 657-658;

[Imp.fact.: 3,708]

Hagemeyer, Thomas; Börner, Matthias; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

A comparative study on optical techniques for the estimation of granular flow velocities

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 131.2015, S. 63-75;

[Imp.fact.: 2,613]

Hagemeyer, Thomas; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Estimation of particle rotation in fluidized beds by means of PTV

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 841-849;

Hagemeyer, Thomas; Roloff, Christoph; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Estimation of particle dynamics in 2-D fluidized beds using particle tracking velocimetry

In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 22.2015, S. 39-51;

[Imp.fact.: 2,110]

Hentschel, Benjamin; Kiedorf, Gregor; Gerlach, Martin; Hamel, Christof; Seidel-Morgenstern, Andreas; Freund, Hannsjörg; Sundmacher, Kai

Model-based identification and experimental validation of the optimal reaction route for the hydroformylation of 1-dodecene

In: Industrial & engineering chemistry research. - Columbus, Ohio: American Chemical Society, Bd. 54.2015, 6, S. 1755-1765;

[Imp.fact.: 2,235]

Heyer, Robert; Kohrs, Fabian; Reichl, Udo; Benndorf, Dirk

Metaproteomics of complex microbial communities in biogas plants

In: Microbial biotechnology. - Oxford: Wiley-Blackwell, Bd. 8.2015, 5, S. 749-763;

[Imp.fact.: 3,081]

Hoffmann, Torsten; Rieck, Christian; Bück, Andreas; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Influence of granule porosity during fluidized bed spray granulation

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 458-467;

Hoffmann, Torsten; Rieck, Christian; Schmidt, Martin; Bück, Andreas; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Prediction of shell porosities in continuous fluidized bed spray layering

In: Drying technology: an international journal. - Philadelphia, Pa: Taylor & Francis, Bd. 33.2015, 13, S. 1662-1670;

[Imp.fact.: 1,518]

Horváth, Zoltán; Horosanskaia, Elena; Lee, Ju Weon; Lorenz, Heike; Gilmore, Kerry; Seeberger, Peter H.; Seidel-Morgenstern, Andreas

Recovery of artemisinin from a complex reaction mixture using continuous chromatography and crystallization

In: Organic process research & development: web edition. - Washington, DC: ACS Publ, Bd. 19.2015, 6, S. 624-634;

[Imp.fact.: 2,528]

Hussain, Mubashir; Kumar, Jitendra; Tsotsas, Evangelos

A new approach in population balance modeling of spray fluidized bed agglomeration

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 1399-1407;

Hussain, Mubashir; Kumar, Jitendra; Tsotsas, Evangelos

A new framework for population balance modeling of spray fluidized bed agglomeration

In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 19.2015, S. 141-154;

[Imp.fact.: 1,648]

Hussain, Mubashir; Kumar, Jitendra; Tsotsas, Evangelos

Modeling aggregation kinetics of fluidized bed spray agglomeration for porous particles

In: Powder technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science; Vol. 270.2015, Part B, S. 584-591;

[Imp.fact.: 2,499]

Hylton, Rebecca K.; Tizzard, Graham J.; Threlfall, Terence L.; Ellis, Amy L.; Coles, Simon J.; Seaton, Colin C.; Schulze, Eric; Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas; Stein, Matthias; Price, Sarah L.

Are the crystal structures of enantiopure and racemic mandelic acids determined by kinetics or thermodynamics?

In: Journal of the American Chemical Society: web edition. - Washington, DC: American Chemical Society, Bd. 137.2015, 34, S. 11095-11104;

[Imp.fact.: 12,113]

Idakiev, Vesselin; Mörl, Lothar

Methode zur Untersuchung der Partikelbewegung in diskontinuierlich und kontinuierlich arbeitenden Wirbelschichten

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 5, S. 626-637;

[Imp.fact.: 0,661]

Idakiev, Vesselin V.; Marx, Sebastian; Roßau, Antje; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Mörl, Lothar

Inductive heating of fluidized beds - influence on fluidization behavior

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems.

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 286.2015, S. 90-97;

[Imp.fact.: 2,349]

Jörke, Andreas; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christof

Isomerization of 1-decene - estimation of thermodynamic properties, equilibrium composition calculation and experimental validation using a Rh-BIPHEPHOS catalyst

In: The chemical engineering journal. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 260.2015, S. 513-523;

[Imp.fact.: 4,058]

Jörke, Andreas; Triemer, Susann; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christof

Kinetic investigation exploiting local parameter subset selection - isomerization of 1-decene using a Rh-Biphephos catalyst

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 6, S. 713-725;

[Imp.fact.: 0,661]

Karst, Florian; Maestri, Matteo; Freund, Hannsjörg; Sundmacher, Kai

Reduction of microkinetic reaction models for reactor optimization exemplified for hydrogen production from methane

In: The chemical engineering journal. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 281.2015, S. 981-994;

[Imp.fact.: 4,321]

Karsten, Christina B.; Buettner, Falk F. R.; Cajic, Samanta; Nehlmeier, Inga; Neumann, Berit; Klippert, Antonina; Sauermann, Ulrike; Reichl, Udo; Gerardy-Schahn, Rita; Rapp, Erdmann; Stahl-Hennig, Christiane; Pöhlmann, Stefan
Exclusive decoration of simian immunodeficiency virus Env with high-mannose type N-glycans is not compatible with mucosal transmission in rhesus macaques

In: Journal of virology: publ. by the American Society for Microbiology. - Baltimore, Md: Soc, Bd. 89.2015, 22, S. 11727-11733;

[Imp.fact.: 4,439]

Khalloufi, Seddik; Kharaghani, Abdolreza; Almeida-Rivera, Cristhian; Nijse, Jaap; Dalen, Gerard van; Tsotsas, Evangelos

Monitoring of initial porosity and new pores formation during drying - a scientific debate and a technical challenge

In: Trends in food science & technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 45.2015, 2, S. 179-186;

[Imp.fact.: 4,651]

Kluge, Sabine; Benndorf, Dirk; Genzel, Yvonne; Scharfenberg, Klaus; Rapp, Erdmann; Reichl, Udo

Monitoring changes in proteome during stepwise adaptation of a MDCK cell line from adherence to growth in suspension

In: Vaccine. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 33.2015, 35, S. 4269-4280;

[Imp.fact.: 3,624]

Kohrs, Fabian; Wolter, Sophie; Benndorf, Dirk; Heyer, Robert; Hoffmann, Marcus; Rapp, Erdmann; Bremges, Andreas; Sczyrba, Alexander; Schlüter, Andreas; Reichl, Udo

Fractionation of biogas plant sludge material improves metaproteomic characterization to investigate metabolic activity of microbial communities

In: Proteomics. - Weinheim: Wiley VCH, Bd. 15.2015, 20, S. 3585-3589;

[Imp.fact.: 3,807]

Kolmeder, Carolin A.; Ritari, Jarmo; Verdam, Froukje J.; Muth, Thilo; Keskitalo, Salla; Varjosalo, Markku; Fuentes, Susana; Greve, Jan Willem; Buurman, Wim A.; Reichl, Udo; Rapp, Erdmann; Martens, Lennart; Palva, Airi; Salonen, Anne; Rensen, Sander S.; Vos, Willem M. de

Colonic metaproteomic signatures of active bacteria and the host in obesity

In: Proteomics. - Weinheim: Wiley VCH, Bd. 15.2015, 20, S. 3544-3552;

[Imp.fact.: 3,807]

Kumar, Jitendra; Saha, Jitraj; Tsotsas, Evangelos

Development and convergence analysis of a finite volume scheme for solving breakage equation

In: SIAM journal on numerical analysis. - Philadelphia, Pa: SIAM, Bd. 53.2015, 4, S. 1672-1689;

[Imp.fact.: 1,788]

Langermann, Jan von; Temmel, Erik; Seidel-Morgenstern, Andreas; Lorenz, Heike

Solid phase behavior in the chiral systems of various 2-hydroxy-2-phenylacetic acid (mandelic acid) derivatives

In: Journal of chemical & engineering data. - Columbus, Ohio: American Chemical Society, Bd. 60.2015, 3, S. 721-728;

[Imp.fact.: 2,045]

Laske, Tanja; Heldt, Frank Stefan; Hoffmann, Helene; Frensing, Timo; Reichl, Udo

Modeling the intracellular replication of influenza A virus in the presence of defective interfering RNAs

In: Virus research: an international journal of molecular and cellular virology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 213.2015, S. 90-99;

[Imp.fact.: 2,324]

Lautenschleger, Anna; Kenig, Eugeny Y.; Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai

Model-based analysis of a gas/vapor-liquid microchannel membrane contactor

In: AIChE journal. - Hoboken, NJ: Wiley, Bd. 61.2015, 7, S. 2240-2256;

[Imp.fact.: 2,748]

Le Borne, Sabine; Shahmuradyan, Lusine; Sundmacher, Kai

Fast evaluation of univariate aggregation integrals on equidistant grids

In: Computers & chemical engineering: an international journal of computer applications in chemical engineering.

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 74.2015, S. 115-127;

[Imp.fact.: 2,452]

Mangold, Michael; Feng, Lihong; Khlopov, Dmytro; Palis, Stefan; Benner, Peter; Binev, Daniel; Seidel-Morgenstern, Andreas

Nonlinear model reduction of a continuous fluidized bed crystallizer

In: Journal of computational and applied mathematics. - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 289.2015, S. 253-266;

[Imp.fact.: 1,266]

Mann, Hannes; Müller, Peter; Hagemeyer, Thomas; Roloff, Christoph; Thévenin, Dominique; Tomas, Jürgen

Analytical description of the unsteady settling of spherical particles in Stokes and Newton regimes

In: Granular matter. - Berlin: Springer, Bd. 17.2015, 5, S. 629-644;

[Imp.fact.: 1,775]

McBride, Kevin; Sundmacher, Kai

Data driven conceptual process design for the hydroformylation of 1-dodecene in a thermomorphic solvent system

In: Industrial & engineering chemistry research. - Columbus, Ohio: American Chemical Society, Bd. 54.2015, 26, S. 6761-6771;

[Imp.fact.: 2,587]

Melnikov, Sergey M.; Höltzel, Alexandra; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tallarek, Ulrich

Evaluation of aqueous and nonaqueous binary solvent mixtures as mobile phase alternatives to water/acetonitrile mixtures for hydrophilic interaction liquid chromatography by molecular dynamics simulations

In: The journal of physical chemistry <Washington, DC> / C. - Washington, DC: Soc, Bd. 119.2015, 1, S. 512-523;

[Imp.fact.: 4,835]

Meyer, Katja; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Dynamic multi-zone population balance model of particle formulation in fluidized bed

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 1456-1465;

Müller, Peter; Böttcher, Ronny; Russell, Alexander; Truee, Michael; Tomas, Jürgen

A novel approach to evaluate the elastic impact of spheres on thin plates

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 138.2015, S. 689-697;

[Imp.fact.: 2,613]

Müller, Peter; Glöckner, Hannes; Tomas, Jürgen

Numerische und analytische Beschreibung der mechanischen Eigenschaften quasi-tetraederförmiger Agglomerate

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 7, S. 976-985;

[Imp.fact.: 0,661]

Müller, Peter; Russell, Alexander; Seidenbecher, Jakob; Tomas, Jürgen

Mechanische Eigenschaften zyklisch be- und entfeuchteter Zeolithgranulate

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 10, S. 1402-1411;

[Imp.fact.: 0,661]

Müller, Peter; Russell, Alexander; Seidenbrecher, Jakob; Tomas, Jürgen

progressive weakening of zeolite granules due to cyclic moisture loading and unloading

In: Microporous and mesoporous materials: the official journal of the International Zeolite Association. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 211.2015, S. 88-96;

[Imp.fact.: 3,450]

Müller, Peter; Russell, Alexander; Tomas, Jürgen

Einfluss des Bindemittels und der Feuchtebelastung auf die Festigkeit von Zeolith 4A-Granulaten

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 5, S. 549-558;

[Imp.fact.: 0,661]

Müller, Peter; Russell, Alexander; Tomas, Jürgen

Influence of binder and moisture content on the strength of zeolite 4A granules

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 126.2015, S. 204-215;

[Imp.fact.: 2,613]

Müller, Peter; Thomas, Jürgen

Untersuchung des Druckverhaltens tetraederförmiger Agglomerate

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 87.2015, 7, S. 1-11;

[Imp.fact.: 0,661]

Müller, Peter; Trüe, Michael; Böttcher, Ronny; Tomas, Jürgen

Acoustic evaluation of the impact of moist spherical granules and glass beads

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems.

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 278.2015, S. 138-149;

[Imp.fact.: 2,269]

Muth, Thilo; Behne, Alexander; Heyer, Robert; Kohrs, Fabian; Benndorf, Dirk; Hoffmann, Marcus; Lehtevä, Miro; Reichl, Udo; Martens, Lennart; Rapp, Erdmann

The MetaProteomeAnalyzer - a powerful open-source software suite for metaproteomics data analysis and interpretation

In: Journal of proteome research. - Washington, DC: ACS Publications, Bd. 14.2015, 3, S. 1557-1565;

[Imp.fact.: 5,001]

Muth, Thilo; Kolmeder, Carolin A.; Salojärvi, Jarkko; Keskitalo, Salla; Varjosalo, Markku; Verdam, Froukje J.; Rensen, Sander S.; Reichl, Udo; Vos, Willem M. de; Rapp, Erdmann; Martens, Lennart

Navigating through metaproteomics data - a logbook of database searching

In: Proteomics. - Weinheim: Wiley VCH, Bd. 15.2015, 20, S. 3439-3453;

[Imp.fact.: 3,807]

Nikoli, Daliborka; Seidel-Morgenstern, Andreas; Petkovska, Menka

Nonlinear frequency response analysis of forced periodic operation of non-isothermal CSTR with simultaneous modulation of inlet concentration and inlet temperature

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 133.2015, S. 40-58;

[Imp.fact.: 2,613]

Parveen, Sadia; Qamar, Shamsul; Seidel-Morgenstern, Andreas

Two-dimensional non-equilibrium model of liquid chromatography: Analytical solutions and moment analysis

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 122.2015, S. 64-77;

[Imp.fact.: 2,613]

Pirwitz, Kristin; Rihko-Struckmann, Liisa; undmacher, Kai

Comparison of flocculation methods for harvesting Dunaliella

In: Bioresource technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 196.2015, S. 145-152;

[Imp.fact.: 4,494]

Pisarevskiy, Alexander; Aman, Sergej; Tatmyshevskiy, K.; Hirsch, S.; Tomas, Jürgen

Light emission during impact stressing of a particle layer

In: Measurement science and technology: devoted to the theory, practice and application of measurement in physics,

chemistry, engineering and the environmental and life sciences from inception to commercial exploitation. - Bristol: IOP Publ; Vol. 26.2015, 4, Art. 045103; <http://dx.doi.org/10.1088/0957-0233/26/4/045103>;
[Imp.fact.: 1,352]

Püttker, Sebastian; Kohrs, Fabian; Benndorf, Dirk; Heyer, Robert; Rapp, Erdmann; Reichl, Udo

Metaproteomics of activated sludge from a wastewater treatment plant - a pilot study

In: Proteomics. - Weinheim: Wiley VCH, Bd. 15.2015, 20, S. 3596-3601;

[Imp.fact.: 3,807]

Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Stochastic modelling of particle coating in fluidized beds

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 996-1005;

Rieck, Christian; Hoffmann, Torsten; Bück, Andreas; Peglow, Mirko; Tsotsas, Evangelos

Influence of drying conditions on layer porosity in fluidized bed spray granulation

In: Powder technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 272.2015, S. 120-131;

[Imp.fact.: 2,269]

Russell, Alexander; Aman, Sergej; Tomas, Jürgen

Breakage probability of granules during repeated loading

In: Powder technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 269.2015, S. 541-547, 2014;

[Imp.fact.: 2,269]

Russell, Alexander; Schmelzer, Janett; Müller, Peter; Krüger, Manja; Tomas, Jürgen

Mechanical properties and failure probability of compact agglomerates

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 286.2015, S. 546-556;

[Imp.fact.: 2,349]

Schmidt, Martin; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Experimental investigation of process stability of continuous spray fluidized bed layering with internal separation

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 126.2015, S. 55-66;

[Imp.fact.: 2,613]

Schmidt, Martin; Hoffmann, Torsten; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Experimental investigation of the continuous fluidized bed spray granulation with internal classification

In: Procedia engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2015, S. 565-574;

Schmidt, Martin; Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Experimental investigation of process stability of continuous spray fluidized bed layering with external product separation

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 137.2015, S. 466-475;

[Imp.fact.: 2,613]

Schneider, Romy; Hosy, Eric; Kohl, Johannes; Klueva, Julia; Choquet, Daniel; Thomas, Ulrich; Voigt, Andreas; Heine, Martin

Mobility of calcium channels in the presynaptic membrane

In: Neuron. - [Cambridge, Mass.]: Cell Press, Bd. 86.2015, 3, S. 672-679;

[Imp.fact.: 15,054]

Siitonen, Jani; Mänttari, Mika; Seidel-Morgenstern, Andreas; Sainio, Tuomo

Robustness of steady state recycling chromatography with an integrated solvent removal unit

In: Journal of chromatography / A. - New York, NY [u.a.]: Science Direct, Bd. 1391.2015, S. 31-39;

[Imp.fact.: 4,258]

Sondej, Franziska; Bück, Andreas; Koslowsky, Katharina; Bachmann, Philipp; Jacob, Michael; Tsotsas, Evangelos

Investigation of coating layer morphology by micro-computed X-ray tomography
In: Powder technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 273.2015, S. 165-175;
[Imp.fact.: 2,499]

Sondej, Franziska; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Comparative analysis of the coating thickness on single particles using X-ray micro-computed tomography and confocal laser-scanning microscopy
In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 287.2015, S. 330-340;
[Imp.fact.: 2,349]

Sun, Yu; Kharaghani, Abdolreza; Metzger, Thomas; Müller, Jörg; Tsotsas, Evangelos

Lotion distribution in wet wipes investigated by pore network simulation and X-ray micro tomography
In: Transport in porous media: TIPM. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 107.2015, 2, S. 449-468;
[Imp.fact.: 1,460]

Taratin, Nikolay; Lorenz, Heike; Binev, Daniel; Seidel-Morgenstern, Andreas; Kotelnikova, Elena

Solubility equilibria and crystallographic characterization of the L-threonine/L-allo-threonine system, Part 2: crystallographic characterization of solid solutions in the threonine diastereomeric system
In: Crystal growth & design: integrating the fields of crystal engineering and crystal growth for the synthesis and applications of new materials. - Washington, DC: American Chemical Society, Bd. 15.2015, 1, S. 137-144;
[Imp.fact.: 4,558]

Theuerl, Susanne; Kohrs, Fabian; Benndorf, Dirk; Maus, Irena; Wibberg, Daniel; Schlüter, Andres; Kausmann, Robert; Heiermann, Monika; Rapp, Erdmann; Reichl, Udo; Pühler, Alfred; Klocke, Michael

Community shifts in a well-operating agricultural biogas plant - how process variations are handled by the microbiome
In: Applied microbiology and biotechnology. - Berlin: Springer, Bd. 99.2015, 18, S. 7791-7803;
[Imp.fact.: 3,337]

Tsotsas, Evangelos

Multiscale approaches to processes that combine drying with particle formation
In: Drying technology: an international journal. - Philadelphia, Pa: Taylor & Francis, Bd. 33.2015, 15/16, S. 1859-1871;
[Imp.fact.: 1,518]

Varni i , M.; Vidakovi -Koch, T.; Sundmacher, Kai

Erratum: Gluconic acid synthesis in an electroenzymatic reactor [Electrochimica Acta (2015) 174 (480-487)]
In: Electrochimica acta: the journal of the International Society of Electrochemistry (ISE). - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 176.2015, S. 1523;
[Imp.fact.: 4,504]

Varni i , M.; Vidakovi -Koch, T.; Sundmacher, Kai

Gluconic acid synthesis in an electroenzymatic reactor
In: Electrochimica acta: the journal of the International Society of Electrochemistry (ISE). - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 174.2015, S. 480-487;
[Imp.fact.: 4,504]

Vorhauer, Nicole; Wang, Yujing; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos; Prat, Marc

Drying with formation of capillary rings in a model porous medium
In: Transport in porous media: TIPM. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 110.2015, 2, S. 197-223;
[Imp.fact.: 1,460]

Wu, Rui; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Two-phase flow with capillary valve effect in porous media

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 139.2016, S. 241-248;
[Imp.fact.: 2,613]

Zarekar, Sayali; Bück, Andreas; Jacob, Michael; Tsotsas, Evangelos

Reconsideration of the hydrodynamic behavior of fluidized beds operated under reduced pressure
In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems.
- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 287.2015, S. 169-176;
[Imp.fact.: 2,349]

Zhou, Teng; Lyu, Zhaoxian; Qi, Zhiwen; Sundmacher, Kai

Robust design of optimal solvents for chemical reactions-A combined experimental and computational strategy
In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 137.2015, S. 613-625;
[Imp.fact.: 2,337]

Zhou, Teng; McBride, Kevin; Zhang, Xiang; Qi, Zhiwen; Sundmacher, Kai

Integrated solvent and process design exemplified for a Diels-Alder reaction
In: AIChE journal. - Hoboken, NJ: Wiley, Bd. 61.2015, 1, S. 147-158;
[Imp.fact.: 2,581]

Buchbeiträge

Eisenschmidt, Holger; Bajcinca, Naim; Sundmacher, Kai

Model-based observation and design of crystal shapes via controlled growth-dissolution cycles
In: 12th International Symposium on Process Systems Engineering and 25th European Symposium on Computer Aided Process Engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, S. 1673-1678, 2015 - (Computer-aided chemical engineering; 37);

El Sibai, Ali; Rihko-Struckmann, Liisa; Sundmacher, Kai

Synthetic methane from CO₂ - dynamic optimization of the sabatier process for power-to-gas applications
In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 37.2015, S. 1157-1162;

Hopf, Talea; Kockentiedt, Sarah; Henrich-Noack, Petra; Tomas, Jürgen; Sabel, Bernhard

Entwicklung Oberflächenmodifizierter Nanopartikel-Formulierungen zwecks Überwindung der Blut-Hirn-Schranke
In: Teipel, Ulrich.: Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Band 7: 7. Symposium Partikeltechnologie, 23. - 24. April 2015, Fraunhofer-Forum, Berlin. - Stuttgart: Fraunhofer Verl., S. 345-367
Kongress: Symposium Partikeltechnologie; 7 (Berlin): 2015.04.23-24;

Jaskulski, Maciej; Tran, Thi Thu Hang; Avila-Acevedo, Juan Gabriel; Tsotsas, Evangelos

Experimental determination of drying kinetics of skim-milk suspended droplet
In: First Nordic Baltic Drying Conference: 17-19 Juni 2015, Gdańsk, Poland; proceedings. - Gdańsk, insges. 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Jaskulski, Marciej; Tran, Hang Tran Thi; Avila-Acevedo, Juan; Tsotsas, Evangelos

An advanced modeling and experimental validation of single droplet drying process
In: Food science research and innovation: delivering sustainable solutions to the global economy and society: 29th EFFost International Conference. - Elsevier, S. 58-63, 2015;

Kerst, Kristin; Medeiros de Souza, Luis; Bartz, Antje; Seidel-Morgenstern, Andreas; Janiga, Gábor

CFD-DEM simulation of a fluidized bed crystallization reactor
In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 37.2015, S. 263-268;

Kharaghani, Abdolreza; Kirsch, Christoph; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

Liquid distribution and structural changes during convective drying of gels
In: Colloid process engineering. - Cham [u.a.]: Springer International Publishing, S. 93-112, 2015;

Le Kieu, Hiep; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Pore network simulation of heat and mass transfer in superheated steam drying

In: EuroDrying'2015: 5th European Drying Conference, October 21-23, 2015, Budapest, Hungary; proceedings. - Szent István University, S. 211-219;

Mader-Arndt, Katja; Kutelova, Zinaida; Tomas, Jürgen

Microscopic particle contact adhesion models and macroscopic behavior of surface modified particles

In: Particle adhesion and removal. - Hoboken [u.a.]: John Wiley [u.a.], S. 105-155, 2015;

McBride, Kevin; Sundmacher, Kai

Computer-aided design of solvents for the recovery of a homogeneous catalyst used for alkene hydroformylation

In: 12th International Symposium on Process Systems Engineering and 25th European Symposium on Computer Aided Process Engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, S. 2075-2080, 2015 - (Computer-aided chemical engineering; 37);

Mehakpreet, Singh; Kumar, Jitendra; Bück, Andreas

A volume conserving discrete formulation of aggregation population balance equations on non-uniform meshes

In: MATHMOD 2015: 8th Vienna Conference on Mathematical Modelling, February 18 - 20, 2015, Vienna University of Technology, Austria; abstract volume. - Vienna: ARGESIM, S. 192-197

Kongress: MATHMOD; 8 (Vienna): 2015.02.18-20;

Müller, Peter; Böttcher, Ronny; Trüe, Michael; Tomas, Jürgen

Einfluss elastischer Wellen beim elastischen Stossvorgang

In: Teipel, Ulrich.: Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Band 7: 7. Symposium Partikeltechnologie, 23. - 24. April 2015, Fraunhofer-Forum, Berlin. - Stuttgart: Fraunhofer Verl., S. 47-66

Kongress: Symposium Partikeltechnologie; 7 (Berlin): 2015.04.23-24;

Radeva, Zheni; Müller, Peter; Tomas, Jürgen

Untersuchungen des Einflusses der Prozessparameter auf die Bruchfestigkeit von Zeolith 4A Pellets

In: Teipel, Ulrich.: Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Band 7: 7. Symposium Partikeltechnologie, 23. - 24. April 2015, Fraunhofer-Forum, Berlin. - Stuttgart: Fraunhofer Verl., S. 299-311

Kongress: Symposium Partikeltechnologie; 7 (Berlin): 2015.04.23-24;

Rahimi, Arman; Kharaghani, Abdolreza; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

Pore network model for drying of salt solutions - solute migration and crystallization

In: First Nordic Baltic Drying Conference: 17-19 Juni 2015, Gda sk, Poland; proceedings. - Gda sk, insges. 15 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Rahimi, Arman; Kharaghani, Abdolreza; Metzger, Thomas; Tsotsas, Evangelos

Pore network simulation of salt crystallization in drying porous media

In: EuroDrying'2015: 5th European Drying Conference, October 21-23, 2015, Budapest, Hungary; proceedings. - Szent István University, S. 345-352;

Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Modeling of layering growth processes using a Monte Carlo approach

In: MATHMOD 2015: 8th Vienna Conference on Mathematical Modelling, February 18 - 20, 2015, Vienna University of Technology, Austria; abstract volume. - Vienna: ARGESIM, S. 99-104

Kongress: MATHMOD; 8 (Vienna): 2015.02.18-20;

Sundmacher, Kai

Multi-level design of process systems for efficient chemicals production and energy conversion

In: 12th International Symposium on Process Systems Engineering and 25th European Symposium on Computer Aided Process Engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, S. 25-34, 2015 - (Computer-aided chemical engineering; 37);

Tran, Thi Thu Hang; Jaskulski, Maciej; Peglow, Mirko; Avila-Acevedo, Juan Gabriel; Tsotsas, Evangelos

A new validated model for single droplet drying process

In: First Nordic Baltic Drying Conference: 17-19 Juni 2015, Gda sk, Poland; proceedings. - Gda sk, insges. 10 S.[Beitrag

auf USB-Stick];

Zinser, Alexander; Ye, Kkongmeng; Rihko-Struckmann, Liisa; Sundmacher, Kai

A dynamic method for computing thermodynamic equilibria in process simulation

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 37.2015, S. 299-304;

Artikel in Kongressbänden

Bück, Andreas; Neugebauer, Christoph; Meyer, Katja; Palis, Stefan; Diez, E.; Kienle, Achim; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos

Influence of operation parameters on process stability in continuous fluidized bed layering with external classification

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 11 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Hagemeyer, Thomas; Jiang, Zhaochen; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Discrete analysis of particle collision behavior in fluidized beds

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 11 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Mielke, Lisa; Hoffmann, Torsten; Peglow, Mirko; Henneberg, Markus; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Reduction of energy consumption in batch fluidized bed layering granulation processes by temporal separation

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 14 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Pashminehazar, Reihaneh; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Micro-structure of maltodextrin agglomerates produced by fluidized bed

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 16 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Stochastic modeling of layering growth processes in fluidized beds

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 15 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Saha, Jitraj; Kumar, Jitendra; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Finite volume approximations of population balance equations

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 12 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Sondej, Franziska; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Experimental analysis of the microstructure of single particles

In: 7th International Granulation Workshop: Sheffield, UK, 2015. - Sheffield, insges. 20 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Andere Materialien

Hopf, Talea; Kockentiedt, Sarah; Hintz, Werner; Henrich-Noack, Petra; Tomas, Jürgen; Sabel, Bernhard

Development and characterization of surface modified nanoparticle formulations in terms of size and surface properties

In: 8th International Conference on Conveying and Handling of Particulate Solids (CHOPS 2015). - Tel-Aviv; 2015, Art.

082, insgesamt 13 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Dissertationen

Binev, Daniel; Seidel-Morgenstern, Andreas [Gutachter]

Continuous fluidized bed crystallization. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015, 2014;

X, 161 S.: graph. Darst.;

Gao, Kaidi; Seidel-Morgenstern, Andreas [Gutachter]

Methane dehydro aromatization - thermodynamics, catalysts, kinetics and potential of membrane reactors.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; X, 192 S.: graph. Darst.;

Gonzalez Martinez, Isai; Sundmacher, Kai [Gutachter]

Hydrogen chloride electrolysis in a polymer-electrolyte-membrane reactor with oxygen-depolarized cathode.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; 112 S.: graph. Darst.;

Heldt, Frank Stefan; Frensing, Timo [Gutachter]; Reichl, Udo [Gutachter]

Mathematical models of influenza A virus infection - from intracellular replication to virus growth in cell populations.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015, 2014; XX, 190 S.: graph. Darst.;

Hertel, Christoph; Sundmacher, Kai [Gutachter]; Mangold, Michael [Gutachter]

Experimental and theoretical analysis of the cyclic water gas shift reactor. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; VIII, 117 S.: III., graph. Darst.;

Müller, Thomas; Kienle, Achim [Gutachter]; Reichl, Udo [Gutachter]

Population balance modeling of influenza A virus replication in MDCK cells during vaccine production. - Magdeburg, Univ., Fak. für Elektrotechnik und Informationstechnik, Diss., 2015; X, 127 S.: graph. Darst.;

Peschel, Britta; Reichl, Udo [Gutachter]; Marwan, Wolfgang [Gutachter]

Infection dynamics and virus-induced apoptosis in influenza virus A infected adherent and suspension MDCK cells.

- Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; Aachen: Shaker; VI, 180 S.: III., graph. Darst.; 21 cm, 291 g - (Forschungsberichte aus dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme; 44), ISBN 978-3-8440-3738-8;

Wassermann, Magdalena; Tsotsas, Evangelos [Gutachter]; Peglow, Mirko [Gutachter]

Niedertemperaturgranulierung von Mikroorganismen. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2015; XVII, 172 S.: III., graph. Darst.;