



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

VST

FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-  
UND SYSTEMTECHNIK

# Forschungsbericht 2020

Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik

# FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS- UND SYSTEMTECHNIK

Universitätsplatz 2, Gebäude 10, 39106 Magdeburg

Tel. 49 (0)391 67 58842

fvst.dekanat@ovgu.de

www.vst.ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. habil. Dominique Thévenin (Dekan)

Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas (Prodekan)

Prof. Dr.-Ing. Prof. Eckehard Specht (Studiendekan)/Dr. rer. nat. Franziska Scheffler (Studiendekanin)

## 2. INSTITUTE

Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik

Institut für Verfahrenstechnik

Institut für Apparate- und Umwelttechnik

Institut für Chemie

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

- *Partikeltechnologie und Partikelsysteme* - insbesondere Herstellung, Funktionalisierung, Charakterisierung und Handhabung von partikulären Produkten, z.B. Pulver und Granulate
- *Chemische Produktgestaltung und analytische Produktcharakterisierung* - z.B. Synthese von Natur- und Wirkstoffen; metallorganische Verbindungen für Halbleiter-, Sensor- und Katalysetechnik
- *Innovative Stoff- und Energiewandlungsprozesse* - z.B. Membranreaktoren, Brennstoffzellensysteme, chromatographische Reaktoren, Synthese von Antikörpern
- *Dynamik verfahrenstechnischer Systeme* - z.B. Dynamik von Bioprozessen, Simulation und Regelung von Prozessen, Mehrphasenströmungen und reaktive Strömungen
- *Wahrscheinlichkeitsmethoden bei Ingenieurberechnungen* - z.B. probabilistische Sicherheitsanalyse, Unsicherheiten, Brand- und Explosionsschutz

## 4. KOOPERATIONEN

- Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme

## 5. VERÖFFENTLICHUNGEN

### HABILITATIONEN

**Grosshans, Holger; Krause, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]; Klausmeyer, Uwe [AkademischeR BetreuerIn]; Papaleandris, Miltiadis V. [AkademischeR BetreuerIn]**

Simulation of turbulent particle-laden flows and their electrostatic charging

Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2020, 61 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm - (PTB-Bericht; Ex, Explosionsschutz; 16);

[Literaturverzeichnis: Seite 51-56]

**Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]**

Drying and wetting of capillary porous materials - insights from imaging and physics-based modeling

Magdeburg, 2020, xiii, 141 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 128-141]

### DISSERTATIONEN

**Bachmann, Philipp; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]; Mörl, Lothar [AkademischeR BetreuerIn]**

Verweilzeitverhalten von partikulären Gütern in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrinnen am Beispiel von Trocknung und Coating

Magdeburg, 2020, XVI, 171 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 157-165]

**Bissinger, Thomas; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]**

Evaluation of MDCK suspension cell lines for influenza A virus production - media, metabolism, and process conditions

Magdeburg, 2020, XXVI, 137 Seiten, Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Seite 109-125]

**Chen, Kaicheng; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]**

Modeling and validation of particle drying and coating in a continuously operated horizontal fluidized bed

Magdeburg, 2020, xvii, 133 Seiten, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 112-125]

**Fakhr Darbanan, Ardalan; Krause, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]**

Environmental impacts of firefighting foams

Magdeburg, 2020, xx, 164 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 145-154]

**Gabriel Silva, Vitor; Krause, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]**

Flame propagation in complex geometries

Magdeburg, 2020, xii, 150 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 145-150]

**Harmgarth, Nicole; Mörl, Lothar [AkademischeR BetreuerIn]; Edelmann, Frank T. [AkademischeR BetreuerIn]**

Neuartige Metallkomplexe mit stickstoffhaltigen Chelatliganden

Magdeburg, 2020, VII, 208 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 131-140]

**Hoerner, Stefan; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Characterization of the fluid-structure interaction on a vertical axis turbine with deformable blades

Magdeburg, 2020, xvii, 162 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 152-162]

**Hoffmann, Marcus; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]; Rapp, Erdmann [AkademischeR BetreuerIn]**

In-depth mass spectrometry-based glycoproteomics - advances in sample preparation, measurement and data-analysis of glycoproteins  
Magdeburg, 2020, XI, 141 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 118-133]

**Hosseini, Seyed Ali; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Development of a lattice Boltzmann-based numerical method for the simulation of reacting flows  
Magdeburg, 2020, xxiv, 205 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 167-184]

**Jiang, Zhaochen; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Experimental and simulation studies of mesoscale phenomena in gas-solid fluidized beds PTV and CFD-DEM  
Magdeburg, 2020, x, 248 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 199-221]

**Jie, Haozhi; Specht, Eckehard [AkademischeR BetreuerIn]**

Axial transport behavior and thermal treatment of polydisperse materials in direct heated rotary kilns  
Magdeburg, 2020, XIV, 201 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 156-161]

**Jokiel, Michael; Hamel, Christof [AkademischeR BetreuerIn]; Sundmacher, Kai [AkademischeR BetreuerIn]**

Optimale Reaktionsführung durch Reaktor-Tandems am Beispiel der Hydroformylierung von 1-Dodecen  
Magdeburg, 2020, xii, 212 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 143-160]

**Kamranian Marnani, Abbas; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Study on the effect of very cohesive ultra-fine particles in mixtures on compression, consolidation, permeation, and fluidization  
Magdeburg, 2020, xxxiii, 214 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 197-209]

**Knecht, Camila Ayelén; Köser, Heinz [AkademischeR BetreuerIn]; Lackner, Susanne [AkademischeR BetreuerIn]; Berendonk, Thomas U. [AkademischeR BetreuerIn]**

Fate of antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in constructed wetlands  
[Halle (Saale)]: Helmholtz Centre for Environmental Research, 2020, xxii, 134 Seiten, Diagramme, Illustrationen, 25 cm - (Dissertation; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung; 2020, 3);  
[Literaturverzeichnis: Seite 104-115]

**Koch, Sabine**

Stöchiometrische Modellierung von mikrobiellen Gemeinschaften in Biogasanlagen  
Magdeburg, 2020, iii, 145 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 23 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 129-145]

**Kupke, Sascha Young; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]**

Single-cell analysis of influenza A virus replication - sources of cell-to-cell heterogeneity and discovery of a novel type of defective interfering particle  
Magdeburg, 2020, XV, 155 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 122-136]

**Mansour, Michael; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Transport of two-phase air-water flows in radial centrifugal pumps  
Magdeburg, 2020, xxvi, 207, 3 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 196-207]

**Nikolay, Alexander; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]**

Intensified yellow fever and Zika virus production in animal cell culture  
Magdeburg, 2020, XV, 175 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 139-157]

**Ricardo, Guilherme Antônio Novelletto; Sommerfeld, Martin [AkademischeR BetreuerIn]**

Studies of erosion in gas-solid flows by using experimental and numerical techniques  
Magdeburg, 2020, XXXVII, 216 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 205-216]

**Rieck, Christian; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]**

Microscopic and macroscopic modeling of particle formation processes in spray fluidized beds  
Magdeburg, 2020, XVII, 187 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 179-183]

**Russell, Alexander; Wachem, Berend [AkademischeR BetreuerIn]**

On the mechanical behavior of coarse particulate products  
Magdeburg, 2020, 142 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 117-132]

**Trüe, Michael; Wachem, Berend [AkademischeR BetreuerIn]**

Experimentelle und mathematische Evaluation der Mahlkörperbewegungen sowie der Kräfteinwirkungen bei der Zerkleinerung von Graphitpartikeln und der Beschichtung von 3D-Druckpulvern mit Kohlenstoffnanoröhrchen in einer Scheibenschwingmühle  
Barleben: docupoint GmbH, 2020, XVII, 171 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (docupoint Wissenschaft);  
[Literaturverzeichnis: Seite 145-158]

**Wang, Sida; Edelmann, Frank T. [AkademischeR BetreuerIn]**

Synthesis and structural characterization of new transition metal alkynylamidates  
Magdeburg, 2020, VI, 173 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 163-172]

**Wiedmeyer, Viktoria; Sundmacher, Kai [AkademischeR BetreuerIn]**

Continuous crystallization in a helically coiled flow tube crystallizer  
Magdeburg, 2020, XI, 123 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 105-114]

# INSTITUT FÜR APPARATE- UND UMWELTTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 18831, Fax 49 (0)391 67 11128  
iaut@ovgu.de  
www.iaut.ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Lothar Mörl  
Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Köser

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Lothar Mörl  
Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Köser  
Dr.-Ing. Dieter Gabel  
Dr.-Ing. Andrea Klippel  
Dr.-Ing. Kristin Hecht  
Dr. rer. nat. Ronald Zinke

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### **Einsatz von verschiedenen Brennstoffen in Wirbelschichten zur Vergasung und zur emissionsarmen Verbrennung in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut IFF Magdeburg**

- Untersuchung des Abbrand- und Emissionsverhaltens von festen Brennstoffen in Wirbelschichtfeuerungen
- Untersuchung der Verbrennungsbedingungen, wie Brennkammertemperatur, Luftverhältnis und Luftführung, Additivzugabe und Optimierung aus verbrennungs- und emissionstechnischer Sicht
- Schadstoffbildungsmechanismen, insbesondere die NO<sub>x</sub>-Bildung
- Wirbelschichtvergasung von biogenen Brenn- und Abfallstoffen zur Erzeugung eines in Gasmotoren nutzbaren Brenngases
- Wirtschaftlichkeit der energetischen Nutzung von Biomassen

### **Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Wirbelschichtbehandlung (Trocknen, Granulieren, Agglomerieren, Coating, Rösten) von feststoffhaltigen Flüssigkeiten und körnigen Substanzen im Luft- und Heißdampfstrom**

- Nutzung von DEM-Simulationen zur Analyse der Fluidodynamik bei gleichzeitiger Granulation in einer blasenbildenden Wirbelschicht
- Nutzung von DEM-Simulationen zur Analyse der Fluidodynamik in der Strahlschicht
- Einsatz von faseroptischen Messverfahren in Wirbelschichten
- Nichtlineare Dynamik der kontinuierlichen Wirbelschicht-Bindestrich-Sprühgranulation
- Regelungskonzepte für kontinuierliche Wirbelschicht-Sprühgranulationsanlagen
- Deformations- und Bruchverhalten von kugelförmigen Granulaten bei Druck- und Stoßbeanspruchung: Experiment und DEM-Simulation

- Modellierung der Temperatur- und Konzentrationsfelder sowie die Aufstellung von Populationsbilanzen in flüssigkeitsbedühten Wirbelschichten an Versuchsanlagen DN 1500, 400 und 200
- Modellierung diskontinuierlich ablaufender Prozesse in der Wirbelschicht (Aufheizen, Rösten, Kühlen, Trocknen) mit dem Fluidisierungsmedium Heißdampf und Luft
- Modellierung des Prozesses der SO<sub>2</sub>-Absorption in der Wirbelschicht und die experimentelle Verifizierung an der WS-Anlage DN 400
- Modellierung des Zerfallsverhaltens von Partikeln in Wirbelschichten
- Entwicklung neuer Strahlschichtapparaturen
- Wirbelschicht-Verfahren zur schonenden Gewinnung pflanzlicher Wirkstoffe durch Anwendung tiefer Temperaturen
- Untersuchungen zur Adsorption für die Trocknung temperaturempfindlicher Produkte (auch unter Vakuum)
- Wirbelschicht-Extraktion von ätherischen und fetten Ölen
- Experimentelle Untersuchung von membrangestützten Wirbelschicht-Reaktoren mit Katalysatoren
- Untersuchung von Prozessen der Kaffeeröstung, -kandierung und -kühlung in der Wirbelschicht hinsichtlich Emissionen und Anlagenoptimierung
- Durchführung von experimentellen Untersuchungen zur Trocknung, Granulation, Agglomeration und zum Coating im Industrienauftrag
- Entwicklung neuer Trocknungsverfahren mit interner Kälteerzeugung

#### **Instrumentelle Schadstoffanalytik und Emissionsmesstechnik**

- Quecksilberminderung in Rauchgasen
- Abwasserreinigung
- Luftreinhaltung

#### **Anlagensicherheit**

- Explosionseigenschaften von Stoffen und Stoffsystemen
- Modellierung von Explosionen
- Sicherheit elektrochemischer Energiespeicher
- Sicherheitsbetrachtungen an Wasserstofftechnologien
- Experimentelle Untersuchung durchgehender Reaktionen
- Modellierung und Simulation von Bränden
- Weiterentwicklung von Methoden der quantitativen Risikoanalyse
- Modellierung störfallbedingter Stoff-Freisetzungen
- Experimentelle Untersuchungen an Mehrphasenreaktoren
- chemische Umwandlung von Rest- und Abfallstoffen
- Unsicherheiten bei Ingenieurberechnungen

## **4. SERVICEANGEBOT**

#### **Brand- und Explosionsschutz**

- Auftragsarbeiten zur Bestimmung von Brand- und Explosionseigenschaften von Stoffen
- Unterstützung bei der Erstellung von Brandschutz- und Explosionsschutzgutachten

#### **Sicherheits- und Risikoanalysen**

- Unterstützung bei der Erstellung von Sicherheitsberichten
- Quantitative Risikoanalysen
- Quantitative Risikoanalysen

#### **Sicherheitstechnische Bewertung von Stoffen**

- Simultane thermische Analyse von thermisch instabilen Stoffen
- Dynamische Differenzkalorimetrie
- Analyse gasförmiger Reaktionsprodukte

## 5. METHODIK

Bestimmung der Mindestzündtemperatur aufgewirbelter Stäube

Bestimmung der Explosionskenngößen von Gasen, Dämpfen und aufgewirbelten Stäuben in geschlossenen Apparaturen

Bestimmung der Explosionskenngößen aufgewirbelter Stäube in offenen Apparaturen

Bestimmung der Mindestzündenergie aufgewirbelter Stäube

Bestimmung des Flammpunktes brennbarer Flüssigkeiten

Bestimmung der Mindestzündtemperatur abgelagerter Stäube (Glimmtemperatur)

adiabate und isoperibole Warmlagerungsversuche

Zündtemperatur brennbarer Flüssigkeiten und Gase

Simultan thermische Analyse (TGA DSC) mit Gasanalyse (MS und FTIR)

Elementaranalyse für die Elemente C, H, N und Elementaranalyse für die Elemente C und S

Bestimmung der Bruchwerte und Kraft-Deformationsverläufe im uniaxialen Bruchversuch

Thermogravimetrische Analyse (TG)

Partikelgrößenanalyse mit digitaler Bildverarbeitung

Bestimmung des Brennwertes einer Probe

## 6. KOOPERATIONEN

- BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
- Bergische Universität Wuppertal
- Berliner Feuerwehr
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
- DIN e. V., Berlin
- Dräger Safety AG & Co. KGaA
- Feuerwehr der Stadt Frankfurt am Main
- Glatt Ingenieurtechnik Weimar GmbH
- Inburex GmbH, Hamm
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig
- Solvay Werk Bernburg
- Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes e.V.
- ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.



## 7. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause  
**Kooperationen:** TÜV Süd Industrie Service GmbH Leipzig; Technische Universität Dresden  
**Förderer:** Bund - 19.07.2013 - 31.12.2020

### **HYPOS\_Hydrogen Power and Storage Solutions**

Von Ostdeutschland soll eine Revolution in der Wasserstoffwirtschaft ausgehen. Sie kann die Energiewende entscheidend beflügeln und nachhaltige Chemie im mitteldeutschen Chemiedreieck ermöglichen. Das Projekt "HYPOS Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany weist den Weg, wie der in Abhängigkeit vom Wetter unterschiedlich stark anfallende Strom aus Wind- und Solarkraftanlagen in den speicherfähigen chemischen Energieträger Wasserstoff gewandelt wird. Abnehmern sollen dadurch stets die erforderlichen Energie- und Stoffmengen bedarfsgerecht verfügbar gemacht werden. Um das zu erreichen soll er durch spezielle chemische Verfahren in Wasserstoff umgewandelt, gespeichert, transportiert und kontinuierlich genutzt werden.

Das überregionale und interdisziplinäre HYPOS-Konsortium verfolgt zur Verwirklichung seiner Vision einen fachübergreifenden Konzept- und Projektansatz: Die vorgesehenen Forschungs- und Entwicklungsleistungen werden auf die optimale Umwandlung und Speicherung von Strommengen aus erneuerbaren Quellen in den chemischen Energieträger Wasserstoff ausgerichtet. Gleichzeitig wird die wirtschaftliche und gesellschaftlich akzeptierte Integration dieser erneuerbaren Energieträger in die Versorgungsinfrastruktur vorangetrieben. Die Abteilung Anlagentechnik und Anlagensicherheit am IAUT steht innerhalb des Projektkonsortiums für das Querschnittsthema "Sicherheit".

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Dieter Gabel, Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Paul Geoerg  
**Kooperationen:** Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig; Inburex GmbH, Hamm  
**Förderer:** Bund - 01.05.2018 - 30.04.2021

### **Nex-Hys Explosionseigenschaften hybrider Gemische**

Es werden die Explosionseigenschaften hybrider Gemische, also Stoffgemische, bei denen mindestens zwei oxidierbare Komponenten in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen, untersucht. Standardisierte Untersuchungsverfahren z.B. für die Mindestzündtemperatur und die Mindestzündenergie von Gas/Luft-Gemischen oder von Staub/Luft-Gemischen eignen sich dafür nicht von vornherein. Deshalb sind diese weiterzuentwickeln bzw. neue Untersuchungsverfahren zur Kenngrößenbestimmung zu entwickeln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Heinz Köser  
**Kooperationen:** Öko-Institut Berlin  
**Förderer:** Bund - 01.10.2017 - 01.02.2020

### **Quecksilberemissionen aus industriellen Quellen - Status Quo und Perspektiven**

Quecksilber und seine Verbindungen haben schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Internationale und europäische Vereinbarungen und Richtlinien regeln die Verwendung von Quecksilber und dessen Eintrag in die Umwelt.

Mit den heute eingesetzten Minderungsmaßnahmen wird Quecksilber in relevanten Industriesektoren wie Großfeuerungsanlagen, Metall- und Nichteisenmetallindustrie sowie Zementindustrie aus dem Prozess ausgeschleust. Allerdings werden die mit Quecksilber verunreinigten Abfälle und Nebenprodukte häufig in anderen Prozessen als Sekundärrohstoffe wieder eingesetzt. Mit diesem Vorgehen werden Quecksilberemissionen zwar lokal verringert, aber an anderer Stelle neue Emissionen erzeugt bzw. Quecksilber mit den Produkten großflächig verteilt. Echte Quecksilbersenken, mit denen das Quecksilber dauerhaft aus den Kreisläufen ausgeschleust wird, gibt es in vielen Bereichen nicht.

Aus den vorgenannten Gründen wird das spezifische Freisetzungverhalten für relevante industrielle Quellen und Sektoren unter Berücksichtigung des Quecksilbereintrags in die Produkte untersucht und dokumentiert. Beginnend mit einer Literaturrecherche wird der Stand des Wissens zu Emissionen und bereits verwendeten Minderungsmaßnahmen in verschiedenen Sektoren erhoben. Darauf aufbauend wird untersucht, ob Minderungsmaßnahmen einer Branche auf andere Branchen übertragbar sind.

Neben aktuellen Forschungsergebnissen und technischen Entwicklungen werden auch ökonomische Fragen berücksichtigt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Lothar Mörl, Dr.-Ing. Vesselin Idakiev  
**Kooperationen:** Dr. Weigel Anlagenbau GmbH  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.05.2020 - 30.06.2021

### **Anlage und Verfahren zur Aufbereitung von Gülle in Verbindung mit der Gewinnung von Wertstoffen**

In Zusammenarbeit mit Firma Dr. Weigel Anlagenbau GmbH wird ein Verbundprojekt (Projektnummer: 2004/00018) zum Thema "Anlage und Verfahren zur Aufbereitung von Gülle in Verbindung mit der Gewinnung von Wertstoffen (Kurztitel: Anlage zur Güllebeseitigung)" bearbeitet, welches durch das Land Sachsen-Anhalt mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (FuE-Verbundförderung) gefördert wird.

Gülle setzt sich hauptsächlich aus tierischen Ausscheidungen wie Urin und Kot zusammen und wird in der Land- und Forstwirtschaft aufgrund des hohen Gehalts an gebundenem Stickstoff, Phosphor und Kalium als natürlicher Dünger auf Nutzflächen eingesetzt. In Deutschland werden jährlich über 200 Millionen Tonnen Gülle auf Feldern, Wiesen und Äckern ausgefahren. Landwirte und Betriebe müssen sich bei der Ausbringung der Gülle auf landwirtschaftlichen Flächen an den rechtlichen Beschränkungen der Düngeverordnung (DüV) orientieren und dürfen bei bestimmten Witterungsbedingungen wie Überschwemmungen oder Frost sowie während der winterlichen Kernsperrezeit keine Gülle ausfahren. Durch die regelmäßigen tierischen Ausscheidungen entstehen auch außerhalb der Gülle-Zeiten größere Güllmengen, die erhöhte Lagerkapazitäten in geschlossenen oder offenen Silosystemen erforderlich machen. Je nach Tierart wird Gülle in verschiedene Gruppen wie Schweine- oder Rindergülle differenziert und unterscheidet sich diesbezüglich auch in der Zusammensetzung der enthaltenen Nährstoffe. Durch bestimmte Inhaltsstoffe birgt Gülle in übermäßig großen Ausbringungsmengen verschiedene Gefahren und Risiken für die Umwelt, wenn Stoffe wie Ammonium oder Nitrat durch Einsickerungen in tiefere Bodenschichten gelangen und sich so beispielsweise in Grund- und Oberflächenwasser verteilen können. Das alles zu verhindern soll in Rahmen dieses Forschungsprojektes eine neuartige Wirbelschichtanlage zur Trocknung von Gülle und zur Gewinnung von Feststoffdünger in einem geschlossenen Kreistrocknungsprozess im Niedertemperaturbereich konzipiert, aufgebaut und in Betrieb genommen werden.

Durch die Zusammenarbeit zwischen Forschung (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg) und Apparatbau (Firma Dr. Weigel Anlagenbau GmbH) soll nach der Projektlaufzeit (Oktober 2019 - September 2021) eine wirbelschichtbasierte Lösung des Gülle-Problems im Industriemaßstab bestehen.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Paul Geoerg, Dr.-Ing. Dieter Gabel  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; DIN e. V., Berlin; Inburex GmbH, Hamm; PTB, Braunschweig  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.03.2019 - 28.02.2022

### **Entwicklung von normungsfähigen Bestimmungsverfahren für sicherheitstechnische Kenngrößen des Explosionsschutzes für hybride Stoffgemische (NEX-HYS)**

Für den sicheren Betrieb von chemischen, petrochemischen und verfahrenstechnischen Anlagen ist die Kenntnis der sicherheitstechnischen Kenngrößen des Explosionsschutzes von entscheidender Bedeutung. Sie dienen zur Festlegung von Prozessparametern und zur Auslegung von Sicherheitseinrichtungen. Da sicherheitstechnische Kenngrößen in den meisten Fällen von den verwendeten Bestimmungsverfahren beeinflusst werden, sind diese Verfahren im Explosionsschutz in der Regel genormt. Sowohl für brennbare Gase und Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten 1 als auch für brennbare Stäube gibt

es deshalb Normen, die die Bedingungen zur Ermittlung der Kenngrößen festlegen und so eine Vergleichbarkeit der Werte sicherstellen.

Die Normen behandeln gasförmige oder feste brennbare Komponenten aufgrund Ihrer Explosions Eigenschaften separat. Sie unterscheiden sich bei Brenngasen und Stäuben teilweise wesentlich in der Auslegung der Zündgefäße, der Zündquellen und dem Prüfprozedere. Die getrennte Anwendung für Brenngase und Stäube steht oft im Widerspruch zur alltäglichen Praxis, wo die Stoffe häufig gleichzeitig vorhanden sind. Beim gleichzeitigen Auftreten von brennbaren Stäuben mit brennbaren Gasen bzw. Lösemitteldämpfen liegen sogenannte hybride Gemische vor. Typische Beispiele für Prozessanlagen, in denen hybride Gemische auftreten können, sind Sprühtrockner, Extrakteure, Lackieranlagen und Maschinen zur Metallbearbeitung. In der Zukunft werden verstärkt innovative Materialien, z. B. Nanostäube und hochporöse Materialien, eingesetzt werden. Über das Verhalten der sicherheitstechnischen Eigenschaften dieser Stoffe als Bestandteil hybrider Gemische gibt es zurzeit kaum Kenntnisse und keine Bestimmungsnormen. Gerade bei fein verteilten Feststoffen ist aber wegen der vergleichsweise großen aktiven Oberflächen eine besonders starke Wechselwirkung mit Gasen und Dämpfen zu erwarten.

Für hybride Gemische lassen sich die sicherheitstechnischen Kenngrößen nach den vorhandenen Normen nicht bestimmen. Aus bisherigen Forschungsarbeiten ist allerdings bekannt, dass hybride Gemische teilweise zündempfindlicher sind, erweiterte Explosionsbereiche aufweisen und die Auswirkungen von Explosionen heftiger ausfallen können im Vergleich zu Gemischen, deren brennbare Komponenten nur in einem Aggregatzustand vorliegen. Damit ist es zur Gefährdungsbeurteilung nicht hinreichend, sich auf die jeweiligen sicherheitstechnischen Kenngrößen der Einzelkomponenten (jeweils im Gemisch mit Luft) zu verlassen.

Damit in Zukunft auch standardisierte Verfahren zur Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen für hybride Gemische zur Verfügung stehen, ist es das Ziel des Verbundvorhabens geeignete Bestimmungsverfahren für hybride Gemische zu entwickeln und mit Unterstützung von DIN eine DIN-Spezifikation (DIN SPEC) zu veröffentlichen

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sarah-K. Hahn  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Teilprojekt "Inhärent sichere Batterien für die Elektromobilität"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatz neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im **Teilprojekt "Inhärent sichere Batterien für die Elektromobilität"** getragen vom Institut für Apparate- und Umwelttechnik (IAUT) und vom Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik (ISUT) wird die folgende Thematik bearbeitet:

Die Verwendung bestimmter chemischer Verbindungen (reaktiv, toxisch, feuergefährlich) im Zusammenhang mit hohen Energiedichten (und der damit verbundenen hohen Wärmefreisetzung) bei Lithium-basierten Batterien stellt ein nicht zu vernachlässigendes Risiko dar. Zu hohe Temperaturen können bei Lithium-Batterien zu Druckaufbau in der Zelle, Austritt brennbarer Gase, Zellenbrand, bis hin zum sich selbst verstärkenden,

explosionsartigen Abbrennen der Batterie führen (Thermal Runaway).

Im Teilprojekt werden die Mechanismen unkontrollierter Reaktionsentwicklung in Speicherbatterien hoher Kapazität untersucht. Ziel ist, geeignete in-situ-Detektionstechniken zur Erkennung früher Phasen der Reaktionsentwicklung zu identifizieren und neuartige Verfahren zur Reaktionshemmung bzw. -unterbindung zu entwickeln.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Kristin Hecht  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2021

### **SFB TR 63: Integrated Chemical Processes in Liquid Multiphase Systems; TP A10: Gas/Liquid Mass Transfer in Reactive Multiphase Systems**

The amination of undecanal with hydrogen is a fast reaction. The effective rate of reaction may therefore be limited not only by the reaction kinetics but also by the transport of the gas through the liquid phase. Project A10 investigates the rate-limiting steps of mass transport and reaction for a gas component in reactive, catalyst-containing novel solvent systems. The mass transport in these systems is complex due to the multiple phases, phase interfaces, and transport pathways. Project A10 quantifies the volume-specific mass transport coefficients ( $kLa$ ) in micellar solvent systems, thermomorphic phase systems, and Pickering emulsions. The goal of the project is to develop a fundamental understanding of gas/liquid mass transport in the reactive phase systems being considered in SFB/TR 63 and to provide a model that can describe the various transport pathways among all of the phases involved.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Andrea Klippel  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
**Förderer:** Bund - 15.05.2019 - 14.05.2020

### **Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens zum Test der Toxizität und Rauchentwicklung beim Brand von in Kraftomnibussen verbauten Innenraummaterialien**

Insbesondere bei Busunfällen mit Brandentwicklung können einzelne Unfälle sehr schwer sein und viele Mitreisende betreffen. In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl von Aspekten des Brandschutzes in die internationalen fahrzeugtechnischen Vorschriften eingebracht, wie z.B. Brandmelder und Löschsysteme. Weiterhin wurden die vorgeschriebenen Prüfungen zur Brandgeschwindigkeit und zum Tropfverhalten fortgeschrieben. Offen geblieben ist, inwieweit auch die Toxizität der Rauchgase beim Brand von Busmaterialien zu limitieren ist. Im Projekt FE 82.0377/2009 "Ausbreitung und Toxizität von Rauch bei Busbränden" hat sich gezeigt, dass das Verfahren zur Bestimmung der Toxizität von Rauchgasen aus dem Bahnbereich und die Methode der Grenzwertermittlung nicht optimal für eine Anwendung im Busbereich sind. Außerdem wurden mittlerweile die in Bussen verbauten Materialien vor dem Hintergrund geänderter Vorschriften weiterentwickelt. Es bestehen deshalb die Fragen, wie ein auf Busse angepasstes vereinfachtes Verfahren zur Toxizitätsbestimmung aussehen kann, ob es mit der Verwendung nur der überwiegend (masse- oder volumenbezogen) verbauten Materialien (z.B. Material von Decke, Wand, Boden und Sitzen) auskommen kann, und ob, und wie man die für die Toxizität essentiellen Gaskomponenten berücksichtigen kann.

## 8. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Addai, Emmanuel K.; Aljaroudi, Ali; Abbas, Zaheer; Amyotte, Paul; Addo, Albert; Krause, Ulrich**

Investigation of the explosion severity of multiphase hybrid mixtures

Process safety progress: AIChE, American Institute of Chemical Engineers - New York, NY: Inst. . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 0.885]

**Hofmann, Anja; Klippel, Andrea; Gnutzmann, Tanja; Kaudelka, Sven; Rabe, Frederik**

Influence of modern plastic furniture on the fire development in fires in homes - largescale fire tests in living rooms

Fire and materials: an international journal - New York, NY [u.a.]: Wiley . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.925]

**Richter, Elizabeth; Krause, Ulrich**

Development of solid propellant for the production of fire suppression aerosols

Fire safety journal: official journal of the International Society for Fire Safety Science - New York, NY [u.a.]:

Elsevier . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.659]

**Rivas, David Fernandez; Boffito, Daria C.; Faria-Albanese, Jimmy; Glassey, Jarka; Afraz, Nona; Akse, Henk; Boodhoo, Kamelia V. K.; Bos, Rene; Cantin, Judith; Chiang, Yi Wai; Commenge, Jean-Marc; Dubois, Jean-Luc; Galli, Federico; Mussy, Jean Paul Gueneau; Harmsen, Jan; Kalra, Siddharth; Keil, Frerich J.; Morales-Menendez, Ruben; Navarro-Brull, Francisco J.; Noel, Timothy; Ogden, Kim; Patience, Gregory S.; Reay, David; Santos, Rafael M.; Smith-Schoettker, Ashley; Stankiewicz, Andrzej I.; Berg, Henk; Gerven, Tom; Gestel, Jeroen; Stelt, Michiel; Ven, Mark; Weber, R. S.**

Process intensification education contributes to sustainable development goals. Part 1

Education for chemical engineers - London [u.a.]: IChemE, Bd. 32.2020, S. 1-14;

**Rivas, David Fernandez; Boffito, Daria C.; Faria-Albanese, Jimmy; Glassey, Jarka; Cantin, Judith; Afraz, Nona; Akse, Henk; Boodhoo, Kamelia V. K.; Bos, Rene; Chiang, Yi Wai; Commenge, Jean-Marc; Dubois, Jean-Luc; Galli, Federico; Mussy, Jean Paul Gueneau; Harmsen, Jan; Kalra, Siddharth; Keil, Fred; Morales-Menendez, Ruben; Navarro-Brull, Francisco J.; Noel, Timothy; Ogden, Kim; Patience, Gregory S.; Reay, David; Santos, Rafael M.; Smith-Schoettker, Ashley; Stankiewicz, Andrzej I.; Berg, Henk; Gerven, Tom; Gestel, Jeroen; Weber, R. S.**

Process intensification education contributes to sustainable development goals. Part 2

Education for chemical engineers - London [u.a.]: IChemE, Bd. 32.2020, S. 15-24;

**Zinke, Ronald; Köhler, Florian; Klippel, Andrea; Krause, Ulrich; Leitl, Bernd**

Emissions of volatile hydrocarbons from floating roof tanks and their local dispersion - considerations for normal operation and in case of damage

Journal of loss prevention in the process industries - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 66 (2020), article 104179;

[Imp.fact.: 2.069]

**Zinke, Ronald; Melnychuk, Julia; Köhler, Florian; Krause, Ulrich**

Quantitative risk assessment of emissions from external floating roof tanks during normal operation and in case of damages using Bayesian Networks

Reliability engineering & system safety - London [u.a.]: Elsevier Science, Volume 197 (2019), article 106826, 2020;

[Imp.fact.: 4.039]

## NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

### **Gabel, Dieter**

Explosion process safety

Safety and security issues in technical infrastructures - Hershey, PA: Information Science Reference, an imprint of IGI Global, 2020; Rehak, David . - 2020, S. 203-231;

## HABILITATIONEN

### **Grosshans, Holger; Krause, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]; Klausmeyer, Uwe [AkademischeR BetreuerIn]; Papaleandris, Miltiadis V. [AkademischeR BetreuerIn]**

Simulation of turbulent particle-laden flows and their electrostatic charging

Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, 2020, 61 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm - (PTB-Bericht; Ex, Explosionsschutz; 16);

[Literaturverzeichnis: Seite 51-56]

## DISSERTATIONEN

### **Bachmann, Philipp; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]; Mörl, Lothar [AkademischeR BetreuerIn]**

Verweilzeitverhalten von partikulären Gütern in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrinnen am Beispiel von Trocknung und Coating

Magdeburg, 2020, XVI, 171 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 157-165]

### **Fakhr Darbanan, Ardalan; Krause, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]**

Environmental impacts of firefighting foams

Magdeburg, 2020, xx, 164 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 145-154]

### **Gabriel Silva, Vitor; Krause, Ulrich [AkademischeR BetreuerIn]**

Flame propagation in complex geometries

Magdeburg, 2020, xii, 150 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 145-150]

### **Harmgarth, Nicole; Mörl, Lothar [AkademischeR BetreuerIn]; Edelmann, Frank T. [AkademischeR BetreuerIn]**

Neuartige Metallkomplexe mit stickstoffhaltigen Chelatliganden

Magdeburg, 2020, VII, 208 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 131-140]

### **Knecht, Camila Ayelén; Köser, Heinz [AkademischeR BetreuerIn]; Lackner, Susanne [AkademischeR BetreuerIn]; Berendonk, Thomas U. [AkademischeR BetreuerIn]**

Fate of antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in constructed wetlands

[Halle (Saale)]: Helmholtz Centre for Environmental Research, 2020, xxii, 134 Seiten, Diagramme, Illustrationen, 25 cm - (Dissertation; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung; 2020, 3);

[Literaturverzeichnis: Seite 104-115]

# INSTITUT FÜR CHEMIE

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58673, Fax 49 (0)391 67 42223  
ich@uni-magdeburg.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter Schinzer (Institutsleiter)  
Prof. Dr. rer. nat. Franziska Scheffler  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Weiß  
Prof. Dr. rer. nat. Nora Kulak  
Prof. Dr. rer. biol. hum. Heike Walles

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Hon.-Prof. Dr. Ernst R.F. Gesing  
apl. Prof. Dr. Edgar Haak  
Prof. Dr. rer. nat. Franziska Scheffler  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter Schinzer  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Weiß  
PD Dr. rer. nat. habil. Jochen Vogt  
Prof. Dr. rer. nat. Nora Kulak  
Prof. Dr. rer. biol. hum. Heike Walles

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### AG Anorganische Chemie

- Siliciumchemie: Silsesquioxane, Metallasilsesquioxane
- Präparative und Strukturuntersuchungen an Organometallkomplexen der Lanthanoide
- Koordinationschemie der *f*-Elemente
- Metallorganische Chemie der frühen Übergangsmetalle
- NMR-Untersuchungen an paramagnetischen Lanthanoidkomplexen
- Röntgenstrukturanalysen an Organolanthanoidkomplexen
- Untersuchungen zur Homogenkatalyse mit Lanthanoidmetallocenen
- Entwicklung neuer Metallocenkatalysatoren für die Olefinpolymerisation
- Entwicklung von Modellverbindungen für lanthanoiddotierte Zeolith-Katalysatoren
- Koordinationschemie von Fulvenen und Azulenen
- Synthese von molekularen Vorstufen für MOCVD-Verfahren (III/V- und II/VI-Halbleiter, Metallnitride, Metallboride, Strontium-Bismut-Tantalat (SBT), Blei-Zirconat-Titanat (PZT))
- Untersuchungen zur bioanorganischen Chemie der Lanthanoide
- Spezielle Aspekte der Hauptgruppenchemie (Stannylene, Plumbylene, nichtklassische Mehrfachbindungen)
- Präparative Fluorchemie
- Ferrocenchemie

- Supramolekulare Strukturchemie von Organozinnverbindungen
- Koordinationschemie von Oxo- und Cyanokohlenstoffanionen

#### **AG Organische Chemie**

- Entwicklung moderner Synthesemethoden: Diastereo- und enantioselektive C-C-Verknüpfungen
- Metallorganische Chemie: Synthese und Reaktionen von Chrom-, Mangan-, Silicium- und Zinn-Verbindungen
- Synthese von Heterocyclen durch Tandemreaktionen
- Wirkstoffsynthese: Stereoselektive Synthese von biologisch aktiven Substanzen
- Struktur-Wirkungs-Beziehungen
- Naturstoffchemie: Synthese von Terpenen, Alkaloiden und Macroliden
- Computeranwendungen in der Chemie: Reaktionsdatenbanken und Molecular Modelling

#### **AG Physikalische Chemie**

- "Membranunterstützte Reaktionsführung": Adsorption, Reaktion und Desorption an anorganischen, katalytisch aktivierten Membranmaterialien
- Charakterisierung vanadium- und eisenhaltiger Katalysatoren mit Photoelektronenspektroskopie und Infrarotspektroskopie
- Ceroxid-basierte Abgaskatalysatoren: Einfluß von Dotierung, Temperatur, Reduktionsgrad und Leerstellenkonzentration auf katalytische Aktivität, Oberflächenstruktur und -dynamik
- "Inverse Katalysatoren": Beeinflussung der katalytischen CO-Oxidation auf Edelmetallen durch Ceroxid
- Katalytische Reaktionen auf atomarer Skala
- Struktur, Thermodynamik und Dynamik reiner und adsorbatbedeckter Isolator-Einkristallflächen

#### **AG Technische Chemie**

- Katalysatorentwicklung: Zeolithe und zeolithartige Materialien, Optimierung der Struktur, Oberflächenchemie, Morphologie
- Metallorganische Gerüstverbindungen (MOFs)
- Beschichtungen: Trägergestützte (Reaktiv-)Kristallisation von katalytisch aktiven Systemen
- Zelluläre Kompositmaterialien: katalytisch aktive Keramik- und Glasformkörper durch neue Prozessierungsverfahren
- Thermische Energiespeicherung: Support für Wärmespeichermaterialien, neuartige (keramische und hybride) Wärmespeichermaterialien
- Thermoelektrika: Prozessierung von thermoelektrischen Pulvern mittels Techniken aus der keramischen Fertigung
- Photokatalyse: Entwicklung und Testung monolithisch geträgerter Katalysatoren auf Titanoxidbasis

### **4. SERVICEANGEBOT**

NMR-Messungen verschiedener Kerne an Feststoffen und Flüssigkeiten  
Röntgenpulverdiffraktometrie (XRD) in Reflexion, Transmission und Kapillare, auch temperaturabhängig  
Stickstoff-Tieftemperaturadsorption  
Sorptionmessungen mit CO<sub>2</sub>, Wasser etc.  
Quecksilberporosimetrie  
Rheologische Messungen  
Katalysatortestung

### **5. KOOPERATIONEN**

- Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. Würzburg
- CeramTec GmbH, Plochingen



- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
- Dr. Wolf von Tümpling, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Magdeburg
- Evonik GmbH & Co KG, Stuttgart
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Leoni Bordnetze-Systeme GmbH, Kitzingen
- Prof. Dr. Norbert Stock, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- Prof. Dr. Wolfgang Grünert, Ruhr-Universität Bochum
- Stiebel Eltron GmbH & Co KG, Holzminden

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Nora Kulak  
**Förderer:** Haushalt - 01.05.2020 - 30.04.2023

### Entwicklung von Assays für Enzyminhibierung und reaktive Sauerstoffspezies

Es werden fluorimetrische Assays entwickelt, mit denen eine Enzyminhibierung durch Metallkomplexe verfolgt werden kann. Darüberhinaus sollen für die Detektion von reaktiven Sauerstoffspezies fluorimetrische Methoden im Hochdurchsatz angewandt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Nora Kulak  
**Förderer:** EU - ERASMUS+ - 28.09.2020 - 27.06.2021

### Synthese von Curcumin-Metallkomplexen für biomedizinische Anwendungen

Es werden neue Metallkomplexe von Curcumin-Derivaten synthetisiert, die je nach eingesetztem Metallion verschiedene biomedizinische Anwendungen haben können (z.B. cytotoxische und antimikrobielle Eigenschaften).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Nora Kulak  
**Förderer:** EU - ERASMUS+ - 12.03.2020 - 04.09.2020

### Synthese von Fe(III)-Komplexen als MRT-Kontrastmittel

Es werden Metallkomplexe mit Fe(III) synthetisiert, die als MRT-Kontrastmittel eingesetzt werden könnten. Motivation für die Arbeit sind die in den letzten Jahren vermehrt berichteten Probleme mit Gd(III)-haltigen Kontrastmitteln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Nora Kulak  
**Förderer:** Sonstige - 17.03.2020 - 09.09.2020

### Antimikrobielle Eigenschaften von Cu(II)-Komplexen

im Rahmen einer Kooperation mit der Freien Universität Berlin (Fachbereich Veterinärmedizin) werden Cu(II)-haltige Verbindungen in verschiedenen Bakterienstämmen auf ihre antimikrobielle Wirkung getestet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Franziska Scheffler  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.01.2018 - 31.12.2021

### **MEMoRIAL-M2.9 — Preparation and testing of phase change materials for thermal storage**

Latent heat storage can be achieved by the phase transition of a large number of different materials (PCMs). Depending on the desired temperature range organic substances, salt hydrates, salts, or even metals can be utilised within this context. For the purpose of technical application, the PCM has to be embedded in a higher melting containment. The objective of this sub-project is to develop new processing routes in order to produce mechanically stable PCM beads covered with a polymer-derived ceramic layer. The project will encompass the coating of different types of PCMs, a detailed characterisation and testing, as well as the investigation of the "structure-properties" correlation. A special focus will be directed towards the mechanical stability of the composite material during temperature cycling.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Franziska Scheffler  
**Projektbearbeitung:** Christian Künzel  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.02.2017 - 30.04.2021

### **MEMoRIAL-M2.10 —Preparation and testing of thermoelectric materials**

Thermoelectric materials generate a thermovoltage when exposed to a temperature gradient. They are central components in thermoelectric generators, which allow for recovering electric energy from waste heat leading to higher energy efficiency and lower emissions. To reduce processing costs as well as to open up novel fields of application, coating- and film technologies are in the focus of this research project. Apart from the compounds' thermoelectric properties, also the mechanical properties of these layers and films crucially affect technical applications.

The objective of this PhD project is to develop new processing routes in order to produce mechanically stable layers of different thermoelectric compounds. The project will encompass the preparation of layered samples, a detailed characterisation and testing, as well as the investigation of the structure-properties-correlation.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Dieter Schinzer  
**Förderer:** Bund - 01.06.2018 - 31.05.2021

### **Sorangicine und Neosorangicine als neue Strukturtypen für Breitbandantibiotika**

Das wissenschaftliche Ziel ist die Weiterentwicklung der Sorangicine und Neosorangicine zu einem Antibiotikum, mit dem insbesondere *Acinetobacter baumannii* und Mycobakterien bekämpft werden können. *Acinetobacter* wird von der WHO als "critical" eingestuft, da sich insbesondere in Krankenhäusern immermehr multi-resistente Stämme entwickeln. *Mycobacterium tuberculosis* ist jährlich für mehrere Millionen Tote verantwortlich und bisher nicht optimal therapierbar.

Die Neuartigkeit des Ansatzes liegt einerseits in der Verfügbarkeit von neuen, proprietären Derivaten mitverbesselter Aktivität, die biotechnologisch herstellbar sind. Andererseits steht auch ein Syntheseverfahren zur Verfügung, das es erstmals erlaubt, die Substanzklasse in größeren Mengen bereit zu stellen und zur Herstellung weiterer synthetischer Derivate nutzbar ist. Speziell die kürzliche Entdeckung der Neosorangicine eröffnet vielversprechende Möglichkeiten, um über SAR-Studien Derivate mit verbesserter Aktivität zu konzipieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Heike Walles  
**Förderer:** Bund - 01.10.2020 - 30.09.2025

### **Stimulate 2 - Teilprojekt Immunoprofiling**

Stimulate 2 - Teilprojekt Immunoprofiling - Bestimmung der für den Patienten individualisierten interventionell-onkologischen Therapieform zur kurativen minimalinvasiven bildgeführten Behandlung von Tumoren im iCT Setup

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Heike Walles  
**Förderer:** Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. - 01.12.2019 - 30.09.2020

### **Effect of HZI compounds on autophagy in engineered tissue culture models**

Effect of HZI compounds on autophagy in engineered tissue culture models.....

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Helmut Weiß  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2018 - 30.09.2024

### **Untersuchungen zur Adsorption von Wasser auf wohldefinierten NaCl(100)-Einkristallflächen**

Das Adsorptionssystem Wasser auf definierten NaCl(100)-Einkristallflächen ist aufgrund seiner Relevanz für verschiedenste Bereiche experimentell wie auch theoretisch wiederholt untersucht worden. Für die gesättigte erste Lage wurden zwei verschiedene Strukturen beobachtet eine (1x1)- und eine c(4x2)-Struktur. Es konnte gezeigt werden, dass erstgenannte erst durch Elektroneneinfluss (z.B. bei Beugung langsamer Elektronen, LEED) irreversibel in die c(4x2)-Struktur umgewandelt wird. Der Mechanismus ist nicht verstanden, kann aber von großer Bedeutung auch für andere Systeme sein, da LEED eine elementare Untersuchungsmethode zur Strukturaufklärung ist. Unklarheit herrscht auch über den Bedeckungsgrad; hier wurden für die erste Lage Wasser zwischen 0,5 und 3 Moleküle je NaCl(100)-Elementarzelle vorgeschlagen. Theoretische Untersuchungen trugen bislang wenig zur Klärung bei.

Mittlerweile konnten erste Messungen mittels Photoelektronenspektroskopie an diesem Adsorptionssystem durchgeführt werden. Sie werden jetzt weitergeführt mit dem Ziel der Absolutbestimmung der Belegung der ersten Wasserlage auf NaCl(100)-Einkristallflächen. und der Aufdeckung des Mechanismus der elektroneninduzierten Strukturumwandlung.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. Edgar Haak  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.09.2019 - 30.09.2022

### **Kaskadentransformationen ungesättigter Alkohole mit bifunktionellen Rutheniumkatalysatoren, 2. Förderperiode (DFG-Nr. 265182801)**

Kaskadenreaktionen sind im Kontext der Wirkstoffforschung von besonderem Interesse. Die Ausbildung mehrerer Bindungen in einem Eintopfprozess erhöht die Syntheseeffizienz signifikant und erleichtert die Erzeugung verschiedener Derivate strukturell komplizierter Moleküle. Die Transformationen erzeugen molekulare Komplexität und eignen sich besonders zur Herstellung von Naturstoffen und ihren Analoga als wichtige Leitstrukturen für die Entwicklung bioaktiver Verbindungen. Übergangsmetallkatalysierte Kaskaden-transformationen einfacher acyclischer Untereinheiten, die Alken- und Alkin-Fragmente enthalten, bieten einen atomökonomischen Ansatz für die Eintopfsynthese komplexer Gerüste aus leicht zugänglichen Ausgangsmaterialien. Hinsichtlich der Zugänglichkeit sind Propargylalkohole besonders bemerkenswert. Sie sind direkt aus Aldehyden oder Ketonen durch Acetylid-Addition erhältlich. Das 1-Alkenylpropargylalkohol-Motiv stellt eine besonders vielseitige C5-Untereinheit dar, da alle fünf Kohlenstoffatome selektiv adressiert werden

können und ein breites Spektrum unterschiedlich substituierter Alkine und  $\alpha,\beta$ -ungesättigter Aldehyde oder Ketone zugänglich ist. Aufgrund verschiedener funktioneller Gruppen (Alken, Alkin, -OR) können unterschiedliche Aktivierungsmodi angewendet werden, die zu diversen Kaskadentransformationen führen. Wir entdeckten, dass bifunktionelle Cyclopentadienon-Ruthenium(0)-Komplexe und ihre Iminoderivate verschiedene Additions-/Cyclisierungs-kaskaden von Propargylalkoholen mit unterschiedlichen Nucleophilen katalysieren. Die basische Koordinationsstelle des donorsubstituierten Cyclopentadienon-Liganden und die Redoxkopplung zwischen Ligand und Metall sind entscheidend für diese hochselektiven Transformationen. In Fortführung unserer bisherigen Arbeiten planen wir die Entwicklung weiterer metallkatalysierter Kaskadenreaktionen für die effiziente Synthese polycyclischer naturstoffähnlicher Verbindungen. Die Prozesse basieren auf rutheniumkatalysierten Allylierungs-/Cycloisomerisierungsreaktionen und Redoxisomerisierungs-/Michaeladditions-kaskaden und sollen auch im Rahmen der Totalsynthese von bioaktiven Naturstoffen angewendet werden. Die asymmetrisch-katalysierte Reaktionsführung unter Verwendung chiraler Vertreter der Komplexserien bildet im Hinblick auf zukünftige Anwendungen auf dem Gebiet der Wirkstoffsynthese einen besonderen Schwerpunkt. Darüber hinaus sollen Optionen für photokatalytische Anwendungen der entwickelten Katalysatoren ausgelotet werden.

---

**Projektleitung:** Dr. rer. nat. Phil Liebing  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2018 - 30.09.2024

### **Heterobimetallische Koordinationspolymere mit O,S-ditopen Liganden auf Basis von Aminosäuren**

Koordinationspolymere sind potentiell in der Lage sind, poröse dreidimensionale Strukturen (MOFs; metal-organic frameworks) auszubilden. Koordinationspolymere, die mindestens zwei verschiedene Metalle enthalten, können neue, interessante Eigenschaften aufweisen und so neuartige Anwendungen eröffnen. Ziele des Projekts sind die Synthese, Strukturaufklärung und Untersuchung der Eigenschaften neuer heterobimetallischer Koordinationspolymeren mit dithiocarbamat-funktionalisierten Carboxylat-Liganden (DTCCs). Diese Liganden sind leicht und preisgünstig zugänglich und können selektiv an ein hartes und ein weiches Metall koordinieren.

---

**Projektleitung:** Dr. habil. Jochen Vogt  
**Kooperationen:** Universität Osnabrück, Oberflächenphysik  
**Förderer:** Haushalt - 01.07.2016 - 28.06.2021

### **Numerische Analyse molekularer Strukturen auf Oberflächen**

Die Kenntnis der Wechselwirkungsmechanismen molekularer Strukturen auf Oberflächen ist im Zusammenhang mit einer Vielzahl von Fragestellungen von fundamentalem Interesse.

Ziel des Projekts ist die Fortführung der Simulation solcher Strukturen mit Hilfe von quantenchemischen und molekulardynamischen Methoden. Darüberhinaus erfordert die experimentelle Untersuchung von Filmstrukturen mit Hilfe der Beugung langsamer Elektronen (LEED, DLEED) eine nachgeschaltete numerische Auswertung, deren Aufwand z. B. im Falle von Defektstrukturen erheblich ist. Ziel des Projekts ist einerseits die Durchführung von Oberflächenstrukturanalysen mit existierenden Computercodes. Darüberhinaus wird die begonnene Erforschung und der Test neuer numerischer Methoden zur Strukturanalyse auf Grundlage von LEED-Experimenten fortgeführt.

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Alzheimer, Mona; Svensson, Sarah L.; König, Fabian; Schweinlin, Matthias; Metzger, Marco; Walles, Heike; Sharma, Cynthia M.**

A three-dimensional intestinal tissue model reveals factors and small regulatory RNAs important for colonization with *Campylobacter jejuni*

PLoS pathogens/ Public Library of Science - Lawrence, Kan.: PLoS, Volume 16(2020), issue 2, article e1008304, 35 Seiten;

**Baur, Florentin; Nietzer, Sarah L.; Kunz, Meik; Saal, Fabian; Jeromin, Julian; Matschos, Stephanie; Linnebacher, Michael; Walles, Heike; Dandekar, Thomas; Dandekar, Gudrun**

Connecting cancer pathways to tumor engines - a stratification tool for colorectal cancer combining human in vitro tissue models with boolean in silico models

Cancers - Basel: MDPI, Volume 12(2020), issue 1, article 28, 27 Seiten;

[Imp.fact.: 6.126]

**Berger, Constantin; Bjørlykke, Yngvild; Hahn, Lukas; Mühlemann, Markus; Kress, Sebastian; Walles, Heike; Luxenhofer, Robert; R\_der, Helge; Metzger, Marco; Zdzieblo, Daniela**

Matrix decoded - a pancreatic extracellular matrix with organ specific cues guiding human iPSC differentiation

Biomaterials: biomaterials reviews online - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 244(2020), article 119766, 18 Seiten;

[Imp.fact.: 10.317]

**Bittorf, Patrick; Bergmann, Thorsten; Merlin, Simone; Olgasi, Cristina; Pullig, Oliver; Sanzenbacher, Ralf; Zierau, Martin; Walles, Heike; Follenzi, Antonia; Braspenning, Joris**

Regulatory-compliant validation of a highly sensitive qPCR for biodistribution assessment of hemophilia a patient cells

Molecular therapy. Methods & clinical development - New York, NY: Nature Publishing Group, Bd. 18.2020, S. 176-188;

[Imp.fact.: 4.875]

**Duraisamy, Ramesh; Liebing, Phil; Harmgarth, Nicole; Lorenz, Volker; Hilfert, Liane; Feneberg, Martin; Goldhahn, Rüdiger; Engelhardt, Felix; Edlmann, Frank T.**

Rubidium and cesium enediamide complexes derived from bulky 1,4-diazadienes

ACS omega - Washington, DC: ACS Publications, Bd. 5.2020, 30, S. 19061-19069;

[Imp.fact.: 3.573]

**Edlmann, Frank T.; Lorenz, Volker; Liebing, Phil; Hilfert, Liane; Schröder, Lea**

Synthesis and structural investigation of a complete series of brightly colored alkali metal 1,3dimethylviolurates

Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie: ZAAC - Weinheim: Wiley-VCH . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.24]

**Ehlicke, Franziska; Berndt, Jonathan; Marichikj, Nina; Steinmüller-Nethl, Doris; Walles, Heike; Berndt, Ernst-Ulrich; Hansmann, Jan**

Biomimetic in vitro test system for evaluation of dental implant materials

Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials - Amsterdam: Elsevier, Bd. 36.2020, 8, S. 1059-1070;

[Imp.fact.: 4.495]

**Hohlfeld, Benjamin F.; Gitter, Burkhard; Flanagan, Keith J.; Kingsbury, Christopher J.; Kulak, Nora; Senge, Mathias O.; Wiehe, Arno**

Exploring the relationship between structure and activity in BODIPYs designed for antimicrobial phototherapy

Organic & biomolecular chemistry: OBC - Cambridge: Royal Society of Chemistry, Bd. 18.2020, 13, S. 2416-2431;

[Imp.fact.: 3.49]

**Krziminski, Carolin; Kammann, Sebastian; Hansmann, Jan; Edenhofer, Frank; Dandekar, Gudrun; Walles, Heike; Leistner, Marcus**

Development of a bioreactor system for preendothelialized cardiac patch generation with enhanced viscoelastic properties by combined collagen I compression and stromal cell culture

Journal of tissue engineering and regenerative medicine - Hoboken, NJ [u.a.]: Wiley . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.078]

**Künzel, Christian; Dammler, Kathleen; Betke, Ulf; Urbaschok, Jens; Scheffler, Franziska**

High-performance doctor bladed thermoelectric microlayers

Materials and design - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 196 (2020), article 109087;

[Imp.fact.: 6.289]

**Liebing, Phil; Edelmann, Frank T.**

Trifluoromethylated 3(Pyrazol1yl)propanamide (PPA) ligands

Helvetica chimica acta - New York, NY: Wiley-VCH . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.309]

**Liebing, Phil; Oehler, Florian; Witzorke, Juliane**

Zn/Ni and Zn/Pd heterobimetallic coordination polymers with [SSC-N(CH<sub>2</sub>COO)<sub>2</sub>]<sub>3</sub> Ligands

Crystals: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10(2020), issue 6, article 550, 11 Seiten;

[Imp.fact.: 2.404]

**Liebing, Phil; Oehler, Florian; Witzorke, Juliane; Schmeide, Marten**

From zero- to three-dimensional heterobimetallic coordination polymers with the [Pt{SSC-N(CH<sub>2</sub>COO)<sub>2</sub>}]<sub>2</sub><sub>4</sub> metalloligand

CrystEngComm - London: RSC . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.117]

**Liebing, Phil; Schmeide, Marten; Kühling, Marcel; Witzorke, Juliane**

The alkali metal salts of methyl xanthic acid

European journal of inorganic chemistry - Weinheim: Wiley-VCH . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.578]

**Liebing, Phil; Witzorke, Juliane; Oehler, Florian; Schmeide, Marten**

Dithiocarbamatocarboxylate (DTCC) ligands-building blocks for hard/soft-heterobimetallic coordination polymers

Inorganic chemistry - Washington, DC: American Chemical Society, Bd. 59.2020, 5, S. 2825-2832;

[Imp.fact.: 4.85]

**Rittinghaus, Silja-Katharina; Schmelzer, Janett; Rackel, Marcus Willi; Hemes, Susanne; Vogelpoth, Andreas; Hecht, Ulrike; Weisheit, Andreas**

Direct energy deposition of TiAl for hybrid manufacturing and repair of turbine blades

Materials - Basel: MDPI, Vol. 13 (2020), 19, Article 4392, insgesamt 14 Seiten;

[Imp.fact.: 3.057]

**Schmitz, Tobias; Jannasch, Maren; Weigel, Tobias; Moseke, Claus; Gbureck, Uwe; Groll, Jürgen; Walles, Heike; Hansmann, Jan**

Nanotopographical coatings induce an early phenotype-specific response of primary material-resident M1 and M2 macrophages

Materials - Basel: MDPI, Volume 13(2020), issue 5, article 1142, 20 Seiten;

[Imp.fact.: 3.057]

**Schulte, Leon N.; Schweinlin, Matthias; Westermann, Alexander J.; Janga, Harshavardhan; Santos, Sara C.; Appenzeller, Silke; Walles, Heike; Vogel, Jörg; Metzger, Marco**

An advanced human intestinal coculture model reveals compartmentalized host and pathogen strategies during salmonella infection

mBio - Washington, DC: American Society for Microbiology, Volume 11(2020), issue 1, article e03348-19, 19 Seiten;

**Serbian, Immo; Loesche, Anne; Sommerwerk, Sven; Liebing, Phil; Ströhl, Dieter; Csuk, René**

In the mists of a fungal metabolite - an unexpected reaction of 2,4,5-trimethoxyphenylglyoxylic acid

Molecules: a journal of synthetic chemistry and natural product chemistry - Basel: MDPI, Volume 25 (2020), issue 8, article 1978, 15 Seiten;

[Imp.fact.: 3.06]

**Smokovych, Iryna; Gatzen, Caren; Krüger, Manja; Schwidder, Michael; Scheffler, Michael**

Polymer derived ceramics from Si, B, SiB<sub>6</sub>, and Mo<sub>5</sub>SiB<sub>2</sub> filler-loaded perhydropolysilazane precursors as protective and functional coatings for refractory metal alloys

Materials - Basel: MDPI, Vol. 13 (2020), 21, Article 4878, insgesamt 11 Seiten;

[Imp.fact.: 3.057]

**Varnii, Miroslava; Zasheva, Iva N.; Haak, Edgar; Sundmacher, Kai; Vidakovi-Koch, Tanja**

Selectivity and sustainability of electroenzymatic process for glucose conversion to gluconic acid

Catalysts: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10(2020), issue 3, article 269, 20 Seiten;

[Imp.fact.: 3.52]

**Wallstabe, Julia; Bussemer, Lydia; Groeber-Becker, Florian; Freund, Lukas; Alb, Miriam; Dragan, Mariola; Waaga-Gasser, Ana Maria; Jakubietz, Rafael; Kneitz, Hermann; Rosenwald, Andreas; Rebhan, Silke; Walles, Heike; Mielke, Stephan**

Inflammation-induced tissue damage mimicking GvHD in human skin models as test-platform for immunotherapeutics

Alternatives to animal experimentation: ALTEX ; a quarterly journal for new paths in biomedical science ; official organ of CAAT (Center for Alternatives to Animal Testing, Johns Hopkins University, Baltimore), EUSAAT (European Society for Alternatives to Animal Testing, Vienna), t4 (Transatlantic Think Tank of Toxicology, Baltimore, Constance, Utrecht) - Heidelberg: Springer, Bd. 37.2020, 3, S. 429-440;

[Imp.fact.: 5.329]

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Wallis, Hannah; Künzel, Christian**

Mastermodul - interdisziplinäres Projektseminar Nachhaltigkeit

Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der universitären Lehre: Best Practice Beispiele der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg - Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2020; Körner, Franziska . - 2020, S. 64-72;

## DISSERTATIONEN

**Harmgarth, Nicole; Mörl, Lothar [AkademischeR BetreuerIn]; Edelmann, Frank T. [AkademischeR BetreuerIn]**

Neuartige Metallkomplexe mit stickstoffhaltigen Chelatliganden

Magdeburg, 2020, VII, 208 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 131-140]

**Wang, Sida; Edelmann, Frank T. [AkademischeR BetreuerIn]**

Synthesis and structural characterization of new transition metal alkynylamidates

Magdeburg, 2020, VI, 173 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 163-172]

# INSTITUT FÜR STRÖMUNGSTECHNIK UND THERMODYNAMIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58576, Fax 49 (0)391 67 12762  
frank.beyrau@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. F. Beyrau (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr.-Ing. D. Thévenin  
Prof. Dr.-Ing. E. Specht  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. A. Diéguez-Alonso

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. F. Beyrau (Lehrstuhl für Technische Thermodynamik)  
Prof. Dr.-Ing. E. Specht (Lehrstuhl für Thermodynamik und Verbrennung)  
Prof. Dr.-Ing. D. Thévenin (Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungstechnik)  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. A. Diéguez Alonso (Wärme- und Stoffübertragung)  
Jun.-Prof. Dr. B. Fond (Experimentelle Thermofluidynamik)  
Apl.-Prof. Dr.-Ing. Gábor Janiga  
Prof. Dr.-Ing. (i. R.) J. Schmidt

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau).

- Experimentelle Untersuchungen von Wärme- und Stofftransportprozessen: Einlaufströmungen und Mikrokanäle; Mikro-Makro-Wechselwirkungen bei der Sprühkühlung; Wärmetransportprozesse im Verbrennungsmotor.
- Ein- und zweiphasiger Wärmeübergang unter Mikrosystembedingungen: Experimentelle Untersuchung des Wärmeübergangs in Kapillarrohren und Mikrokanalverdampfern bei ebener und Ringspalt-Geometrie; Betriebscharakteristik von Kompaktverdampfern und Dimensionierung.
- Wärmeübergang und Strahl-Wand-Wechselwirkungen bei Sprühprozessen: Messung des Wärmeübergangs mittels Infrarotthermografie und Korrelation mit den charakteristischen Sprühstrahlparametern; Mikromodell auf Basis von Einzeltropfen; PDA-Messungen zur Sprühstrahlcharakterisierung.
- Automotive: thermisches Energiemanagement; Spraycharakterisierung und Gemischbildung sowie Wandfilmbildung bei der motorischen Verbrennung, Einsatz optischer Messmethoden (PDA, PIV, LIF/LIEF), Druckkammeruntersuchungen.
- Infrarotthermografie, Phasen-Doppler-Anemometrie, Thermographic Particle Image Velocimetry und Thermoanalyse: Anwendung und Weiterentwicklung von Methoden zur Bestimmung von Wärmeübergangskoeffizienten, Temperaturfeldern, Tropfengrößen- und Geschwindigkeitsverteilungen, sowie der thermischen Stoffwerte.

### Lehrstuhl für Thermodynamik und Verbrennung (Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht)

- Industrieofenprozesse: Wärmeübergangsbedingungen in Tunnelöfen, Wärmeübergangsmessungen in einem Versuchsdrehrohröfen, Simulation des Kalkbrennens in Schachtöfen, Simulation von Prozessen in Drehrohröfen. Simulation des Sinterns von Keramik in Tunnelöfen.



- Berechnung von Flammen. Optimierung von Brennern und Luftzuführung für Ausbrand, Flammenlänge, Vermischung und Vergleichmäßigung.
- Simulation des Abkühlvorganges bei der Härtung von Metallen. Modellierung der Plastizität, Berechnung von Gefüge, Wärmespannungen und Verzug, Ermittlung einer Strategie zur verzugsfreien Abkühlung.

#### **Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin)**

- Zweiphasenströmungen: experimentelle und numerische Untersuchung von partikel- und blasenbeladenen Strömungen, sowie von tropfenbeladenen Strömungen im Zweiphasenwindkanal (Anwendungen für Meteorologie, Automobilindustrie); Einsatz verschiedener optischer Messmethoden (LDV, PDA, PTV, PIV-LIF, Shadowgraphy).
- Strömungen mit chemischen Reaktionen: Charakterisierung des Mischungsverhaltens in Mischern mit chemischen Reaktionen; Untersuchung der Flammen/Wirbel- und der Flammen/Akustik-Wechselwirkung; Eigenschaften von turbulenten Flammen in Brenner- und Motorsystemen; Vorhersage der Schadstoffemissionen in Brennern; plasma-gestützte Verbrennung.
- Strömungsmaschinen: Untersuchung der Strömung und der Instabilitäten in Laufrädern und Gehäusen, insbesondere im off-design-Betrieb; Betriebsverhalten und Wirkungsgrad von Pumpen, auch bei Förderung von Flüssigkeit-Gas-Gemischen; Berechnung und Optimierung unkonventioneller Systeme (Savonius- und Darrieus-Turbinen, Tesla-Turbinen und -Pumpen...); Validierung von Strömungsberechnungsverfahren.
- Biomedizinische und bioverfahrenstechnische Strömungen (z.B. Hämodynamik zerebraler Aneurysmen, Wave-Bioreaktoren).
- Eigenschaften von Flüssigkeiten: Rheologie, Widerstandsverminderungsprozesse in Suspensionen, hydraulischer Transport.
- Entwicklung numerischer Methoden und Computerprogramme für die Simulation laminarer und turbulenter 3D-Strömungen, evtl. mit Berücksichtigung chemischer Reaktionen; Kopplung mit einer Optimierungsschleife.
- Anwendung und Weiterentwicklung optischer Messmethoden: PIV; LIF und Two-Tracer LIF; LDA/PDA; Rayleigh; Shadowgraphy; Dreifarben Particle Tracking Velocimetry; quantitative Spezies-Messungen in reaktiven Strömungen; Filmdickenmessung; simultane quantitative Messungen (z.B. PIV-LIF, Zweiphasen-PIV).

#### **Juniorprofessur für Wärme- und Stofftransport (Jun.-Prof. Dr.-Ing. Alba Diéguez-Alonso)**

- Experimentelle Untersuchungen zur Festbettpyrolyse von Holz
- Messungen zum Wärmetransport in Festbetten
- Laser-Induzierte Fluoreszenz an Sekundär-Teersubstanzen (Phenol, Cresol, Guaiacol) in der Gasphase

#### **Juniorprofessur für Experimentelle Thermofluidynamik (Jun.-Prof. Dr. Benoît Fond)**

- Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Messung von Temperaturen und Geschwindigkeiten mit hoher Orts- und Zeitaufösung unter der Verwendung Thermographischer Phosphore
- Experimentelle Erforschung von gekoppelter Wärmeübertragung und Gasdynamik

## **4. SERVICEANGEBOT**

Wir bieten unter anderem:

- Experimentelle Bestimmung und numerische Berechnung von Um- und Durchströmungsfeldern in ruhenden und rotierenden Systemen, bei Ein- und Zweiphasenströmungen
- 3D-Simulation des Strömungs-, Konzentrations- und Temperaturfeldes mit CFD-Programmsystemen
- Druckverlust- bzw. Durchflussbestimmung, Kennwertermittlung für Durchströmungselemente
- Rheologische Untersuchungen, Fließverhaltensbestimmung von Flüssigkeiten, Suspensionen und nicht Newtonschen Fluiden
- Numerische Strömungs- und Temperaturfeldberechnungen, Analyse und Bewertung von Wärmetransportvorgängen
- Infrarotthermografische Untersuchungen mit hoher örtlicher und zeitlicher Auflösung
- Untersuchung von Intensivkühlprozessen und Kühlstreckenauslegung
- Messung der Betriebscharakteristik von Klein- und Mikro-Wärmeübertragern bei ein- und zweiphasigem Betrieb

- Durchführung von Thermoanalysen (simultane thermogravimetrische und kalorische Messungen, TG, DTA, DSC, LFA) bis 1600 °C
- Messung von Geschwindigkeitsverteilungen sowie Partikelgrößen- und -dichteverteilungen (2 Komponenten LDA und PDA, Shadowgraphy)
- Messungen mit autonomen Sonden in Industrieanlagen
- Düsenuntersuchungen (Sprühstrahlcharakteristiken und Wärmeübergang, insbesondere an hoch erhitzten Oberflächen) sowie Ermittlung von Sprühstrahl-Wand-Wechselwirkungen
- Spraycharakterisierung bei der motorischen Verbrennung mit optischen Messtechniken (PDA, PIV, LIF/LIEF)
- Berechnung der Spannungen, der Gefügezusammensetzung und der Formänderung bei der Kühlung von Metallen
- Numerische und experimentelle Prozesssimulation in Schacht-, Drehrohr- und Rollenöfen

## 5. METHODIK

Am Institut stehen hochqualitative Messmethoden und numerische Simulationsprogramme zur Verfügung. Details hierzu finden Sie auf den jeweiligen Internetseiten der Lehrstühle.

## 6. KOOPERATIONEN

- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg
- Prof. Andreas Seidel-Morgenstern, MPI Magdeburg
- Prof. Bernhard Preim, Inst. für Simulation und Grafik, FIN
- Prof. Georg Rose, Lehrstuhl für Medizinische Telematik und Medizintechnik, FEIT
- Prof. Gunther Brenner, T.U. Clausthal
- Prof. Jens Strackeljan, IFME
- Prof. Kai Sundmacher, MPI Magdeburg
- Prof. Klaus Tönnies, Inst. für Simulation und Grafik, FIN
- Prof. Martin Skalej, Zentrum für Radiologie, FME
- Prof. Szilard Szabo, University of Miskolc (Ungarn)
- Prof. Udo Reichl, MPI Magdeburg
- Prof. Ulrich Maas (KIT, Technische Thermodynamik)
- Prof. Uwe Riedel, Univ. Stuttgart & DLR
- Prof. Volker John, Freie Universität Berlin
- Volkswagen AG Wolfsburg

## 7. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Schulz, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2020

### Partiell brenngasgespülten Vorkammerzündkerze

Ein Ansatz zur Erhöhung des Wirkungsgrades und zur Reduzierung von NO<sub>x</sub>-Emissionen in Gasmotoren ist die Erhöhung des Verbrennungsluftverhältnisses. Allerdings steigt mit zunehmenden, die für die Entflammung notwendige Mindestzündenergie. Um das Kraftstoff/Luft-Gemisch dennoch zu entzünden, werden neue, leistungsstärkere Zündsysteme benötigt. Ein Ansatz ist die sog. Vorkammerzündkerze (VKZ). Hierbei wird in einem abgegrenzten Bereich ein zündfähiges Gemisch erzeugt und von einer konventionellen Zündkerze entzündet. Die dabei freiwerdende Energie dient der Zündung des Gemisches im gesamten Brennraum. Gleichzeitig weist die VKZ eine Geometrie auf, die es ermöglicht die Flammen der Vorentzündung über den gesamten Brennraum zu verteilen, so dass eine hohe Verbrennungsgeschwindigkeit erreicht wird.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Schulz, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.11.2019 - 31.10.2022

### Detektion von Teilentladungen

In elektrischen Übertragungsnetzen kann die Alterung von Erdkabeln zu Teilentladungen zwischen den Leitungen und dem Erreich führen. Die Intensität nimmt mit zunehmendem Alter der Erdkabel zu. Die bisher zur Verfügung stehenden Methoden zur Bestimmung des Zustandes der Kabel sind sehr kosten- und zeitintensiv.

Auf Basis der Laser-Vibrometrie soll ein Verfahren entwickelt werden, mit dem kleinste Vibrationen, die aus den Teilentladungen resultieren, detektiert werden können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jörg Sauerhering, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt "Innovative Kühlkonzepte für Elektroantriebe"

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Ausgehend von einem mehrfach patentierten, weltweit einzigartigen Leichtbaumotorkonzept der OVGU konzentrieren sich die Arbeiten im Forschungsbereich ANTRIEBSSTRANG auf die Weiterentwicklung und prototypische Darstellung der neuen Motortechnologie, deren Integration in den Antriebsstrang sowie deren Betrieb entsprechend gegebener Sicherheits- und Komfortanforderungen (Fahrndynamik). Gleichzeitig bieten sich im Bereich der Grundlagenforschung weitere Innovationsschritte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Motortechnologie, die in diesem Förderzeitraum erschlossen und in Prototypen umgesetzt werden sollen.

Das Teilprojekt "Innovative Kühlkonzepte" befasst sich mit der Kühlung des Leichtbaumotors, welcher, bedingt durch eine neuartige Wicklung, sehr hohe Leistungsdichten erreichen kann. Aus der hohen Leistungsdichte resultiert jedoch auch eine hohe thermische Belastung der Bauteile, was wiederum einer sehr effizienten Kühlung sowie minimierten thermischen Widerständen zwischen Wärmequelle und Wärmesenke bedingt. Ausgehend von vorangegangenen Arbeiten soll im Rahmen der Projektlaufzeit der Wärme- und Stofftransport

in diesen Elektromaschinen sowohl numerisch als auch experimentell mittels optischer Messverfahren an zu konzipierenden Versuchskörpern untersucht werden. Es sollen hierbei sowohl einphasige Fluidkühlung in strömungsoptimierten Kanälen als auch die Mehrphasenkühlung Beachtung finden, wobei als Messtechniken Bilanzierungsmethoden, Infrarotthermografie und eventuell Lasermessverfahren anzuwenden sind. Begleitend zu den experimentellen Arbeiten sind Numerische Berechnungen durchzuführen. Ein weiterer Aspekt der Arbeit liegt in den neuartigen Klebe- und Folienwerkstoffen, mit welchen die Hochvoltwicklung vom Stator zu trennen ist. Da diese notwendigen Komponenten einen zusätzlichen thermischen Widerstand darstellen, welcher in einer höheren maximalen Bauteiltemperatur resultiert, ist dieser möglichst zu minimieren. Speziell in dieser Fragestellung kommt die interdisziplinäre Organisation des Gesamtforschungsvorhabens zum Tragen, da hier auch die Kompetenzen aus dem Institut für Werkstoff- und Fügetechnik vorliegen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Jörg Sauerhering, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility, Forschungsbereich Gesamtfahrzeug, Teilprojekt Energetische Optimierung der thermischen Konditionierung im E-Fahrzeug**

Die in E-Fahrzeugen zur Anwendung kommenden Li-Ion-Zellen haben ihre höchste Lebensdauer und optimale Funktion innerhalb eines kleinen Temperaturfensters. Das zunehmend zur Anwendung kommende Schnellladen setzt innerhalb einer kurzen Zeitspanne eine hohe Verlustleistung frei, welche möglichst ohne Überschreitung der kritischen Zelltemperaturen zu dissipieren ist. Im Rahmen des Teilprojektes soll hierfür Thermomanagement entwickelt und validiert werden, wobei der Fokus auf den Phasenwechselmaterialien, den Mikrokanälen, nichtmetallischen Werkstoffen und Klebeverbindungen liegen soll. Die im Teilprojekt zur Anwendung kommenden Methoden umfassen hierbei sowohl experimentelle Untersuchungen an zu konzipierenden Batteriemodulen, Numerische Simulationen des Wärme- und Stofftransportes und der Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften neuartiger Materialkombinationen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Teilprojektes ist die Integration aller relevanten Komponenten in ein thermisches Gesamtmodell eines E-Fahrzeuges, mit welchem anschließend eine energetische Optimierung durchführbar wird.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Benoit Fond, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2018 - 31.10.2020

### **Dreidimensional Temperatur- und Geschwindigkeitsmessung in Fluiden unter Verwendung Thermographischer Phosphore als Tracer-Partikel**

Turbulente Strömungen sind von Natur aus dreidimensional. Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat die Entwicklung der Tomographischen Particle Image Velocimetry (PIV) dreidimensionale Geschwindigkeitsmessungen ermöglicht, wodurch erhebliche Fortschritte im Verständnis turbulenter Strömungsstrukturen erzielt werden konnten. In vielen Wärmeübertragungsprozessen - unabhängig davon, ob sie natürlichen Ursprungs sind (z.B. freie Konvektion) oder induziert werden, um die Effizienz verschiedener Geräte (z.B. Gasturbinen und elektronische Schaltungen) zu verbessern - ist die alleinige Kenntnis des Geschwindigkeitsfeldes zur eindeutigen Beschreibung der Strömung nicht ausreichend. Vielmehr werden simultane Temperaturmessungen benötigt. Dieses Projekt stellt ein neues Konzept für simultane dreidimensionale Temperatur- und Geschwindigkeitsmessungen vor. Das Messkonzept basiert auf der Kombination Thermographischer Phosphore mit dreidimensionalen, partikelbasierten Geschwindigkeitsmesstechniken.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau  
**Kooperationen:** Institut für Technische Verbrennung (ITV) , Universität Stuttgart  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2017 - 30.06.2020

### **Numerische Simulation und experimentelle Charakterisierung der Nanopartikelbildung in Sprayflammen**

Die Sprayflammsynthese bietet vielfältige Möglichkeiten für die Herstellung maßgeschneiderter Nanopartikel. Allerdings ist das Zusammenspiel zwischen Spray, Turbulenz, Phasenübergang, Prekursorzerfall, Chemie und Partikelbildung so komplex, dass das Prozessverständnis als eher rudimentär zu bezeichnen wäre. Innerhalb des SPP 1980 sollen Gesamtmodelle entwickelt werden, die ein fundamentales Verständnis des Prozesses erlauben. Das hier beantragte Teilprojekt soll folgenden Aspekte zum Gesamterfolg beitragen:- Es soll ein stochastischer Ansatz entwickelt werden, der in der Lage ist, Wechselwirkungen zwischen Flammenchemie, Prekursoren und Turbulenz unter der Berücksichtigung der stark variierenden chemischen Zeitskalen abbilden zu können. Eine Modellierung muss die Wechselwirkungen zwischen Partikeln, Trägergas und Turbulenz lokal und instantan abbilden können.- Mit Hilfe verschiedener Lasermessverfahren sollen die Randbedingungen für die genannten Simulationen experimentell ermittelt werden. So sollen die Größen und Geschwindigkeiten der Prekursor-Lösungsmittel-Tropfen nach der Zerstäubung, sowie das Strömungsfeld im SPP-Standardbrenner gemessen werden. - Die experimentelle Validierung der Simulationen soll unter anderem durch etablierte Messverfahren geschehen.- Ein zentraler Aspekt in diesem Antrag ist Entwicklung einer Methodik zur Validierung von Mechanismen zu Partikelbildung, -wachstum und -agglomeration durch die Kombinationen von laserbasierten, bildgebenden Messmethoden mit detaillierten numerischen Simulationen. In Mehrphasensystemen sind solche Methoden allein bislang nur bedingt einsetzbar, da die Signale häufig aufgrund von Quereinflüssen keine eindeutige Bestimmung von physikalischen Größen erlauben. Hier sollen deshalb die Leistungsfähigkeit der angesprochenen Kombination aus bildgebender Diagnostik und numerischen Simulationen verbessert, und auf das Gebiet der Partikeldiagnostik erweitert werden. Um trotz der vorhandenen Mehrdeutigkeiten eine sinnvolle Validierung von Modellen zu erzielen, werden bei dieser Methode synthetische Signale aus den numerischen Simulationen gewonnen, die anschließend mit den tatsächlichen, aufgezeichneten experimentellen Signalen verglichen werden können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.04.2020 - 31.10.2022

### **Einfluss des Ejectings (plötzlicher Filmabriss) auf die Kühlung beim Stranggießen von NE-Metallen**

Die angestrebten Forschungsergebnisse verbessern das Prozessverständnis für den Strangguss von NE-Metallen. Dazu werden die örtlichen Verläufe des Wärmeübergangs und die Wirkung der Einflussparameter bereitgestellt. Die angestrebten Forschungsergebnisse ermöglichen daher eine bessere Auslegung und ein verbessertes Design von Kühleinrichtungen von Stranggussanlagen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.08.2019 - 31.01.2022

### **Definierte Einstellung von Wärmeübergangsprofilen in Sprühdüsenfeldern zur Optimierung der Wärmebehandlung in Banddurchlaufanlagen.**

In vielen Industriezweigen wird aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten auf Gewichtseinsparung und Ressourcenschonung gesetzt. Die Umsetzung dieser Zielsetzungen, sowie die Vorgaben der Politik, führen zur Entwicklung verbesserter Strukturwerkstoffe. Zur Herstellung dieser Werkstoffe werden neue Wärmebehandlungsmöglichkeiten benötigt, um die geforderten mechanischen Eigenschaften mit günstigen Legierungskonzepten zu erreichen.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.05.2018 - 31.10.2020

### **Einfluss geometrischer Anordnungen aus Strahl- und Vollkegeldüsen auf die Intensivkühlung bewegter dicker Bleche**

Mit steigenden Anforderungen an die Materialien wachsen auch die Forderungen an eine ausgereifte Wärmebehandlungstechnologie bestehend aus Aufheizung und gezielter Kühltechnologie. Für die Auslegung einer Kühlstrecke ist eine Vielzahl von Fragen zu lösen. Zunächst ist in Abhängigkeit vom Produkt zu entscheiden, welcher Düsentyp zum Einsatz kommen soll, d.h. Vollkegel-, Vollstrahl- oder Flachstrahldüse. Diese Entscheidung erfordert Grundkenntnisse über die einzelnen Düsentypen. Dann ist die Positionierung der Einzeldüsen im Kühlfeld festzulegen. Neben der Festlegung des Düsenabstandes, der fluchtenden oder nicht fluchtenden Düsenanordnung geht es um die Frage des einzustellenden Spritzwinkels und des Düsenabstandes zum Blech. Auch Betriebsparameter wie Düsendruck, Bandgeschwindigkeit und Grenzen der Kühlwassertemperatur gehören dazu. Die optimale Festlegung dieser Parameter ist im Wesentlichen vom zu kühlenden Material, den Qualitätsanforderungen an das Material und dessen geometrischer Größe wie z.B. der Dicke abhängig.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.02.2017 - 31.01.2020

### **Interaktion von Axialtransport, Wärmeeintrag und Reaktion in Drehrohren**

Drehrohröfen sind gekennzeichnet durch ihre Rotation um die Rohrachse sowie die Neigung zur Horizontalen, wodurch ein kontinuierlicher axialer Schüttguttransport ermöglicht wird. Während sich der axiale Transport und die damit einhergehenden transversalen Bewegungsmuster der Schüttung in Drehrohren mit makroskopischen Modellen beschreiben lassen, ist der Wärmetransport in einem solchen System nur ansatzweise bekannt. Insbesondere die Auswirkungen der Transversalbewegung auf den axialen Schüttguttransport und den Wärmeeintrag in das Schüttbett sind bisher nicht erforscht. Ziel des Projektes ist es, die Basis für makroskopische Modelle, die das thermische Verhalten während des Axialtransportes eines polydispersen Schüttguts beschreiben können, zu schaffen und um chemische

Reaktion zu erweitern. Hierzu wird eine partikelbasierende Simulationsmethodik (DEM), die fortlaufend durch Experimente überprüft wird, eingesetzt, um den Einfluss des Axialtransportes auf den Wärmeeintrag und das Reaktionsverhalten von Schüttgütern zu untersuchen.

Nach Projektende werden verbesserte mathematische Modelle und Berechnungsvorschriften zur Verfügung stehen, mit denen Hersteller von Drehrohren und Engineering Firmen das thermische Verhalten in der Schüttung während des Axialtransportes in Drehrohren bestimmen können. Diese Modelle werden den Einfluss der Dimensionierungs- und Betriebsparameter sowie der Schüttguteigenschaften (mechanisch und thermophysikalisch) berücksichtigen. Der konkrete

Nutzen der Modelle ist vielfältig. Besser gesicherte Transportmodelle reduzieren Zeit und Kosten für aufwändige Vorversuche bei der Produktentwicklung, tragen dazu bei Sicherheitszuschläge zu minimieren, verbessern die Produktqualität bzw. senken mögliche Ausschussmengen durch optimierte Einhaltung von Partikel-Zeitverläufen. Dies führt zu verminderten Investitions- und Betriebskosten sowie gesteigerten Erträgen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Seyed Ali Hosseini  
**Kooperationen:** Prof. Fathollah Varnik, Ruhr-Universität Bochum  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2020 - 31.07.2024

### **Lattice-Boltzmann-Simulationen der reagierenden Gasströmung in ruhenden und bewegten Schüttungen kleiner Abmessungen mit Partikeln komplexer Form**

Das Projekt führt zeit- und orts aufgelöste LB-Simulationen der reagierenden Gasströmung in statischen und bewegten Partikelschüttungen durch. Es wird ein gemeinsamer LB-Solver für direkte numerische Simulation entwickelt. Aufgrund des großen numerischen Aufwands werden Schüttungen mit wenigen Partikeln simuliert.

Angefangen wird mit nicht-reaktiven Simulationen in statischen Schüttungen sphärischer, monodisperser Partikel, gefolgt von polydispersen sphärischen Partikeln, einer vorgegebenen, langsamen Partikelbewegung, vereinfachten Gasphasenreaktionen, Schüttungen von Partikeln mit nicht-regelmäßiger Geometrie und als letzter Schritt mit vollständigen Reaktionsmechanismen für die Gasphase. Über Parametervariation werden die wesentlichen Kontrollprozesse ermittelt und umfangreiche Referenzdaten generiert. Auf Basis der reagierenden LB-Simulationen werden reduzierte Reaktormodelle in Form von Tabellen für die Hohlraumbereiche zwischen Partikeln für großskalige DEM/CFD-Simulationen zur Verfügung gestellt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Kooperationen:** Prof. Abdus Samad, IIT Madras  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.07.2019 - 30.06.2021

### **Optimization of Wave Energy system - A Primitive Model for Indian Coastal Lines**

Main scientific objectives of the project are:

Coupling script-controlled Computational Fluid Dynamics (CFD) and efficient optimization code for a turbine design harvesting wave energy system;

Finding optimal solution and design of the turbine through CFD analysis;

Design, fabricate, and test the optimized turbine in a real time environment;

Design and implement a suitable control algorithm to be coupled to the turbine during the tests in order to extract maximum power to supply continuous power without any disturbance.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Thomas Hagemeyer, Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Förderer:** Industrie - 01.05.2019 - 31.12.2020

### **Optimierung einer Toilettenspülung**

Im Rahmen dieses Projekts müssen verschiedene technische Richtlinien, welche entweder den Spülvorgang oder aber den Schutz des Trinkwassers zum Inhalt haben, beachtet werden. Die entsprechenden Normen, insbesondere die EN1717, führen zu einem sehr komplexen Lösungsansatz zum Schutz des Trinkwassers. Dieser Ansatz wurde jedoch nicht technisch entwickelt und in das innovative Spülkonzept integriert. Allerdings ist dies eine wesentliche Voraussetzung für eine nachfolgende Produktentwicklung und kommerzielle Nutzung. Damit ist das wichtigste Entwicklungsziel dieses Projekts die technische Entwicklung einer Rückflusssicherung im Sinne der EN1717, die einen zuverlässigen Schutz des Trinkwassers bietet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Förderer:** BMWi/AIF - 15.11.2019 - 28.02.2021

### **Entwicklung einer intelligenten, integrierten Trennschichtregelung für Zentrifugalpumpen**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Verfahrens zur kontinuierlichen Ermittlung und Analyse der Trennschicht zwischen den Flüssigkeiten oder ihrer relativen diffusen inneren und äußeren Grenzschichten. Über die kontinuierliche Ermittlung der Position dieser Trennschicht kann eine Regelung der Trennung und der Ausgangsströme erfolgen, sodass ein konstanter Trennungsgrad von über 95 % auch im praktischen Einsatz erreicht werden kann.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Kooperationen:** Prof. Romuald Skoda, Ruhr-Universität Bochum  
**Förderer:** Industrie - 01.04.2019 - 30.06.2021

### **Flüssig-Gasgemischförderung mit Kreiselpumpen**

Kreiselpumpen werden für die Förderung reiner Flüssigkeiten ausgelegt. Die Förderung bricht besonders bei Radialpumpen bereits bei sehr geringen Gasbeladungen der Flüssigkeit ein. Bereits bei erwarteter geringer oder kurzzeitiger Gasbeladung weicht der Anlagenbetreiber trotz einer u.U. nicht zu der jeweiligen Anlage passenden Auslegung auf andere, gegen Gasbeladung resistenter Pumpenbauarten aus, was mit wirtschaftlichen und energetischen Nachteilen verbunden ist. Eine rechnerische Erfassung dieses Vorgangs ist bisher nicht möglich, und die Einsatzgrenzen der Kreiselpumpen bei der Förderung gasbeladener Flüssigkeiten sind nicht vorhersagbar. In dem vorgeschlagenen Vorhaben soll ein 3D-Rechenverfahren zur möglichst genauen Vorhersage des Förderhöhenbruchs entwickelt und an Radialpumpen messtechnisch validiert werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei ein geringer Rechenaufwand durch die Entwicklung von recheneffizienten momentenbasierten Mehrphasenmodellen und die Verwendung von lizenzkostenfreier OpenSource Software, die die Nutzung des Rechenverfahrens auch in KMU erlaubt. Das Rechenverfahren soll nach Projektende in den F&E-Prozess der Pumpenindustrie implementiert werden. Der Transfer wird durch die Einbindung in eine durchgängige Toolkette und Schulungen für die Industrie unterstützt.

Kreiselpumpen sind die am weitesten verbreitete Pumpenbauart. Die Entwicklung von Hocheffizienz-Kreiselpumpen leistet einen entscheidenden Beitrag zur Einsparung von Antriebsenergie. Das Projekt schafft das notwendige Basiswissen, um Hocheffizienz-Kreiselpumpen für die Förderung von Flüssigkeiten mit moderater oder kurzzeitiger Gasbeladung auszulegen und wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben. Ein Wettbewerbsvorteil entsteht, indem die Pumpenhersteller durch den Einsatz der Berechnungsmethode die Einsatzgrenzen ihrer Pumpen präziser bestimmen und ausweiten können. Dadurch kommt es zu einer Diversifizierung des Marktes für Kreiselpumpen und zu erheblichen Energieeinsparungen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Kooperationen:** Prof. Holger Theisel, Inst. für Simulation und Grafik  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2019 - 31.12.2022

### **DNS und visuelle Analyse von Superstrukturen in turbulenten Kanälen mit Mischung durch parallele Injektion**

Um das Auftreten und die Auswirkungen von Superstrukturen in turbulenten Mischungen in Kanälen bei hohen Reynoldszahlen unter paralleler Injektion zu untersuchen, wird eine Kombination aus Direct Numerical Simulation (DNS), Wirbelextraktion, sowie eine feature-basierte Visualisierung vorgeschlagen. Hierfür sind keine Standardansätze vorhanden.

Für die DNS ist die Herausforderung, hohe Reynoldszahlen auf HPC-Systemen zu behandeln.

Weiterhin müssen Modelle bereitstehen, die numerisch alle Strömungseigenschaften, die für die Vermischung relevant sind, beschreiben.

Für die Wirbelextraktion gibt es drei Herausforderungen: zum einen verhindert die vorhandene Turbulenz, dass lokale Standard-Wirbelmasse genutzt werden können. Stattdessen sind Lagrange- oder hierarchische Wirbeldefinitionen notwendig. Zum zweiten muss die Wirbelextraktion so parametrisiert werden, dass die interessantesten und nicht unbedingt die stärksten Wirbelstrukturen gefunden werden. Zum dritten muss die Extraktion on-the-fly erfolgen, da die pure Menge an Simulationsdaten keine anderen Lösungen zulässt.

Um die Phänomene zu analysieren, werden DNS, Wirbel-Extraktion und Visualisierung in einem feedback-loop kombiniert. Während eine mehrstufige POD zusammen mit einer automatischen Wirbel-Extraktion on-the-fly durchgeführt wird, werden die dabei entstehenden Wirbelstrukturen in einem Postprocessing-Schritt visuell analysiert.

Diese effiziente Kombination aus DNS, POD und visueller Analyse soll die Identifizierung von Superstrukturen ermöglichen und helfen, deren Auswirkungen auf Transportprozesse zu erklären.



**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Kooperationen:** Prof. Andreas Seidel-Morgenstern, MPI Magdeburg; Prof. Heike Lorenz, MPI Magdeburg  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 30.09.2019 - 30.09.2021

### **Vermessung und Modellierung des Wachstums von Kristallen**

Zur gezielten Auslegung und Optimierung von Kristallisationsprozessen ist die Kenntnis der Wachstumsgeschwindigkeiten der Kristalle von zentraler Bedeutung. Diese Geschwindigkeiten sind spezifisch für die jeweils betrachteten Stoffsysteme und hängen stark vom eingesetzten Lösungsmittel, der Temperatur und den aktuellen Konzentrationsverhältnissen ab. Gegenwärtig verfügen wir über kein ausreichend zuverlässiges Instrumentarium zur Vorhersage dieser wichtigen Eigenschaft von Kristallen und es besteht ein Bedarf an zuverlässigen Mess- und Modellierungsmethoden. Unter den vorgeschlagenen Möglichkeiten eignet sich insbesondere der Einsatz der experimentellen Beobachtung der Dynamik der Größen- und Formveränderung von Einzelkristallen unter in sogenannten Wachstumszellen zuverlässigen und effizient einstellbaren Bedingungen. Numerisch erscheinen Lattice-Boltzmann-Ansätze besonders zielführend, um das Kristallwachstum unter Berücksichtigung der Hydrodynamik und aller Konzentrations- und Temperaturfelder zu beschreiben. Die Analyse der Versuchsergebnisse mit dem Ziel der Identifikation von Wachstumsmechanismen sowie der Schätzung von kinetischen Parametern erfordert dabei eine genaue Kenntnis der Fluidodynamik in den Messzellen. Diesem Aspekt wurde in bisherigen Arbeiten, die in der Regel auf der Annahme idealer Vermischungen basierten, kaum Rechnung getragen. Weiterhin wurden bisher die Einflüsse von Abweichungen von isothermen Bedingungen sowie Auswirkungen von Verunreinigungen und gezielt zugesetzten Additiven nicht bewertet. Die hier angestrebte Kombination aus Einzelkristallexperimenten mit detaillierten numerischen Simulationen soll eine vollständige Aufklärung der zugrundeliegenden Mechanismen erlauben.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Seyed Ali Hosseini  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2014 - 31.03.2020

### **Lattice-Boltzmann Simulationen partikelbeladener Strömungen**

Für eine korrekte Beschreibung des makroskopischen Verhaltens von Agglomeraten in Fluiden muss die Partikelumströmung akkurat berücksichtigt werden. Dabei muss sowohl die von einem äußeren Kraftfeld erzwungene, gerichtete Partikelbewegung (verantwortlich für, z. B., Sedimentation und Trennung), sowie die chaotische Partikelbewegung wegen turbulenter Schwankungen in entsprechenden Lattice-Boltzmann (LB) Simulationen beschrieben werden. Die Rückwirkung der Partikel auf die Entwicklung der turbulenten Strömungsstrukturen ist ebenfalls für das Verhalten des Gesamtsystems von essentieller Bedeutung. Sowohl die lokalen Turbulenzeigenschaften wie auch das makroskopische Verhalten der Strömung können durch Veränderungen in der Grenzschicht unter Zugabe von Kleinstmengen an Partikeln wesentlich verändert werden, wenn diese besondere morphologische Eigenschaften aufweisen. Daher soll ebenfalls mittels LB und Experimente untersucht werden, wie nicht-sphärische Partikel die Entwicklung turbulenter Strukturen beeinflussen können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Kooperationen:** Prof. Matthias Kraume, FG Verfahrenstechnik, TU Berlin  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2014 - 31.12.2021

### **Dispersion und Koaleszenz in gerührten mizellaren Dreiphasensystemen**

Apolare Edukte können in mizellaren Lösungsmittelsystemen mit wasserlöslichen Katalysatoren umgesetzt werden. Um eine ökonomisch sinnvolle Reaktionsgeschwindigkeit und eine schnelle Abscheidung des Produkts zu erreichen, müssen die Bedingungen so eingestellt werden, dass sich ein Dreiphasensystem bildet. Die Tropfengrößenverteilungen (TGV) der durch den Rührer erzeugten bidispersen Systeme sind für beide Prozessschritte entscheidend, wurden aber bisher noch nicht charakterisiert. Diese TGV sollen durch Erweiterung experimenteller (AG Kraume) und numerischer Methoden (AG Thévenin) bestimmt werden.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Cheng Chi  
**Kooperationen:** Prof. Frank Beyrau, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik; Prof. Dirk Bartel, IKAM; Prof. Hermann Rottengruber, Inst. für mobile Systeme  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.09.2018 - 30.04.2020

### **Direkte numerische Simulation der Zündung in Gasmotoren**

Bei Gasmotoren ist die Zündfähigkeit der lokalen Gasmischung eine große Herausforderung. Im vorliegenden Projekt wird diese anhand Direkter Numerischer Simulation (DNS) mit detaillierten Reaktionsmechanismen untersucht.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin  
**Kooperationen:** Prof. Einar Krus, Univ. Duisburg-Essen; Prof. Hartmut Wiggers, Univ. Duisburg-Essen  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2017 - 31.07.2023

### **Nanopartikelentstehung aus Prekursor-beladenen Tröpfchen: Strömungssimulation; Populationsdynamik von Partikeln und Tröpfchen; experimentelle Validierung**

Der Übergang von der Flüssig- in die Gasphase und das sich daran anschließende beginnende Partikelwachstum ist im Bereich der Sprayflammsynthese ein wenig untersuchtes Forschungsgebiet. Dabei fehlt es bisher sowohl an geeigneten experimentellen Untersuchungsmöglichkeiten als auch an numerischen Modellen, diese Phasenübergänge im Verlauf der Sprayflammsynthese umfassend zu beschreiben. Somit bleiben wichtige Teilschritte auf dem Weg vom Spray zum Partikel im Bereich der Spekulation.

Dieses Projekt hat es sich zum Ziel gesetzt, in einem Sprayflammenreaktor den Übergang von der flüssigen (Tropfen)-Phase in die feste Partikel-Phase detailliert zu untersuchen. Dabei kommt eine Kombination aus experimentellen und numerischen Werkzeugen zum Einsatz, die sich in ihren Möglichkeiten hervorragend ergänzen. Diese Arbeiten sollen insbesondere dazu dienen, den Übergang von der Spray/Tropfenphase in die Partikelphase zu untersuchen und so die Partikelentstehungsprozesse besser zu verstehen, um daraus relevante Parameter bezüglich einer zielgerichteten Sprayflammsynthese zu identifizieren, die dann zur Prozessoptimierung und zur Skalierung des Verfahrens verwendet werden können.

Die Aufgaben in Magdeburg betrifft die Berechnung der Trajektorien von verdampfenden Tropfen mittels DNS.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Benoit Fond  
**Kooperationen:** Polish Academy of Sciences Institute of Low Temperatures and Structure Research, Division of Optical Spectroscopy  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2019 - 01.11.2022

### **Co-doping von Übergangsmetallen in Lanthanoid-basierten Phosphoren zur Steigerung der Lichtemission als Grundlage für helle, abstimmbare Thermometer.-**

Das Hauptziel des Projektes ist es, die Photolumineszenz-Eigenschaften von Lanthanoid-basierten, optischen Thermometern durch Co-doping mit Übergangselementen zu verbessern. Aufgrund des signifikant höheren Absorptionsquerschnitts von Übergangsmetallen wird die Emissionsintensität der Lanthanoid-Ionen erhöht, was zu einer höheren Signalstärke des resultierenden Thermometers führt. Darüber hinaus ist die Energieübertragung zwischen dem Übergangsmetall und dem Lanthanoid stark von der Temperatur abhängig, weshalb diese Methode die Temperatursensitivität von codotierten, lumineszierenden Thermometern verbessern kann. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der Co-doping-Prozess von Übergangsmetallen in Lanthanoidbasierten Phosphoren in mikrokristallinen Partikeln

verstanden werden. Die Emissionsintensität und die Sensitivität von Lumineszenz-Thermometern hängt von vielen Werkstoffparametern ab. Zu diesen zählen das lokale Kristallfeld, die Phononen-Energie, die Dotierstoff-Konzentration oder die Energieniveau-Differenz zwischen angeregten Zuständen der Lanthanoide und dem Übergangsmetall. Ein besseres Verständnis des temperaturabhängigen Energieübertragungs-Prozesses ermöglicht die Kontrolle und die gezielte Entwicklung von Lumineszenz Thermometern. Für die Untersuchung der Energieübergang werden mikrokristalline Partikeln in Wroclaw synthetisiert und die spektroskopischen Eigenschaften in Magdeburg analysiert. Die Quanteneffizienz wird an abgesonderten Partikeln durchgeführt, um die Prozesse der Absorption, des Energieübergangs und der Emission in einzelnen Partikeln eindeutig zu verstehen. Host-Übergangsmetall- und Lanthanoid-abhängige Parameter werden anhand von Kombinationen systematisch analysiert. Der Absorptionsquerschnitt, die Energieübertragungsrate, und die strahlenden und nicht-strahlenden Quenchingsraten werden gemessen und mit theoretischen Modellen aus Wroclaw verglichen.

Diese Raten werden auch für eine Serie von Dotierstoffkonzentrationen (Übergangsmetall und Lanthanoid), Leistungsdichte der Anregung und Temperaturen gemessen, um der Einfluss der einzelnen Parameter auf den Sensibilisierungsprozess zu bestimmen. Das vorgeschlagene Projekt kombiniert die Expertise der Gruppe aus Wroclaw im Bereich Synthese, Strukturelle Charakterisierung und Theorie von Übergangsmetall- und Lanthanoid-dotierten Phosphoren mit der Expertise der Magdeburg-Gruppe im Bereich der spektroskopischen Untersuchung der

Lumineszenzeigenschaften abgesonderter Partikeln in temperaturgeregelten Strömungssystemen. Die Implementierung des Projektes wird zu einer ausführlichen Charakterisierung von Energieübergangprozessen zwischen Übergangsmetallen und Lanthanoiden führen, sowohl für das Grundlagenverständnis, als auch für die angewandte Entwicklung von Lumineszenz-Thermometern mit verbesserten Eigenschaften (besser passendes Anregungsfenster, höhere Emissionsintensität, höhere Temperaturempfindlichkeit).

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gábor Janiga  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Franziska Gaidzik  
**Kooperationen:** OVGU/FVST/ISUT-LSS, Christoph Roloff; OVGU/FNW/IfP-BMMR, Daniel Stucht  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.12.2017 - 30.11.2021

### MEMoRIAL-M1.8 — Augmented 4D flow

The phase-contrast magnetic resonance imaging (PC-MRI) method can provide dynamic, three-dimensional flow information in vivo, for instance revealing the blood flow velocity in subject-specific geometries. Although being limited with respect to spatial and temporal resolution, this non-invasive measurement technique may, however, not least point to essential (domain) boundary conditions for computational high-quality simulations. The application of PC-MRI methods combined with detailed computational simulations will not just exploit measured flow information at domain boundaries but also those throughout the volume. Moreover, this 'hybrid approach' is supposed to open up new possibilities for enhancing the quality of flow information. Within the context of this sub-project, computational methods allowing for enhancement of measured data ranging below the temporal and spatial experimental resolution limits will be developed.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Philipp Berg  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2018 - 30.06.2021

### GEPARD - Gefäßwandsimulation und -visualisierung zur Patientenindividualisierten Blutflussvorhersage für die intrakranielle Aneurysmamedellierung

Intrakranielle Aneurysmen (IAs) können im Fall einer Ruptur zu schweren Behinderungen oder einem schnellen Tode führen. Folglich werden computergestützte Verfahren eingesetzt, um zum einen das individuelle Rupturrisiko vorherzusagen und zum anderen die patientenspezifische Therapieplanung des behandelnden Arztes zu unterstützen. Da zum aktuellen Zeitpunkt in der Regel jedoch ausschließlich das individuelle Lumen von IAs betrachtet wird, die Ruptur aber häufig maßgeblich von Entzündungsprozessen in der Gefäßwand abhängt, ist es notwendig, existierende simulations- und computergestützte Auswertungsansätze zu erweitern. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens erfolgt die schrittweise Integration von Gefäßwand- und Umgebungs-informationen, sodass klinisch relevante Rückschlüsse in Bezug auf dieses komplexe Krankheitsbild gelingen. Hierzu zählen 1) die Erweiterung des Strömungsgebiets um die patientenspezifische Gefäßwanddicke, 2) die

Berücksichtigung einzelner Gefäßwandschichten bzw. sich in der Wand befindenden Strukturen (Plaques, etc.) und 3) die Integration der Gefäßwandumgebung, die das Aneurysmawachstum maßgeblich beeinflusst. Die Umsetzung der genannten Teilziele führt zur übergeordneten Zielstellung, behandelnde Ärzte bei ihrer patientenindividuellen Therapieplanung zu unterstützen. Das resultierende System ermöglicht eine realistische und verlässliche Blutflussvorhersage mit speziell dafür entwickelten Visualisierungstechniken, welches dem medizinischen Benutzer die im Antrag beschriebenen, neuen, zusätzlichen Informationen zur Verfügung stellt und somit die Bewertung intrakranieller Aneurysmen entscheidend verbessert.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Hoerner  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Shokoofeh Abbaszadeh, M.Sc. Dennis Powalla  
**Kooperationen:** Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik; Institut für Gewässerökologie & Fischereibiologie, Jena; SJE Ecohydraulic Engineering GmbH, Stuttgart; Technischen Universität Tallin, Center for Biorobotics, Tallin; Otto-von-Guericke Universität, Institut für Elektrische Energiesysteme  
**Förderer:** Bund - 01.03.2019 - 28.02.2022

#### **Alternativmethoden zum Tierversuch: RETERO - Reduktion von Tierversuchen zum Verletzungsrisiko von Fischen bei Turbinenpassagen durch Einsatz von Roboterfischen, Strömungssimulationen und Vorhersagemodellen**

Bei der Bewertung von Wasserkraftanlagen (WKA) werden zuvor gefangene Wildfische den Kraftwerksturbinen zugeführt und nach erfolgtem Abstieg die Mortalität sowie Anzahl und Schwere der Verletzungen festgestellt. In Deutschland wurden in den vergangenen drei Jahren >460.000 Versuchstiere für die Untersuchung des Fischabstiegs an WKA genutzt.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Fischversuche zur Evaluierung der Schädigung von Fischen bei der Passage von Turbinen und anderen Abstiegskorridoren an Kraftwerken zu reduzieren und sie durch Modelle zur Schädigungsprognose mit Daten von teilautonomen Robotersystemen und numerische Simulationen zu ergänzen und langfristig komplett zu ersetzen.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Katharina Zähringer  
**Projektbearbeitung:** B.Sc. Christin Velten  
**Kooperationen:** OVGU Magdeburg, Arbeitsgruppe für Echtzeit-Computergraphik, J. Prof. Christian Lessig  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2020 - 30.06.2024

#### **Experimental investigation of flow fields in the interstices of bulk particles with ray tracing based reconstruction**

The flow behaviour of the gas phase in a packed bed has important effects on mass and energy transport processes that are taking place in the bed. It is hence also a central parameter for process optimisation of such systems. Currently, however, only very limited data on the gas flow in packed beds exists, since the access to the particle interstices is very challenging with both probe-based and optical measurement methods. Furthermore, the existing results were typically obtained using refractive index matching, and are hence limited to liquids. For gaseous flows, mainly conclusions obtained using similarity theory are available, which limits the potential range of application.

In this project, we extend optical particle image velocimetry (PIV) of the velocity fields in the gas phase within packed beds by ray tracing reconstructions. For this, we use beds consisting of transparent bulk material so that the velocity field determination can be aided with a numerical simulation of light propagation through the bed. The simulation is performed with ray tracing, and the resulting information is used to correct the raw PIV particle images of the flow. This technique then allows for the direct measurement of velocity fields in the gas phase of transparent packed beds. For the development of the reconstruction method, the packed bed

is modelled using transparent spherical packing material in regular arrangements. The high sensitivity of the method to a precise correspondence between the experimental set-up and the simulation, including, for example, the exact shape and refractive indices of the spheres, will be addressed systematically through the numerical optimisation of the parameters used in the simulation as well as new methods for PIV illumination, calibration and post-processing. The gas flow in the bed will be varied concerning Reynolds number, arrangement of the gas inlets to the bed, and packing material size and arrangement. High-speed PIV will give access not only to the mean velocities but also to fluctuations and turbulence quantities in the interstices. These are important for heat and mass transfer modelling. The project will also deliver a complete methodology, including a ray tracing software, that facilitates the adoption of the method by the scientific community.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Katharina Zähringer  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Péter Kováts  
**Kooperationen:** Rzehak, Roland, Institut für Fluid-Dynamik Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf  
Bautzner Landstrasse 400 01328 Dresden  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2019 - 31.08.2022

### **Charakterisierung des Stoffübergangs von Sauerstoff in Blasensäulen: Entwicklung optisch-experimenteller und numerischer Euler-Euler Methoden**

Eine Berechnung von Blasenströmungen *auf der Skala ganzer Apparate* ist gegenwärtig nur mittels der Euler-Euler oder Euler-Lagrange Modellierung realisierbar. Zu rein hydrodynamischen Fragestellungen existieren bereits zahlreiche Untersuchungen, eine Betrachtung von Stoffübergang und Vermischung ist dagegen bislang nur in Ansätzen erfolgt, insbesondere bei *gleichzeitigem Vorliegen einer chemischen Reaktion*. Ähnlich gibt es auch zur experimentellen Charakterisierung solcher größer-skaliger Blasenströmungen mit Stoffübergang und chemischer Reaktion nur wenige methodische Ansätze, die mit genügender Genauigkeit und *zeitlicher sowie räumlicher Auflösung* Daten liefern können. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, solche numerischen, wie auch experimentellen Werkzeuge weiterzuentwickeln, die es erlauben, die Euler-Euler Modellierung und die experimentelle Untersuchung des Stofftransports in Blasensäulen auf einen vergleichbaren Stand zu der der Strömungsdynamik zu bringen. Hierbei stehen insbesondere die Problematiken der *Vermischung in der Säule* und der daraus entstehenden *Wechselwirkung zwischen chemischer Reaktion und Hydrodynamik* im Mittelpunkt, welche für Reaktionen mit moderater Geschwindigkeit wichtig sind. Dazu werden *numerische und experimentelle Methoden entwickelt* und Simulations-Modelle durch den Vergleich mit Messdaten *validiert*.

Da sich bezüglich des Stofftransports in der Literatur kaum geeignete Daten für eine solche Modellvalidierung finden, werden neue Messungen mit innovativen optischen Messtechniken durchgeführt. Der Schwerpunkt dabei liegt auf der simultanen Erfassung aller relevanten Größen, d.h. neben der Konzentration der Übergangskomponente auch der Geschwindigkeit der Blasen und der Flüssigkeit, sowie der Blasengrößen und -trajektorien mit hinreichender zeitlicher und räumlicher Auflösung. Zu diesem Zweck werden hochauflösende optische Messmethoden eingesetzt: Laser-induzierte Fluoreszenz für die Konzentration der Übergangskomponente, Particle-Image-Velocimetry für das Flüssigkeitsfeld und Shadowgraphie für die Blasen. Die betrachtete Geometrie wird, ausgehend von einer Blasenkette, im Laufe der Projektdauer über einen Blasenvorhang hin zum Blasenschwarm im Schwierigkeitsgrad gesteigert.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Katharina Zähringer  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Michael Mansour, M.Sc. Péter Kováts  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2021

### **Optimale Reaktionsführung in flüssigen Mehrphasensystemen**

Das Kernziel des Teilprojekts B1 des SFB/TR63 in der dritten Förderperiode ist es, die in den ersten beiden Förderperioden entwickelte Reaktor-Entwurfsmethodik so zu verallgemeinern, dass sie für komplexe Reaktionsnetzwerke, mehrstufige Reaktionsfolgen, verschiedene Phasenkombinationen (Gas/flüssig, Flüssig/flüssig, Gas/flüssig/ flüssig) und unterschiedliche Phasensysteme (TMS, MLS) einsetzbar ist. Bei der optimalen Steuerung des Reaktionsfortschritts soll das spontane Auftreten zusätzlicher flüssiger Phasen in der Entwurfsmethodik berücksichtigt werden. Die Stoffmengenströme von auszuschleusen-den Produkten sollen als

neue Steuervariablen herangezogen werden. Auf diese Weise soll der Entwurf von integrierten Reaktor-Separator-Systemen ermöglicht und die Verbindung mit der Synthese des Gesamtproduktionsprozesses in D1 hergestellt werden. Dort wird die erweiterte Entwurfsmethodik dazu genutzt, innovative Reaktorsysteme für die reduktive Aminierung von 1-Undecanal in TMS und MLS zu entwerfen. Weiterhin strebt das vorliegende Teilprojekt die Realisierung optimaler Reaktorsysteme in Form von innovativen Apparatemodulen an, welche mit experimentellen und numerischen Methoden detailliert charakterisiert werden. Dabei sollen Module mit unterschiedlichen Betriebsmodi (zyklischer Semibatch-Betrieb; stationärer Betrieb) und Mischungsverhalten (gerührte Reaktoren, Strömungsreaktoren) untersucht werden. Ausgewählte Reaktormodule werden gemeinsam mit D2 und D3 in die Miniplants integriert und dort unter Schließung aller wichtigen Stoffkreisläufe experimentell bewertet. Am Ende der 3. Förderperiode soll in B1 eine modellgestützte, validierte Entwurfsmethodik etabliert sein, mit der sich auf Basis thermodynamischer und kinetischer Informationen optimale Reaktor-Separator-Systeme für flüssige Mehrphasensysteme zuverlässig entwerfen lassen.

## 8. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Abdelsamie, Abouelmagd; Chi, Chi; Nanjaiah, Monika; Skenderovi, Ivan; Suleiman, Samer; Thévenin, Dominique**

Direct numerical simulation of turbulent spray combustion in the SpraySyn burner - impact of injector geometry  
Flow, turbulence and combustion: an international journal published in association with ERCOFTAC - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V. . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.472]

**Abdelsamie, Abouelmagd; Kruis, Frank Einar; Wiggers, Hartmut; Thévenin, Dominique**

Nanoparticle formation and behavior in turbulent spray flames investigated by DNS  
Flow, turbulence and combustion: an international journal published in association with ERCOFTAC - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 105.2020, S. 497-516;  
[Imp.fact.: 2.472]

**Abram, Christopher; Wilson Panjikkaran, Irin; Ogugua, Simon Nnalue; Fond, Benoit**

ScVO 4:Bi 3+ thermographic phosphor particles for fluid temperature imaging with sub-řC precision  
Optics letters - Washington, DC: Soc., Bd. 45.2020, 14, S. 3893-3896;  
[Imp.fact.: 3.714]

**Chi, Cheng; Abdelsamie, Abouelmagd; Thévenin, Dominique**

A directional ghost-cell immersed boundary method for incompressible flows  
Journal of computational physics - Amsterdam: Elsevier, Volume 404(2020), article 109122;  
[Imp.fact.: 2.985]

**Cleynen, Olivier; Engel, Sebastian; Hoerner, Stefan; Thévenin, Dominique**

Optimal design for the free-stream water wheel - a two-dimensional study  
Energy: the international journal - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 214 (2020), article 118880;  
[Imp.fact.: 6.082]

**Cleynen, Olivier; Santa-Maria, Germán; Magdowski, Mathias; Thévenin, Dominique**

Peer-graded individualised student homework in a single-instructor undergraduate engineering course  
Research in learning technology: the journal of the Association for Learning Technology (ALT) - Järfälla: Co-Action Publ., Bd. 28.2020, insges. 12 S.;

**Engel, Sebastian; Liesche, Georg; Sundmacher, Kai; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique**

Optimal tube bundle arrangements in side-fired methane steam reforming furnaces  
Frontiers in energy research - Lausanne: Frontiers Media, Volume 8(2020), article 583346, 17 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.746]

**Fang, Yuan; Woche, Hermann; Specht, Ekehard**

Influence of surface roughness on heat transfer during quenching hot metals with different nozzles  
Heat and mass transfer: research journal - Berlin: Springer . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.551]

**Fathi, Mojtaba F.; Perez-Raya, Isaac; Baghaie, Ahmadreza; Berg, Philipp; Janiga, Gábor; Arzanie, Amirhossein; DSouza, Roshan M.**

Super-resolution and denoising of 4D-Flow MRI using physics-Informed deep neural nets  
Computer methods and programs in biomedicine: an international journal devoted to the development, implementation and exchange of computing methodology and software systems in biomedical research and medical practice - Amsterdam: Elsevier, Volume 197(2020), article 105729;  
[Imp.fact.: 3.632]

**Gaidzik, Franziska; Pathiraja, Sahani; Saalfeld, Sylvia; Stucht, Daniel; Speck, Oliver; Thévenin, Dominique; Janiga, Gábor**

Hemodynamic data assimilation in a subject-specific circle of Willis geometry

Clinical neuroradiology: official publication of the German, Austrian and Swiss societies of neuroradiology - München: Urban & Vogel . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 3.183]

**Heyes, Andrew L.; Beyrau, Frank**

Recent developments in phosphor thermometry

Measurement science and technology: devoted to the theory, practice and application of measurement in physics, chemistry, engineering and the environmental and life sciences from inception to commercial exploitation - Bristol: IOP Publ., Volume 31, issue 2 (2019), article 020102, insgesamt 3 Seiten, 2020;

[Imp.fact.: 1.861]

**Hlawitschka, Mark W.; Kováts, Peter; Dönmez, B.; Zähringer, Katharina; Bart, H.-J.**

Bubble motion and reaction in different viscous liquids

Experimental and computational multiphase flow - [Singapore]: Springer Singapore . - 2020;

[Online first]

**Hoerner, Stefan; Bonamy, Cyrille; Cleynen, Olivier; Maître, Thierry; Thévenin, Dominique**

Darrieus vertical-axis water turbines - deformation and force measurements on bioinspired highly flexible blade profiles

Experiments in fluids: experimental methods and their applications to fluid flow ; research journal - Berlin: Springer, Volume 61 (2020), issue 6, article 141, insgesamt 17 Seiten;

[Imp.fact.: 2.443]

**Hosseini, Seyed Ali; Eshghinejadfard, Amir; Darabiha, Nasser; Thévenin, Dominique**

Weakly compressible Lattice Boltzmann simulations of reacting flows with detailed thermo-chemical models

Computers and mathematics with applications: an international journal - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 79.2020, 1, S. 141-158;

[Imp.fact.: 1.531]

**Hosseini, Seyed Ali; Safari, Hesam; Darabiha, Nasser; Thévenin, Dominique; Krafczyk, Manfred**

Corrigendum to Hybrid lattice Boltzmann-finite difference model for low mach number combustion simulation [Combustion and Flame 209(2019) 394-404]

Combustion and flame: the journal of the Combustion Institute - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 219.2020, S. 44;

[Imp.fact.: 4.12]

**Hosseini, Syed Ali; Abdelsamie, Abouelmagd; Darabiha, N.; Thévenin, Dominique**

Low-Mach hybrid lattice Boltzmann-finite difference solver for combustion in complex flows

Physics of fluids: devoted to the publication of original theoretical, computational, and experimental contributions to the dynamics of gases, liquids, and complex or multiphase fluids - [S.I.]: American Institute of Physics, Volume 32(2020), issue 7, article 077105, 15 Seiten;

[Imp.fact.: 3.514]

**Hundshagen, Markus; Mansour, Michael; Thévenin, Dominique; Skoda, Romuald**

3D simulation of gas-laden liquid flows in centrifugal pumps and the assessment of two-fluid CFD methods

Experimental and computational multiphase flow - [Singapore]: Springer Singapore, Bd. 3.2021, 3, S. 186-207;

**Kaneko, Naoki; Ullman, Henrik; Ali, Fadil; Berg, Philipp; Ooi, Yinn Cher; Tateshima, Satoshi; Colby, Geoffrey P.; Komuro, Yutaro; Hu, Peng; Khatibi, Kasra; Ponce Mejia, Lucido L.; Szeder, Viktor; Nour, May; Guo, Lea; Chien, Aichi; Vinuela, Fernando; Nemoto, Shigeru; Mashiko, Toshihiro; Sebara, Yoshihide; Hinman, Jason D.; Duckwiler, Gary; Jahan, Reza**

In vitro modeling of human brain arteriovenous malformation for endovascular simulation and flow analysis

World neurosurgery - Amsterdam: Elsevier, Volume 141(2020), Seiten e873-e879;

[Imp.fact.: 1.829]



**Kopparthy, Saketh; Mansour, Michael; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique**

Numerical investigations of turbulent single-phase and two-phase flows in a diffuser  
International journal of multiphase flow - Oxford: Pergamon Press, Volume 130 (2020), article 103333;  
[Imp.fact.: 2.829]

**Kopparthy, Saketh; Mansour, Michael; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique**

Numerical investigations of turbulent single-phase and two-phase flows in a diffuser  
International journal of multiphase flow - Oxford: Pergamon Press, 1973, Volume 130, article 103333, 2020;

**Kováts, P.; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina**

Influence of viscosity and surface tension on bubble dynamics and mass transfer in a model bubble column  
International journal of multiphase flow - Oxford: Pergamon Press, Volume 123, article 103174, 2020;  
[Imp.fact.: 2.829]

**Kováts, P.; Velten, C.; Mansour, Michael; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina**

Mixing characterization in different helically coiled configurations by laser-induced fluorescence  
Experiments in fluids: experimental methods and their applications to fluid flow ; research journal - Berlin:  
Springer, Volume 61(2020), article number: 203, 17 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.335]

**Kováts, Péter; Martins, Fabio J. W. A.; Mansour, Michael; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina**

Tomographic PIV measurements and RANS simulations of secondary flows inside a horizontally positioned helically coiled tube  
Experiments in fluids: experimental methods and their applications to fluid flow ; research journal - Berlin:  
Springer, Volume 61 (2020), issue 5, article 117, insgesamt 15 Seiten;

**Larsen, Naomi; Flüh, Charlotte; Saalfeld, Sylvia; Voß, Samuel; Hille, Georg; Trick, David; Wodarg, Fritz; Synowitz, Michael; Jansen, Olav; Berg, Philipp**

Multimodal validation of focal enhancement in intracranial aneurysms as a surrogate marker for aneurysm instability  
Neuroradiology: a journal devoted to neuroimaging and interventional neuroradiology ; official organ of the European Society of Neuroradiology - Berlin: Springer . - 2020, insges. 9 S. ;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.238]

**Lukas, Eduard; Roloff, Christoph; Wachem, Berend; Thévenin, Dominique**

Experimental investigation of the grade efficiency of a zigzag separator  
Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 369.2020, S. 38-52;  
[Imp.fact.: 4.142]

**Mansour, Michael; Khot, Prafull; Kováts, Péter; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina; Janiga, Gábor**

Impact of computational domain discretization and gradient limiters on CFD results concerning liquid mixing in a helical pipe  
The chemical engineering journal - Amsterdam: Elsevier, Volume 383 (2020), article 123121;  
[Imp.fact.: 10.652]

**Mansour, Michael; Khot, Prafull; Thévenin, Dominique; Nigam, Krishna D. P.; Zähringer, Katharina**

Optimal Reynolds number for liquid-liquid mixing in helical pipes  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 214 (2020), article 114522;  
[Imp.fact.: 3.871]

**Mansour, Michael; Landage, Avval; Khot, Prafull; Nigam, Krishna D. P.; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina**

Numerical study of gas-liquid two-phase flow regimes for upward flow in a helical pipe  
Industrial & engineering chemistry research - Columbus, Ohio: American Chemical Society, Bd. 59.2020, 9, S. 3873-3886;  
[Imp.fact.: 3.573]

**Mansour, Michael; Parikh, Trupen; Engel, Sebastian; Thévenin, Dominique**

Numerical investigations of gasliquid two-phase flow in a pump inducer  
Journal of fluids engineering - New York, NY: ASME, Bd. 142.2020, 2, insges. 2 S.;  
[Imp.fact.: 2.056]

**Mansour, Michael; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina**

Numerical study of flow mixing and heat transfer in helical pipes, coiled flow inverters and a novel coiled configuration  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 221 (2020), article 115690;  
[Imp.fact.: 3.372]

**Mansour, Michael; Zähringer, Katharina; Nigam, Krishna D. P.; Thévenin, Dominique; Janiga, Gábor**

Multi-objective optimization of liquid-liquid mixing in helical pipes using Genetic Algorithms coupled with Computational Fluid Dynamics  
The chemical engineering journal - Amsterdam: Elsevier, Volume 391 (2020), article 123570;  
[Imp.fact.: 10.652]

**Martins, Fabio J. W. A.; Kirchmann, Jonas; Kronenburg, Andreas; Beyrau, Frank**

Experimental investigation of axisymmetric, turbulent, annular jets discharged through the nozzle of the SPP1980 SpraySyn burner under isothermal and reacting conditions  
Experimental thermal and fluid science: international journal of experimental heat transfer, thermodynamics and fluid mechanics ; ETF science - New York, NY: Elsevier, Volume 114(2020), article 110052;  
[Imp.fact.: 3.444]

**Neuber, Gregor; Kronenburg, Andreas; Stein, Oliver T.; Garcia, Carlos E.; Williams, Benjamin A. O.; Beyrau, Frank; Cleary, Matthew J.**

Sparse-lagrangian PDF modelling of silica synthesis from silane jets in vitiated co-flows with varying inflow conditions  
Flow, turbulence and combustion: an international journal published in association with ERCOFTAC - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V. . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.472]

**Neyazi, Belal; Swiatek, Vanessa M.; Skalej, Martin; Beuing, Oliver; Stein, Klaus-Peter; Hattingen, Jörg; Preim, Bernhard; Berg, Philipp; Saalfeld, Sylvia; Sandalcioglu, I. Erol**

Rupture risk assessment for multiple intracranial aneurysms - why there is no need for dozens of clinical, morphological and hemodynamic parameters  
Therapeutic advances in neurological disorders - London [u.a.]: Sage, 2008, Bd. 13.2020, S. 1-11;  
[Imp.fact.: 5.0]

**Palanisamy, Saravanakumar; Nallathambi, Ashok Kumar; Specht, Eckehard**

Analytical solution for quenching of hot rolled aluminium plates without passing through C-curve  
Journal of thermal analysis and calorimetry: an international forum for thermal studies - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V. . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.731]

**Parikh, Trupen; Mansour, Michael; Thévenin, Dominique**

Investigations on the effect of tip clearance gap and inducer on the transport of air-water two-phase flow by centrifugal pumps  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 218 (2020), article 115554;  
[Imp.fact.: 3.372]

**Piotrowski, Wojciech; Trejgis, Karolina; Maciejewska, Kamila; Ledwa, Karolina; Fond, Benoit; Marciniak, Lukasz**

Thermochromic luminescent nanomaterials based on Mn 4+/Tb 3+ codoping for temperature imaging with digital cameras  
ACS applied materials & interfaces/ American Chemical Society - Washington, DC: Soc., Bd. 12.2020, 39, S. 44039-44048;  
[Imp.fact.: 8.758]

**Redemann, Tino; Specht, Eckehard**

Simulation of the firing of ceramic ware Part 1: Understanding the firing process in tunnel kilns  
Ziegelindustrie international: ZI / Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V., Bonn: ZI -  
Gütersloh: Bauverl. . - 2020, 1, S. 33-43

**Redemann, Tino; Specht, Eckehard**

Simulation of the firing of ceramic ware Part 2: Roadmap for CO2-free brick production by 2050  
Ziegelindustrie international: ZI / Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V., Bonn: ZI -  
Gütersloh: Bauverl. . - 2020, 4, S. 10-19

**Rivas, David Fernandez; Boffito, Daria C.; Faria-Albanese, Jimmy; Glassey, Jarka; Afraz, Nona; Akse, Henk; Boodhoo, Kamelia V. K.; Bos, Rene; Cantin, Judith; Chiang, Yi Wai; Commenge, Jean-Marc; Dubois, Jean-Luc; Galli, Federico; Mussy, Jean Paul Gueneau; Harmsen, Jan; Kalra, Siddharth; Keil, Frerich J.; Morales-Menendez, Ruben; Navarro-Brull, Francisco J.; Noel, Timothy; Ogden, Kim; Patience, Gregory S.; Reay, David; Santos, Rafael M.; Smith-Schoettker, Ashley; Stankiewicz, Andrzej I.; Berg, Henk; Gerven, Tom; Gestel, Jeroen; Stelt, Michiel; Ven, Mark; Weber, R. S.**

Process intensification education contributes to sustainable development goals. Part 1  
Education for chemical engineers - London [u.a.]: IChemE, Bd. 32.2020, S. 1-14;

**Theile, Martin; Reißig, Martin; Hassel, Egon; Thévenin, Dominique; Hofer, Martin; Michels, Karsten**  
Numerical analysis of the influence of early fuel injection on charge motion in a direct injection spark ignition  
engine using scale-resolving simulations

International journal of engine research - London: Sage Publ., Bd. 21.2020, 4, S. 664-682;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.272]

**Zhalehrajabi, Ehsan; Lau, Kok Keong; KuShaari, KuZilati; Tay, Wee Horng; Hagemeyer, Thomas; Idris, Alamin**

Modelling of urea aggregation efficiency via particle tracking velocimetry in fluidized bed granulation  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Vol. 223 (2020), Artikelnr. 115737;  
[Imp.fact.: 3.372]

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Behrendt, Benjamin; Voss, Samuel; Beuing, Oliver; Preim, Bernhard; Berg, Philipp; Saalfeld, Sylvia**

Victoria - an interactive online tool for the virtual neck curve and true ostium reconstruction of intracranial  
aneurysms

Bildverarbeitung für die Medizin 2020: Algorithmen Systeme Anwendungen. Proceedings des Workshops vom 15.  
bis 17. März 2020 in Berlin/ Bildverarbeitung für die Medizin - Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020; Tolxdorff,  
Thomas . - 2020, S. 209-214;  
[Workshop: Bildverarbeitung für die Medizin 2020, Berlin, 15. bis 17. März 2020]

**Lehr, Annemarie; Janiga, Gábor; Seidel-Morgenstern, Andreas; Thévenin, Dominique**

CFD simulation of a solid-liquid counter-current screw extractor  
Computer aided chemical engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 1997, Bd. 48.2020, S. 223-228;  
[Symposium: 30th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, 30.08. - 02.09.2020, virtual]

## ABSTRACTS

**Niemann, Annika; Schneider, Lisa; Neyazi, Belal; Beuing, Oliver; Berg, Philipp; Saalfeld, Sylvia; Larsen, Naomi**

Deep learning segmentation for 3D intracranial aneurysm models  
Clinical neuroradiology: official publication of the German, Austrian and Swiss societies of neuroradiology -  
München: Urban & Vogel, 2006, Vol. 30.2020, Suppl. 1, [45], S. S27;  
[Imp.fact.: 3.183]

## DISSERTATIONEN

### **Hoerner, Stefan; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Characterization of the fluid-structure interaction on a vertical axis turbine with deformable blades  
Magdeburg, 2020, xvii, 162 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 152-162]

### **Hosseini, Seyed Ali; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Development of a lattice Boltzmann-based numerical method for the simulation of reacting flows  
Magdeburg, 2020, xxiv, 205 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 167-184]

### **Jiang, Zhaochen; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Experimental and simulation studies of mesoscale phenomena in gas-solid fluidized beds PTV and CFD-DEM  
Magdeburg, 2020, x, 248 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 199-221]

### **Jie, Haozhi; Specht, Eckehard [AkademischeR BetreuerIn]**

Axial transport behavior and thermal treatment of polydisperse materials in direct heated rotary kilns  
Magdeburg, 2020, XIV, 201 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 156-161]

### **Kamranian Marnani, Abbas; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Study on the effect of very cohesive ultra-fine particles in mixtures on compression, consolidation, permeation, and fluidization  
Magdeburg, 2020, xxxiii, 214 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 197-209]

### **Mansour, Michael; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Transport of two-phase air-water flows in radial centrifugal pumps  
Magdeburg, 2020, xxvi, 207, 3 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 196-207]

# INSTITUT FÜR VERFAHRENSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58643, Fax 49 (0)391 67 42028  
anseidel@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Seidel-Morgenstern (geschäftsführender Leiter)  
Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl  
Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Sommerfeld  
Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher  
Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
Prof. Dr. Ir. Berend van Wachem

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Seidel-Morgenstern  
Prof. Dr.-Ing. Udo Reichl  
Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Sommerfeld  
Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher  
Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
Prof. Dr. Ir. Berend van Wachem  
Prof. Dr.-Ing. habil. Christof Hamel  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Fabian Denner  
apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Heike Lorenz  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Mirko Peglow  
PD Dr. rer. nat. habil. Yvonne Genzel

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

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

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

2. Bioprozesstechnik (Prof. Dr.-Ing. U. Reichl)

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

- Prozessüberwachung und -regelung
  - Metaproteomics mikrobieller Gemeinschaften
3. Mechanische Verfahrenstechnik (Prof. Dr. Ir. Berend van Wachem)
- Partikeltechnologie
  - Mehrphasenströmungen
  - Numerische Mechanik
4. Mehrphasenströmungen (Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Sommerfeld)
- Mehrphasenströmungen
  - Partikeltechnologie
  - Numerische Mechanik
5. Systemverfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. K. Sundmacher)
- Modellgestützte Analyse, Synthese und Optimierung komplexer verfahrenstechnischer Prozesssysteme
  - Neue Methoden für die Prozesssynthese
  - Nachhaltige chemische Produktionsverfahren
  - Prozesse der chemischen Energiewandlung
  - Elektrochemische Prozesse
  - Algen-Biotechnologie
  - Synthetische Biosysteme
6. Thermische Verfahrenstechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. E. Tsotsas)
- Trocknungstechnik
  - Wirbelschichttechnik
  - Partikelformulierung (Agglomeration, Granulation, Coating)
  - Strukturelle Charakterisierung (u.a. X-ray micro-CT)
  - Diskrete Modellierung (u.a. Porennetzwerke)

#### **4. KOOPERATIONEN**

- AstraZeneca GmbH, Wedel
- 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
- Petrobras, Rio de Janeiro (Brasilien)
- Politecnico di Milano, Italien
- ProBioGen AG, Berlin
- Sartorius Stedim Biotech GmbH, Göttingen
- Shell, Den Haag (Niederlande)

- TU Berlin
- TU Dortmund
- TU Hamburg-Harburg
- Weierstraß-Institut, Berlin

## 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Udo Reichl  
**Projektbearbeitung:** Dr. Dirk Benndorf  
**Förderer:** Sonstige - 01.06.2017 - 30.04.2021

### **Biokatalysatoren in Bioreaktoren: Monitoring, Regelung und multikriterielle Optimierung von Biogasprozessen**

Hauptziel des Vorhabens ist die Charakterisierung der mikrobiellen Stoffwechselaktivitäten in semi-kontinuierlich betriebenen Biogasreaktoren auf Basis vorrangig auftretender mikrobieller Proteine und Enzyme. Die Ergebnisse dieser Studie sollen zur Entwicklung von Strategien zur Unterstützung der Hydrolyse von nachwachsenden Rohstoffen (multikriterielle Optimierung) mittels der gezielten Zugabe von ergänzenden Enzymen pilzlichen Ursprungs komplementär zum bereits vorhandenen endogenen Hydrolysepotenzial dienen. Im Rahmen von Teilvorhaben II erfolgt die systemanalytische Begleitforschung zu den mikrobiellen Stoffwandlungsprozessen der im Teilvorhaben I stattfindenden Fermentationen. Ziel ist die Ermittlung der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaften auf taxonomischer und funktioneller Ebene, das Monitoring von Veränderungen in der Struktur der mikrobiellen Gemeinschaften während der durchgeführten Fermentationen und der jeweiligen prozesstechnischen Variation sowie die Ermittlung von Veränderungen in der metabolischen Aktivität der mikrobiellen Gemeinschaft. Hierzu soll ein kombinierter Ansatz bestehend aus der kontinuierlichen Erfassung der mikrobiellen Populationsdynamik mittels DNA-basierten TRFLP-Fingerprints und punktuell erfolgreicher Charakterisierung der Zusammensetzung der mikrobiellen Lebensgemeinschaft und deren metabolischem Potential mittels hochauflösenden und kombinierten OMICS-Technologien angewandt werden. Durch den bioinformatischen Abgleich aller erhaltenen Datensätze soll ein funktionelles Netzwerk der Systemmikrobiologie erstellt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Andreas Seidel-Morgenstern  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2021

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

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

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Andreas Seidel-Morgenstern  
**Kooperationen:** Syncom, Niederlande; Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland; University of Manchester, Großbritannien; ETH Zürich, Schweiz; Radboud University Nijmegen, Niederlande; University of Rouen, Frankreich; University of Strathclyde, Großbritannien; Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg  
**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  
**Kooperationen:** Hochschule Anhalt, Köthen, Prof. Dr. Christof Hamel  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2017 - 31.10.2020

### **Kontrolle und Intensivierung von Reaktionen durch Einsatz zyklisch betriebener Distributoren**

Ziel des vorliegenden Projektes ist die Steigerung der Ausbeute von gewünschten Olefinen durch verteilte Reaktantendosierung mittels Membrandistributoren. In einem zyklisch betriebenen Distributor ist hierzu vorgesehen, die oxidative und die thermische Dehydrierung am industriell relevanten Modellsystem Propan zu untersuchen. Im Hinblick auf die Nutzung maximaler Synergieeffekte soll mit Hilfe eines integrierten Reaktors (autothermer Betrieb) eine stoffliche und energetische Kopplung erfolgen und diese anschließend bewertet werden. Die nachteilige Katalysatordeaktivierung bei der thermischen Dehydrierung soll in diesem Vorhaben mit Hilfe des zyklischen Betriebes kompensiert werden, da im Gegensatz zu etablierten Prozessen in jeder Phase der Apparat/Katalysator vollständig ausnutzt werden kann. Hierzu ist ein kontrollierter transmembraner Sauerstoffstrom, der sich temporär der Katalysatoraktivität anpasst, modellbasiert zu ermitteln. Die Kontrolle der Temperatur und der Geschwindigkeit der Reaktionsfronten im Apparat soll durch verteilte Dosierung effizient gestaltet werden. Vor diesem Hintergrund werden durch modellgestützte Untersuchungen (1D/2D)



die komplexen Temperatur- und Konzentrationsfelder abgebildet, um optimale Dosierprofile identifizieren als auch bewerten zu können (Kompatibilität von Reaktion und Membran). Eine experimentelle Validierung der zyklisch betriebenen Distributoren wird desintegriert unter stofflichen Gesichtspunkten und darauf aufbauend unter Verwendung der entwickelten Methoden vollintegriert mit stofflicher und energetischer Kopplung im Pilotmaßstab erfolgen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Martin Sommerfeld  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2017 - 31.08.2020

### **Modellierung des Einflusses der Blasendynamik auf Bewegung, Stoffaustausch und chemische Reaktion**

Im Rahmen des beantragten Forschungsvorhabens soll die Blasendynamik, also Formoszillationen und Taumelbewegung, bei der Beschreibung von Blasenbewegung, Stoffaustausch und chemischer Reaktion in Euler/Lagrange-Berechnungen von Blasenströmungen modelliert und validiert werden. Aufgrund der Blasendynamik vollführen die Blasen eine Taumelbewegung und die Phasengrenzfläche als auch die Strömungsverhältnisse in der Blasenumgebung werden kontinuierlich verändert. Dies erhöht schließlich auch die Verweilzeit der Blasen im Reaktor. Dadurch werden natürlich Stoffaustausch und Reaktionsraten deutlich verbessert. Bisher wurde der Einfluss der Blasendynamik weder bei Euler/Euler- noch bei Euler/Lagrange-Berechnungen von Blasenströmungen berücksichtigt. Derartige Modelle sollen daher im beantragten Vorhaben entwickelt werden. Damit wird das beantragte Forschungsvorhaben einen maßgeblichen Beitrag zur verbesserten numerischen Berechnung von reaktiven Blasenströmungen liefern.

Die Berechnungen der Fluidströmung wird mit einer Grobstruktursimulation (LES: large eddy simulations) unter Verwendung eines dynamischen Feinstrukturmodells (SGS: sub-grid-scale) durchgeführt. Dabei wird der Einfluss der Blasen sowohl in den Impulsgleichungen als auch bei der Modellierung der Feinstruktur turbulenz berücksichtigt (Turbulenzdämpfung und blaseninduzierte Turbulenz, BIT). Die Berechnung der Blasenbewegung erfolgt unter Berücksichtigung aller relevanten Kräfte ("Basismodell siehe Liao et al. 2015) und des Einflusses der Feinstruktur turbulenz auf den Blasen transport. Zusätzlich werden die Bedeutung der Basset-Kraft untersucht und verbesserte Wandwechselwirkungsmodelle entwickelt. Die Blasendynamik wird auf allen drei Ebenen der Modellentwicklung berücksichtigt, nämlich bei Blasenbewegung, Stoffaustausch und chemischer Reaktion. Die Dynamik der Blasen bei deren Bewegung wird durch die stochastische Variation der Exzentrizität und der Orientierung modelliert, wobei eine theoretisch entwickelte Oszillationszeit einfließt. Beim Stoffaustausch und der chemischen Reaktion wird die Blasendynamik (bzw. die Blasenform) in den Beziehungen für die Sherwood-Zahl und dem Verstärkungsfaktor berücksichtigt. Neben theoretischen Arbeiten werden diese Korrelationen durch Kooperation mit der AG Prof. Bothe (TU Darmstadt) auf der Grundlage von direkten numerischen Simulationen entwickelt. Durch Lagrangesche Simulationen soll weiterhin die Euler-Modellierung der Blasendynamik in der AG Dr. Rzehak (HZD-Rosendorf) unterstützt werden.

Die Dynamikmodelle für Blasenbewegung, Stoffaustausch und chemische Reaktion (unter anderen für das System Fe-NO) sollen schrittweise entwickelt und in OpenFOAM implementiert werden. In jedem Arbeitsschritt wird eine detaillierte Validierung der Simulationen anhand von experimentellen Daten aus dem SPP 1740 durchgeführt (z.B. AG Prof. Schlüter TU Hamburg-Harburg, AG Prof. Kraume TU Berlin, AG Prof. Hampel TU Dresden).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2019 - 31.03.2022

### **"Computergestützter Entwurf von stark eutektischen Lösungsmitteln für Trennprozesse zur Separation von Naturstoffen aus füssigen Gemischen"**

The project focuses on the development of a model-based methodology for systematic component selection and process design for Deep Eutectic Solvents (DES) to be used as mass separation agents in liquid-liquid extraction of target molecules from natural product mixtures. The extraction of tocopherol (Vitamin E) from deodorizer distillate (tocopherol/ methylinoate), a valuable stream from the vegetable oil production, is taken as example of practical relevance.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2021

### **SFB/TR 63: Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen - TP B1: Optimale Reaktionsführung in flüssigen Mehrphasensystemen / 3. Förderperiode**

Das Teilprojekt B1 hat zum Ziel, Methoden zur Ermittlung der optimalen Reaktionsführung für flüssige Mehrphasensysteme zu entwickeln und exemplarisch auf die Hydroformylierung langkettiger Alkene anzuwenden. Dabei übernimmt es wichtige Funktionen innerhalb des SFB/TR. Zum Einen wird eine Methodik für die optimale Reaktionsführung und die ideale Reaktorgestaltung als generische Fragestellung entwickelt. Zum Anderen werden konkrete Reaktorkonzepte für den im SFB/TR behandelten Hydroformylierungsprozess langkettiger Alkene in temperaturgesteuerten Lösungsmittelsystemen entworfen. Diese werden apparativ realisiert und hinsichtlich ihres reaktionstechnischen und strömungstechnischen Realverhaltens charakterisiert. Danach wird der resultierende optimale Reaktor in Kooperation mit dem Teilprojekt B5 in eine Mini-plant integriert, um das Reaktorverhalten im Gesamtprozess mit geschlossenen Rückführungsströmen zu untersuchen und robust auszulegen. Das Teilprojekt B1 übernimmt dabei eine wichtige Brückenfunktion für den SFB/TR, indem es alle drei Projektbereiche miteinander verknüpft.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Kai Sundmacher  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **"Mehrskalen-Analyse und rationaler Entwurf von dynamisch betriebenen, integrierten Katalysator-Reaktor-Systemen für die Methanisierung von CO<sub>2</sub>"**

Power-to-Methane ist ein Konzept zur chemischen Speicherung von überschüssiger elektrischer Energie, die aus erneuerbaren Quellen, wie zum Beispiel Wind- und Solarkraft, gewonnen wird. Die überschüssige Energie dient hierbei zunächst zur Gewinnung von Wasserstoff durch die Elektrolyse von Wasser. Der Wasserstoff wird anschließend mit Kohlenstoffdioxid, welches beispielsweise aus Kraftwerken, industriellen Prozessen (z. B. Stahl- und Zementindustrie) oder aus Biogasanalgen stammt, zu Methan katalytisch umgesetzt. Das erhaltene Methan kann in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist werden oder als Ausgangsstoff für die chemische Industrie verwendet werden. Um große Zwischenspeicher zu vermeiden, ist es vorteilhaft die eingesetzten katalytischen Festbett-Reaktoren flexibel, entsprechend des vorhandenen Energieüberschusses, zu betreiben.

Die Auswirkungen der dynamischen Betriebsweise auf die eingesetzten Methanisierungs-Katalysatoren ist jedoch noch nicht ausreichend erforscht und verstanden. Allerdings ist bereits bekannt, dass die Katalysatorstruktur, welche dessen Aktivität und Stabilität in hohem Maße beeinflusst, von den vorhandenen Reaktionsbedingungen abhängt und sich zum Beispiel durch Phasenumwandlung und Sinterung verändern kann. Zusätzlich beeinflussen Speichergrößen, wie zum Beispiel die Wärmekapazität des Katalysators, die zeitliche Veränderung des Systems. Im Rahmen dieses Projekts erfolgt in Zusammenarbeit mit der Universität Leipzig und dem Karlsruher Institut für Technologie eine dynamische Multiskalenanalyse und Modellierung der zugrundeliegenden chemischen und physikalischen Vorgänge vom aktiven Zentrum bis zur Reaktorskala. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen zum Entwurf eines neuartigen Katalysator-Reaktor-Systems dienen, welches in der Lage ist dauerhaft mit dynamischen Lastwechseln effizient betrieben zu werden.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Simson Rodrigues  
**Kooperationen:** Dr. Nicole Vorhauer-Huget; Prof. Viktor Scherer, Ruhr-Universität Bochum  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.07.2020 - 14.06.2024

### **Contact heat transfer and heat conduction in packed beds of edged particles**

A central parameter of thermal DEM is the particle-particle heat transfer coefficient during binary contacts. Contact heat transfer is always important when heat is transmitted from a wall to an ad-joining bed of particles in order to conduct thermochemical processes, but in presence of steep temperature profiles it can also be significant when heat is supplied from the gas phase. Despite of its central role, simplified models, the validity of which is questionable even in case of equally sized spheres, are used to calculate contact heat transfer. Any reliable background is missing in case of edged, polyhedral particles, despite of many applications in practice. The project aims at a new and more reliable way of predicting the heat transferred when particles come for a certain period of time in contact with each other from effective packed bed thermal conductivity. Therefore, effective packed bed thermal conductivity shall be investigated by experiments and simulations for a wide range of different polyhedral particles. This will enable the prediction of effective thermal conductivity and contact heat transfer not only for spheres but also for arbitrary materials that consist of polyhedron-like particles. In this frame, packed bed porosity and the relative area of flat interparticle contacts will also be derived from X-ray  $\mu$ -CT imaging results and correlated with adequately defined particle form parameters. Moreover, interstitial packed bed morphology, including pore size variability, will be characterised. Ultimately, the research goal is to place the thermal part of the DEM on a scientifically well founded and technically easily usable basis for particles of any shape.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Rongyi Zhang  
**Kooperationen:** Dr. Torsten Hoffmann; Dr. Maksim Mezhericher, Princeton University  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.01.2018 - 31.10.2022

### **Coating of fine particles by aerosol and other techniques**

Coating of very small particles in gas atmosphere at nearly ambient conditions is highly desirable but still a challenge in industry. Conventional spray fluidized bed (or similar) processes tend to extensive agglomeration when the core particles are too small. The process can, though, be shifted to smaller core particles when conducted with aerosol, instead of conventional spray droplets. Apart from fully coated particles, particulate products with interesting patterns of island surface growth can also be achieved in this way. Conventional sprays are also investigated, based on the idea of embedding single particles to be coated in single spray droplets.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Jiajie Du  
**Kooperationen:** Dr. Torsten Hoffmann; Prof. Andreas Bück, Friedrich-Alexander University Erlangen-Nuremberg  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.09.2016 - 31.12.2020

### **Spray agglomeration in continuously operated horizontal fluidized beds**

The project investigates the dynamics of continuous fluidized bed spray agglomeration in a horizontal fluidized 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 behavior and product quality.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Lucas Briest  
**Kooperationen:** Dr. Nicole Vorhauer-Huget; Institut für Ziegelforschung Essen e.V.;  
Materialforschungs- und prüfanstalt, Bauhaus Universität Weimar  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2020 - 30.06.2022

### **Intermittierende Mikrowellentrocknung für die Ziegelindustrie**

Bricks belong to the oldest building materials, but they are still in frequent use and of a great importance. Especially the drying of bricks is of key interest for energy savings and product quality. The new generation of industrial processes for the drying of bricks is prepared in this project, based on the intermittent use of microwaves in combination with conventional convective drying. The drying process is investigated by experiments and simulations in Magdeburg. We are cooperating closely with experts on clay materials and on microwave irradiation.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Xiaodan Yao  
**Kooperationen:** Dr. Torsten Hoffmann; AVA - Anhaltische Verfahrens- und Anlagentechnik GmbH, Magdeburg; DDP Specialty Products Germany GmbH & Co. KG, Bomlitz; Dr. Wernecke Feuchtemesstechnik GmbH, Potsdam; BASF SE, Ludwigshafen; Evonik Technology & Infrastructure GmbH, Hanau; Glatt Ingenieurtechnik GmbH, Weimar; Granolis GmbH, Meiningen; IPT Pergande GmbH, Weißandt-Gölzau  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2020 - 31.05.2023

### **Granulation in der Sprühwirbelschicht mit Gasbeimischung zum Feed**

We are exploring spray fluidized bed granulation (or coating) by mixing of inert gas (air) to the feed. In this way we are expecting to break path for new classes of particulate products, placed between spray dried powders and conventional spray fluidized bed granules. Easy handling of relatively large product particles shall be combined with fast reconstitution in water and with relatively high bulk density by the new technology.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Supriya Bhaskaran  
**Kooperationen:** Dr. Nicole Vorhauer-Huget; Dr. Tanja Vidakovic-Koch, MPI Magdeburg  
**Förderer:** Sonstige - 01.11.2020 - 31.08.2023

### **Lattice Boltzmann modeling of gas-liquid distribution in anodic transport layer during water electrolysis**

Transport phenomena in electrochemically relevant thin porous layers are key for the further development of environmentally friendly energy production technologies. In case of water splitting by electrolysis, wetting and drying of the anodic transport layer are of special importance. Those processes are here investigated by the Lattice Boltzmann method, which allows for computation on the real porous structure, reconstructed by micro-CT. The research is complementary to a parallel project that uses pore network modeling.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Wencong Wu, Dr. Kaicheng Chen  
**Kooperationen:** Deutsche Industrie aus Exzellenscluster WIGRATEC (Glatt Ingenieurtechnik); niederländische Projektpartner (Bodec, Nestlé NL)  
**Förderer:** Bund - 01.04.2019 - 31.03.2022

### **Advanced processing of mixed-ingredient food particles (ADMIX)**

Aus mehreren Ingredienzien bestehende Lebensmittelpartikel werden heute noch durch Beimischung von Funktionszutaten in sprühgetrocknetes Pulver hergestellt. Neben anderen Eigenschaften ist die Homogenität des Produktes dabei wichtig. Um das Profil der Produkteigenschaften und die Prozesseffizienz zu verbessern, wird im Verbundprojekt des internationalen Exzellenzclusters einerseits die Kombination aus Sprühtrockner und Mischer verbessert. Andererseits werden hybride, auf Sprühwirbelschichten beruhende Technologien eingeführt. Schließlich wird eine neuartige, Sprühtrocknung und Sprühwirbelschicht in einem einzigen Apparat integrierende Technologie entwickelt und demonstriert.

An der Universität Magdeburg werden Mischer für Pulver unterschiedlicher Art und Form durch kleine, mittels der diskrete Elemente Methode (DEM) schnell simulierbare Partikelsysteme dargestellt. Solche Simulatoren sollen neue Möglichkeiten für die Auslegung von Mischprozessen eröffnen. Darüber hinaus werden Struktur und Zusammensetzung von Partikeln aus allen Produkten bildgebend sowie spektroskopisch charakterisiert. Die genannten Verfahrensalternativen werden im Hinblick auf Effizienz und Produktqualität vergleichend ausgewertet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Farooq Hussain, MSc. Abhinandan Kumar Singh  
**Kooperationen:** Kooperationen: Deutsche Industrie aus Exzellenzcluster WIGRATEC (Pergande Group); niederländische Projektpartner (Bodec, Agglomix); Dr. Maciej Jaskulski, TU Lodz  
**Förderer:** Bund - 01.04.2019 - 31.03.2022

### **Combined agglomeration technology for food (COAGG)**

Agglomerate sind wegen günstiger Instanteigenschaften von großem Interesse für die Lebensmittelindustrie. Diese werden heute vorwiegend durch Sprühtrocknung, gelegentlich auch in Sprühwirbelschichten hergestellt. Jeder dieser Prozesse wird im Verbundprojekt des internationalen Exzellenzclusters aufgewertet, um die Prozesseffizienz und das Eigenschaftsprofil der Produkte zu verbessern. Darüber hinaus wird eine neue Technologie eingeführt, die die genannten Einzelprozesse miteinander kombiniert. Untersuchungen werden sowohl mit Modellstoffen als auch mit hochwertigen Lebensmittelprodukten durchgeführt.

An der Universität Magdeburg werden im Rahmen des Verbundprojektes Apparate mit multiplen Sprays mittels Computational Fluid Dynamics simuliert. Dabei wird neben dem üblichen Zulaufmaterial eine Bindersubstanz so gesprüht, dass die Wechselwirkung zwischen den Sprays zu einem günstigen Agglomerationsergebnis führt. Die Struktur von Produktpartikeln wird mittels Röntgen-Mikrotomographie sowie Rasterelektronenmikroskopie bildgebend charakterisiert. Aus den Bildern werden Deskriptoren abgeleitet, die die Struktur der Produktpartikel beschreiben und mit Gebrauchseigenschaften korrelieren. Verfahrensalternativen werden in Hinblick auf Effizienz und Produktqualität vergleichend ausgewertet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Maximilian Thomik  
**Kooperationen:** Dr. Nicole Vorhauer-Huget; Prof. Petra Först, TU München; Prof. Harald Schuchmann, Hochschule Darmstadt  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 04.01.2019 - 31.03.2022

### **Pore network modeling of freeze drying on the basis of lyomicroscopic and tomographic measurements**

Freeze drying is a necessary and common process in the manufacturing of high-value products, but it is also slow and expensive. Efforts to increase the efficiency push the process into regions, in which the solid scaffold of the product can soften and collapse. Such damaging events are always local and can thus not be captured by conventional continuum models, which are also otherwise limited in their predictive ability. Therefore, and for the first time, a pore network model capable of representing the microscale shall be developed for freeze drying in this project. The pore network will be three-dimensional and irregular. It will account for the local, pore-scale variation of heat and mass transport as well as of structure and properties of the drying body, with two-way coupling between heat transport and drying. Freezing experiments and experiments of subsequent freeze drying of aqueous sugar solutions in a lyomicroscope will guide model development. Freezing is a crucial step, because it creates around ice crystals of different size and shape the solid scaffold to be subsequently

dried. The morphology of the frozen or freeze dried material is evaluated on the basis of three-dimensional X-ray tomography data and used to generate realistic pore networks. Parameters of the pore network model are identified and the model is validated by freeze drying experiments conducted both outside and within the region of conditions that result in structural collapse.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Gerd Strenzke  
**Kooperationen:** Dr. Torsten Hoffmann; Prof. Achim Kienle; Prof. Andreas Bück, Friedrich-Alexander University Erlangen-Nuremberg  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.11.2016 - 31.10.2022

### **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:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Hashir Altaf  
**Kooperationen:** Dr. Nicole Vorhauer-Huget; Dr. Tanja Vidakovic-Koch, MPI Magdeburg  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.09.2019 - 31.08.2023

### **Pore network modeling of the anode porous transport layer of water electrolyzers**

Transport and distribution of water in conjunction with the oppositely occurring transport of oxygen in the anodic porous transport layer (PTL) restrain crucially the performance of water electrolyzers. To remove such limitations pore network models of the PTL will be developed. Pore networks will first be generated (based on 3D X-ray  $\mu$ -CT data) and validated for real materials. Then, systematic pore network simulations will be conducted to track modifications of the internal structure that would be beneficial for performance. Validation experiments will be provided by a joint experimental project. Discrete simulation results that can be used for deriving effective transport parameters for continuum modelling will be delivered to it.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Jari Roßberg  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Frank Beyrau, FVST/OVGU  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.04.2017 - 31.03.2020

### **Intelligent Multi-Ernergy Systems (SmartMES)**

Coupling elements between power, gas and heat networks are investigated and modelled from the process engineering point of view. Embedded in a consortium with electrical engineering, we are aiming at efficient and stable networks fed with regenerative energy forms.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Tariq Mahmood Hafiz  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.10.2017 - 30.09.2021

#### **Pore network model for dynamic wetting of porous materials**

Goal of this project is to essentially upgrade pore networks models that the group has developed for the wetting of porous materials. Wetting is of great importance for, e.g., the application properties of food components and the operability of electrodes. Simulation studies are accompanied by microfluidic experiments.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Abhinandan Kumar Singh  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.06.2017 - 31.05.2020

#### **Morphology of spray fluidized bed agglomerates**

The working group was the first to develop stochastic microscale models for spray fluidized bed agglomeration. However, such models are either coarse in respect to agglomerate morphology or computationally very expensive (ballistic algorithms). This project explores new possibilities for tracking morphology at low computational cost during the process. Agglomeration is decisive for the instant properties of food and pharmaceutical products.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Daniel Pramudita  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.04.2017 - 31.03.2021

#### **Intensified processes for food and other materials**

We are exploring high-temperature spray drying processes that can be used to produce various conventional products or fully new classes of dry nanoparticles. While anorganic materials are an obvious target, we are also exploring the production of organic materials (i.e. food components), which may be possible despite of high temperature due to the extremely short drying time.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Faez Ahmad  
**Kooperationen:** Prof. Prat, IMFT Toulouse, Frankreich; Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.06.2017 - 31.08.2020

#### **Advanced drying theory of capillary porous media from high-performance-computing pore network simulations**

Drying of porous media is central to many environmental and engineering applications. In this context, this project aims at performing a major breakthrough in the modelling of the drying process in capillary porous media. The work is based on a combination of state of the art pore network modelling, pore network simulations and new experiments.

Two- and three-equation continuum models are developed taking into account the non-local equilibrium condition of the vapour and from the distinction between the percolating and non-percolating liquid clusters. The secondary capillary structures corresponding to the liquid trapped in various geometrical singularities of the pore space is characterised experimentally and from numerical simulations and taken into account as a distinct and specific phase in the continuum models.

The pore network models are developed so as to perform high performance computing (HPC) simulations, which

is necessary to meet the length scale separation constraints allowing the computation of continuum model parameters from pore network simulations.

Experiments of drying with a dissolved species (salt) are performed in order to obtain additional validation of the pore network and continuum models developed in the project, noting that situations where a dissolved species is present in the liquid are of paramount importance in many applications. In the present project, the formation and distribution of salt crystallisation spots are used as key validation factors of the models and as physical signatures of the drying process, especially as regards the impact of the secondary capillary structures developing during drying.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Ibtihaj Khurram Faridi  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Abdolreza Kharaghani; Fraunhofer IFF, Magdeburg, Dr. Wolfram Heineken  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.11.2018 - 31.10.2021

### **Machine learning applications to process equipment**

The use of modern machine learning and artificial intelligence methods in process engineering is investigated. This is done exemplarily for drying applications, especially for droplet spray drying. Moreover, combustion of biomaterials in fluidized bed equipment is analyzed by using both, experimental and synthetic (computational fluid dynamics) data.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Evangelos Tsotsas  
**Projektbearbeitung:** MSc. Manuel Janocha  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2018 - 31.08.2021

### **Layer buildup and structure from single deposited droplets**

This project replicates experimentally in a droplet-by-droplet manner how layers are successively built from drying droplets that contain solid material. Contour and porosity are measured incrementally during layer buildup by means of white interferometry. Salt solutions, nanosuspensions and microsuspensions are investigated for different drying conditions. Purpose of the project is to elucidate the principles of granulation and coating.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Fabian Denner  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.07.2020 - 14.07.2023

### **Akustisch getriebene Wolkenkavitation beschichteter Mikroblasen**

Akustische Kavitation, d.H. das druckgetriebene Verhalten von Blasen in einer flüssigen Umgebung, wird in einer Vielzahl von technischen Anwendungen, die von Ultraschallreinigung bis zu beschichteten Mikroblasen als Ultraschallkontrastmittel (UKM) in der medizinischen Bildgebung reichen, eingesetzt. Insbesondere die akustische Kavitation von UKM-Mikroblasen, die mit einer Phospholipid-Einzelschicht oder Proteinschicht benetzt sind, hat zu einer stetig wachsenden Anzahl diagnostischer und therapeutischer biomedizinischer Anwendungen geführt, einschließlich der gezielten Arzneimittelverabreichung und neuartiger Krebsbehandlungen. Trotz eines umfangreichen Fundus an Literatur über die akustische Kavitation von Mikroblasenwolken gibt es nach wie vor noch kein umfassendes Verständnis des Verhaltens von Wolken von beschichteten Mikroblasen in einem akustischen Feld. Insbesondere ein detailliertes Verständnis der Druck-, Geschwindigkeits- und Temperaturverteilung als Ergebnis des Kollapses der Blasenwolke ist für die Sicherheit und den Erfolg der Behandlung in biomedizinischen Anwendungen von entscheidender Bedeutung, wurde jedoch noch nicht systematisch untersucht. Vor diesem Hintergrund sind die Hauptziele des vorgeschlagenen Projekts (i) eine detaillierte Analyse des Drucks und der Temperatur in der Nähe kollabierender Mikroblasenwolken und (ii) ein umfassender Vergleich der akustischen Wolkenkavitation von unbeschichteten und beschichteten Mikroblasen,



was gemeinsam den Grundstein für eine sicherere und effizientere Nutzung der akustischen Kavitation in biomedizinischen Anwendungen legen wird. Um diese Forschung zu ermöglichen, werden wir im Rahmen eines Euler-Lagrange-Algorithmus neue numerische Berechnungsmethoden entwickeln, die den Stand der Technik erweitern, indem aktuelle Einschränkungen hinsichtlich der Blasengröße beseitigt und die Temperaturvorhersage in Flüssigkeiten erheblich verbessert werden. Insbesondere für biomedizinische Anwendungen erwarten wir, dass solche numerische Methoden ein wertvolles Forschungsinstrument darstellen, das Experimente ergänzen kann.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Fabian Denner  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Berend [Projektleiter][96889], van Wachem  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2019 - 30.06.2022

### **Nichtlineare Kapillarsysteme mit tensidebeladenen Grenzflächen**

Theoretische Studien der physisch-chemischen Hydrodynamik von Kapillarsystemen mit Tensiden haben sich bisher vorzugsweise auf das lineare Regime konzentriert, was diese Studien auf kleine Obflächenamplituden, diffusionsdominierten Transport von unlöslichen Tensiden und kleine Reynoldszahlen beschränkt. Ein ausführliches Verständnis des Einflusses von tensidebeladenen Grenzflächen mit endlicher Amplitude und der Adsorptionskinetik von löslichen Tensiden, welche für Anwendung im Bioingenieurwesen bis hin zu Fertigungsverfahren von direkter Bedeutung sind, ist daher nicht vorhanden. Das vorgeschlagene Forschungsprojekt untersucht das nichtlineare Verhalten von tensidebeladenen Kapillarsystemen, wobei es sich auf die Dispersion und Dämpfung von Kapillarwellen mit endlicher Amplitude, sowie auf die Entwicklung und Stabilisierungsmechanismus von Einzelwellen auf flüssigen trägheitsdominierten Fallfilmen, unter dem Einfluss von unlöslichen und löslichen Tensiden konzentriert. Dies wird ein detailliertes Verständnis der Wechselwirkung von unlöslichen und löslichen Tensiden mit oberflächenspannungsdominierten Grenzflächenbewegungen, sowie deren Effekt auf die Entwicklung und Dämpfung von Grenzflächenwellen, in einem weiten Bereich von Längenskalen für visko-kapillare und trägheitsdominierte Strömungen beisteuern. Um diese Strömungen zu untersuchen werden wir neue numerische Methoden zur Simulation von Grenzflächenströmungen mit löslichen Tensiden im Rahmen der Kontinuumsmechanik entwickeln, welche gemeinsam mit modernen numerischen Berechnungsprogrammen ein rationales computergestütztes Rechenmodell für die genaue Modellierung von unlöslichen und löslichen Tensiden bereitstellt.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Robert Heyer  
**Förderer:** Bund - 01.12.2019 - 28.02.2021

### **Integrated Cycles for Urban Biomass (ICU): Optimierung von Biomasseströmen und -verwertungswegen in urbanen Wohngebäuden mit dem Ziel einer CO<sub>2</sub>-neutralen Stadt**

Um der fortschreitenden globalen Erwärmung erfolgreich entgegenwirken zu können, ist es zwingend notwendig, eine CO<sub>2</sub>-neutrale Gesellschaft basierend auf nachhaltigen Wertschöpfungskreisläufen zu etablieren. Allerdings fehlen derzeit noch CO<sub>2</sub>-neutrale Konzepte für die Versorgung mit Lebensmitteln und Entsorgung bzw. Nutzung der biogenen Reststoffe.

Ein Ansatz dafür wäre es, die in Gebäuden anfallende Biomasse zu recyceln und die Produktion der Lebensmittel wenigstens teilweise direkt in die Stadt und die Gebäude zu integrieren. Dabei werden die von Menschen generierten biogenen Reststoffe im "Technikum" des Hauses anaerob durch eine Biogasanlage zu Methan und CO<sub>2</sub> abgebaut. Methan wiederum kann in einem hausinternen Blockheizkraft zur Bereitstellung von Strom und Wärme genutzt werden. Der verbleibende Gärrest wird als Nährstofflieferant verwendet, um auf Häuserdächern oder hausinternen Gewächshäusern Obst und Gemüse anzubauen. Um beim Anbau der Pflanzen möglichst große Erträge zu erreichen, könnten die Pflanzen direkt in Nährlösungen angebaut werden (hydroponische Kultur). Allerdings muss bei dieser Prozessführung getestet werden, ob sich im Gärrest enthaltene Verbindungen hemmend auf das Pflanzenwachstum auswirken und ob Ammonium und andere (organische) Nährstoffverbindungen für die Pflanzen nutzbar sind oder erst durch Mikroorganismen (an den Wurzeln) umgewandelt werden müssen. Der Vorteil dieses lokalen Biomasserecyclings ist, dass die vorhandenen Biomasseströme optimal genutzt.

Voraussetzung um diese Vision umzusetzen, ist die vorherige Evaluierung der wirtschaftlichen, energetischen, stofflichen, technischen, juristischen und hygienischen Aspekte des Konzepts und die Abschätzung möglicher Potentiale. Diese soll im Rahmen der hier beantragten Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. habil. Abdolreza Kharaghani  
**Projektbearbeitung:** MSc. Xiang Lu  
**Kooperationen:** Prof. Viktor Scherer, Ruhr-Universität Bochum  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2020 - 30.06.2024

### **Adaptive pore network modelling of thermochemical processes in single porous particles**

A single particle model with high accuracy is central to DEM/CFD simulations of a bed packed with a population of thermally-thick solid particles and exposed to a thermal process (such as drying) or a thermochemical process (such as calcination, pyrolysis, or combustion). A model as such must essentially account for heat and mass transfer within a single porous particle, morphological changes of its pore structure, chemical reactions and the connection to the particles fluid-solid surroundings. Project B4 aims at performing a major breakthrough in the modelling and simulation of these porescale phenomena at the level of a single particle and under realistic process conditions. This project will concentrate on microscopic discrete and macroscopic continuum modelling as well as on experimental characterisation of the drying and calcination processes. Discrete models will be developed based on first principles. Since the pore size will change over time due to thermal stress (shrinkage during drying) or chemical reactions (consumption of solid phase), the pore structure must be traced over time and updated accordingly. Full consideration of structural changes is one of the major advances that will be made with the help of adaptive discrete pore network models - a new family of discrete models. Model extensions shall be made to account for internal temperature gradients and unstructured networks with physically realistic pore structures. The interior pore structure and volumetric change of a particle will be characterised by techniques such as  $\mu$ -CT imaging. Pore-scale phenomena are directly accessible by discrete models. This fact will be used to revisit the classical continuum models, taking inputs from representative discrete pore network simulations and feeding effective parameters to a macro-scale continuum model. To endow the continuum model with predictive capabilities, high-quality and trustworthy gravimetric measurements will be conducted for single particles in thermo-balance reactors under controlled conditions. On this basis, the classical continuum models will be upgraded and thus implemented in the DEM/CFD libraries after their model-order reduction.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. habil. Abdolreza Kharaghani  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. Evangelos Tsotsas, OvGU Magdeburg; Prof. Avi Levy  
**Förderer:** Stiftungen - Sonstige - 01.04.2020 - 31.03.2023

### **Enhancement of heat and mass transfer in low temperature drying of slurry droplets**

This project aims to develop advanced models to predict the drying characteristics of single slurry droplets in the presence of soluble gases at low temperature and atmospheric pressure. The models will account for internal and external heat and mass transfer as well as species transport, both in the gas phase and inside the droplet and porous particle. To assess the model predictions, several sets of single slurry droplet experiments under various well-controlled process conditions will be carried out.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. habil. Abdolreza Kharaghani  
**Kooperationen:** Prof. Rui Wu; Prof. Dr.-Ing. Evangelos Tsotsas, OvGU Magdeburg  
**Förderer:** Alexander von Humboldt-Stiftung - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Drying of porous media with continuous and discontinuous corner films**

Liquid films in pore corners play an important role in the transport processes in porous media during drying. Two types of corner films can be identified: A continuous corner film is connected to a pore occupied by liquid, while a discontinuous one does not contact with any liquid-saturated pores. The continuous and discontinuous corner films can mutually shift their state during drying of porous media. This project aims to understand in detail the

transition between continuous and discontinuous corner films by experimental and numerical studies.

---

**Projektleitung:** Dr. Andreas Voigt  
**Kooperationen:** Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2020 - 31.10.2021

### **Carbon Capture and Storage - Using mine tailings for long-time storage of Carbondioxide via carbonization**

It will be investigated how to capture and store CO<sub>2</sub> in wastes from a mine operations, for example mine tailings from Montana, USA. Successful tests could help pave the way to avoid additional emissions from mining operations and potentially help remove CO<sub>2</sub> that is already in the atmosphere, helping to contribute to the fight against climate change.

---

**Projektleitung:** Dr. Andreas Voigt  
**Projektbearbeitung:** MSc. Maren Huhle, MSc. Lucas Berns  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.11.2019 - 30.04.2021

### **Moosaik - Luftreinigung durch Mooswände**

Das Start-Up Moosaik wird basierend auf einer Konzeptstudie durch eine Masterarbeit im Bereich Nachhaltige Energiesysteme autonome Moospaneele planen, bauen und unter realen Anwendungsbedingungen testen. Diese Vorarbeiten sollen zur Gründung eines eigenständigen Unternehmens führen, das Systeme zur Luftreinigung durch vertikale Pflanzenpaneele für öffentliche Einrichtungen, Städte und Gemeinden, Unternehmen und Privatanwender anbietet.

## 6. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Ahmad, Faez; Talbi, Marouane; Prat, Marc; Tsotsas, Evangelos; Kharaghani, Abdolreza**

Non-local equilibrium continuum modeling of partially saturated drying porous media - comparison with pore network simulations

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 228 (2020), article 115957;

[Imp.fact.: 3.871]

**Altaf, Haashir; Tsotsas, Evangelos; Vidakovi-Koch, Tanja**

Steady-state water drainage by oxygen in anodic porous transport layer of electrolyzers - a 2D pore network study

Processes: open access journal - Basel: MDPI, Vol. 8 (2020), 3, Artikelnr. 362, insgesamt 17 Seiten;

[Imp.fact.: 1.963]

**Bachmann, Phillip; Chen, Kaicheng; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos**

Prediction of particle size and layer-thickness distributions in a continuous horizontal fluidized-bed coating process

Particuology - Amsterdam: Elsevier, Vol. 50 (2020), insgesamt 12 Seiten;

[Imp.fact.: 2.616]

**Bechtel, Simon; Bayer, Brian; Vidakovic-Koch, Tanja; Wisser, Artur; Vogel, Herbert; Sundmacher, Kai**

Precise determination of LJ parameters and Eucken correction factors for a more accurate modeling of transport properties in gases

Heat and mass transfer: research journal - Berlin: Springer . - 2020;

[Imp.fact.: 1.551]

**Bechtel, Simon; Vidakovi-Koch, Tanja; Weber, Adam Z.; Sundmacher, Kai**

Model-based analysis of the limiting mechanisms in the gas-phase oxidation of HCl employing an oxygen depolarized cathode

Journal of the Electrochemical Society: JES/ Electrochemical Society - Bristol: IOP Publishing, Volume 167(2020), article 013537, 16 Seiten;

[Imp.fact.: 3.721]

**Brune, Andreas; Seidel-Morgenstern, Andreas; Hamel, Christof**

Analysis and model-based description of the total process of periodic deactivation and regeneration of a vox catalyst for selective dehydrogenation of propane

Catalysts: open access journal - Basel: MDPI, Bd. 10 (2020), 12, S. 1-28;

[Imp.fact.: 2020.0]

**Coronel, Juliana; Gränicher, Gwendal; Sandig, Volker; Noll, Thomas; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo**

Application of an inclined settler for cell culture-based influenza A virus production in perfusion mode

Frontiers in Bioengineering and Biotechnology - Lausanne: Frontiers Media, Volume 8 (2020), article 672, insgesamt 13 Seiten;

[Imp.fact.: 3.644]

**Dam, An Phuc; Papakonstantinou, Georgios; Sundmacher, Kai**

On the role of microkinetic network structure in the interplay between oxygen evolution reaction and catalyst dissolution

Scientific reports - [London]: Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature, Volume 10(2020), article number 14140, 13 Seiten;

[Imp.fact.: 4.576]

**Denner, Fabian; Evrard, Fabien; Wachem, Berend**

Modeling acoustic cavitation using a pressure-based algorithm for polytropic fluids

Fluids - Basel: MDPI, Volume 5 (2020), issue 2, article 69, 16 Seiten;

**Du, Jiajie; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos**

Influence of process variables on spray agglomeration process in a continuously operated horizontal fluidized bed Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 363.2020, S. 195-206;  
[Imp.fact.: 3.413]

**Engel, Sebastian; Liesche, Georg; Sundmacher, Kai; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique**

Optimal tube bundle arrangements in side-fired methane steam reforming furnaces  
Frontiers in energy research - Lausanne: Frontiers Media, Volume 8(2020), article 583346, 17 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.746]

**Foerst, Petra; Gruber, Sebastian; Schulz, Michael; Vorhauer, Nicole; Tsotsas, Evangelos**

Characterization of lyophilization of frozen bulky solids  
Chemical engineering & technology: industrial chemistry, plant equipment, process engineering, biotechnology - Weinheim: Wiley-VCH Verl.-Ges., Bd. 43.2020, 5, S. 789-796;  
[Imp.fact.: 1.543]

**Frenzel, Falko; König-Mattern, Laura; Stock, Valerie; Voss, Linn; Paul, Maxi B.; Sieg, Holger; Braeuning, Albert; Voigt, Andreas; Böhmert, Linda**

NanoPASS - an easy-to-use user interface for nanoparticle dosimetry with the 3DSDD model  
Particle and fibre toxicology: pft - London: BioMed Central, Volume 17(2020), issue 1, article 45, 6 Seiten;  
[Imp.fact.: 7.799]

**Gruber, Sebastian; Vorhauer, Nicole; Schulz, Michael; Hilmer, Matthias; Peters, Jürgen; Tsotsas, Evangelos; Foerst, Petra**

Estimation of the local sublimation front velocities from neutron radiography and tomography of particulate matter  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Vol. 211 (2020), Artikelnr. 115268, insgesamt 11 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.372]

**Gränicher, Gwendal; Coronel, Juliana; Trampler, Felix; Jordan, Ingo; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo**

Performance of an acoustic settler versus a hollow fiberbased ATF technology for influenza virus production in perfusion  
Applied microbiology and biotechnology - Berlin: Springer, Bd. 104.2020, S. 4877-4888;  
[Imp.fact.: 3.67]

**Gränicher, Gwendal; Tapia, Felipe; Behrendt, Ilona; Jordan, Ingo; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo**

Production of Modified Vaccinia Ankara virus by intensified cell cultures - a comparison of platform technologies for viral vector production  
Biotechnology journal: BTJ ; systems & synthetic biology, nanobiotech, medicine - Weinheim: Wiley-VCH, 2020, Artikelnr. 2000024, insgesamt 10 Seiten;  
[Online version of record before inclusion in an issue]  
[Imp.fact.: 3.912]

**Heyer, Robert Steven; Klang, Johanna; Hellwig, Patrick; Schallert, Kay; Kress, Philipp; Hülsemann, Benedikt; Theuerl, Susanne; Reichl, Udo; Benndorf, Dirk**

Impact of feeding and stirring regimes on the internal stratification of microbial communities in the fermenter of anaerobic digestion plants  
Bioresource technology - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, 314(2020), Artikel-Nummer 123679, 1  
Online-Ressource, Illustrationen, Diagramme;  
[Imp.fact.: 7.539]

**Hilmer, Mathias; Peters, Jürgen; Schulz, Michaela; Gruber, Sebastian; Vorhauer, Nicole; Tsotsas, Evangelos; Foerst, Petra**

Development of an experimental setup for in situ visualization of lyophilization using neutron radiography and computed tomography  
Review of scientific instruments: a monthly journal devoted to scientific instruments, apparatus, and techniques - [S.l.]: American Institute of Physics, Vol. 91 (2020), 1, Artikelnr. 014102, insgesamt 6 Seiten;  
[Imp.fact.: 1.587]

**Himmel, Andreas; Sager, Sebastian; Sundmacher, Kai**

Time-minimal set point transition for nonlinear SISO systems under different constraints

Automatica: a journal of IFAC, the International Federation of Automatic Control - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Pergamon Press, Volume 114 (2020), article 108806;

[Imp.fact.: 6.355]

**Hu, Xutao; Wang, Jingwen; Mei, Mingcan; Song, Zhen; Cheng, Hongye; Chen, Lifang; Qi, Zhiwen**

Transformation of CO<sub>2</sub> incorporated in adducts of N-heterocyclic carbene into dialkyl carbonates under ambient conditions - an experimental and mechanistic study

The chemical engineering journal - Amsterdam: Elsevier . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 10.652]

**Jiang, Zhaochen; Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos**

Modeling of inter- and intra-particle coating uniformity in a Wurster fluidized bed by a coupled CFD-DEM-Monte Carlo approach

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Vol. 211 (2020), Artikelnr. 115289, insgesamt 18 Seiten;

[Imp.fact.: 3.372]

**Kleineberg, Christin; Wölfer, Christian; Abbasnia, Amirhossien; Pischel, Dennis; Bednarz, Claudia; Ivanov, Ivan; Heitkamp, Thomas; Börsch, Michael; Sundmacher, Kai; Vidakovi-Koch, Tanja**

Light-driven ATP regeneration in diblock-grafted hybrid vesicles

ChemBioChem: a European journal of chemical biology - Weinheim: Wiley-VCH . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.641]

**Kupke, Sascha Young; Ly, Lam-Ha; Börno, Stefan Thomas; Ruff, Alexander; Timmermann, Bernd; Vingron, Martin; Haas, Stefan; Reichl, Udo**

Single-cell analysis uncovers a vast diversity in intracellular viral defective interfering RNA content affecting the large cell-to-cell heterogeneity in influenza A virus replication

Viruses - Basel: MDPI, 12 (2020,1), Artikelnummer 71, 19 Seiten;

[Imp.fact.: 3.811]

**Le, K. H.; Tran, T. T. H.; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos**

Modeling of superheated steam drying of wood particles

Journal of mechanical engineering research and developments: JMERE - Cyberjaya, Selangor: Zibeline International Publishing, Bd. 43.2020, 1, S. 160-170;

**Lee, Ju Weon; Kienle, Achim; Seidel-Morgenstern, Andreas**

On-line optimization of four-zone simulated moving bed chromatography using an Equilibrium-Dispersion Model: II. Experimental validation

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 226 (2020), article 115808;

[Imp.fact.: 3.372]

**Lee, Ju Weon; Kienle, Achim; Seidel-Morgenstern, Andreas**

On-line optimization of four-zone simulated moving bed chromatography using an equilibrium-dispersion model: I. Simulation study

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 225 (2020), article 115810;

[Imp.fact.: 3.372]

**Linke, Steffen; McBride, Kevin; Sundmacher, Kai**

Systematic green solvent selection for the hydroformylation of long-chain alkenes

ACS sustainable chemistry & engineering/ American Chemical Society - Washington, DC: ACS Publ. . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 7.632]

**Liu, Daoyin; Song, Jialong; Ma, Jiliang; Chen, Xiaoping; Wachem, Berend**

Gas flow distribution and solid dynamics in a thin rectangular pressurized fluidized bed using CFD-DEM simulation

Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 373.2020, S. 369-383;  
[Imp.fact.: 4.142]

**Lorenz, Heike; Seidel-Morgenstern, Andreas**

Separation processes to provide pure enantiomers and plant ingredients

Annual review of chemical and biomolecular engineering - Palo Alto, Calif.: Annual Reviews, Bd. 11.2020, S. 469-502;  
[Imp.fact.: 9.569]

**Lu, Xiang; Kharaghani, Abdolreza; Adloo, Hadi; Tsotsas, Evangelos**

The Brooks and Corey capillary pressure model revisited from pore network simulations of capillarity-controlled invasion percolation process

Processes: open access journal - Basel: MDPI, Vol. 8 (2020), 10, Artikelnr. 1318, insgesamt 17 Seiten;  
[This article belongs to the Special Issue "Fluid Dynamics, Multi Phase Flow, and Thermal Recovery Methods"]  
[Imp.fact.: 2.753]

**Lukas, Eduard; Roloff, Christoph; Wachem, Berend; Thévenin, Dominique**

Experimental investigation of the grade efficiency of a zigzag separator

Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 369.2020, S. 38-52;  
[Imp.fact.: 4.142]

**Maggi, Andrea; Wenzel, Marcus; Sundmacher, Kai**

Mixed-integer linear programming (MILP) approach for the synthesis of efficient power-to-syngas processes

Frontiers in energy research - Lausanne: Frontiers Media, Volume 8(2020), article 161, 14 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.746]

**McBride, Kevin; Sanchez Medina, Edgar Ivan; Sundmacher, Kai**

Hybrid semi-parametric modeling in separation processes - a review

Chemie - Ingenieur - Technik: CIT - Weinheim: Wiley-VCH Verl. . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.075]

**Mezhericher, Maksim; Rieck, Christian; Razorenov, Nikolay; Tsotsas, Evangelos**

Ultrathin coating of particles in fluidized bed using submicron droplet aerosol

Particuology - Amsterdam: Elsevier . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.616]

**Muniz, Marcelo; Sommerfeld, Martin**

On the force competition in bubble columns - a numerical study

International journal of multiphase flow - Oxford: Pergamon Press, Volume 128 (2020), article 103256;  
[Imp.fact.: 2.829]

**Nikolay, Alexander; Grooth, Joris; Genzel, Yvonne; Wood, Jeffery A.; Reichl, Udo**

Virus harvesting in perfusion culture - choosing the right type of hollow fiber membrane

Biotechnology & bioengineering - New York, NY [u.a.]: Wiley, 2020, insgesamt 13 Seiten;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 4.002]

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

Nonlinear frequency response analysis of forced periodic operations with simultaneous modulation of two general waveform inputs with applications on adiabatic CSTR with square-wave modulations

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 226 (2020), article 115842;  
[Imp.fact.: 3.372]

**Panda, Debashis; Paliwal, Shubhani; Surya, Dasika Prabhat; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos; Surasani, Vikranth Kumar**

Influence of thermal gradients on the invasion patterns during drying of porous media - lattice Boltzmann method  
Physics of fluids: devoted to the publication of original theoretical, computational, and experimental contributions to the dynamics of gases, liquids, and complex or multiphase fluids - [S.I.]: American Institute of Physics, Volume 32 (2020), 12, Artikel 122116, insgesamt 26 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.514]

**Panda, Debashis; Supriya, B.; Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos; Surasani, Vikranth Kumar**

Lattice Boltzmann simulations for micro-macro interactions during isothermal drying of bundle of capillaries  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Vol. 220 (2020), Artikelnr. 115634, insgesamt 18 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.372]

**Papakonstantinou, Georgios; Algara-Siller, Gerardo; Teschner, Detre; Vidakovi-Koch, Tanja; Schlögl, Robert; Sundmacher, Kai**

Degradation study of a proton exchange membrane water electrolyzer under dynamic operation conditions  
Applied energy - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 280(2020), article 115911, 10 Seiten;  
[Imp.fact.: 8.848]

**Rajendran, Arvind; Maruyama, Rafael Teruo; Landa, Héctor Octavio Rubiera; Seidel-Morgenstern, Andreas**

Modelling binary non-linear chromatography using discrete equilibrium data  
Adsorption: journal of the International Adsorption Society - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V. - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.731]

**Ramos, João R.; Rath, Alexander G.; Genzel, Yvonne; Sandig, Volker; Reichl, Udo**

A dynamic model linking cell growth to intracellular metabolism and extracellular byproduct accumulation  
Biotechnology & bioengineering - New York, NY [u.a.]: Wiley. - 2020, insges. 21 S.;  
[Imp.fact.: 4.26]

**Rieck, Christian; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos**

Estimation of the dominant size enlargement mechanism in spray fluidized bed processes  
AIChE journal/ American Institute of Chemical Engineers - Hoboken, NJ: Wiley, Vol. 66 (2020), 5, Artikelnr. e16920, insg. 18 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.463]

**Rihko-Struckmann, Liisa; Oluyinka, Olalekan; Sahni, Aditya; McBride, Kevin; Fachet, Melanie; Ludwig, Kristin; Sundmacher, Kai**

Transformation of remnant algal biomass to 5-HMF and levulinic acid - influence of a biphasic solvent system  
RSC Advances: an international journal to further the chemical sciences/ Royal Society of Chemistry - London: RSC Publishing, Bd. 42.2020, 10, S. 24753-24763;  
[Imp.fact.: 3.119]

**Schack, Dominik; Jastram, Alexander; Liesche, Georg; Sundmacher, Kai**

Energy-efficient distillation processes by additional heat transfer derived from the FluxMax approach  
Frontiers in energy research - Lausanne: Frontiers Media, Volume 8(2020), article 134, 15 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.746]

**Schack, Dominik; Liesche, Georg; Sundmacher, Kai**

The FluxMax approach - simultaneous flux optimization and heat integration by discretization of thermodynamic state space illustrated on methanol synthesis process  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 215(2020), article 115382;  
[Imp.fact.: 3.871]



**Seidel, Carsten; Jörke, A.; Vollbrecht, B.; Seidel-Morgenstern, Andreas; Kienle, Achim**

Corrigendum to Kinetic modeling of methanol synthesis from renewable resources (Chem. Eng. Sci. 175 (2018), 130-138)

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 223 (2020), article 115724; [Imp.fact.: 3.372]

**Shi, Huaiwei; Zhang, Xiang; Sundmacher, Kai; Zhou, Teng**

Model-based optimal design of phase change ionic liquids for efficient thermal energy storage

Green energy & environment - Amsterdam: Elsevier . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 6.395]

**Singh, Abhinandan Kumar; Tsotsas, Evangelos**

A tunable aggregation model incorporated in Monte Carlo simulations of spray fluidized bed agglomeration

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

Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 364.2020, S. 417-428;

[Imp.fact.: 3.413]

**Song, Zhen; Hu, Xutao; Wu, Hongyi; Mei, Mingcan; Linke, Steffen; Zhou, Teng; Qi, Zhiwen; Sundmacher, Kai**

Systematic screening of deep eutectic solvents as sustainable separation media exemplified by the CO<sub>2</sub> capture process

ACS sustainable chemistry & engineering/ American Chemical Society - Washington, DC: ACS Publ., Bd. 8.2020, 23, S. 87418751;

[Imp.fact.: 7.632]

**Song, Zhen; Shi, Huaiwei; Zhang, Xiang; Zhou, Teng**

Prediction of CO<sub>2</sub> solubility in ionic liquids using machine learning methods

Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 223 (2020), article 115752;

[Imp.fact.: 3.372]

**Song, Zhen; Wang, Jingwen; Sundmacher, Kai**

Evaluation of COSMO-RS for solid-liquid equilibria prediction of binary eutectic solvent systems

Green energy & environment - Amsterdam: Elsevier . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 6.395]

**Song, Zhen; Zhou, Teng; Qi, Zhiwen; Sundmacher, Kai**

Extending the UNIFAC model for ionic liquid-solute systems by combining experimental and computational databases

AIChE journal/ American Institute of Chemical Engineers - Hoboken, NJ: Wiley, Volume 66(2020), issue 2, article e16821, 15 Seiten;

[Imp.fact.: 3.519]

**Sorrentino, Antonio; Sundmacher, Kai; Vidakovic-Koch, Tanja**

Polymer electrolyte fuel cell degradation mechanisms and their diagnosis by frequency response analysis methods - a review

Energies: open-access journal of related scientific research, technology development and studies in policy and management - Basel: MDPI, Volume 13(2020), issue 21, article 5825, 28 Seiten;

[Imp.fact.: 2.702]

**Strenzke, Gerd; Dürr, Robert; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos**

Influence of operating parameters on process behavior and product quality in continuous spray fluidized bed agglomeration

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

Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 375.2020, S. 210-220;

[Imp.fact.: 3.413]

**Tada, Érika Fernanda Rezendes; Bück, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Thoméo, Joo Cláudio**  
Mass transport in a partially filled horizontal drum - modelling and experiments  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Vol. 214 (2020), Artikelnr. 115448, insgesamt 18 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.372]

**Uebbing, Jennifer; Rihko-Struckmann, Liisa; Sager, Sebastian; Sundmacher, Kai**  
CO<sub>2</sub> methanation process synthesis by superstructure optimization  
Journal of CO<sub>2</sub> utilization - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 20 (2020), Article 101228, insgesamt 15 Seiten;  
[Imp.fact.: 5.993]

**Varnii, Miroslava; Zasheva, Iva N.; Haak, Edgar; Sundmacher, Kai; Vidakovi-Koch, Tanja**  
Selectivity and sustainability of electroenzymatic process for glucose conversion to gluconic acid  
Catalysts: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10(2020), issue 3, article 269, 20 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.52]

**Vogel, Sven K.; Wölfer, Christian; Ramirez-Diaz, Diego A.; Flassig, Robert; Sundmacher, Kai; Schwille, Petra**  
Symmetry breaking and emergence of directional flows in minimal actomyosin cortices  
Cells: open access journal - Basel: MDPI, Volume 9 (2020), issue 6, article 1432, 10 Seiten;  
[Imp.fact.: 4.366]

**Vorhauer-Huget, Nicole; Altaf, Haashir; Dürr, Robert; Tsotsas, Evangelos; Vidakovi-Koch, Tanja**  
Computational optimization of porous structures for electrochemical processes  
Processes: open access journal - Basel: MDPI, Vol. 8 (2020), 10, Artikelnr. 1205, insgesamt 21 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.753]

**Vorhauer-Huget, Nicole; Mannes, David; Hilmer, Mathias; Gruber, Sebastian; Strobl, Markus; Tsotsas, Evangelos; Foerst, Petra**  
Freeze-drying with structured sublimation fronts - visualization with neutron imaging  
Processes: open access journal - Basel: MDPI, Vol. 8 (2020), 9, Artikelnr. 1091, insgesamt 12 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.753]

**Wachem, Berend; Thalberg, Kyrre; Nguyen, Duy; Martin de Juan, Luis; Remmelgas, Johan; Niklasson-Bjorn, Ingela**  
Analysis, modelling and simulation of the fragmentation of agglomerates  
Chemical engineering science - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 227 (2020), article 115944;  
[Imp.fact.: 3.871]

**Wang, Jingwen; Song, Zhen; Cheng, Hongye; Chen, Lifang; Deng, Liyuan; Qi, Zhiwen**  
Multilevel screening of ionic liquid absorbents for simultaneous removal of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S from natural gas  
Separation and purification technology: a merger of Separations technology and Gas separation & purification - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 248(2020), article 117053;  
[Imp.fact.: 5.774]

**Wang, Jingwen; Song, Zhen; Li, Xinxin; Cheng, Hongye; Chen, Lifang; Qi, Zhiwen**  
Toward rational functionalization of ionic liquids for enhanced extractive desulfurization - computer-aided solvent design and molecular dynamics simulation  
Industrial & engineering chemistry research - Columbus, Ohio: American Chemical Society, Bd. 59.2020, 5, S. 2093-2103;  
[Imp.fact.: 3.573]

**Weber, Sebastian; Abel, Ken L.; Zimmermann, Ronny T.; Huang, Xiaohui; Bremer, Jens; Rihko-Struckmann, Liisa K.; Batey, Darren; Cipiccia, Silvia; Titus, Juliane; Poppitz, David; Kübel, Christian; Sundmacher, Kai; Gläser, Roger; Sheppard, Thomas L.**  
Porosity and structure of hierarchically porous Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts for CO<sub>2</sub> methanation  
Catalysts: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10(2020), issue 12, article 1471, 22 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.52]

**Wu, Rui; Zhang, Tao; Ye, Chao; Zhao, C. Y.; Tsotsas, Evangelos; Kharaghani, Abdolreza**  
Pore network model of evaporation in porous media with continuous and discontinuous corner films  
Physical review fluids - College Park, MD: APS, 5 (2020), 1, article 014307, insgesamt 21 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.442]

**Yang, Ao; Su, Yang; Teng, Liumei; Jin, Saimeng; Zhou, Teng; Shen, Weifeng**  
Investigation of energy-efficient and sustainable reactive/pressure-swing distillation processes to recover tetrahydrofuran and ethanol from the industrial effluent  
Separation and purification technology: a merger of Separations technology and Gas separation & purification - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 250 (2020), article 117210;  
[Imp.fact.: 5.107]

**Zeng, Qian; Song, Zhen; Qin, Hao; Cheng, Hongye; Chen, Lifang; Pan, Ming; Heng, Yi; Qi, Zhiwen**  
Ionic liquid [BMIm][HSO<sub>4</sub>] as dual catalyst-solvent for the esterification of hexanoic acid with n-butanol  
Catalysis today: a serial publication dealing with topical themes in catalysis and related subjects - Amsterdam: Elsevier, Bd. 339.2020, S. 113-119;  
[Imp.fact.: 5.825]

**Zhang, Chenyue; Song, Zhen; Jin, Can; Nijhuis, Job; Zhou, Teng; Noel, Timothy; Gröger, Harald; Sundmacher, Kai; Hest, Jan; Hessel, Volker**  
Screening of functional solvent system for automatic aldehyde and ketone separation in aldol reaction - a combined COSMO-RS and experimental approach  
The chemical engineering journal - Amsterdam: Elsevier, Volume 385(2020), article 123399;  
[Imp.fact.: 10652.0]

**Zhang, Lanyue; Jiang, Zhaochen; Weigler, Fabian; Herz, Fabian; Mellmann, Jochen; Tsotsas, Evangelos**  
PTV measurement and DEM simulation of the particle motion in a flighted rotating drum  
Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 363.2020, S. 23-37;  
[Imp.fact.: 3.413]

**Zhang, Rongyi; Hoffmann, Torsten; Tsotsas, Evangelos**  
Novel technique for coating of fine particles using fluidized bed and aerosol atomizer  
Processes: open access journal - Basel: MDPI, Volume 8(2020), issue 12, article 1525, 18 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.753]

**Zhang, Tao; Wu, Rui; Zhao, C. Y.; Tsotsas, Evangelos; Kharaghani, Abdolreza**  
Capillary instability induced gas-liquid displacement in porous media - experimental observation and pore network model  
Physical review fluids - College Park, MD: APS, Vol. 5(2020), 10, article 104305, insgesamt 21 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.442]

**Zhang, Xiang; Song, Zhen; Gani, Rafiqul; Zhou, Teng**  
Comparative economic analysis of physical, chemical, and hybrid absorption processes for carbon capture  
Industrial & engineering chemistry research - Columbus, Ohio: American Chemical Society, Bd. 59.2020, 5, S. 2005-2012;  
[Imp.fact.: 3.573]

**Zhou, Teng; McBride, Kevin; Linke, Steffen; Song, Zhen; Sundmacher, Kai**  
Computer-aided solvent selection and design for efficient chemical processes  
Current opinion in chemical engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 27.2020, S. 35-44;  
[Imp.fact.: 4.088]

**Zimmermann, Ronny Tobias; Bremer, Jens; Sundmacher, Kai**  
Optimal catalyst particle design for flexible fixed-bed CO<sub>2</sub> methanation reactors  
The chemical engineering journal - Amsterdam: Elsevier, Volume 387(2020), article 123704;  
[Imp.fact.: 10.652]

## ARTIKEL IN ZEITSCHRIFT

**Rexer, Thomas F. T.; Wenzel, Lisa; Hoffmann, Marcus; Tischlik, Sebastian; Bergmann, Christin; Grote, Valerian; Boecker, Simon Matthias; Bettenbrock, Katja; Schildbach, Anna; Kottler, Robert; Mahour, Reza; Rapp, Erdmann; Pietzsch, Markus; Reichl, Udo**

Synthesis of lipid-linked oligosaccharides by a compartmentalized multi-enzyme cascade for the in vitro N-glycosylation of peptides

Journal of biotechnology - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, 1984, Bd. 322 (2020), S. 54-65;  
[Imp.fact.: 3.503]

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Ahrens, Robin; Lakdawala, Zahra; Voigt, Andreas; Wiedmeyer, Viktoria; John, Volker; Le Borne, Sabine; Sundmacher, Kai**

Numerical methods for coupled population balance systems applied to the dynamical simulation of crystallization processes

Dynamic flowsheet simulation of solids processes - Cham: Springer Nature Switzerland AG 2020, 2020; Heinrich, Stefan . - 2020, S. 475-518;

**Keßler, Tobias; Kunde, Christian; Linke, Steffen; McBride, Kevin; Sundmacher, Kai; Kienle, Achim**

Computer aided molecular design of green solvents for the hydroformylation of long-chain olefines

30th European Symposium on Computer Aided Chemical Engineering/ European Symposium on Computer Aided Chemical Engineering - Amsterdam: Elsevier, 2020; Pierucci, Sauro . - 2020, S. 745-750;  
[Symposium: ESCAPE30, May 24-27, 2020, Milan, Italy]

**Lehr, Annemarie; Janiga, Gábor; Seidel-Morgenstern, Andreas; Thévenin, Dominique**

CFD simulation of a solid-liquid counter-current screw extractor

Computer aided chemical engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 1997, Bd. 48.2020, S. 223-228;

[Symposium: 30th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, 30.08. - 02.09.2020, virtual]

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

Dynamics of spray granulation in continuously operated horizontal fluidized beds

Dynamic flowsheet simulation of solids processes - Cham: Springer Nature Switzerland AG 2020, 2020; Heinrich, Stefan . - 2020, S. 67-107;

[Chapter 3]

## HERAUSGEBERSCHAFTEN

**Schmidt-Traub, Henner; Schulte, Michael; Seidel-Morgenstern, Andreas**

Preparative chromatography

Weinheim: Wiley-VCH, 2020, Third edition, xxviii, 620 Seiten, Illustrationen

## HABILITATIONEN

**Kharaghani, Abdolreza; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]**

Drying and wetting of capillary porous materials - insights from imaging and physics-based modeling

Magdeburg, 2020, xiii, 141 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 128-141]

## DISSERTATIONEN

**Bachmann, Philipp; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]; Mörl, Lothar [AkademischeR BetreuerIn]**

Verweilzeitverhalten von partikulären Gütern in kontinuierlich betriebenen Wirbelschichttrinnen am Beispiel von Trocknung und Coating

Magdeburg, 2020, XVI, 171 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 157-165]

**Bissinger, Thomas; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]**

Evaluation of MDCK suspension cell lines for influenza A virus production - media, metabolism, and process conditions

Magdeburg, 2020, XXVI, 137 Seiten, Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Seite 109-125]

**Chen, Kaicheng; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]**

Modeling and validation of particle drying and coating in a continuously operated horizontal fluidized bed

Magdeburg, 2020, xvii, 133 Seiten, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 112-125]

**Hoffmann, Marcus; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]; Rapp, Erdmann [AkademischeR BetreuerIn]**

In-depth mass spectrometry-based glycoproteomics - advances in sample preparation, measurement and data-analysis of glycoproteins

Magdeburg, 2020, XI, 141 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 118-133]

**Jiang, Zhaochen; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]; Thévenin, Dominique [AkademischeR BetreuerIn]**

Experimental and simulation studies of mesoscale phenomena in gas-solid fluidized beds PTV and CFD-DEM

Magdeburg, 2020, x, 248 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 199-221]

**Jokiel, Michael; Hamel, Christof [AkademischeR BetreuerIn]; Sundmacher, Kai [AkademischeR BetreuerIn]**

Optimale Reaktionsführung durch Reaktor-Tandems am Beispiel der Hydroformylierung von 1-Dodecen

Magdeburg, 2020, xii, 212 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 143-160]

**Kupke, Sascha Young; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]**

Single-cell analysis of influenza A virus replication - sources of cell-to-cell heterogeneity and discovery of a novel type of defective interfering particle

Magdeburg, 2020, XV, 155 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 122-136]

**Nikolay, Alexander; Reichl, Udo [AkademischeR BetreuerIn]**

Intensified yellow fever and Zika virus production in animal cell culture

Magdeburg, 2020, XV, 175 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 139-157]

**Ricardo, Guilherme Antônio Novelletto; Sommerfeld, Martin [AkademischeR BetreuerIn]**

Studies of erosion in gas-solid flows by using experimental and numerical techniques

Magdeburg, 2020, XXXVII, 216 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 205-216]

**Rieck, Christian; Tsotsas, Evangelos [AkademischeR BetreuerIn]**

Microscopic and macroscopic modeling of particle formation processes in spray fluidized beds

Magdeburg, 2020, XVII, 187 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 179-183]

**Russell, Alexander; Wachem, Berend [AkademischeR BetreuerIn]**

On the mechanical behavior of coarse particulate products  
Magdeburg, 2020, 142 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 117-132]

**Trüe, Michael; Wachem, Berend [AkademischeR BetreuerIn]**

Experimentelle und mathematische Evaluation der Mahlkörperbewegungen sowie der Kräfteinwirkungen bei der Zerkleinerung von Graphitpartikeln und der Beschichtung von 3D-Druckpulvern mit Kohlenstoffnanoröhrchen in einer Scheibenschwingmühle  
Barleben: docupoint GmbH, 2020, XVII, 171 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm - (docupoint Wissenschaft);  
[Literaturverzeichnis: Seite 145-158]

**Wiedmeyer, Viktoria; Sundmacher, Kai [AkademischeR BetreuerIn]**

Continuous crystallization in a helically coiled flow tube crystallizer  
Magdeburg, 2020, XI, 123 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 105-114]

**Zoun, Roman; Saake, Gunter [AkademischeR BetreuerIn]; Benndorf, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]**

Analytic cloud platform for near real-time mass spectrometry processing on the fast data architecture  
Magdeburg, 2020, xiii, 132 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 117-132]