



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

VST

FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-
UND SYSTEMTECHNIK

Forschungsbericht 2016

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. Dr.h.c. 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.-Ing. Mirko Peglow
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Jun.-Prof. Dr. Timo Frensing
Dr. Andreas Voigt
Dipl.-Phys. Diethard Kürschner

2. HochschullehrerInnen

Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.h.c. Andreas Seidel-Morgenstern
Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher
Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Tomas
Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Mirko Peglow
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Jun.-Prof. Dr. Timo Frensing

3. Forschungsprofil

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

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

2. Bioprozesstechnik (Prof. Dr.-Ing. U. Reichl, Jun.-Prof. Dr. 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. Dr.-Ing. A. Bück, Hon.-Prof. Dr.-Ing. M. Peglow)

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

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

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

Projektbearbeitung: MSc. Alireza Moghaddam, 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 computation 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.

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

Projektbearbeitung: MSc. Reihaneh Pashminehazar, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.09.2013 - 08.10.2017

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. Specifically, the structural features of maltodextrin agglomerates are investigated, including the development of new image analysis methods that can be applied to primary particles of irregular shape and non-uniform size.

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

Projektbearbeitung: MSc. Yasaman Jabbari, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.06.2016 - 31.05.2019

Discrete-continuous transition for the wetting of porous materials

Continuous models for the wetting of porous materials are usually oversimplified and, thus, cannot properly describe the influence of micro-structural features of the material. Goal of the project is to simulate the wetting of micro-structured porous materials in a discrete way (by pore networks) and then use the simulation results in new and superior continuous models which are easy to solve whereas preserving as more details of the structure-property relation as possible.

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

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Torsten Hoffmann

Förderer: Bund; 01.09.2016 - 31.08.2018

Entwicklung einer neuartigen Wirbelschicht-Technologie zur kontinuierlichen Behandlung von Feststoffen

Together with partners from industry, new equipment and process solutions for fluidized bed processes are developed. They should combine continuous operation with the advantages of cylindrical vessel geometry. Moreover, operation at elevated temperatures and with strongly aggregating, nano-structured materials should be possible. The challenges are addressed by lab and pilot scale experiments, CFD computations, and fluidization process models.

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

Projektbearbeitung: Dr. Neli Hampel

Förderer: BMWi/AIF; 01.12.2016 - 30.09.2018

Heißdampftrocknung: Kinetik, Auslegung und Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Heißlufttrocknung

Superheated steam drying is investigated for the first time the whole way up, from the drying kinetics of single particles to fluidized bed drying. Biological materials are used to this purpose, namely rice and wood spheres. Single particle experiments are conducted in a magnetic suspension balance and described by advanced continuous models. Scale-up to the fluidized bed is performed by modelling and validated by experiments. Moreover, a complete benchmarking against hot air drying is conducted, so that advantages of the superheated steam process in energy consumption and economics can be reliably worked out.

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

Projektbearbeitung: MSc. Arman Rahimi, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Förderer: Industrie; 01.11.2013 - 31.10.2016

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.

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

Projektbearbeitung: MSc. Kieu Hiep Le, Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Förderer: Stiftungen - Sonstige; 01.01.2014 - 28.02.2018

Pore network modeling of superheated steam drying

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. Novel pore network models are developed for superheated steam drying. Contrary to conventional continuous approaches, such models can capture the influence of product micro-structure on the drying process. Efficient processing, which is adapted to product features and quality is the ultimate goal.

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

Projektbearbeitung: MSc. Xiang Lu

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.11.2016 - 31.10.2019

Scale transition from discrete to continuous models for drying of porous media

The scale transition from pore network models to continuous models (one or two equations) of drying has been pioneered in a previous project for rather uniformly structured porous media. Now this investigation is extended to porous media with specific types of micro-structure (e.g. spatially correlated systems of small and large pores). The key question is, how micro-structural features can be reflected in the parameters of continuous models, breaking path for fast but realistic and accurate process simulations. New algorithmic approaches that would accelerate computations for the underlying pore networks are also considered.

Projektleitung: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeitung: Dr. Dirk Benndorf

Förderer: Bund; 01.12.2015 - 30.11.2018

Biogas-Messprogramm III - Teil 2: Systemmikrobiologie; Teilvorhaben 3: Enzymatische Biodiversität

In Biogasanlagen bewirkt eine komplexe und dynamische mikrobielle Lebensgemeinschaft den anaeroben Aufschluss und Abbau der organischen Biomasse zu energiereichem, methanhaltigem Biogas. Der Großteil der beteiligten Mikroorganismen ist bislang jedoch noch unbekannt, ebenso ihr Einfluss auf die Abbaueffizienz und die Reaktorleistung.

Die in Deutschland betriebenen Biomasse-Biogasanlagen wurden bereits im Rahmen der Biogas-Messprogramme I und II systematisch hinsichtlich Leistung, Funktion, Betriebszuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht. Jedoch fehlt bislang eine ebenso systematische Erfassung der in Praxis-Biogasanlagen beheimateten Mikroflora.

Im Rahmen des Biogas-Messprogramms III soll daher ein Fokus der Arbeiten auf die Systemmikrobiologie der Biogasanlagen in Deutschland gelegt werden. Ziel ist die Aufklärung des Einflusses abiotischer Prozessparameter auf die mikrobiellen Lebensgemeinschaften in einem Biogasreaktor und deren Stoffwandlungseigenschaften.

Die Projektaktivitäten werden koordiniert von Dr. Dirk Benndorf

(<https://forschung-sachsen-anhalt.de/pl/benndorf-84560>).

Projektleitung: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeitung: Dr. Dirk Benndorf

Förderer: Bund; 01.11.2016 - 31.10.2019

de.NBI-Partner: MetaProteomanalyzer Service

Die Metaproteomik zielt auf die Erforschung zellulärer Funktionen komplexer Lebensgemeinschaften und ergänzt die Metagenomik und Metatranscriptomik als häufig eingesetzte Werkzeuge in der mikrobiellen Ökologie. Bioinformatische Werkzeuge, die für die Proteomik von Reinkulturen entwickelt wurden, können nicht zufriedenstellend als Ergebnis benutzt werden. So führen Datenbanksuchen für die Proteinidentifizierung mit Metagenomsequenzen zu einer hohen Zahl redundanten Hits in den Suchergebnissen in Bezug auf Taxonomie und Funktion identifizierter Proteine. Für eine bessere Auswertung von Metaproteomdaten wurde deshalb MetaProteomAnalyzer (MPA) Software entwickelt. Im Rahmen von MetaProtServ soll das benutzerfreundliche Programm mit einer graphischen Oberfläche als Webservice verfügbar gemacht werden, um mehr Wissenschaftler von den Vorteilen der Metaproteomik zu überzeugen. Gezieltes Training von Anwendern und ein individueller Support sollen die Zugänglichkeit dieser Software in der wissenschaftlichen Gemeinschaft erleichtern. Die Funktionalität und die Wartungsfreundlichkeit werden für den zukünftigen Webservice sowie für eine eigenständige Version parallel basierend auf einem gemeinsamen Code und einer gemeinsamen Struktur weiterentwickelt.

Die Projektaktivitäten werden koordiniert von Dr. Dirk Benndorf

(<https://forschung-sachsen-anhalt.de/pl/benndorf-84560>).

Projektleitung: Prof. Dr. Udo Reichl

Projektbearbeitung: 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.

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

Kooperationen: ETH Zürich, Schweiz; Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland; Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg; Radboud University Nijmegen, Niederlande; Syncom, Niederlande; University of Manchester, Großbritannien; University of Rouen, Frankreich; University of Strathclyde, Großbritannien

Förderer: EU - HORIZONT 2020; 01.10.2016 - 30.09.2020

CORE - Continuous Resolution and Deracemization of Chiral Compounds by Crystallization

TRAININGSNETZWERK FÜR NACHWUCHSFORSCHER UNTERSUCHT CHIRALE ARZNEISTOFFE

Für die Auslegung, Optimierung und Regelung effizienter Prozesse zur Gewinnung hochwertiger Produkte benötigt die Industrie hochqualifizierte akademisch trainierte Experten und geeignete Werkzeuge. Das CORE-Netzwerk wird einen Beitrag zur Herstellung spezieller pharmazeutischer Wirkstoffe leisten und 15 Nachwuchsforscher ausbilden. Ziel ist es, neue Werkzeuge und Methoden zu entwickeln, um durch Einsatz kontinuierlich arbeitender Aufreinigungsverfahren (Continuous Resolution, CORE) pharmazeutisch wirksame

chirale Moleküle bereitzustellen. Ziel des Netzwerks ist es, im interdisziplinären Feld der kontinuierlichen Enantiomerentrennung einen aus Wissen und organisatorischen Fähigkeiten bestehenden Kompetenzbaukasten aufzubauen. Die auszubildenden multidisziplinär wirkenden Naturwissenschaftler und Ingenieure werden durch ihr spezifischen Forschungsprojekte, Netzwerkveranstaltungen, Webinare, Managementaufgaben und eine Entsendung zu einer akademischen und industriellen Partnereinrichtung ein zielgerichtetes Training erfahren. Das Forschungsziel des CORE Netzwerks ist die gemeinsame Konstruktion eines CORE- Industriebaukastens für produktspezifische gezielte kontinuierliche Enantiomerentrennungen, um für die Industrie Werkzeuge der nächsten Generation, Vorgehensweisen und Methoden für die Prozessentwicklung zu erstellen. Die maßgeblich involvierten Industriepartner werden sicherstellen, dass der CORE-Industriebaukasten die Anforderungen erfüllt und Defizite der gegenwärtig eingesetzten Techniken überwindet.

CORE bringt acht akademische und sieben Industriepartner aus den Fachgebieten Verfahrenstechnik und Chemie zusammen. In Magdeburg sind Prof. Andreas Seidel-Morgenstern, Lehrstuhlinhaber Chemische Verfahrenstechnik sowie Prof. Heike Lorenz aus dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme im CORE-Netzwerk beteiligt. Prof. Seidel-Morgenstern wird zwei ausländische Nachwuchsforscher betreuen, die drei Jahre lang an der Universität an der praktischen Umsetzung und mathematischen Modellierung von Beispielprozessen forschen. An das MPI werden drei Nachwuchsforscher aus dem Netzwerk für zwei bis vier Monate entsendet, um für die Modellierung erforderliche thermodynamische und kinetische Parameter zu ermitteln und Prozessvalidierungen durchzuführen.

Das Projekt wird gefördert durch das EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont 2020 mit dem Marie Skłodowska-Curie Zuwendungsvertrag Nr. 722456.

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

Förderer: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.01.2015 - 31.12.2016

Dimerization of ethene combined with the metathesis of ethene and 2-butene for the production of propene

Der Propenbedarf ist in den letzten Jahrzehnten stetig gestiegen. Eine frühere Arbeit hat einen Ni-Katalysator auf aluminisiertem MCM-41 Zeolithen hervorgebracht, der sehr viel versprechend aus Ethen über die Dimerisierung zu Buten, Isomerisierung zu 2-Buten und der anschließenden Metathese von Ethen und 2-Buten Propen herstellt.

Für eine Intensivierung der Einzelschritte eine Aufspaltung in ein Zwei-Reaktor-Konzept vorteilhaft, durch die Entkopplung des Metatheseschrittes.

Dafür erfolgt Katalysatorscreening, mit typischen Metallen wie Re, W und Mo auf verschiedenen Träger. Des Weiteren sollen die Systeme kinetisch beschrieben werden.

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

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Alexander Zinser

Kooperationen: Leibniz Universität Hannover, Prof. Dr.-Ing. Hanke-Rauschenbach

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.05.2016 - 30.04.2018

Einfluss von mehrphasigen Stoff- und Energietransportprozessen auf die Wasserelektrolyse

Das Upscaling von PEM-Elektrolyseuren (PEM = Polymer-Elektrolyt-Membran) setzt ein umfangreiches Verständnis der Phasen- und Temperaturverhältnisse in den Kanalstrukturen der Elektroden und deren Wirkung auf das Stromdichteprofil voraus.

Die Zielsetzung des Projektes ist die Aufklärung und Quantifizierung der Wirkung der unter zweiphasigen Bedingungen ablaufenden Stoff- und Energietransportprozesse auf das Betriebsverhalten von PEM-Elektrolyseuren.

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

Projektbearbeitung: 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.

Projektleitung: 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.

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

Projektbearbeitung: 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 Differentialgleichungen 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.

Projektleitung: 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 geschlossen 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.

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

Projektbearbeitung: 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.

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

Projektbearbeitung: 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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

Projektbearbeitung: 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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.01.2014 - 31.12.2017

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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2013 - 31.08.2016

Funktionalisierung von Nanopartikeln zur Überwindung der Blut-Hirn-Schranke

Die Verwendung von Nanopartikeln 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).

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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

Förderer: Haushalt; 01.01.2015 - 31.12.2017

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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

Projektbearbeitung: 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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

Projektbearbeitung: M.Sc. Eduard Lukas, Tel. +49 (0)391 67 54913

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.06.2015 - 31.05.2017

Modellierung und dynamische Simulation mehrstufiger Partikel-Querstromtrennungen in einem turbulenten Fluidstrom

Die Arbeit befasst sich mit der Modellierung und dynamischen Simulation der mehrstufigen Partikel-Querstromtrennung in einem turbulenten Fluidstrom.

Die Möglichkeit einer scharfen Trennung und die damit verbundene gute Aufbereitung von Rohstoffen, Zwischenprodukten und Abfällen ist für verschiedene Industriezweige von entscheidender Bedeutung. Ein Ansatz, die erforderliche Trennung durchzuführen, bietet die mehrstufige Aerosortierung mit Hilfe eines Zick-Zack-Sichters. Das Verfahren ist seit geraumer Zeit bekannt und kommt vor allem in der stoffwandelnden Industrie zum Einsatz: neben der Zementaufbereitung spielt die mehrstufige Querstromtrennung bei der Trennung von Kabelschrott oder der Trennung von Stielen und Blättern in der Tabak- und Teeindustrie eine wichtige Rolle.

Ausschlaggebend für den verbreiteten Einsatz der mehrstufigen Aerosortierung ist neben den sehr guten

Prozessleistungen die nahezu beliebig einstellbare Trennkorngröße im μm - und unteren mm-Bereich. Die Trenndichte erstreckt sich ebenfalls über einen sehr großen Bereich. Außerdem kann der Durchsatz von 5 bis 15 t·m⁻²·h⁻¹ durch Parallelschaltung mehrerer Kanäle nahezu beliebig erhöht werden. Die Trennschärfe wird maßgeblich von der Anzahl der Trennstufen beeinflusst.

Den Vorteilen stehen allerdings auch einige Nachteile gegenüber. Auf Grund von Segregation im Vorratsbunker stellen sich Schwankungen im Aufgabestrom hinsichtlich Menge und wichtigen Partikeleigenschaften (Größe, Dichte, Form) ein. Daraus resultiert eine örtlich und zeitlich verteilte Partikelbelastung der Luft, die sich negativ auf die Trennung und den mit dem Druckverlust verbundenen Leistungsbedarf auswirken kann. In der Folge kann sich die turbulente Strömung unter Umständen zu einer pulsierenden Strömung entwickeln. Während eine zunehmende Anzahl an Trennstufen die Trennschärfe verbessert, steigen der Druckverlust und der damit verbundene Energiebedarf an. Der Einfluss des Schwarmverhaltens bei höheren Beladungen muss ebenfalls berücksichtigt werden. Aus der unbekanntenen Prozesskinetik resultiert eine mangelhafte Prozesszuverlässigkeit.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung numerischer Modelle für die partikelbeladene Luftströmung auf Basis von gekoppelten CFD-DEM-Simulationen mit ANSYS Fluent (www.ansys.com). Die Validierung der Simulation erfolgt mittels PTV-Messungen und dem Vergleich von Trennfunktionen und Trennschärfen aus Simulation und Experiment.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2012 - 30.11.2016

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 granulometrischen 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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

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.

Projektleitung: Prof. Dr. Jürgen Tomas (verst.)

Projektbearbeitung: 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.

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

Projektbearbeitung: Fischer, Jiang, 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
-

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Projektbearbeitung: Tsotsas, Mielke, Hoffmann, Idakiev, Mörl
Kooperationen: Dr.-Ing. Markus Henneberg, AVA GmbH; Glatt Ingenieurtechnik Weimar; Pergande GmbH; Prof. Mirko Peglow
Förderer: Bund; 01.11.2013 - 28.02.2017

InnoProfile-Transfer-Verbundvorhaben "Reduzierung des Energieaufwandes bei der Partikelformulierung in Wirbelschichtprozessen"

Dieses Projekt beschäftigt sich mit Methoden zur Reduzierung der Energiebedarfe bei der trocknenden Partikelformulierung (Coating, Granulation). Auf Grundlage der Wirbelschichttechnologie werden neue Anlagenkonzepte, Energieeinbringungsverfahren, sowie Prozessführungen untersucht.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Projektbearbeitung: M. Farid
Kooperationen: Fraunhofer IFF, Magdeburg
Förderer: Stiftungen - Sonstige; 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.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Projektbearbeitung: Frieze, Tsotsas
Kooperationen: Dr.-Ing. Markus Henneberg, AVA GmbH; Elamont GmbH, Bitterfeld-Wolfen; Parsum GmbH, Chemnitz; Pergande GmbH
Förderer: Bund; 01.11.2013 - 28.02.2017

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.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
Projektbearbeitung: 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.

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

Projektbearbeitung: Tsotsas, Strenzke

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.11.2016 - 28.10.2019

Kontinuierliche Wirbelschichtsprühagglomeration

In diesem Projekt wird die kontinuierliche Sprühagglomeration in einstufigen Wirbelschichten untersucht. Ziel ist dabei die Herausarbeitung kinetischer Daten zum Prozess, sowie die Untersuchung des dynamischen Verhaltens und der erzielbaren Produktqualität in Abhängigkeit der Prozessbedingungen.

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

Projektbearbeitung: Tsotsas, Zarekar

Kooperationen: Glatt Ingenieurtechnik Weimar

Förderer: Bund; 01.11.2013 - 28.02.2017

Mathematische Modellierung der Vakuumgranulation und Vergleich mit dem konventionellen atmosphärischen Wirbelschichtprozess

Das Ziel des WIGRATEC+-Teilprojektes ist die mathematische Modellierung eines neuen Prozesses der kombinierten Granulation und Trocknung in Luftatmosphäre bei reduziertem Druck (Vakuumgranulation) unter Berücksichtigung der Produktionskapazität, der Wahrung der Produktqualität durch Vermeidung von Deaktivierung, sowie des Einflusses des reduzierten Druckes auf die Sprühwirbelschicht. Der Kern des Modells wird populationsdynamische Ansätze für das Partikelwachstum mit Trocknungsmodellen kombinieren und somit jene Prozesse erfassen, die die Produktionskapazität der Vakuumgranulation ergeben. Zur Validierung und Parametrierung des Modells werden Messdaten für die Vakuumgranulation im Batch-Betrieb eingesetzt. Darüber hinaus wird die Parametrierung des Modells durch strömungstechnische Simulationen unterstützt. Letztere betreffen druckabhängige Aspekte, wie das Fluidisationsverhalten der Wirbelschicht, die Eindüsung und die Unterteilung des Prozessraums in eine Sprüh- und eine Trocknungszone. Das Modell wird als Instrument für das Monitoring der Aktivität während des Prozesses eingesetzt und zur gleichzeitigen Optimierung von Produktionskapazität und Aktivitätserhaltung genutzt. Als Ergebnis werden neuartige Einstellungen für die kontinuierliche Vakuumgranulation mit einem deutlichen Vorteil gegenüber dem Normaldruck-Prozess erwartet.

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

Projektbearbeitung: Tsotsas, Chen

Kooperationen: Glatt Ingenieurtechnik Weimar

Förderer: Bund; 01.11.2013 - 28.02.2017

Mathematische Modellierung und strömungstechnische Auslegung von Rinnen- und Kolonnenapparaten für das kontinuierliche, mehrstufige Wirbelschichtcoating

Das Ziel des Teilprojektes ist die Entwicklung einer neuen Methodik zur Abschätzung aller wesentlichen Merkmale der Produktqualität (Mittelwert und Varianz der Dicke, sowie Porosität der Coatingschicht) beim Coating in unterschiedlich konfigurierten, kontinuierlich betriebenen Wirbelschichtapparaten. Diese Methodik soll die Möglichkeit für eine schnelle, zuverlässige und auf anwendungstechnische Qualitätsvorgaben zugeschnittene Auslegung von mehrstufigen Apparaten und Anlagen für das kontinuierliche Wirbelschichtcoating eröffnen.

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

Projektbearbeitung: 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

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

Projektbearbeitung: Tsotsas, Du

Förderer: Fördergeber - Sonstige; 01.09.2016 - 31.08.2019

Spray agglomeration in continuously operated horizontal fluidised beds

The project investigates the dynamics of continuous fluidised bed spray agglomeration in a horizontal fluidised apparatus. The focus lies on the processing of materials from food and feed industry, studying the influence of process conditions and apparatus geometry (internal baffles) on process behaviour and product quality.

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

Projektbearbeitung: Tsotsas, Ihlow

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

Förderer: Bund; 01.11.2013 - 28.02.2017

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.

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

Projektbearbeitung: Tsotsas, Tran, Jaskulski, Fischer

Förderer: EU - FP7; 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.

Projektleitung: Dr. Sergej Aman

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.11.2012 - 30.10.2016

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. Es findet eine Thomson Streuung der einfallenden Mikrowelle statt. Bei der Kollision mit Luftmolekülen, welche in den neu entstandenen Riss aus der ihn umgebenden Luft eindringen, werden die Elektronen absorbiert, so dass die Thomson-Streuung nur in wenigen Mikrosekunden stattfinden kann. Dabei entsteht ein Mikrowellenimpuls in dem Frequenzbereich der einfallenden Mikrowelle mit einer charakteristischen Dauer von wenigen Mikrosekunden. 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.

Anhand dieser Merkmale lassen sich die überlagernden Mikroprozesse von einander trennen und als Einzelprozesse betrachten. Eine Verifikation dieser Messmethode wird mittels einer DEM-Simulation von Kontaktverformungsprozessen durchgeführt.

Projektleitung: Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Projektbearbeitung: MSc. Samira Shamaei

Förderer: Stiftungen - Sonstige; 01.06.2015 - 28.02.2016

Drying of single droplets/particles containing functional oils

Satisfactory incorporation of functional oils into processed foods is not straightforward because of their susceptibility to autoxidation and low solubility. Microencapsulation technology could solve these problems and spray drying is one of the most promising methods for encapsulating functional oils. Enhancing the encapsulation efficiency and reducing the lipid oxidation are the most important challenges of spray drying for microencapsulation. Understanding the drying behavior of single liquid droplets is of utmost importance for the prediction of physicochemical properties or functionality of the final microparticles. The drying behavior of droplets and particles containing functional oils is studied through both simulations and experiments. The insights gained from this study can be used to track the encapsulation efficiency and the lipid oxidation during the drying of droplets and particles containing functional ingredients.

Projektleitung: Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani

Projektbearbeitung: Pham Thai Son, Prof. Evangelos Tsotsas

Förderer: Stiftungen - Sonstige; 01.06.2015 - 31.05.2019

Thermo-mechanical behavior of polydisperse particle aggregates: a pore-scale modeling approach

Discrete network models provide an efficient pore-scale approach to explore the role of individual transport phenomena in deformable particle aggregates made from particles with a multimodal size distribution. During drying, mass transfer (liquid flow and vapor diffusion) is obtained from pore-scale finite volume (PFV) model, whereas the mechanical

response (cracks and shrinkage) of the solid to compressive capillary forces is computed by discrete element method (DEM). The DEM-PFV coupled model permits to study the influence of physical properties of liquid, mechanical properties of solid, and rate of drying on the degree of mechanical response.

6. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Alvarado Perea, L.; Wolff, T.; Veit, Peter; Hilfert, Liane; Edelmann, Frank T.; Hamel, Christof; Seidel-Morgenstern, Andreas

Corrigendum to "Alumino-mesostructured Ni catalysts for the direct conversion of ethene to propene" [J. Catal. 305 (2013) 154168]

In: Journal of catalysis. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 336.2016, S. 134;

[Imp.fact.: 6,921]

Aman, Sergej; Müller, Peter; Tomas, Jürgen; Kozhar, Sergii; Dosta, Maksym; Heinrich, Stefan; Antonyuk, Sergiy

Combined viscoelastic and elastic wave dissipation mechanism at low velocity impact

In: Advanced powder technology: the international journal of the Society of Powder Technology, Japan. - Amsterdam

[u.a.]: Elsevier, Bd. 27.2016, 4, S. 1244-1250;

[Imp.fact.: 2,478]

Arndt, Susann; Russell, Alexander; Tomas, Jürgen; Müller, Peter; Shekhar, Shishir; Brandstädter, Knut; Bruns, Christiane; Wex, Cora

Rupture probability of porcine liver under planar and point loading

In: Biomedical physics & engineering express. - Bristol: IOP Publ; Bd. 2 (2016), 5, insges. 15 S.;

Bachmann, Mandy; Breitwieser, Theresa; Lipps, Christoph; Wirth, Dagmar; Jordan, Ingo; Reichl, Udo; Frensing, Timo

Impaired antiviral response of adenovirus-transformed cell lines supports virus replication

In: Journal of general virology: JGV. - Reading: Soc, Bd. 97.2016, 2, S. 293-298;

[Imp.fact.: 3,183]

Bachmann, Philipp; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Investigation of the residence time behavior of particulate products and correlation for the Bodenstein number in horizontal fluidized beds

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

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 301.2016, S. 1067-1076;

[Imp.fact.: 2,759]

Bensmann, Astrid; Hanke-Rauschenbach, Richard; Heyer, Robert; Kohrs, Fabian; Benndorf, Dirk; Kausmann, Robert; Plöchl, Matthias; Heiermann, Monika; Reichl, Udo; Sundmacher, Kai

Diagnostic concept for dynamically operated biogas production plants

In: Renewable energy: an international journal; the official journal of WREN, The World Renewable Energy Network.

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science; Vol. 96.2016, Part A, S. 479-489;

[Imp.fact.: 3,404]

Bensmann, Boris; Hanke-Rauschenbach, R.; Müller-Syring, G.; Henel, M.; Sundmacher, Kai

Optimal configuration and pressure levels of electrolyzer plants in context of power-to-gas applications

In: Applied energy. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 167.2016, S. 107-124;

[Imp.fact.: 5,613]

Borne, Sabine Le; Eisenschmidt, Holger; Sundmacher, Kai

Image-based analytical crystal shape computation exemplified for potassium dihydrogen phosphate (KDP)

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 139.2016, S. 61-74;

[Imp.fact.: 2,613]

Börnhorst, M.; Walzel, Peter; Rahimi, Arman; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos; Besser, A.; Kleine Jäger, Frank; Metzger, T.

Influence of pore structure and impregnation-drying conditions on the solid distribution in porous support materials
In: Drying technology: an international journal. - Philadelphia, Pa: Taylor & Francis, Bd. 34.2016, 16, S. 1964-1978;
[Imp.fact.: 1,856]

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

Energiedissipation aufgrund von Biegewellen bei Stoßvorgängen gegen dünne Platten
In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 7, S. 1002-1011;
[Imp.fact.: 0,661]

Bück, Andreas; Dürr, Robert; Schmidt, Martin; Tsotsas, Evangelos

Model predictive control of continuous layering granulation in fluidised beds with internal product classification
In: Journal of process control: a journal affiliated with IFAC, the International Federation of Automatic Control.
- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 45.2016, S. 65-75;
[Imp.fact.: 2,216]

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 fluidised bed layering with external product classification
In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems.
- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 300.2016, S. 37-45;
[Kongress: 7th International Granulation Workshop 2015: Granulation across the length scales];

Cammann, Clemens; Rath, Alexander; Reichl, Udo; Lingel, Holger; Brunner-Weinzierl, Monika; Simeoni, Luca; Schraven, Burkhard; Lindquist, Jonathan A.

Early changes in the metabolic profile of activated CD8+ T cells
In: BMC cell biology. - London: BioMed Central; Bd. 17 (2016), Art.-Nr. 28, insges. 11 S.;
[Imp.fact.: 2,584]

Casciadori, Fernanda Perpétua; Bück, Andreas; Thoméo, João Cláudio; Tsotsas, Evangelos

Two-phase and two-dimensional model describing heat and water transfer during solid-state fermentation within a packed-bed bioreactor
In: The chemical engineering journal. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 287.2016, S. 103-116;
[Imp.fact.: 4,321]

Cristancho, Carlos Andrés Martínez; Seidel-Morgenstern, Andreas

Purification of single-chain antibody fragments exploiting pH-gradients in simulated moving bed chromatography
In: Journal of chromatography / A. - New York, NY [u.a.]: Science Direct, Bd. 1434.2016, S. 29-38;
[Imp.fact.: 3,926]

Flassig, Robert; Facht, Melanie; Höffner, Kai; Barton, Paul I.; Sundmacher, Kai

Dynamic flux balance modeling to increase the production of high-value compounds in green microalgae
In: Biotechnology for biofuels. - London: BioMed Central; Vol. 9.2016, Art. 165; <http://dx.doi.org/10.1186/s13068-016-0556-4>;
[Imp.fact.: 6,440]

Franke, Georg; Weigler, Fabian; Mellmann, Jochen; Müller, Peter

Kontrollierte Entleerung mit ganzflächigen Austrageinrichtungen
In: Landtechnik. - Darmstadt: KTBL, Bd. 71.2016, 6, S. 186-193;

Frensing, Timo; Kupke, Sascha Y.; Bachmann, Mandy; Fritzsche, Susanne; Gallo-Ramirez, Lili E.; Reichl, Udo

Influenza virus intracellular replication dynamics, release kinetics, and particle morphology during propagation in

MDCK cells

In: Applied microbiology and biotechnology. - Berlin: Springer, Bd. 100.2016, 16, S. 7181-7192;

[Imp.fact.: 3,376]

Gao, Kaidi; Yang, Jianhua; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christof

Methane dehydro-aromatization - potential of a Mo/MCM-22 catalyst and hydrogen-selective membranes

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 1/2, S. 168-176;

[Imp.fact.: 0,661]

Hennig, René; Cajic, Samanta; Borowiak, Matthias; Hoffmann, Marcus; Kottler, Robert; Reichl, Udo; Rapp, Erdmann

Towards personalized diagnostics via longitudinal study of the human plasma N-glycome

In: Biochimica et biophysica acta / General subjects. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 1860.2016, 8, S. 1728-1738;

[Imp.fact.: 5,083]

Heyer, Robert; Benndorf, Dirk; Kohrs, E.; Vrieze, J. de; Boon, N.; Hoffmann, M.; Rapp, Erdmann; Schlüter, A.; Sczyrba, A.; Reichl, Udo

Proteotyping of biogas plant microbiomes separates biogas plants according to process temperature and reactor type

In: Biotechnology for biofuels. - London: BioMed Central, Bd. 9.2016, 1;

[Imp.fact.: 6,040]

Hoffmann, Marcus; Marx, Kristina; Reichl, Udo; Wuhrer, Manfred; Rapp, Erdmann

Site-specific O-glycosylation analysis of human blood plasma proteins

In: Molecular & cellular proteomics: MCP. - Bethesda, Md: The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Bd. 15.2016, 2, S. 624-641;

[Imp.fact.: 6,464]

Idakiev, Vesselin; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Mörl, Lothar

Inductive heating of a cylindrical fluidized bed

In: Journal of chemical technology and metallurgy. - Sofia: University of Chemical Technology and Metallurgy, Bd. 51.2016, 6, S. 627-638;

Idakiev, Vesselin; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Mörl, Lothar

Modellbasierte Berechnung des Benetzungsgrades in einer zylindrischen Wirbelschicht mit Flüssigkeitseindüsung

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 8, S. 1109-1118;

[Imp.fact.: 0,661]

Idakiev, Vesselin V.; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Mörl, Lothar

Modellbasierte Untersuchung des Wärmeübergangs in einer induktiv beheizten Wirbelschicht

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 5, S. 656-665;

[Imp.fact.: 0,661]

Idakiev, Vesselin V.; Lazarova, Pavleta V.; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Mörl, Lothar

Inductive heating of fluidized beds - drying of particulate solids

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 306.2017, S. 26-33, 2016;

[Imp.fact.: 2,759]

Jörke, Andreas; Kohls, Emilija; Triemer, Susann; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christof; Stein, Matthias

Resolution of structural isomers of complex reaction mixtures in homogeneous catalysis

In: Chemical engineering and processing. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2016, S. 229-237;

[Imp.fact.: 2,071]

Kaiser, Nicolas Maximilian; Flassig, Robert J.; Sundmacher, Kai

Probabilistic reactor design in the framework of elementary process functions

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

- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 94.2016, S. 45-59;
[Imp.fact.: 2,581]

Kiedorf, Gregor; Wolff, T.; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christofani, Abdolreza

Adsorption measurements on a CrOx/ -Al₂O₃ catalyst for parameter reduction in kinetic analysis
In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 149.2016, S. 266-276;
[Imp.fact.: 2,337]

Kiedorf, Gregor; Wolff, Tanya; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christof

Kinetic analysis of the hydrocarbon total oxidation using individually measured adsorption isotherms
In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 11, S. 1746-1760;
[Imp.fact.: 0,661]

Kiwala, Dawid; Olbrycht, Maksymilian; Balawejder, MMaciej; Piatkowski, Wojciech; Seidel-Morgenstern, Andreas; Antos, Dorota

Separation of stereoisomeric mixtures of nafronyl as a representative of compounds possessing two stereogenic centers by coupling crystallization, diastereoisomeric conversion and chromatography
In: Organic process research & development: web edition. - Washington, DC: ACS Publ, Bd. 20.2016, 3, S. 615-625;
[Imp.fact.: 2,528]

Kluge, Sabine; Genzel, Yvonne; Laus, Kim; Serve, Anja; Pflugmacher, Antje; Peschel, Britta; Rapp, Erdmann; Reichl, Udo

Ezrin and HNRNP expression correlate with increased virus release rate and early onset of virus-induced apoptosis of MDCK suspension cells
In: Biotechnology journal: BTJ; systems & synthetic biology, nanobiotech, medicine. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 11.2016, 10, S. 1332-1342;
[Imp.fact.: 3,781]

Knoop, Claas; Todorova, Zinaida; Tomas, Jürgen; Fritsching, Udo

Agglomerate fragmentation in high-intensity acoustic standing wave fields
In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 291.2016, S. 214-222;
[Imp.fact.: 2,349]

Koch, Sabine; Benndorf, Dirk; Fronk, Karen; Reichl, Udo; Klamt, Steffen

Predicting compositions of microbial communities from stoichiometric models with applications for the biogas process
In: Biotechnology for biofuels. - London: BioMed Central, Bd. 9.2016, 17, insges. 16 S. ;
[Imp.fact.: 6,040]

Kort, Anne-Kathleen; Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas

Physical-chemical properties of the chiral fungicide fenamidone and strategies for enantioselective crystallization
In: Chirality: the pharmacological, biological, and chemical consequences of molecular asymmetry. - New York, NY [u.a.]: Wiley Interscience, Bd. 28.2016, 6, S. 514-520;
[Imp.fact.: 2,025]

Kumar, Jitendra; Kaur, Gurmeet; Tsotsas, Evangelos

An accurate and efficient discrete formulation of aggregation population balance equation
In: Kinetic and related models: KRM. - Springfield, Mo: AIMS, Bd. 9.2016, 2, S. 373-391;
[Imp.fact.: 1,125]

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

Reprint of "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. 218.2016, S. 86-95;
[Imp.fact.: 2,526]

Le, Kieu Hiep; Kharaghan, Abdolreza; Kirsch, Christoph; Tsotsas, Evangelos

Pore network simulations of heat and mass transfer inside an unsaturated capillary porous wick in the dry-out regime
In: Transport in porous media: TIPM. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 114.2016, 3, S. 623-648;
[Imp.fact.: 1,653]

Malwade, Chandrakant Ramkrshna; Buchholz, Hannes; Rong, Ben-Guang; Qu, Haiyan; Christensen, Lars Porskjær; Lorenz, H.; Seidel-Morgenstern, Andreas

Crystallization of artemisinin from chromatography fractions of artemisia annua extract
In: Organic process research & development: web edition. - Washington, DC: ACS Publ, Bd. 20.2016, 3, S. 646-652;
[Imp.fact.: 2,528]

Meininger, M.; Stepath, M.; Hennig, R.; Cajic, S.; Rapp, E.; Roterling, H.; Wolff, M. W.; Reichl, Udo

Sialic acid-specific affinity chromatography for the separation of erythropoietin glycoforms using serotonin as a ligand
In: Journal of chromatography / B. - New York, NY [u.a.]: Science Direct, Bd. 1012/1013.2016, S. 193-203;
[Imp.fact.: 2,729]

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

Reduction of energy consumption in batch fluidized bed layering granulation processes by temporal separation
In: Chemical engineering research and design: CERD. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 110.2016, S. 2-11;
[Imp.fact.: 2,525]

Mirdrikvand, Mojtaba; Moqadam, Saeedeh Imani; Kharaghani, Abdolreza; Roozbehani, Behrooz; Jadidi, Naqi

Optimization of a pilot-scale amine scrubber to remove SO₂ - higher selectivity and lower solvent consumption
In: Chemical engineering & technology: industrial chemistry, plant equipment, process engineering, biotechnology. - Weinheim: Wiley-VCH Verl.-Ges, Bd. 39.2016, 2, S. 246-254;
[Imp.fact.: 2,442]

Müller, Peter; Böttcher, Ronny; Russell, Alexander; Trüe, Michael; Aman, Sergej; Tomas, Jürgen

Contact time at impact of spheres on large thin plates
In: Advanced powder technology: the international journal of the Society of Powder Technology, Japan. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 27.2016, 4, S. 1233-1243;
[Imp.fact.: 2,478]

Müller, Peter; Böttcher, Ronny; Trüe, Michael; Russell, Alexander; Aman, Sergej; Tomas, Jürgen

Einfluss der Plattendicke auf die Kontaktzeit beim elastischen Stoßvorgang
In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 5, S. 622-630;
[Imp.fact.: 0,661]

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

Einfluss elastischer Wellen beim elastischen Stoßvorgang kugelförmiger Granulate und Glaskugeln gegen dünne Platten
In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 7, S. 864-873;
[Imp.fact.: 0,661]

Müller, Peter; Russell, Alexander; Bergstedt, Johanna; Tomas, Jürgen

Einfluss zyklischer Befeuchtung auf die mechanischen Eigenschaften hygroskopischer Aluminiumoxid-Granulate
In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 7, S. 937-947;
[Imp.fact.: 0,661]

Müller, Peter; Russell, Alexander; Bergstedt, Johanna; Tomas, Jürgen

Influence of cyclic moisture loading and unloading on the mechanical properties of alumina oxide granules
In: Granular matter. - Berlin: Springer; Vol. 18.2016, Art. 4, insgesamt 14 S.;
[Imp.fact.: 1,740]

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

Akustische Auswertung des Stoßvorgangs feuchter kugelförmiger Granulate und Partikel

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 7, S. 903-910;
[Imp.fact.: 0,661]

Münzberg, Stephan; Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas

Multistage countercurrent crystallization for the separation of solid solutions

In: Chemical engineering & technology: industrial chemistry, plant equipment, process engineering, biotechnology.
- Weinheim: Wiley-VCH Verl.-Ges, Bd. 39.2016, 7, S. 1242-1250;
[Imp.fact.: 2,385]

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

A dynamic two-zone model of continuous fluidized bed layering granulation with internal product classification

In: Particology. - Amsterdam: Elsevier, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.partic.2016.07.001>;
[Imp.fact.: 0,682]

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

Periodic operation with modulation of inlet concentration and flow rate, Part II: Adiabatic continuous stirred-tank reactor

In: Chemical engineering & technology: industrial chemistry, plant equipment, process engineering, biotechnology.
- Weinheim: Wiley-VCH Verl.-Ges, Bd. 39.2016, 11, S. 2126-2134;
[Imp.fact.: 2,385]

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

Periodic operation with modulation of inlet concentration and flow rate, Part I: Nonisothermal continuous stirred-tank reactor

In: Chemical engineering & technology: industrial chemistry, plant equipment, process engineering, biotechnology.
- Weinheim: Wiley-VCH Verl.-Ges, Bd. 39.2016, 11, S. 2020-2028;
[Imp.fact.: 2,385]

Nogueira, Jéssica A.; Peña Arias, Ivonne K.; Hanke-Rauschenbach, Richard; Vidakovic-Koch, Tanja; Varela, Hamilton; Sundmacher, Kai

Autonomous voltage oscillations in a direct methanol fuel cell

In: Electrochimica acta: the journal of the International Society of Electrochemistry (ISE). - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 212.2016, S. 545-552;
[Imp.fact.: 4,803]

Olatunji, O. N.; Du, J.; Hintz, Werner; Tomas, Jürgen

Application of particle sedimentation analysis in sterically-stabilized TiO₂ particles stability assessment

In: Advanced powder technology: the international journal of the Society of Powder Technology, Japan. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 27.2016, 4, S. 1325-1336;
[Imp.fact.: 2,478]

Pashminehazar, Reihaneh; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Three dimensional characterization of morphology and internal structure of soft material agglomerates produced in spray fluidized bed by X-ray tomography

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems.
- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 300.2016, S. 46-60;
[Kongress: 7th International Granulation Workshop 2015: Granulation across the length scales];
[Imp.fact.: 2,759]

Pieler, Michael M.; Frentzel, Sarah; Bruder, Dunja; Wolff, Michael W.; Reichl, Udo

A cell culture-derived whole virus influenza A vaccine based on magnetic sulfated cellulose particles confers protection in mice against lethal influenza A virus infection

In: Vaccine. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 34.2016, 50, S. 6367-6374;
[Imp.fact.: 3,413]

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

Valorization of the aqueous phase obtained from hydrothermally treated *Dunaliella salina* remnant biomass

In: *Bioresource technology*. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 219.2016, S. 64-71;

[Imp.fact.: 4,917]

Qamar, Shamsul; Seidel-Morgenstern, Andreas

Extending the potential of moment analysis in chromatography

In: *Trends in analytical chemistry: TrAC*. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 81.2016, S. 87-101;

[Imp.fact.: 7,487]

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

Interaction of droplets with porous structures - pore network simulation of wetting and drying

In: *Drying technology: an international journal*. - Philadelphia, Pa: Taylor & Francis, Bd. 34.2016, 9, S. 1129-1140;

[Imp.fact.: 1,854]

Rieck, Christian; Bück, Andreas

Mathematische Modellierung der Partikelformulierung in Trommelgranulatoren

In: *Chemie - Ingenieur - Technik: CIT*. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 7, S. 841-849;

[Imp.fact.: 0,661]

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

A new view on surface diffusion from molecular dynamics simulations of solute mobility at chromatographic interfaces

In: *Fluid phase equilibria: an international journal*. - New York, NY [u.a.]: Science Direct, Bd. 407.2016, S. 177-187;

[Imp.fact.: 1,846]

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

Finite volume approximations of breakage population balance equation

In: *Chemical engineering research and design: CERD*. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 110.2016, S. 114-122;

[Imp.fact.: 2,525]

Salerno, Carlo; Benndorf, Dirk; Kluge, Sabine; Palese, Luigi Leonardo; Reichl, Udo; Pollice, Alfieri

Metaproteomics applied to activated sludge for industrial wastewater treatment revealed a dominant methylotrophic metabolism of *Hyphomicrobium zavarzinii*

In: *Microbial ecology: official journal of the International Society for Microbial Ecology*. - New York, NY: Springer, 2016;

<http://dx.doi.org/10.1007/s00248-016-0769-x>;

[Imp.fact.: 2,973]

Santos da Silva, Francisco Vitor; Seidel-Morgenstern, Andreas

Evaluation of center-cut separations applying simulated moving bed chromatography with 8 zones

In: *Journal of chromatography / A*. - New York, NY [u.a.]: Science Direct, Bd. 1456.2016, S. 123-136;

[Imp.fact.: 3,926]

Scaar, H.; Franke, G.; Weigler, F.; Delele, M.; Tsotsas, Evangelos; Mellmann, J.

Experimental and numerical study of the airflow distribution in mixed-flow grain dryers

In: *Drying technology: an international journal*. - Philadelphia, Pa: Taylor & Francis, Bd. 34.2016, 5, S. 595-607;

[Imp.fact.: 1,518]

Schulze, Peter; Seidel-Morgenstern, Andreas; Lorenz, Heike; Leschinsky, Moritz; Unkelbach, Gerd

Advanced process for precipitation of lignin from ethanol organosolv spent liquors

In: *Bioresource technology*. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 199.2016, S. 128-134;

[Imp.fact.: 4,917]

Shamaei, Samira; Kharaghani, Abdolreza; Seiedlou, Seyed Sadegh; Aghbashlo, Mortaza; Sondej, Franziska; Tsotsas, Evangelos

Drying behavior and locking point of single droplets containing functional oil

In: Advanced powder technology: the international journal of the Society of Powder Technology, Japan. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 27.2016, 4, S. 1750-1760;
[Imp.fact.: 2,478]

Singh, Mehakpreet; Kumar, Jitendra; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

A volume-consistent discrete formulation of aggregation population balance equations

In: Mathematical methods in the applied sciences. - Chichester, West Sussex: Wiley, Bd. 39.2016, 9, S. 2275-2286;
[Imp.fact.: 0,918]

Singh, Mehakpreet; Kumar, Jitendra; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

An improved and efficient finite volume scheme for bivariate aggregation population balance equation

In: Journal of computational and applied mathematics. - Amsterdam [u.a.]: North-Holland, Bd. 308.2016, S. 83-97;
[Imp.fact.: 1,328]

Sun, Yu; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Micro-model experiments and pore network simulations of liquid imbibition in porous media

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 150.2016, S. 41-53;
[Imp.fact.: 2,337]

Suvarov, Paul; Wouwer, Alain vande; Lee, Ju Weon; Seidel-Morgensten, Andreas; Kienle, Achim

Control of incomplete separation in simulated moving bed chromatographic processes

In: IFAC-PapersOnLine. - Frankfurt: Elsevier, Bd. 49.2016, 7, S. 153-158;
[Kongress: 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems Including Biosystems, DYCOPS-CAB 2016, Trondheim, Norway, 6-8 June, 2016];

Tapia, Felipe; Vázquez-Ramírez, Daniel; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo

Bioreactors for high cell density and continuous multi-stage cultivations: options for process intensification in cell culture-based viral vaccine production

In: Applied microbiology and biotechnology. - Berlin: Springer, Bd. 100.2016, 5, S. 2121-2132;
[Imp.fact.: 3,337]

Thiesler, Christina T.; Cajic, Samanta; Hoffmann, Dirk; Thiel, Christian; Diepen, Laura van; Hennig, René; Sgodda, Malte; Weißmann, Robert; Reichl, Udo; Steinemann, Doris; Diekmann, Ulf; Huber, Nicolas M. B.; Oberbeck, Astrid; Cantz, Tobias; Kuss, Andreas W.; Körner, Christian; Schambach, Axel; Rapp, Erdmann; Buettner, Falk F. R.

Glycomic characterization of induced pluripotent stem cells derived from a patient suffering from phosphomannomutase 2 congenital Disorder of glycosylation (PMM2-CDG)

In: Molecular & cellular proteomics: MCP. - Bethesda, Md: The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Bd. 15.2016, 4, S. 1435-1452;
[Imp.fact.: 6,564]

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

Enhanced methods for experimental investigation of single droplet drying kinetics and application to lactose/water

In: Drying technology: an international journal. - Philadelphia, Pa: Taylor & Francis, Bd. 34.2016, 10, S. 1185-1195;
[Imp.fact.: 1,854]

Tulashie, Samuel Kofi; Polenske, Daniel; Seidel-Morgenstern, Andreas; Lorenz, Heike

Solid-phase and oscillating solution crystallization behavior of (+)- and (-)-N-methylephedrine

In: Journal of pharmaceutical sciences. - Amsterdam: Elsevier, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.xphs.2016.08.005>;
[Imp.fact.: 2,641]

Wang, Wenjing; Voigt, Andreas; Sundmacher, Kai

The interaction of protein-coated bionanoparticles and surface receptors reevaluated - how important is the number of bonds?

In: Soft matter. - London: Royal Soc. of Chemistry, Bd. 12.2016, 30, S. 6451-6462;
[Imp.fact.: 3,798]

Wang, Wenjing; Voigt, Andreas; Wolff, Michael W.; Reichl, Udo; Sundmacher, Kai

Binding kinetics and multi-bond: finding correlations by synthesizing interactions between ligand-coated bionanoparticles and receptor surfaces

In: Analytical biochemistry: methods in the biological sciences. - San Diego, Calif: Elsevier, Bd. 505.2016, S. 8-17; [Imp.fact.: 2,219]

Weigel, Thomas; Solomaier, Thomas; Wehmeyer, Sebastian; Peuker, Alessa; Wolff, Michael W.; Reichl, Udo

A membrane-based purification process for cell culture-derived influenza A virus

In: Journal of biotechnology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 220.2016, S. 12-20; [Imp.fact.: 2,871]

Wu, Rui; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Capillary valve effect during slow drying of porous media

In: International journal of heat and mass transfer. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 94.2016, S. 81-86; [Imp.fact.: 2,383]

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]

Zhou, Teng; Wang, Yujing; McBride, Kevin; Sundmacher, Kai

Optimal design of solvents for extractive reaction processes

In: AIChE journal. - Hoboken, NJ: Wiley, Bd. 62.2016, 9, S. 3238-3249; [Imp.fact.: 2,980]

Zinser, Alexander; Sundmacher, Kai

Dynamische Methode zur Berechnung thermodynamischer Gleichgewichte in reaktiven Mehrphasensystemen

In: Chemie - Ingenieur - Technik: CIT. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 88.2016, 11, S. 1617-1627; [Imp.fact.: 0,661]

Begutachtete Buchbeiträge

Bremer, Jens; Goyal, Pawan; Feng, Lihong; Benner, Peter; Sundmacher, Kai

Nonlinear model order reduction for catalytic tubular reactors

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 2373-2378; [Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Bück, Andreas; Dürr, Robert; Vorhauer, Nicole; Friese, Larissa; Tsotsas, Evangelos

Feedback control of microwave drying of solids

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. C-5-3, insgesamt 7 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Bück, Andreas; Schmidt, Martin; Tsotsas, Evangelos

Process control of continuous fluidised bed layering with internal product classification by MPC

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Agglomeration

In: Encyclopedia of food and health. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Acad. Press, S. 73-81, 2016;

Bück, Andreas; Wegner, M.; Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Tsotsas, Evangelos

Bifurcation analysis of process stability of continuous fluidized bed agglomeration with external product classification

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1881-1886;
[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Chen, Kaicheng; Schmidt, Martin; Bück, Andreas; Jacob, Michael; Tsotsas, Evangelos

A model-based investigation of particle drying process in multi-stage fluidized bed

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. D-5-3, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Dürr, Robert; Duvigneau, Stefanie; Laske, Tanja; Bachmann, Mandy; Kienle, Achim

Analyzing the impact of heterogeneity in genetically engineered cell lines for influenza vaccine production using population balance modeling

In: FOSBE 2016: 6th International Conference on Foundations of Systems Biology in Engineering Magdeburg, Germany, October 9-12,2016: program booklet. - Magdeburg; 2016, Art. TuPP.1, S. 32

[Kongress: 6th International Conference on Foundations of Systems Biology in Engineering, FOSBE 2016, Magdeburg, Germany, October 9-12,2016];

Geyyer, Rostyslaw; Dürr, Robert; Temmel, E.; Li, T.; Lorenz, H.; Palis, Stefan; Seidel-Morgenstern, Andreas; Kienle, Achim

Control of MSMPR crystallization processes

In: BIWIC 2016: 23rd International Workshop on Industrial Crystallization, September 6-8, 2016, Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems Magdeburg - Germany. - Göttingen: Cuvillier Verlag, S. 335-341

[Kongress: 23rd International Workshop on Industrial Crystallization, BIWIC 2016, Magdeburg, 6-8 September, 2016];

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

Energy saving potential in batch fluidized bed granulation process by temporal separation of sub-processes

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. C-5-1, insgesamt 6 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Idakiev, Vesselin V.; Mielke, Lisa; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Mörl, Lothar

Applications of inductive energy input in fluidized beds

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. C-3-2, insgesamt 7 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Jaskulski, Maciej; Meyer, Katja; Tsotsas, Evangelos

How do thermal effects influence granule properties in a horizontal fluidized bed?

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. P2-71, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

CFD-DEM study of residence time and collision velocity in a binary wurster fluidized bed

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. A-3-2, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

Particle dynamics and mixing behavior in a poly-disperse gas-solid fluidized bed by color-PTV measurements

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Kaiser, Nicolas Maximilian; Flassig, Robert; Sundmacher, Kai

Design and comparison of optimal reactor concepts for the hydroformylation of olefins by use of a probabilistic design framework

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1365-1370;
[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

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

Discrete pore network modeling of superheated steam drying

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. A-2-2, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

Pore network simulations of superheated steam drying

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Lukas, Eduard; Roloff, Christoph; Thévenin, Dominique

Simulation and validation of turbulent flows in zigzag air classifiers

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.

[Kongress: International Congress on Particle Technology, April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany];

Mader-Arndt, Katja; Tomas, Jürgen

Uniaxial compression tests of modified glass particles

In: ICBMH 2016: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation; proceedings; Darwin, Australia, 11-14 July 2016 / edited by David Hastie. - The Institution of Engineers, Australia, S. 383392

[Kongress: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation, Darwin, Australia, 11-14 July 2016];

Marnani, Abbas Kamranian; Bück, Andreas; Antonyuk, Sergiy; Thévenin, Dominique; Tomas, Jürgen

Study on the compression, flow and permeation of fine and ultra-fine, cohesive and compressible powders

In: 9th International Conference on Multiphase Flow: 22.-27 May 2016, Florence, Italy. - Firenze, insges. 6 S.

[Kongress: 9th International Conference on Multiphase Flow, ICMF-2016, Florence, Italy, 22.-27 May, 2016];

Marnani, Abbas Kamranian; Idowu, Rahmon; Bück, Andreas; Antonyuk, Sergiy; Thévenin, Dominique; Tomas, Jürgen

Classification of ultra-fine adhesive particles at fine cohesive powders

In: ICBMH 2016: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation; proceedings; Darwin, Australia, 11-14 July 2016 / edited by David Hastie. - The Institution of Engineers, Australia, S. 393-402

[Kongress: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation, Darwin, Australia, 11-14 July 2016];

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

Process intensification of batch fluidized bed layering granulation processes by temporal separation of sub-processes

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Moghaddam, Alireza Attari; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos; Prat, Marc

Equivalence of the one-dimensional moisture diffusion model and the three-dimensional pore network drying model

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. C-1-5, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Müller, Daniel; Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Modelling of continuous spray-coating in fluidized bed with a vertical tube air classifier

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. A-3-6, insgesamt 7 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

Influence of plate thickness on contact time at elastic impact

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 5 S.

[Kongress: International Congress on Particle Technology, April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany];

Neugebauer, Christoph; Palis, Stefan; Bück, Andreas; Diez, Eugen; Heinrich, Stefan; Tsotsas, Evangelos; Kienle, Achim

Influence of mill characteristics on stability of continuous layering granulation with external product classification

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1275-1280;

[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

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

Control of multi-chamber continuous fluidized bed spray granulation

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg,

insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Pashminehazar, Reihaneh; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Development of 3D morphological descriptors for agglomerate with complex structure

In: 6th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2016: 9-12 February 2016, Wels, Austria. - NDT.net, insges.

7 S.;

[Kongress: 6th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2016, 9-12 February 2016, Wels, Austria];

Pashminehazar, Reihaneh; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Influence of process conditions on the morphology of maltodextrin agglomerates investigated by 3D X-ray images

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg,

insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Pischel, Denis; Flassig, Robert; Sundmacher, Kai

Efficient simulation of heterogeneity and stochasticity in microbial processes

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1213-1218;

[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Radeva, Zheni; Tomas, Jürgen

Investigation of the influence of pelletizing process parameters on the breakage behavior of [gamma]-Al₂O₃ pellets

In: ICBMH 2016: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation; proceedings;

Darwin, Australia, 11-14 July 2016 / edited by David Hastie. - The Institution of Engineers, Australia, S. 128-138

[Kongress: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation, Darwin, Australia, 11-14 July 2016];

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

Pore network modeling of a salt solution droplet on a porous substrate - imbibition, evaporation, and crystallization

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. A-2-3,

insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Monte Carlo modeling of binder-less agglomeration in fluidized beds

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. A-3-5,

insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Schack, Dominik; Rihko-Struckmann, Liisa; Sundmacher, Kai

Structure optimization of power-to-chemicals (P2C) networks by linear programming for the economic utilization of renewable surplus energy

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 1551-1556;

[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Schmidt, Martin; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Influence of drying conditions on spray fluidized bed agglomeration behavior of amorphous food powders

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. P1-53,

insgesamt 6 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Schmidt, Martin; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Spray fluidized bed agglomeration of amorphous food powders

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Shamaei, Samira; Seiidlou, Seyed Sadegh; Aghbashlo, Mortaza; Tsotsas, Evangelos; Kharaghani, Abdolreza

Optimization of the walnut oil microencapsulation process using the response surface methodology

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. P1-12, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Sondej, Franziska; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos

Investigation of the microstructure of single particles using [my]-computed tomography and confocal microscopy

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

Use of X-ray micro-computed tomography in pharmaceuticals and food industry

In: 6th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2016: 9-12 February 2016, Wels, Austria. - NDT.net, insges. 6 S.;

[Kongress: 6th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2016, 9-12 February 2016, Wels, Austria];

Todorova, Zinaida; Hintz, Werner; Tomas, Jürgen

Improvement of the flowability of cohesive glass particles by surface modification

In: ICBMH 2016: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation; proceedings; Darwin, Australia, 11-14 July 2016 / edited by David Hastie. - The Institution of Engineers, Australia, S. 325-334

[Kongress: 12th International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation, Darwin, Australia, 11-14 July 2016];

Tran, Thi Thu Hang; Jaskulski, Maciej; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos

Reduction of a model for single droplet drying and application for CFD spray drying simulation

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. A-3-3, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Vorhauer, Nicole; Rahimi, Arman; Tsotsas, Evangelos; Prat, Marc

Non-isothermal drying of thin porous disks

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. P2-1, insgesamt 9 S.[Beitrag auf USB-Stick];

Wagner, L.-M.; Thévenin, Dominique; Siegmund, P.; Sundmacher, Kai; Zähringer, Katharina

PIV-measurements for an optimal reactor design and operation in liquid multiphase systems

In: Proceedings of the 18th International Symposium on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics. - LISBON Simposia, S. 2128-2137, 2016

[Kongress: 18th International Symposium on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics, Lisbon, 4 - 7 July, 2016];

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

CFD simulation of spray dynamics in a fluidized bed operated under reduced pressure

In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. P2-11, insgesamt 6 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

CFD simulation of the hydrodynamics of fluidized beds operated under reduced pressure

In: PARTEC 2016: International Congress on Particle Technology: April 19-21, 2016, Nürnberg, Germany. - Nürnberg, insges. 4 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

Model for drying and inactivation of baker's yeast particles in fluidized beds operated under reduced pressure
In: IDS 2016: 20th International Drying Symposium: August 7 - 10, 2016, Gifu, Japan. - Gifu University; 2016, Art. C-1-2, insgesamt 8 S.[Beitrag auf USB-Stick];

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

Computationally efficient steady-state process simulation by applying a simultaneous dynamic method

In: Computer aided chemical engineering. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 38.2016, S. 517-522;

[Kongress: 26th European Symposium on Computer Aided Process Engineering];

Dissertationen

Gaßmann, Jochen; Mörl, Lothar [Gutachter]; Tsotsas, Evangelos [Gutachter]

Wirbelschichttrocknung pastöser Biomasse mit überhitztem Wasserdampf bis 4 bar. - Magdeburg, 2016; XV, 282 Seiten:

Illustrationen, Diagramme; 30 cm

[Literaturverzeichnis: Seite 212-225];

Krüber, Tina; Reichl, Udo [GutachterIn]; Seidel-Morgenstern, Andreas [GutachterIn]

Purification of cell culture-derived influenza virus using simulated moving bed chromatography. - Magdeburg, 2016;

XX, 171 Seiten: Illustrationen, Diagramme; 30 cm

[Literaturverzeichnis: Seite 132-148];

Medeiros de Souza, Luís Guilherme; Janiga, Gábor [GutachterIn]; Seidel-Morgenstern, Andreas [GutachterIn]

Model optimization and techniques for the simulation of multiphase chemical reactors. - Magdeburg, 2016; xii, 130

Seiten: Illustrationen

[Literaturverzeichnis: Seite 121-130];

Pech, Sabine; Reichl, Udo [GutachterIn]

Proteomanalytik der Adaption tierischer Zelllinien an Suspensionswachstum und optimierte Medien im Kontext der Impfstoffproduktion. - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2016; XXIV, 192, lxxvii Seiten:

Illustrationen, Diagramme; 30 cm

[Literaturverzeichnis: Seite 161-186];

Temmel, Erik; Lorenz, Heike [GutachterIn]

Design of continuous crystallization processes. - Aachen: Shaker Verlag, 2016, 1. Auflage; ix, 175 Seiten: 19 Illustrationen; 21 cm, 284 g - (Forschungsberichte aus dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme; Band 46),

ISBN 384404700X

[Literaturverzeichnis: Seite [157]-169];