



FAKULTÄT FÜR VERFAHRENS-
UND SYSTEMTECHNIK

Forschungsbericht 2016

Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik

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

2. HochschullehrerInnen

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)
Prof. Dr.-Ing. (i. R.) J. Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. (i. R.) H. J. Kecke
Jun.-Prof. Dr. B. Fond
Jun.-Prof. Dr.-Ing. F. Herz

3. Forschungsprofil

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (Prof. Dr.-Ing. F. 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: thermische Motorsimulation und 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. E. Specht)

- Industrieofenprozesse: Wärmeübergangsbedingungen in Tunnelöfen, Wärmeübergangsmessungen in einem Versuchsrohröfen, 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. D. 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 Motorensystemen; 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).

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. Methoden und Ausrüstung

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: Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau

Förderer: Industrie; 01.11.2015 - 29.02.2016

Charakterisierung des thermischen Verhaltens dünner Schichten auf metallischen Kupplungsbauteilen

Kraftfahrzeugkupplungen sind mechanisch und thermisch hoch belastete Bauteile und bieten hinsichtlich der Applikation neuartiger Werkstoffe eine Vielzahl von Möglichkeiten. Hierzu zählen verschleißmindernde Beschichtungen auf den metallischen Bauteilen, wobei jedoch durch den, aus der Beschichtung resultierenden, zusätzlichen thermischen Widerständen höhere Bauteiltemperaturen auftreten können. Um hier verlässliche Voraussagen über das Bauteilverhalten treffen zu können wird das thermische Verhalten dieser Schichten detailliert mittels der Transient Plane Source Methode charakterisiert.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2016 - 31.12.2018

Competence in Mobility COMO, Zwei Teilprojekte zur thermischen Optimierung im E-Fahrzeug

Die Reichweitensicherung von Elektrofahrzeugen unter winterlichen Bedingungen stellt eine Herausforderung für die einzusetzende Akkumulortechnologie dar. Im Rahmen des Teilprojektes Gesamtfahrzeug ist hier eine thermisch optimale Betriebsstrategie für die Fahrzeugbatterie, den Fahrgastraum sowie weitere relevante Komponenten zu entwickeln.

Im Rahmen des Teilprojektes Antriebsstrang wird für einen Radnabenmotor mit hoher Leistungsdichte eine Optimierung der bisherigen Kühlkanalgeometrie vorgenommen und im weiteren Verlauf eine Weiterentwicklung der Kühlung unter Anwendung von kleinen charakteristischen Längen sowie einer Mehrphasenkühlung angestrebt.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau

Projektbearbeitung: M.Sc. A. Mendieta

Förderer: Industrie; 01.10.2016 - 30.06.2017

Entwicklung und Verifikation eines Messverfahrens zur Bestimmung der räumlich aufgelösten Wandtemperatur bei Auftreffen eines Kraftstoffsprays

Bedingt durch den Spray-Wand-Kontakt in Otto-Motoren mit Direkteinspritzung kann es zu einer Benetzung der Brennraumwände kommen. Die hieraus resultierenden Kraftstofffilme sind eine Quelle für HC und Ruß-Emissionen, weshalb eine Minimierung der Wandfilmbildung anzustreben ist. Daher soll im Rahmen des Projektes ein Messverfahren zur direkten, berührungslosen und räumlich aufgelösten Bestimmung der Abkühlung auf der benetzten Wandfläche entwickelt werden. Maßgeblich hierfür ist eine grundlegende Untersuchung der einzusetzenden thermographischen Phosphore und Beschichtungsverfahren sowie der Sensitivität und Anwendbarkeit des Messfahrens unter Otto-motorischen Bedingungen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau

Förderer: Industrie; 15.07.2016 - 14.07.2017

Optische Erfassung der von Düsenfeldern generierten Wandbenetzung

Die reproduzierbare Positionierung sowie Einstellung der Beaufschlagungsdichten von Düsenfeldern ist von großer Relevanz für Kühl- und Reinigungsprozesse. Im Rahmen des Projektes sind die Grundlagen einer automatisierten, auf optischen Verfahren basierenden Messmethodik zu entwickeln.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau

Förderer: Industrie; 01.10.2015 - 30.09.2016

Thermophysikalische Untersuchungen von Mehrkomponentengusskörpern

Mehrkomponentengusskörper aus Stahlguss und Aluminium bieten hinsichtlich des mechanischen Verhaltens sowie der Bauteilkosten ein erhebliches Optimierungspotential. Die dadurch resultierenden bauteilinternen Grenzflächen stellen jedoch für den Wärmetransport einen zusätzlichen Widerstand dar. Innerhalb des Forschungsprojektes sind die thermischen Widerstände in durch Umguss erhaltenen Zylinderlaufbuchsen mittels einer neu entwickelten Versuchsanordnung experimentell zu bestimmen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau

Projektbearbeitung: M.Sc. Daniel Butscher

Förderer: Industrie; 01.10.2014 - 30.06.2017

Untersuchung des Zerstäubungsverhaltens an 10MW Ölbrenner-Rücklaufdüsen

Die Untersuchung der Spraybildung an Ölzerstäubdüsen mit dem Ziel einer Optimierung hinsichtlich der Partikelgrößen bei gegebenen Vorlaufdrücken ist Gegenstand dieses Projektes. Hierbei kommen Patternormessungen zur Bestimmung der Beaufschlagungsdichten, Highspeedkinematografie zur Analyse von Spraywinkel und Sprayerfallsdynamik sowie Phasen Doppler Anemometrie zur Ermittlung von Partikelgeschwindigkeiten und Durchmessern zur Anwendung. Die Untersuchungen werden mit Wasser durchgeführt, wobei ausführliche Voruntersuchungen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse vorliegen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Philipp Berg, Dipl.-Ing. Christoph Roloff, PD Dr.-Ing. Gábor Janiga

Kooperationen: Prof. Bernhard Preim, Inst. für Simulation und Grafik

Förderer: Industrie; 01.08.2012 - 28.02.2017

Blutflussquantifizierung

Thema dieses Projekts ist die Quantifizierung von Blutfluss in Gefäßen auf Grundlage angiographischer Bilddaten. Aus klinischer Sicht kann das beispielsweise bei der Behandlung von Stenosen oder Aneurysmen eine wichtige Rolle spielen. Hierbei sollen sowohl 2D DSA Serien (bei fixer Angulation des C-Bogens) als auch 3D Datensätze basierend auf geeigneten Rotationsangiographien verwendet werden. Zugrundeliegende Algorithmen zur Flusserschätzung sollen zunächst unter Verwendung von Phantomen, Patientendaten (offline, retrospektive Analyse) und Flussmessgeräten validiert werden. Es erfolgt außerdem eine Validierung der bildbasierten Ergebnisse unter Verwendung von Flusskathetern, Doppler-Ultraschallmessungen und Particle Tracking Velocimetry (PTV).

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.09.2015 - 31.08.2019

Direkte Numerische Simulation turbulenter Strömungen mit chemischen Reaktionen

In diesem Projekt wird das eigene Computerprogramm DINOSOARS, mit dem die Direkte Numerische Simulation (DNS) turbulenter Strömungen mit chemischen Reaktionen möglich ist, mit der Immersed Boundary Methode (IBM) hoher Ordnung gekoppelt, um damit Simulationen in Konfigurationen mit komplexer Geometrie zu ermöglichen. Damit können eine Vielzahl relevanter Anwendungen der Energie- und Prozesstechnik mit unschlagbarer Genauigkeit untersucht werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeitung: M.Sc. Lisa-Maria Wagner
Kooperationen: Prof. Matthias Kraume, FG Verfahrenstechnik, TU Berlin
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2014 - 31.12.2018

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. Abouelmagd Abdelsamie
Kooperationen: Prof. Ulrich Maas (KIT, Technische Thermodynamik)
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.08.2011 - 31.07.2016

Ermittlung der Zündwahrscheinlichkeit in turbulenten Strömungen anhand Direkter Numerischer Simulation

Die Bedingungen, die zu einer erfolgreichen Selbstzündung führen, wurden in der Vergangenheit vorwiegend experimentell oder mit stark vereinfachten Modellen ermittelt. Eine quantitative numerische Vorhersage erfordert eine sehr gute Beschreibung der turbulenten Strömungseigenschaften zusammen mit entsprechenden chemischen, diffusiven und thermodynamischen Modellen. Dies führt zu extrem hohen Rechenzeiten, so dass dieser Lösungsweg bis jetzt für eine praktische Verwendung zur sicherheitstechnischen Beurteilung unpraktikabel bleibt. Es ist deswegen erforderlich, entsprechende Untersuchungen weiterzuführen, insbesondere mit dem Ziel, validierte, reduzierte Modelle zu entwickeln. Dies wird in dem vorliegenden Projekt auf Basis direkter numerischer Simulationen mit einer exakten Beschreibung aller physikalisch-chemischen Eigenschaften erfolgen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Kooperationen: Prof. Romuald Skoda, Ruhr-Universität Bochum
Förderer: Industrie; 01.07.2016 - 31.12.2017

Experimentelle und numerische Untersuchung von Kreiselpumpen radialer Bauart mit teiloffenem Laufrad bei der Förderung von Flüssig/Gasgemischen mit hoher Gasbeladung

Kreiselpumpen, welche für Flüssigkeitsförderung ausgelegt sind, müssen in der Praxis häufig auch gasbeladene Flüssigkeiten fördern. Dabei kommt es zu einem Abfall oder gar vollständigen Zusammenbruch der Förderung, welcher u.a. abhängig von der Menge und Verteilung des freien Gases in der Zuströmung, der Pumpenbauart und dem Betriebspunkt ist. Eine rechnerische Erfassung dieses Vorgangs ist bisher nicht möglich, und die Einsatzgrenzen der Kreiselpumpen sind nicht vorhersagbar.

In dem vorgeschlagenen Vorhaben soll eine 3D-Strömungssimulationsmethode mit Blasenpopulations- und Interaktionsmodellen eingesetzt und erweitert werden. Damit wird erstmals eine Vorausberechnung auch des Förderhöheneinbruchs von Radialpumpen möglich. Zur experimentellen Validierung werden Detailmessungen an Strömungskanälen sowie an einer transparent ausgeführten Radialpumpe durchgeführt.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: M.Sc. Amir Eshghinejadfard

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2014 - 30.06.2017

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. Eberhard Ambos; Prof. Ulrich Gabbert, FMB

Förderer: EU - EFRE Sachsen-Anhalt; 08.04.2016 - 31.03.2018

Methoden-Kompetenz für den automobilen Leichtbau durch hochfesten Aluminiumguss

Das Gesamtziel des Vorhabens besteht darin, eine Methodenplattform für den Aluminiumguss zu entwickeln und zu erproben, mit deren Hilfe erstmals ganzheitlich sowohl der technologische Prozess als auch die Bauteile optimal gestaltet werden können, so dass ein minimales Bauteilgewicht erreicht wird und gleichzeitig die Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Dynamik, Temperatur etc.), der Kosten und der gießtechnischen Randbedingungen erfüllt werden. Die Erprobung der Methodenplattform erfolgt unter Nutzung realer Druckgussbauteile von PKW-Komponenten.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Christoph Roloff

Kooperationen: Prof. Jürgen Tomas, Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik, Otto-von-Guericke-Universität

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2013 - 30.06.2017

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

Die experimentelle Untersuchung, Modellierung, dynamische Simulation und Bewertung mehrstufiger Partikel-Querstromtrennungen in einem turbulenten Fluidstrom wurde gezielt für das Schwerpunktprogramm "DynSim" ausgewählt, weil dieser typische Trennprozess für die Abtrennung einer großen Zahl von Rohstoffen, Abfällen, Zwischen- und Nebenprodukten in vielen Branchen der stoffwandelnden Wirtschaft eingesetzt wird. Trotz seiner nachweislich guten Prozessleistungen ist damit immer noch eine Reihe ungelöster verfahrenstechnischer Problemstellungen verbunden, wie z.B. fluktuierende Luftströmung und Partikelbelastungen im Trennraum, ausgeprägte stochastische Prozessdynamik sowie resultierende mangelhafte Prozessgüte (Trennschärfe) und Produktqualität (Reinheit). Die nachhaltige Lösung dieser Probleme erfordert die Bereitstellung physikalisch begründeter, multiskaliger und zur Vorhersage geeigneter Modelle für die Bewertung und Simulation der Prozessdynamik vernetzter stochastischer Querstrom-Trennungen, die sich künftig bequem in Fliessschema-Simulationen der Feststoffverfahrenstechnik einbinden lassen. Im Einzelnen werden zeitlich und örtlich aufgelöste, analytische und numerische Modelle für die Prozesskinetik und das vernetzte dynamische Querstrom-Trennverhalten der Partikel hinsichtlich ihrer Trennmerkmale Korngröße, -dichte und -form entwickelt. Parallel dazu werden effiziente numerische Simulationen des turbulenten Strömungsfeldes innerhalb des Trennapparates durchgeführt. Stationäre sowie instationäre, Reynolds-gemittelte Navier-Stokes-Gleichungen werden mit den Bewegungsgesetzen der Partikeltranslation und -rotation dank der Diskreten-Elemente-Methode, gekoppelt. Damit werden die Partikel-Bewegungsbahnen in der echten Geometrie der abgeknickten Kanalelemente berechnet. Nach ersten, einseitig gekoppelten Simulationen mit einfachen Wandmodellen werden realistischere Simulationen unter Berücksichtigung physikalischer Partikel-Wand- und Partikel-Partikel-Kollisionen durchgeführt. Die quantitative Validierung der eingesetzten Modelle erfolgt über zeitlich und dreidimensional örtlich aufgelöste Messungen im Trennapparat auf Basis der Particle Tracking Velocimetry. Bei Bedarf können für die Modellüberprüfung Direkte Numerische Simulationen der Zweiphasenströmung auf Mikro-Ebene eingesetzt werden. Die verfahrenstechnische und

energetische Prozessgüte (Trennschärfe, spezifischer Energieeintrag) und Produktqualität der Trennversuche und numerischen Experimente werden modellgestützt bewertet und optimiert. Dem folgen in der zweiten Förderperiode die Berechnung und Bewertung dynamischer Veränderungen der Prozessgüte und Produktqualität bei sprunghaftigen und harmonischen Schwankungen des Aufgabestromes, der Beladungen und der Trennmerkmale Korngröße, -dichte und -form. Abschließend werden in der dritten SPP-Phase diese Bewertungs- und Simulationsmodelle in ein multiskaliges, modular aufgebautes Prozess-Systemmodell eingebettet.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: M.Sc. Timo Oster

Kooperationen: Prof. Holger Theisel, Inst. für Simulation und Grafik

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2014 - 30.09.2017

On-the-fly Postprocessing von Features aus turbulenten Flammen von Direkten Numerischen Simulationen

Direkte numerische Simulation (DNS) ist der derzeit wohl bestmögliche Ansatz zur numerischen Simulation von reaktiven, turbulenten Strömungen. DNS-Ansätze für hohe Reynolds-Zahlen benötigen allerdings Milliarden von Gitterpunkten und werden über Tausende von Zeitschritten berechnet. Werden komplexere Strömungen zusammen mit chemischen Reaktionen behandelt, muss eine Vielzahl von Variablen in Raum und Zeit analysiert und korreliert werden, um reduzierte Modelle zu erhalten und zu testen. Dies führt zu riesigen Mengen von Rohdaten (derzeit Terabytes oder sogar Petabytes), die in akzeptabler Zeit weder gespeichert noch über Netzwerk übertragen werden können. Es ist zu erwarten, dass in naher Zukunft der Aufwand zur Übertragung und Speicherung der Daten den Aufwand zu deren Erzeugung übersteigen wird, und dass die Datenspeicherung/Übertragung zum Flaschenhals der DNS wird.

Um dies zu lösen, wird ein Postprocessing der reaktiven Strömungsdaten vorgeschlagen, welches gleichzeitig und simultan zur DNS erfolgt. Dieses erfolgt in Form einer on-the-fly Feature-Extraktion: relevante Features (Temperatur- oder Konzentrationsfelder) werden parallel zur DNS extrahiert und abgespeichert, so dass die Rohdaten selbst gar nicht mehr gespeichert werden müssen. Dieser Ansatz hat das Potential, dass nur noch ein Bruchteil der ursprünglichen Datenmenge gespeichert werden muss, ohne wesentliche Information über der Flamme zu verlieren. Um dies umzusetzen, ist jedoch eine Reihe von Herausforderungen in der Datenanalyse, der Feature Extraktion, der Parallelisierung und der numerischen Simulation zu lösen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: M.Sc. Lisa-Maria Wagner, Dr.-Ing. Katharina Zähringer

Kooperationen: Prof. Kai Sundmacher, MPI Magdeburg

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2014 - 31.12.2018

Optimale Reaktionsführung in flüssigen Mehrphasensystemen

In diesem Projekt erfolgen der Aufbau und die Inbetriebnahme eines segmentierten Mehrphasenreaktors mit ortsverteilter Konzentrations- und Temperaturführung im Miniplant-Maßstab, als technische Approximation der optimalen Reaktionsführung für die Hydroformylierung von 1-Dodecen in TMS. Mit Hilfe experimenteller Charakterisierung des reaktionstechnischen bzw. transportphysikalischen Reaktorverhaltens wird ein detailliertes Reaktormodell entwickelt, welches für die modellgestützte Reaktoroptimierung genutzt wird.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: M.Sc. Olivier Cleynen, M.Sc. Stefan Hoerner

Förderer: Bund; 01.07.2015 - 28.02.2018

Optimierung von Fluidenergiemaschinen unter Berücksichtigung der Fischdurchgängigkeit

Es besteht erhebliches technisches Verbesserungspotential bei dem Einsatz tiefschmächtiger Wasserräder sowie Fischtreppen, insbesondere, wenn eine Konfiguration mit mehreren Komponenten ausgewählt wird, in welcher hydrodynamische Wechselwirkungen auftreten. In diesem Projekt werden Computermodelle entwickelt, mit denen das Optimierungspotential solcher Konfigurationen im Sinne des Energieaustrags unter Berücksichtigung der Fischdurchgängigkeit voll ausgeschöpft wird. Da das zugrunde liegende physikalische Problem sehr komplex ist, ist es dabei unabdingbar, experimentelle Daten unter kontrollierten und reproduzierbaren Strömungsbedingungen zu

erhalten, um damit die Simulationskette zu validieren. Eine eigens hierfür konzipierte Versuchsrinne wird zu diesem Zweck am Institut aufgebaut, womit die Umströmung entsprechender Modelle komplett charakterisiert wird. Mit Hilfe dieser Rinne wird auch eine autonome Sonde zur Ermittlung der relevanten Strömungseigenschaften getestet.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Förderer: Industrie; 01.05.2016 - 30.11.2016

Parametrisierung und automatische Erzeugung von Lamellen für CFD-basierte Optimierung

In diesem Projekt wird die Parametrisierung und automatische Erzeugung von Lamellen für eine CFD-basierte Optimierung betrachtet. Die entwickelte Methode muss die Beschreibung einer allgemeinen Parametrisierung (basierend auf einer definierten Parameterliste) aller möglichen Lamellen-Geometrien beinhalten. Die Software muss diese Geometrien in .stl Format erzeugen und mit Hilfe eines JAVA-Macros in das existierende Geometriemodell integrieren, um anschließend die Strömungssimulation und Optimierung durchführen zu können.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: M.Sc. Toni Eger, PD Dr.-Ing. Gábor Janiga

Förderer: Industrie; 01.07.2014 - 30.06.2017

Simulationsbasierte Optimierung der Kühlung elektrischer Generatoren

Um elektrische Generatoren weiter zu verbessern, ist es notwendig, innovative Simulationsmethoden zu entwickeln, mit denen flexibel und effizient optimale Konfigurationen sehr früh während der Entwicklungsphase unter Berücksichtigung aller relevanten Bedingungen (Abmessungen, Fertigungsprozess, Kosten...) identifiziert werden können. Mit dem gleichen Werkzeug können auch eventuell auftretende Probleme bei einer späteren Entwicklungsstufe schnell gelöst werden.

Solche durchgreifenden Verbesserungen des im Betrieb verwendeten Simulationsmodells erfordern den Einsatz einer Optimierung auf Basis der numerischen Strömungssimulation (*Computational Fluid Dynamics*, CFD). Vorrangiges Ziel dieses Forschungsprojektes ist es daher, einen effizienten und zielführenden Simulationsprozess auf Basis relevanter Indikatoren zu entwickeln. Anschließend kann auf Basis der CFD-O eine optimale Auslegung für die Kühlung elektrischer Generatoren abgeleitet werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Förderer: Industrie; 01.05.2016 - 30.04.2019

Simulationsbasierte Optimierung einer Kraftstoffeinspritzdüse

Vorrangiges Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, einen effizienten und zielführenden Simulationsprozess auf Basis der CFD-O (Computational Fluid Dynamics for Optimization: ein Ansatz, der am Lehrstuhl entwickelt wurde) zu entwickeln, mit dem eine optimale Auslegung einer Düsengeometrie für die Kraftstoffeinspritzung erzielt werden kann.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeitung: M.Sc. Nils Lichtenberg

Förderer: Industrie; 01.08.2012 - 31.12.2016

Strömungstechnische Optimierung eines Verteilers für Stahlschmelze

Für eine effiziente und kostengünstige Herstellung von hochwertigen Stahlprodukten sollen kleine Mengen zusätzlicher Komponenten in die Schmelze homogen eingebracht werden. Daraus resultieren mindestens zwei Schwierigkeiten:- die zugeführten Komponenten müssen binnen weniger Sekunden in der Schmelze homogen verteilt werden;- für den Eintrag in die Schmelze ist ein spezielles Verfahren hierfür zu entwickeln, das bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben werden kann.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Kooperationen: Prof. Andreas Seidel-Morgenstern, MPI Magdeburg; Prof. Heike Lorenz, MPI Magdeburg

Förderer: EU - EFRE Sachsen-Anhalt; 01.10.2016 - 30.09.2019

Vermessung und Modellierung des Wachstums von Einzelkristallen

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 Fluidmechanik 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. Eckehard Specht
Förderer: BMWi/AIF; 01.11.2015 - 30.04.2018

Analyse und Modellierung des Wärmeübergangs in Drehrohren mit Hubschaufeln

Vorhandene Drehrohranlagen können gezielter optimiert und genauer an spezifische Produkteigenschaften angepasst werden. So kann die Produktqualität auf Basis bekannter, partikel aufgelöster Temperatur-Zeitverläufe gesteigert werden. Bei Absatzschwankungen kann der Prozess besser geregelt werden, was zu einer Vergleichmäßigung der Produktqualität, zur Verkleinerung von Ausschussmengen und damit zu verbesserter Ressourceneffizienz führt.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht
Projektbearbeitung: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht
Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2016 - 31.12.2017

Einfluss der Oberflächenrauigkeit auf die Sekundärkühlung beim Stranggießen von Nichteisen-Metallen

Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, den Einfluss der Rauigkeit und der Struktur der Oberfläche auf den Wärmeübergang in der Sekundärkühlzone bei NE-Stranggießverfahren quantitativ zu beschreiben. Dazu sollen bekannte Korrelationen für den Wärmeübergang an glatten Oberflächen mit zu erarbeitenden Parametern ergänzt bzw. erweitert werden. Dies soll für die beiden gängigen Verfahren Spritzkühlung und Kokillenstrahlkühlung durchgeführt werden. Es soll dazu der lokale Wärmeübergangskoeffizient der Bereiche Blasenverdampfung, partielle Filmverdampfung und stabile Filmverdampfung mit den zugehörigen Leidenfrosttemperaturen und DNB-Temperaturen ermittelt werden.

Der Einfluss der Rauigkeit und der Struktur der Oberfläche auf den Wärmeübergang in der Sekundärkühlzone beim Strangguss von NE-Metallen wird erstmalig systematisch untersucht. Es werden erstmalig lokale Wärmeübergangskoeffizienten für die Bereiche der Blasenverdampfung sowie der instabilen und stabilen Filmverdampfung gemessen. Damit kann mit den vorhandenen Simulationsprogrammen der Spannungsverlauf während des Erstarrungsprozesses erheblich genauer berechnet werden. Folglich kann die Kühlung gezielter eingestellt werden, um Risse zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht
Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2015 - 31.12.2016

Entwicklung eines mathematischen Modells zur Simulation thermischer Prozesse in direkt und indirekt beheizten Drehrohröfen

Grundsätzliches Forschungsziel ist es, durch ein mathematisches Modell ergänzt um Validierungsversuche im halb-/technischen Maßstab, die wichtigen, aber prinzipiell nicht messbaren axialen Temperaturverläufe des Schüttgutes, des Gases und der Feuerfestauskleidung zu verstehen und zu quantifizieren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der modelltechnischen Beschreibung des axialen Schüttguttransportes, der axialen Dispersionsvorgänge, der

transversalen Schüttbettbewegung und der Wärmeübergangsmechanismen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Projektbearbeitung: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2015 - 30.09.2017

Ermittlung gesicherter Werte der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe für die Auslegung von Industrieöfen und für die Prozessoptimierung

Das Ziel des Forschungsprojektes besteht in der Ermittlung gesicherter Daten der Wärmeleitfähigkeit von feuerfesten Werkstoffen mit Hilfe von vergleichenden Messungen des Heißdraht- und des Laser-Flash-Verfahrens. Damit soll zum einen die Auslegung von Industrieöfen sicherer gemacht werden, zum anderen sollen die Prozesse in Industrieöfen genauer berechenbar sein, damit diese besser optimiert werden können. Prozesssimulationen können nämlich nicht genauer sein als die zu Grunde gelegten Stoffwerte.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2014 - 30.06.2016

Experimentelle und numerische Untersuchung heißer Metalle mit Wasser aus Strahlungsfeldern

Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, Einflussmöglichkeiten zur Intensivierung des Kühlprozesses heißer Metalle mittels Flüssigkeits-Strahlkühlung aufzuzeigen. Weiterhin sollen technische Maßnahmen erarbeitet werden, mit deren Hilfe örtliche Verläufe von Wärmeübergängen gezielt eingestellt werden können, um durch die untervermeidlichen hohen Wärmespannungen Bauteilverzüge so gering wie möglich zu halten.

Projektleitung: PD Dr. Gábor Janiga

Kooperationen: Prof. Bernhard Preim, Inst. für Simulation und Grafik, FIN; Prof. Georg Rose, Lehrstuhl für Medizinische Telematik und Medizintechnik, FEIT; Prof. Martin Skalej, Zentrum für Radiologie, FME

Förderer: EU - EFRE Sachsen-Anhalt; 01.10.2016 - 30.09.2017

Patientenspezifische Behandlungsoptimierung intrakranieller Aneurysmen unter Berücksichtigung von Gefäßwanddeformationen

Für die Behandlung von intrakraniellen Aneurysmen kommen häufig sog. Flow Diverter zum Einsatz. Ihr Funktionsprinzip basiert darauf, dass sie den Bluteintrag in die Gefäßaussackung reduzieren und somit einen natürlichen Thrombosierungsvorgang einleiten. Umfangreiche Studien haben gezeigt, dass es mithilfe von Flow Divertern zwar in einem hohen Prozentsatz zu einem Behandlungserfolg kommt, in einzelnen Fällen aber die Thrombosierung ausbleibt. Es wurde sogar über verzögerte Rupturen berichtet, die nach der Implantation eines Flow Diverters auftraten. Diese Situation ist auf den Umstand zurückzuführen, dass sich Aneurysmen patientenindividuell u.a. in Lage, Größe, Form und Wachstumsverlauf unterscheiden, dem allerdings nur eine begrenzte Auswahl an Flow Divorter Konfigurationen gegenübersteht. Zur Verbesserung des Behandlungserfolgs wird eine individualisierte Therapie angestrebt, die die Entwicklung eines auf die Bedürfnisse des Patienten angepassten, personalisierten Stents darstellt. Hierzu werden numerische Methoden eingesetzt.

Am Projektende wird die erfolgreiche Entwicklung eines virtuellen Stenting-Verfahrens nachgewiesen, mit dem Patienten individuell optimierte Behandlungsvorschläge unterbreitet werden können

Projektleitung: PD Dr. Gábor Janiga

Kooperationen: Prof. Bernhard Preim, Inst. für Simulation und Grafik, FIN; Prof. Georg Rose, Lehrstuhl für Medizinische Telematik und Medizintechnik, FEIT; Siemens Healthcare

Förderer: Bund; 01.01.2015 - 31.12.2019

Forschungscampus STIMULATE: Forschungsgruppe Hämodynamik/Tools

Forschungsgegenstand der Forschungsgruppe Hämodynamik Tools im Rahmen des Forschungscampus *STIMULATE* ist die Entwicklung von neuen Instrumenten und Implantaten für neurovaskuläre Anwendungen. Dazu wird das Blutflussverhalten bei Einsatz verschiedener, existierender Stent-Implantate für die Behandlung zerebraler Aneurysmen untersucht. Basierend auf patientenspezifischen Aneurysmageometrien und -eigenschaften soll der Einfluss verschiedener Stent-Konfigurationen (Typ und Position) auf das Blutflussverhalten mittels CFD-Simulationen

prognostiziert werden. Ziel ist es dabei, die individualisierte Stent-Konfiguration für die aktuelle Gefäßgeometrie zu ermitteln. Dabei wird der instabile und eingebettete Blutfluss intensiv untersucht und ausgewertet, da die Flusseigenschaften bei vielen neurovaskulären Erkrankungen eine entscheidende Rolle spielen könnten. Dies ist auch die Basis für die Entwicklung neuartiger Stent-Implantate. Zusätzlich werden für die Platzierung und Sondierung von Aneurysmen endovaskuläre Katheter auf Basis dünnwandiger hochflexibler Schläuche entwickelt.

Projektleitung: PD Dr. Gábor Janiga

Kooperationen: apl. Prof. Dr. habil. Michael Mangold, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme; Prof. Andreas Seidel-Morgenstern, MPI Magdeburg

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.09.2015 - 31.08.2017

Modellgestützte Analyse und Synthese eines neuartigen vernetzten Prozesses zur kontinuierlichen Trennung von Enantiomeren

- Modellvalidierung, Identifikation von geometrisch schwierigen Bereichen der Anlage
- CFD-DEM-Simulationen des Wirbelschichtkristallisators mit dem neuen Stoffsystem Guaifenesin
- Geometrische Optimierung des Wirbelschichtkristallisators für beide untersuchte Stoffsysteme

Die Arbeiten erfolgen im Verbund mit der Arbeitsgruppe von Prof. Seidel-Morgenstern am MPI Magdeburg und der Arbeitsgruppe von apl. Prof. Mangold am MPI Magdeburg. Das Projekt ist Teil des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 1679 "Dynamische Simulation vernetzter Feststoffprozesse".

Projektleitung: Dr.-Ing. Katharina Zähringer

Projektbearbeitung: M. Sc. P. Kováts

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.05.2014 - 30.04.2017

Experimentelle Charakterisierung des gas-flüssig Stofftransfers in einer reaktiven Blasensäule am Beispiel einer Neutralisationsreaktion

Zur quantitativen Untersuchung des Stofftransfers in einer Blasensäule soll in der ersten Projektphase, als Grenzfall für eine schnelle Reaktion, der Übergang von CO₂ in leicht basisches Wasser, also eine Neutralisations-/Ansäuerungsreaktion, betrachtet werden. Dieses einfache System bietet sich an, um das komplexe experimentelle Messprotokoll zu optimieren und außerdem, um bereits vor Ende der ersten Phase erste Validierungsdaten und Vergleiche mit den numerischen Projekten im SPP zu ermöglichen. Die im Experiment erfolgende pH-Wert-Änderung wird mit Hilfe von Indikatorstoffen (z.B. Uranin) und Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF) sowohl räumlich, als auch zeitlich aufgelöst vermessen. Mit Hilfe einer Kalibrierung und den bekannten Eingangs- und Ausgangsströmen können somit sofort quantitative Rückschlüsse auf den Stoffübergang erhalten werden. Um eine Verschattung des Messvolumens, ebenso wie Reflexionen und Brechung des Laserlichts durch die Blasen zu berücksichtigen, wird ein zweiter, pH-unabhängiger Tracer eingesetzt, der es erlaubt die eigentlichen Messbilder zu korrigieren (2-Farben-Verfahren). Das Messverfahren wird zunächst für Blasketten und dann für kleine Blaskollektive in verschiedenen Volumenströmen und Blasendurchmessern eingesetzt. Nach Optimierung des Messverfahrens wird letztendlich ein typischer Blaskenschwarm untersucht. Durch Verwendung von Hochgeschwindigkeitskameras kann der zeitliche Verlauf sowohl der Blasendurchmesser und -trajektorien, als auch des Stoffübergangs aufgelöst werden. Für die Bestimmung der Blaskengeschwindigkeiten und -bahnlinien wird die Particle Tracking Velocimetry (PTV) eingesetzt, für die viel Erfahrung in der Gruppe vorliegt. Die Geschwindigkeitsfelder der flüssigen Phase werden mit Particle Imaging Velocimetry (PIV) verfolgt. Diese kann, als stereo-PIV eingesetzt, auch die Flüssigkeitsbewegung in drei Dimensionen auflösen. Auf diese Weise können dann der Einfluss des Strömungsfeldes auf den Stoffübergang quantifiziert und auch Vergleichsdaten für numerische Projekte des SPP zur Verfügung gestellt werden.

Da die Stoffdaten der Flüssigphase ebenfalls eine sehr große Rolle für den erfolgreichen Stoffübergang spielen, sollen im Rahmen des Projekts auch die Viskosität und Oberflächenspannung verändert werden. Hierzu sollen verschiedene Glycerin/Wasser-Mischungen zum Einsatz kommen, deren Viskositäten und Oberflächenspannungen bekannt sind. Auch hierbei sollen wiederum der Stofftransport und die Hydrodynamik, soweit möglich, simultan erfasst werden. Alle experimentellen Ergebnisse werden von Beginn an in einer Datenbank den anderen Projekten und der

Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Sie können somit auch als Validierungs- und Vergleichsdaten für numerische Berechnungen herangezogen werden

8. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Abdelsamie, Abouelmagd; Fru, Gordon; Oster, Timo; Dietzsch, Felix; Janiga, Gabor; Thévenin, Dominique

Towards direct numerical simulations of low-Mach number turbulent reacting and two-phase flows using immersed boundaries

In: Computers & fluids: an international journal. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 131.2016, S. 123-141;

[Imp.fact.: 1,619]

Abdelsamie, Abouelmagd; Thévenin, Dominique

Direct numerical simulation of spray evaporation and autoignition in a temporally-evolving jet

In: Proceedings of the Combustion Institute. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.proci.2016.06.030>;

[Imp.fact.: 2,796]

Al-Khalaf, Mohsan Rhida; Specht, Eckehard

Prediction of cross flow mixing in the structured packed bed through CFD simulation using (FBM and PMM) and validation with experiments

In: Engineering applications of computational fluid mechanics. - Hong Kong: CSE Dept., the H.K. PolyU, Bd. 11.2017, 1, S. 1-14;

[Imp.fact.: 1,033]

Al-Khalaf, Mohsan Rhida; Woche, Hermann; Specht, Eckehard

Experimental investigation of cross flow mixing in an unstructured packed bed

In: Journal of chemical technology and metallurgy. - Sofia: University of Chemical Technology and Metallurgy, Bd. 51.2016, 6, S. 639-648;

Attalla, Mohamed; Maghrabie, Hussein M.; Specht, Eckehard

An experimental investigation on fluid flow and heat transfer of rough mini-channel with rectangular cross section

In: Experimental thermal and fluid science: international journal of experimental heat transfer, thermodynamics and fluid mechanics: ETF science. - New York, NY: Elsevier, Bd. 75.2016, S. 199-210;

[Imp.fact.: 2,128]

Berg, Philipp; Iosif, Christina; Ponsonnard, Sebastien; Yardin, Catherine; Janiga, Gábor; Mounayer, Charbel

Endothelialization of over- and undersized flow-diverter stents at covered vessel side branches - an in vivo and in silico study

In: Journal of biomechanics: affiliated with the American Society of Biomechanics, the European Society of Biomechanics, the International Society of Biomechanics, the Japanese Society for Clinical Biomechanics and Related Research and the Australian and New Zealand Society of Biomechanics. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 49.2016, 1, S. 4-12;

[Imp.fact.: 1,233]

Daróczy, László; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique

Analysis of the performance of a H-Darrieus rotor under uncertainty using Polynomial Chaos Expansion

In: Energy: the international journal. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 113.2016, S. 399-412;

[Imp.fact.: 4,292]

Dunker, Christina; Roloff, Christoph; Grassmann, Arne

Interferometric laser imaging for in-flight cloud droplet sizing

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

chemistry, engineering and the environmental and life sciences from inception to commercial exploitation. - Bristol: IOP Publ; Vol. 27.2016, 12, Art. 124004, insgesamt 11 S.;
[Imp.fact.: 1,492]

Eger, Toni; Bol, Thomas; Daróczy, László; Janiga, Gábor; Schroth, Rüdiger; Thévenin, Dominique
Numerical investigations of entropy generation to analyze and improve heat transfer processes in electric machines
In: International journal of heat and mass transfer. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 102.2016, S. 1199-1208;
[Imp.fact.: 2,857]

Elattar, Hassan F.; Specht, Eckehard; Fouda, Ali; Bin-Mahfouz, Abdullah S.
CFD modeling using PDF approach for investigating the flame length in rotary kilns
In: Heat and mass transfer: research journal. - Berlin: Springer, Bd. 52.2016, 12, S. 2635-2648;
[Imp.fact.: 1,044]

Elattar, Hassan F.; Specht, Eckehard; Fouda, Ali; Bin-Mahfouz, Abdullah S.
Study of parameters influencing fluid flow and wall hot spots in rotary kilns using CFD
In: The Canadian journal of chemical engineering: CJChE. - Ottawa, Ontario: Soc, Bd. 94.2016, 2, S. 355-367;
[Imp.fact.: 1,231]

Eshghinejadfard, Amir; Abdelsamie, Abouelmagd; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique
Direct-forcing immersed boundary lattice Boltzmann simulation of particle/fluid interactions for spherical and non-spherical particles
In: Particuology. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 25.2016, S. 93-103;
[Imp.fact.: 0,682]

Eshghinejadfard, Amir; Daróczy, László; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique
Calculation of the permeability in porous media using the lattice Boltzmann method
In: International journal of heat and fluid flow. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatfluidflow.2016.05.010>;
[Imp.fact.: 1,596]

Eshghinejadfard, Amir; Thévenin, Dominique
Numerical simulation of heat transfer in particulate flows using a thermal immersed boundary lattice Boltzmann method
In: International journal of heat and fluid flow. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 60.2016, S. 31-46;
[Imp.fact.: 1,596]

GlaBer, Sylvia; Berg, Philipp; Voß, Samuel; Serowy, Steffen; Janiga, Gábor; Preim, Bernhard; Beuing, Oliver
From imaging to hemodynamics - how reconstruction kernels influence the blood flow predictions in intracranial aneurysms
In: Current directions in biomedical engineering. - Berlin: De Gruyter, Bd. 2.2016, 1, S. 679-683;

GlaBer, Sylvia; Hoffmann, Thomas; Boese, Axel; Voß, Samuel; Kalinski, Thomas; Skalej, Martin; Preim, Bernhard
Virtual inflation of the cerebral artery wall for the integrated exploration of OCT and histology data
In: Computer graphics forum: the international journal of the Eurographics Association. - Oxford: Wiley-Blackwell, 2016;
<http://dx.doi.org/10.1111/cgf.12994>;
[Imp.fact.: 1,542]

Hallak, Bassem; Herz, Fabian; Specht, Eckehard; Gröpler, Robin; Warnecke, Gerald
Simulation of limestone calcination in normal shaft kilns, Part 3: Influence of particle size distribution and type of limestone
In: Cement, lime, gypsum. - Gütersloh: Bauverl. BV, Bd. 69.2016, 3, S. 64-68;
[Imp.fact.: 0,071]

Henkel, S.; Beyrau, Frank; Hardalupas, Y.; Taylor, A. M. K. P.

Novel method for the measurement of liquid film thickness during fuel spray impingement on surfaces

In: Optics express: the international electronic journal of optics. - Washington, DC: Soc, Bd. 24.2016, 3, S. 2542-2561; [Imp.fact.: 3,488]

Herz, Fabian; Specht, Eckeard

Simulation thermischer Prozesse in direkt beheizten Drehrohröfen, Teil 1: Modellentwicklung

In: Gaswärme international: Zeitschrift für gasbeheizte Thermoprozesse; GWI; Zeitschrift für das gesamte Gebiet der Gasverwendung und der gasbeheizten Industrieöfen; Organ des Gaswärme-Instituts - GWI -, Essen, des Bereichs Feuerungstechnik des Engler-Bunte-Instituts der Universität Karlsruhe (TH), des Instituts für Industrieofenbau und Wärmetechnik im Hüttenwesen der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen, des Instituts für Energieverfahrenstechnik des Lehrstuhls Hochtemperaturanlagen, des Institutes für Wärmetechnik und Thermodynamik der TU Bergakademie, Freiberg, und des Fachverbandes Thermoprozess- und Abfalltechnik im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e.V., Frankfurt. - Essen: Vulkan-Verl, Bd. 65.2016, 3, S. 37-45;

Herz, Fabian; Specht, Eckeard

Simulation thermischer Prozesse in direkt beheizten Drehrohröfen, Teil 2: Modellentwicklung

In: Gaswärme international: Zeitschrift für gasbeheizte Thermoprozesse; GWI; Zeitschrift für das gesamte Gebiet der Gasverwendung und der gasbeheizten Industrieöfen; Organ des Gaswärme-Instituts - GWI -, Essen, des Bereichs Feuerungstechnik des Engler-Bunte-Instituts der Universität Karlsruhe (TH), des Instituts für Industrieofenbau und Wärmetechnik im Hüttenwesen der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen, des Instituts für Energieverfahrenstechnik des Lehrstuhls Hochtemperaturanlagen, des Institutes für Wärmetechnik und Thermodynamik der TU Bergakademie, Freiberg, und des Fachverbandes Thermoprozess- und Abfalltechnik im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e.V., Frankfurt. - Essen: Vulkan-Verl, Bd. 65.2016, 4, S. 41-46;

Hunger, Franziska; Zulkifli, Meor F.; Williams, Benjamin A. O.; Beyrau, Frank; Hasse, Christian

A combined experimental and numerical study of laminar and turbulent non-piloted oxy-fuel jet flames using a direct comparison of the rayleigh signal

In: Flow, turbulence and combustion: an international journal published in association with ERCOFTAC. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 97.2016, 1, S. 231-262; [Imp.fact.: 1,863]

Iosif, Christina; Berg, Philipp; Ponsonard, Sebastien; Carles, Pierre; Saleme, Suzana; Pedrolo-Silveira, Eduardo; Mendes, Georges; Waihrich, Eduardo; Trolliard, Gilles; Couquet, Claude-Yves; Yardin, Catherine; Mounayer, Charbel

Role of terminal and anastomotic circulation in the patency of arteries jailed by flow-diverting stents: animal flow model evaluation and preliminary results

In: Journal of neurosurgery: JNS. - Charlottesville, Va: American Assoc. of Neurological Surgeons, Bd. 125.2016, 4, S. 898-908; [Imp.fact.: 3,445]

Karali, Mohamed A.; Herz, Fabian; Specht, Eckeard; Mallmann, Jochen

Comparison of image analysis methods to determine the optimum loading of flighted rotary drums

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 291.2016, S. 147-153; [Imp.fact.: 2,349]

Leibinger, Alexander; Forte, Antonio E.; Tan, Zhengchu; Oldfield, Matthew J.; Beyrau, Frank; Dini, Daniele; Rodriguez y Baena, Ferdinando

Soft tissue phantoms for realistic needle insertion - a comparative study

In: Annals of biomedical engineering: the journal of the Biomedical Engineering Society. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V, Bd. 44.2016, 8, S. 2442-2452; [Imp.fact.: 2,887]

Liu, Xiaoyan; Xu, Xuekui; Wu, Weining; Herz, Fabian; Specht, Eckeard

A simplified model to calculate the power draw for material movement in industrial rotary kilns

In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems.
- Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 301.2016, S. 1294-1298;
[Imp.fact.: 2,759]

Meuschke, Monique; Voß, Samuel; Beuing, Oliver; Preim, Bernhard; Lawonn, Kai

Combined visualization of vessel deformation and hemodynamics in cerebral aneurysms

In: IEEE transactions on visualization and computer graphics: TVCG. - New York, NY: IEEE, Bd. 23.2017, 1, S. 761-770;
[Imp.fact.: 2,168]

Meyer, Jan; Daróczy, L.; Thévenin, Dominique

Shape optimization of the pick-up tube in a pitot-tube jet pump

In: Journal of fluids engineering. - New York, NY: ASME; Vol. 139.2016, 2, Art. FE-16-1089, insgesamt 11 S.;
[Imp.fact.: 1,283]

Moldenhauer, A.; Bauer, W.; Specht, Eckehard; Herz, Fabian

Thermophysical properties of lime as a function of origin, Part 3: Emissivity

In: Cement, lime, gypsum. - Gütersloh: Bauverl. BV, Bd. 69.2016, 9, S. 58-62;
[Imp.fact.: 0,071]

Nafsun, Aainaa Izyan Binti; Herz, Fabian

Experiments on the temperature distribution in the solid bed of rotary drums

In: Applied thermal engineering: design, processes, equipment, economics. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 103.2016, S. 1039-1047;
[Imp.fact.: 2,739]

Nafsun, Aainaa Izyan Binti; Herz, Fabian; Specht, Eckehard; Scherer, Viktor; Wirtz, Siegmund

Heat transfer experiments in a rotary drum for a variety of granular materials

In: Experimental heat transfer: an international journal. - London: Taylor & Francis, Bd. 29.2016, 4, S. 520-535;
[Imp.fact.: 1,288]

Oeltze-Jafra, Steffen; Cebal, Juan R.; Janiga, Gábor; Preim, Bernhard

Cluster analysis of vortical flow in simulations of cerebral aneurysm hemodynamics

In: IEEE transactions on visualization and computer graphics: TVCG. - New York, NY: IEEE, Bd. 22.2016, 1, S. 757-766;
[Imp.fact.: 2,168]

Ranga Dinesh, K. K. J.; Shalaby, H.; Luo, K. H.; Oijen, J. A. van; Thévenin, Dominique

Effects of pressure on cellular flame structure of high hydrogen content lean premixed syngas spherical flames - a DNS study

In: International journal of hydrogen energy: official journal of the International Association for Hydrogen Energy. - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 41.2016, 46, S. 21516-21531;
[Imp.fact.: 1,330]

Ranga Dinesh, K. K. J.; Shalaby, H.; Luo, K. H.; Oijen, J. A. van; Thévenin, Dominique

High hydrogen content syngas fuel burning in lean premixed spherical flames at elevated pressures - effects of preferential diffusion

In: International journal of hydrogen energy: official journal of the International Association for Hydrogen Energy. - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 41.2016, 40, S. 18231-18249;
[Imp.fact.: 3,205]

Redemann, Tino; Specht, Eckehard

Analytical Approach to Calculate the Heat Fluxes in the Atmosphere and to Quantify the Sensitivity of Earth Temperature due to CO₂ and H₂O

In: Journal of ecosystem & ecography. - [S.I.]: OMICS Publishing Group, insges. 8 S., 2016;

Schießl, R.; Bykov, V.; Maas, U.; Abdelsamie, Abouelmagd; Thévenin, Dominique

Implementing multi-directional molecular diffusion terms into Reaction Diffusion Manifolds (REDIMs)
In: Proceedings of the Combustion Institute. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.proci.2016.07.089>;
[Imp.fact.: 2,796]

Schulz, Florian; Samenfink, W.; Schmidt, Jürgen; Beyrau, Frank

Systematic LIF fuel wall film investigation
In: Fuel: the science and technology of fuel and energy. - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 172.2016, S. 284-292;
[Imp.fact.: 3,520]

Specht, Eckehard; Redemann, Tino; Lorenz, Nadine

Simplified mathematical model for calculating global warming through anthropogenic CO₂
In: International journal of thermal sciences: IJTS. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 102.2016, S. 1-8;
[Imp.fact.: 2,629]

Theile, Martin; Hassel, Egon; Thévenin, Dominique; Buchholz, Bert; Michels, Karsten; Hofer, Martin

Analysis of cycle-to-cycle variations of the mixing process in a direct injection spark ignition engine using scale-resolving simulations
In: SAE International journal of engines. - Warrendale, Pa: Soc, Bd. 9.2016, 4, insges. 17 S.;

Voß, Samuel; Glaßer, Sylvia; Hoffmann, Thomas; Beuing, Oliver; Weigand, S.; Jachau, Katja; Preim, Bernhard; Thévenin, Dominique; Janiga, Gábor; Berg, Philipp

Fluid-structure simulations of a ruptured intracranial aneurysm - constant versus patient-specific wall thickness
In: Computational and mathematical methods in medicine: an interdisciplinary journal of mathematical, theoretical and clinical aspects of medicine. - New York, NY [u.a.]: Hindawi; Vol. 2016.2016, Art. 9854539, insgesamt 8 S. ;
[Imp.fact.: 0,887]

Yáñez-González, Álvaro; Ruiz-Trejo, Enrique; Wachem, Berend van; Skinner, Stephen; Beyrau, Frank; Heyes, Andrew

Development of an optical thermal history coating sensor based on the oxidation of a divalent rare earth ion phosphor
In: Measurement science and technology: devoted to the theory, practice and application of measurement in physics, chemistry, engineering and the environmental and life sciences from inception to commercial exploitation. - Bristol: IOP Publ; 27.2016, 11, Art.115103, insgesamt 9 S. ;
[Imp.fact.: 1,492]

Yáñez-González, Álvaro; Wachem, Berend van; Skinner, Stephen; Beyrau, Frank; Heyes, Andrew

On the kinetics of thermal oxidation of the thermographic phosphor BaMgAl₁₀O₁₇: Eu
In: Materials and design. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 108.2016, S. 145-150;
[Imp.fact.: 3,997]

Begutachtete Buchbeiträge

Berg, Philipp; Voß, Samuel; Becker, Mathias; Redel, T.; Janiga, Gábor; Skalej, Martin; Beuing, Oliver

Bringing hemodynamic simulations closer to the clinics - a CFD prototype study for intracranial aneurysms
In: 2016 38th annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). - Piscataway, NJ: IEEE, S. 3302-3305;
[Kongress: 38th annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Orlando, 16-20 August, 2016];

Cleynen, Olivier; Hoerner, Stefan; Thévenin, Dominique

Performance mapping of ducted free-stream hydropower devices
In: Sustainable Hydraulics in the Era of Global Change: proceedings of the 4th IAHR Europe Congress (Liege, Belgium, 27-29 July 2016). - CRC Press, S. 284-289
[Kongress: 4th IAHR Europe Congress, Liege, Belgium, 27-29 July, 2016];

Glaßer, Sylvia; Hirsch, Jan; Berg, Philipp; Saalfeld, Patrick; Beuing, Oliver; Janiga, Gábor; Preim, Bernhard

Evaluation of time-dependent wall shear stress visualizations for cerebral aneurysms

In: Bildverarbeitung für die Medizin 2016: Algorithmen - Systeme - Anwendungen: Proceedings des Workshops vom 13. bis 15. März 2016 in Berlin. - Berlin: Springer Vieweg, S. 236-241;

[Kongress: Bildverarbeitung für die Medizin 2016, Berlin, 13. bis 15. März, 2016];

Glaßer, Sylvia; Saalfeld, Patrick; Berg, Philipp; Merten, Nico; Preim, Bernhard

How to evaluate medical visualizations on the example of 3D aneurysm surfaces

In: VCBM 16: Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine. - Eurographics Ass., 2016; <http://dx.doi.org/10.2312/vcbm.20161283>

[Kongress: Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine, VCBM 16, Bergen, Norway, 7 - 9 September, 2016];

Hagemeier, Thomas; Zähringer, Katharina; Thévenin, Dominique

Influence of wetting behavior on macroscopic film flow pattern

In: Proceedings of the 18th International Symposium on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics. - LISBON Simposia, S. 1251-1267, 2016

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

Kovats, Peter; Zähringer, Katharina

Simultaneous 2-Tracer-LIF and PIV for the study of mass transfer around single CO₂-bubbles

In: Proceedings of the 18th International Symposium on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics. - LISBON Simposia, S. 2484-2501, 2016

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

Lichtenberg, Nils; Cleynen, Olivier; Thévenin, Dominique

Numerical investigations of a water vortex hydropower plant implemented as a fish ladder, Part I: The water vortex

In: Sustainable Hydraulics in the Era of Global Change: proceedings of the 4th IAHR Europe Congress (Liege, Belgium, 27-29 July 2016). - CRC Press, S. 277-283

[Kongress: 4th IAHR Europe Congress, Liege, Belgium, 27-29 July, 2016];

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

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

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

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

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

Classification of ultra-fine adhesive particles at fine cohesive powders

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

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

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

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

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

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

Dissertationen

Al-Hasnawi, Adnan Ghareeb Tuaamah; Specht, Eckehard [GutachterIn]

Mixing behaviour of side injection of air jets and gaseous fuel jets into the axial flow of tunnel kilns. - Magdeburg, 2016; XIV, 170 Seiten: Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 163-167];

Becker, Friedherz Hartmut; Specht, Eckehard [GutachterIn]

Brenntechnologie für Geschirr unter besonderer Berücksichtigung des Glattbrands von Porzellan Flachware im Schnellbrandofen. - Magdeburg, 2016; 340 Seiten: Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 257-268];

Daróczy, László; Janiga, Gábor [GutachterIn]

Practical issues in the optimization of CFD based engineering problems. - Magdeburg, 2016; 212 Seiten: Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 184-202];

Dragomirov, Plamen; Schmidt, Jürgen [GutachterIn]; Rottengruber, Hermann [GutachterIn]

Analyse von Gemischbildung und Verbrennung alternativer Dieseldieselkraftstoffe mit optischen Verfahren. - Barleben: docupoint Verlag, 2016; xxii, 175 Seiten: Illustrationen, Diagramme; 21 cm - (Micro-macro transactions; Volume 22), ISBN 978-3-86912-121-5;
[Literaturverzeichnis: Seite 160-175];

Mann, Hannes; Tomas, Jürgen [GutachterIn]; Thévenin, Dominique [GutachterIn]

Experimentelle Untersuchung, Modellierung und dynamische Simulation der mehrstufigen turbulenten Partikel-Querstromklassierung. - Magdeburg, 2016; XII, 246 Seiten: Illustrationen, Diagramme; 21 cm
[Literaturverzeichnis: Seite 234-246];

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

Model optimization and techniques for the simulation of multiphase chemical reactors. - Magdeburg, 2016; xii, 130 Seiten: Illustrationen
[Literaturverzeichnis: Seite 121-130];

Schulz, Florian; Schmidt, Jürgen [GutachterIn]; Rottengruber, Hermann [GutachterIn]

Untersuchung der Wandfilmbildung bei der Benzindirekteinspritzung unter Nutzung optischer Messverfahren. - Barleben: docupoint Verlag, 2016; X, 175 Seiten: Illustrationen, Diagramme; 21 cm - (Micro-macro transactions; Volume 25), ISBN 978-3-86912-125-3;
[Literaturverzeichnis: Seite [167]-175];