

INSTITUT FÜR STRÖMUNGSTECHNIK UND THERMODYNAMIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 18654, Fax +49 (0)391 67 12840
thevenin@ovgu.de

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. D. Thévenin (geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr.-Ing. J. Schmidt
Prof. Dr.-Ing. E. Specht

2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. J. Schmidt (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. Dr. h.c. (i. R.) H. J. Kecke

3. Forschungsprofil

Lehrstuhl Technische Thermodynamik (Prof. Dr.-Ing. J. Schmidt).

- Simulation des Wärme- und Stofftransportes bei Prozessen mit Phasenumwandlungen und chemischen Reaktionen: Modellierung und Berechnung der Transportprozesse in Membranreaktoren und an katalytisch beschichteten Membranen, in Einlaufströmungen und Mikrokanälen; Lösung inverser Probleme bei der Sprühkühlung; Temperaturfeld- und Schmelzbadsimulation von Schweißprozessen; Mikro-Makro-Wechselwirkungen bei der Sprühkühlung.
- Ein- und zweiphasiger Wärmeübergang unter Mikrosystembedingungen: Experimentelle Untersuchung des Wärmeübergangs in Kapillarrohren und Mikrokanalverdampfern bei ebener und Ringspalt-Geometrie; Untersuchungen zum Initialpunkt; Betriebscharakteristik von Kompaktverdampfern und Dimensionierung.
- Wärmeübergang und Strahl-Wand-Wechselwirkungen bei Sprühprozessen: Messung des Wärmeübergangs beider Sprühkühlung und Korrelation mit den charakteristischen Sprühstrahlparametern; Mikromodell auf Basis von Einzeltropfen; PDA-Messungen zur Sprühstrahlcharakterisierung; Untersuchungen zur Strahldynamik und von Strahl-Wand-Wechselwirkungen bei der Benzindirekteinspritzung mittels PDA, Infrarotthermografie und Hochgeschwindigkeitsvisualisierung.
- Kühlung von Walzdraht und Feinstahl: Wärmeübergang in Intensivkühlrohren; Kühlstreckengestaltung und Auslegung von Luftkühlstrecken (z. B. STELMOR-Verfahren); Simulationsprogramm zur Beschreibung des Abkühlprozesses.
- Infrarotthermografie, Phasen-Doppler-Anemometrie und Thermoanalyse: Anwendung und Weiterentwicklung von Methoden zur Bestimmung von Wärmeübergangskoeffizienten, von Tropfengrößen- und Geschwindigkeitsverteilungen, sowie der thermischen Stoffwerte.

Lehrstuhl Thermodynamik und Verbrennung (Prof. Dr.-Ing. E. Specht)

- Industrieofenprozesse: Wärmeübergangsbedingungen in Rollenöfen, Wärmeübergangsmessungen in einem Versuchsdrehrohröfen, Simulation des Kalkbrennens in Schachtöfen, Simulation von Prozessen in Drehrohröfen..
- 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, PIV-LIF, Shadowgraphy, 3D-Videotechnik).
- 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-Turbinen, Tesla-Turbinen und -Pumpen...); Validierung von Strömungsberechnungsverfahren.
- Biomedizinische 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; simultane quantitative Messungen (z.B. PIV-LIF, Zweiphasen-PIV).

4. Serviceangebot

Wir bieten:

- 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
- 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.

6. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. R. Bordas, Dr. B. Wunderlich, Dr. K. Zähringer, Dr. G. Janiga

Kooperationen: Prof. Szabo Szilard, Technical University of Miskolc (Ungarn)

Förderer: DAAD; 01.01.2011 - 31.12.2012

Development of measurement technique for simultaneous determination of 2D velocity and temperature fields

Die experimentelle Untersuchung und das numerische Modellieren des konvektiven Wärmetransports in komplexen Strömungen stellen die grundlegende Zielsetzung des Projekts dar. Bei mit Wärmeübertragung verbundenen Aufgaben ist eine äußere Einflussnahme durch Regelung oder Steuerung in Abhängigkeit von der Temperatur sehr oft erforderlich. Die Simulation von solchen Prozessen verlangt wegen der zeitlich veränderlichen Randbedingungen, die sehr oft keinen deterministischen Charakter haben, eine spezielle Handhabung. Methoden zur berührungslosen Messung von Konzentrationen und Temperaturen dienen in der Strömungstechnik zur Erforschung, Auslegung und Optimierung von Anlagen, in denen Mischungsprozesse oder chemische Reaktionen stattfinden. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden die Möglichkeiten und Grenzen eines neuen Verfahrens dieser Art untersucht. Es handelt sich hierbei um die sogenannte Background-Oriented-Schlieren (BOS) Technik, die die Abhängigkeit des Brechungsindex von der Temperatur und Zusammensetzung des Gemisches ausnutzt.

BOS wird mit Particle Image Velocimetry (PIV) kombiniert, um gleichzeitig das Geschwindigkeitsfeld zu erhalten.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: M.Sc. Mohamed Mohamed, Dr.-Ing. Gábor Janiga

Förderer: Industrie; 01.02.2011 - 31.05.2011

Einfluss der mechanischen Toleranzen auf eine Spaltströmung

Bei vielen Pumpen wird zur Reduzierung des auf den Läufer ausgeübten axialen Schubes ein Entlastungskolben eingesetzt. Der Entlastungsbereich ist über einen Spalt mit dem Druckbereich hinter der letzten Pumpenstufe verbunden. Die damit verbundenen Spaltverluste und die Druckdifferenz zwischen Druck- und Saugleitung der Maschinen regulieren den Achsschub. Es ist daher von überragender Bedeutung, alle diese Aspekte zu beherrschen und quantitative Vorhersagen zu treffen, um den Wirkungsgrad zu optimieren und gleichzeitig einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. In letzter Zeit sind Probleme im Entlastungsbereich aufgetreten, die vermutlich darauf zurückzuführen sind, dass die Maßtoleranzen der eingesetzten Bauteile zu spürbaren Strömungsänderungen führen können. Diese Fragestellung soll im Rahmen des vorliegenden Projekts anhand CFD untersucht und quantifiziert werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Bernd Wunderlich

Förderer: BMWi/AIF; 01.12.2011 - 31.01.2014

Entwicklung einer neuen Pumpen-Zentrifuge zur Trennung von flüssigen Stoffgemengen auf Basis einer Kreiselpumpe mit Pitot-Rohren

Ziel des Projektes ist es, eine neue Technologie zur Trennung von Flüssigkeitsgemischen zu entwickeln. Ausgehend von einer Kreiselpumpe mit Pitot-Rohr wird ein neuartiges Verfahren entwickelt, das die Trennung von Flüssigkeitsgemischen wie z.B. Öl/Wasser, mit einer wesentlich höheren Reinheit der getrennten Stoffe, einer höheren Leistungsfähigkeit, und zu geringeren Kosten, im Vergleich mit bisher angewendeten Verfahren bzw. Technologien, ermöglicht. Darüber hinaus sollen die Prozessparameter an die Gemischzusammensetzung angepasst werden können. Dieses Projekt wird auf Basis von Computersimulation/CFD durchgeführt und mit experimentellen Messungen am Prototyp validiert.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: M.Sc. Gordon Fru

Kooperationen: Prof. Ulrich Maas (KIT, Technische Thermodynamik)

Förderer: DFG; 01.08.2010 - 31.07.2013

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.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Andreas Lehwald, Dr.-Ing. Bernd Wunderlich

Kooperationen: Prof. Gunther Brenner, T.U. Clausthal; Prof. Jens Strackeljan, IFME

Förderer: BMWi/AIF; 01.03.2010 - 31.05.2012

Experimentelle Untersuchung von dynamischen Lasten in Industrieventilatoren

In zahlreichen Industriebereichen werden heute Ventilatoren unterschiedlicher Leistungsklassen eingesetzt. Als Beispiele seien die Luft- und Klimatechnik, Trocknungstechnik und Verfahrenstechnik genannt. Diese Maschinen sind in der Regel Bestandteile komplexer Anlagen. Daher kommt neben der Erfüllung einer vorgegebenen Leistungscharakteristik (Volumenstrom, Druckerhöhung, Effizienz, usw.) der Lebensdauer und Zuverlässigkeit des Ventilators eine große Bedeutung zu. In diesem Zusammenhang spielen dynamische Belastungen für das Versagen eine große Rolle. Aufgrund der Komplexität dieser Vorgänge sind diese aber in der Vorhersage mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Mögliche Ursachen für Beeinträchtigungen des Betriebs von Ventilatoren sind Rotorschwingungen durch aerodynamische Lasten. Fluktuierende Strömungszustände oder Strömungsinstabilitäten können die Maschine zu Schwingungen anregen, welche im Resonanzfall zum Ausfall der Maschine führen können. Die Mechanismen, die zu diesen fluktuierenden Lasten führen, sind im Ansatz bekannt. Allerdings besteht erheblicher Klärungsbedarf, um diese Mechanismen im Designprozess berücksichtigen zu können. Vor diesem Hintergrund zielt dieses Projekt darauf ab, moderne methodische Entwicklungen im Bereich der numerischen Simulation und der Messtechnik einzusetzen, um den sicheren Betriebsbereich der Ventilatoren besser abgrenzen zu können, und damit deren technische und wirtschaftliche Sicherheit zu erhöhen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: M.Sc. Santhosh Seshadhri, Dipl.-Ing. R. Bordas, Dr.-Ing. Gábor Janiga

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

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.10.2008 - 28.02.2011

Modellierung und Beeinflussung von Strömungen in Aneurysmen

Aneurysmen sind ballonartige Aussackungen der arteriellen Gefäßwände. Das Platzen dieser Aneurysmen führt zu starken inneren Blutungen und kann abhängig vom betroffenen Gefäß innerhalb von Minuten zum Tode führen: rupturierte Aneurysmen führen immer zu einer lebensbedrohlichen Hämorrhagie.

Die Behandlung dieser Aussackungen an Gefäßen im peripheren Gefäßsystem ist im Allgemeinen eine Aufgabe der Gefäßchirurgie. Die Behandlung von intrazerebralen Aneurysmen wird inzwischen möglichst minimal-invasiv durchgeführt, da die Ergebnisse im Vergleich zu einer offenen Operation besser sind. Dabei wird ein Katheter über das periphere Gefäßsystem in den Kopf und dann in das Innere des Aneurysmas vorgeschoben und dieses mit Platindraht ausgefüllt (coiling), mit dem Ziel, den Bluteinstrom in das Aneurysma soweit zu reduzieren, dass eine Thrombose und im weiteren Verlauf eine Fibrose des Aneurysmas eintritt. Eine neue Therapiestrategie ist das Einbringen von Implantaten wie z.B. Stents in das Trägergefäß auf Höhe des Aneurysmas, so dass der Blutfluß im Bereich der Aussackung qualitativ und quantitativ so verändert wird, dass der Hauptblutstrom am Aneurysma vorbeiführt und die Wandbelastung unter den kritischen Wert reduziert wird.

Aufgrund des extrem hohen Eingriffsrisikos sind jedoch derartige Interventionen nur indiziert, wenn bereits eine Aneurysmaruptur eingetreten ist oder diese mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Die Beurteilung des Risikos einer Ruptur eines Aneurysmas ist daher ein zentrales Problem der präoperativen Diagnostik. Dafür muss der

Blutfluss im Bereich des Aneurysmas zuverlässig analysiert werden können und im Hinblick auf eine zukünftige Verbesserung der Behandlung eine mögliche positive Beeinflussung durch existierende und noch zu entwickelnde Implantate valide abgeschätzt werden. Die Entwicklung dafür geeigneter Methoden ist die Kernaufgabe des vorliegenden Forschungsprojektes.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Philipp Berg, Dr.-Ing. Gábor Janiga
Förderer: Industrie; 01.08.2011 - 31.10.2011

Optimale räumliche Verteilung einer Begasungsanlage

In einer Abwasseranlage, die auch zur Gewinnung von Biogas verwendet wird, ist es besonders auffällig, dass für die Größe des Reaktors die erzielte Abbauleistung zu gering ist. Es wird vermutet, dass dies größtenteils auf eine schlechte Reaktordurchmischung zurückzuführen ist. Um die Durchmischung zu verbessern, wird überlegt, neben bereits vorhandenen Seitenrührwerken nun Biogasanlagen zu installieren. Dadurch soll eine zusätzliche Durchmischung erzeugt werden. Solche konstruktiven Änderungen sind aber komplex und aufwendig. Es ist vor allem aus heutiger Sicht vollkommen unklar, inwieweit diese Zusatzmaßnahmen den erwünschten Erfolg bringen können. Daher müssen modernste Berechnungsverfahren der numerischen Strömungssimulation eingesetzt werden, um für die reale Geometrie und für die echten Betriebsbedingungen die Strömungszustände im Reaktor für unterschiedliche Anordnungen der Zusatzbegasung zu vergleichen und daraus Verbesserungspotential zu identifizieren.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeiter: Dr. Bernd Wunderlich, Dr. Gábor Janiga, Dipl.-Ing. Philipp Berg
Förderer: Industrie; 01.05.2011 - 30.09.2011

Optimale räumliche Verteilung eines Dampfstrahls

Eine neuartige Dampfanlage soll für selbstentladende Waggons in Kohlekraftwerken unter Kälte- und Frostbedingungen durch kontrollierten Wärmeaustausch optimiert werden. Um diese Funktion zu gewährleisten und gleichzeitig Betriebskosten zu minimieren, ist es erforderlich, eine optimale Geometrie für Dampfzufuhr und Dampfausstoß unter Berücksichtigung der anvisierten Betriebsparameter auszulegen. Die zugrundeliegende Geometrie ist drei-dimensional, komplex und es ist nur eine unzureichende Vorerfahrung vorhanden, um diese optimale Auslegung auf Basis reiner Ingenieurkenntnisse zu realisieren. Daher müssen modernste Berechnungsverfahren der numerischen Strömungssimulation eingesetzt werden, um für die reale Geometrie und für die echten Betriebsbedingungen die räumliche Verteilung des Dampfstrahls im voraus vorherzusagen und zu optimieren. Vorrangiges Ziel dieses Forschungsprojektes ist es daher, durch numerische Simulation die räumliche Dampfausbreitung in der echten Geometrie und für die realen Betriebsbedingungen vorherzusagen, und auf Basis dieser Ergebnisse eine verbesserte Dampfzuführung vorzuschlagen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. R. Bordas
Kooperationen: Prof. Volker John, Freie Universität Berlin
Förderer: DFG; 01.10.2007 - 30.09.2012

Referenzexperimente im mehrphasigen Windkanal, numerische Simulationen und Validierung

Dieses Vorhaben verfolgt das zentrale Ziel, eine ausführliche Datenbank anhand berührungsloser experimenteller Messungen in einer zweiphasigen Luft/Wasser-Strömung im Windkanal zu erstellen. Diese soll vorwiegend der Validierung numerischer Simulationen dienen. In den Experimenten werden sowohl die Geschwindigkeiten der anwesenden Phasen wie auch die Eigenschaften der dispersen Phase quantitativ und so weit wie möglich simultan vermessen. Die Ergebnisse dieser Referenzexperimente werden allen Teilnehmern des Schwerpunktprogramms zur Verfügung gestellt. Insbesondere werden auch innerhalb dieses Teilprojektes entsprechende numerische Simulationen durchgeführt, so dass eine direkte gegenseitige Validierung der Messergebnisse und der numerischen Ergebnisse erfolgt. Die entsprechenden numerischen Simulationen basieren auf eigenen Entwicklungen, die sowohl VMS- als auch LES-Ansätze (MooNMD, AG John) wie auch bei Bedarf DNS-Ansätze (AG Thévenin) für die kontinuierliche Phase verwenden. Für die Beschreibung der nicht-kontinuierlichen Phasen werden hauptsächlich populationsdynamische Modelle verwendet, die in beiden Arbeitsgruppen bereits eine zentrale Rolle spielen. Dieses Projekt liefert Modellinformationen, die für das Verständnis der Regenbildung in turbulenten Wolkenströmungen hilfreich sein sollen.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. C. Roloff
Kooperationen: Prof. Udo Reichl, MPI Magdeburg
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.08.2010 - 31.12.2011

Strömungseinfluss auf Zellkultivierung und Virusausbeute in Bioreaktoren

Bei der Herstellung viraler Impfstoffe mittels Kultivierung tierischer Zellen sind Einflüsse der Fließbedingungen in den Kultivierungssystemen entscheidend. Durch die komplexe Kopplung von unstemem Fluss und Zellpopulationen werden hierbei andere Resultate als in herkömmlichen Reaktoren erreicht. Für eine genaue Beschreibung des kompletten Prozesses mittels numerischer Simulationen ist es notwendig für die Flüsse Computational Fluid Dynamics (CFD) zu nutzen und gleichzeitig die Verteilung der Zellen und deren Eigenschaften vollkommen gekoppelt zu betrachten. Zu diesem Zweck hat die Arbeitsgruppe die Methode DQMOM implementiert, um die Evolution einer Population von Partikeln mit einer Anzahl interner Koordinaten (z.B. Eigenschaften), abhängig von den lokalen und momentanen Fließbedingungen (externe Koordinaten: Position und Zeit), zu bestimmen. Verschiedene miteinander interagierende mono-variate Populationen werden mit DQMOM beschrieben. Jetzt werden ähnliche Methoden für klassische, großskalige Bioreaktoren eingesetzt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeiter: M.Sc. Nils Lichtenberg
Förderer: Industrie; 01.08.2011 - 31.07.2013

Strömungstechnische Optimierung zur Partikelinjektion in einem Verteiler für Stahlschmelze

Für eine effiziente und kostengünstige Herstellung von hochwertigen Stahlprodukten sollen kleine Mengen zusätzlicher Komponenten in die Schmelze homogen eingebracht werden. Um die Qualität zu verbessern wäre es wünschenswert, Partikel mit einer bekannten und kontrollierten Größenverteilung hierfür zu verwenden. Daraus resultieren mindestens zwei Schwierigkeiten: - die zugeführten Partikel müssen weiterhin binnen weniger Sekunden in der Schmelze homogen verteilt werden, unabhängig der Partikeldichte und -größe; - für den Partikeleintrag in die Schmelze ist ein spezielles Verfahren hierfür zu entwickeln, das bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben werden kann.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin
Projektbearbeiter: M.Sc. Kiryl Pliavaka, Dr.-Ing. Katharina Zähringer
Förderer: DFG; 01.07.2011 - 30.06.2013

Verbrennung erneuerbarer Brennstoffe unter Zuhilfenahme nicht-thermischer Plasmas

Die Plasma-unterstützte Verbrennung wurde in letzter Zeit zu einem wichtigen Forschungsgebiet. In den meisten Fällen führen die verwendeten Plasmas zu einem starken Temperaturanstieg und werden dazu verwendet, die Zündung zu erleichtern. Nicht-thermische Plasmas erscheinen hingegen prinzipiell interessanter für die Verbrennungsunterstützung, da sie direkt, auf molekularem Niveau die Reaktionsprozesse beeinflussen und sehr wenig Energie benötigen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Plasmas verwendet werden, um angeregte Spezies innerhalb des Reaktionsgemisches zu produzieren. Die Bedeutung nicht-thermischer Plasmas für Verbrennungsanwendungen wurde bereits in Projekten gezeigt, die hauptsächlich Wasserstoff- oder Methanflammen verwendeten. Drei Hauptprobleme bleiben jedoch bisher ungelöst: 1) die Anregung der reagierenden Spezies durch elektronische Stöße funktioniert gut bei Unterdruck, aber wird, mit den vorhandenen Plasmageneratoren, nicht bei erhöhtem Druck oder sogar Atmosphärendruck erreicht; 2) der Vorteil der mit nicht-thermischen Plasmas unterstützten Verbrennung zur Vergrößerung des Brennbarkeitsbereiches und zur Verringerung von Abgasemissionen muß noch für technisch relevantere Brennstoffe, und insbesondere erneuerbare Brennstoffe, gezeigt werden; 3) die Wechselwirkung zwischen dem nicht-thermischen Plasma und reaktiven Strömungen ist bisher noch nicht vollständig untersucht, was weitere Modellierungsarbeiten benötigt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht
Förderer: Industrie; 01.10.2009 - 01.10.2011

Entwicklung eines Verfahrens zum Brennen kalzitarmer Kalksteine: Entwicklung eines Simulationsprogramms für den Koksofenprozess

Für einen koksbeheizten Normalschachtofen wird ein mathematisches Modell entwickelt, um die Temperatur- und Konzentrationsprofile in axialer Richtung berechnen zu können. Damit kann der Zersetzungsverlauf von Kalksteinen

verschiedener Qualität simuliert und der Ofenprozess auf die Steinqualität optimiert werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Projektbearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Förderer: BMWi/AIF; 01.01.2008 - 31.12.2011

Simulation des Kalkbrennens in Schachtöfen

Die axialen Temperaturverläufe des Gases, der Kalkpartikel und der Kalzination werden berechnet. Der Einfluss des Brennstoffs, der Steinqualität, der Steingrößenverteilung, des Durchsatzes und der Ofengeometrie werden untersucht.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Förderer: DFG; 01.12.2009 - 31.12.2013

Simulation of Direct Chill Casting of Metals

Für den Erstarrungsprozess beim Strangguss von NE-Metallen werden die Temperatur-, Gefüge-, Spannungs- und Verzugsfelder simuliert. Der Einfluss der örtlichen Kühlbedingungen beim Aufspritzen von Wasser und beim Übergießen mit Wasserstrahlen aus der Kokille wird untersucht. Daraus werden optimale Kühlstrategien entwickelt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Förderer: DFG; 01.06.2009 - 31.12.2011

Simulation of Tunnel Kiln Processes for bricks

Die Temperaturprofile und Strömungsprofile in Tunnelöfen zum Brennen von Ziegeln werden berechnet. Der Einfluss des Wärmeübergangs auf den fossilen Energieverbrauch wird untersucht. Es wird gezeigt, wie sich mit einer Gasumwälzung im Querschnitt mit Heißgasventilatoren der Energieverbrauch reduzieren lässt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

Förderer: BMWi/AIF; 30.06.2009 - 30.06.2011

Untersuchung des Einflusses der Korngrößenverteilung und der Betriebsbedingungen auf die Qualität und den Energieverbrauch beim Brennen von Kalk in Normalschachtöfen

Für Normalschachtöfen wird ein mathematisches Modell entwickelt, um die axialen Temperatur- und Zersetzungsverläufe von Kalksteinpartikeln berechnen zu können. An einem Laborschachtöfen und einen realen Schachtöfen werden zur Validierung Messungen durchgeführt. Der Einfluss die Kalk-, Ofen- und Brennstoffparameter auf den Ofenprozess wird untersucht.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Tobias Breuninger

Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. Helmut Tschöke, FMB-IMS

Förderer: DFG; 01.07.2009 - 31.03.2012

Analyse des Entflammungsverhaltens bei Ladungsschichtung für strahlgeführte Brennverfahren mit Multifunkenzündung

Ottomotoren mit Direkteinspritzung und vorwiegend strahlgeführtem Verbrennungsverfahren besitzen gegenwärtig das größte Potenzial zur Kraftstoffeinsparung und Minimierung der Schadstoffemission. Herausforderungen bei der Entwicklung derartiger innovativer Motoren sind die Optimierung der Gemischaufbereitung und insbesondere die sichere Entflammung des Gemisches bei unterschiedlichen Drehzahlen und Lasten. In Voruntersuchungen konnten bereits wesentliche Größen, die das Entflammungsverhalten beeinflussen, u. a. der Flüssigkeitsanteil in der Umgebung des Funkenplasmas, identifiziert, und mit der Entflammungsaussetzerrate korreliert werden. Die Ergebnisse der Messungen an einem Versuchsmotor ließen sich quantitativ durch eine neu eingeführte Entflammungskennzahl beschreiben, die es jetzt in interdisziplinärer Zusammenarbeit zu erweitern gilt. Ausgehend von einer Modellierung des Energieeintrages und der relevanten Transportvorgänge im Kontrollvolumen (KV) um die Zündelektroden sowie einer Parameteranalyse sollen zusätzliche Einflussgrößen herausgearbeitet werden. Insbesondere gilt es die Wirkung des Flüssigkeitsanteils im KV, der sich in bisherigen Untersuchungen als sehr wesentlich erwiesen hat, weiter zu präzisieren. Dabei ist von einem Einfluss des Verhältnisses von Tropfenoberfläche zu Tropfenvolumen auszugehen.

Grundlage der experimentellen Untersuchungen bildet die Ermittlung der Entflammungsaussetzerrate im befeuerten Motor in Abhängigkeit der Betriebsparameter und der Zündbedingungen unter Verwendung nach außen öffnender Piezoinjektoren in zentraler Brennraumlage. Im Sinne der Grundlagenuntersuchung sollen die erzielten Ergebnisse mit den charakteristischen Gemischparametern zum Zündzeitpunkt korreliert werden. Da eine direkte Bestimmung dieser Parameter im Basismotor nicht möglich ist, sind PDA- und LIEF-Messungen in einem nicht befeuerten Transparentmotor und einer Druckkammer unter motornahen Randbedingungen geplant.

Im Ergebnis dieser Vorgehensweise sollen quantifizierbare Kriterien zur Bewertung der Entflammungssicherheit in Abhängigkeit der wesentlichen Gemischparameter aufgestellt werden. Damit werden eine Verallgemeinerung der Messergebnisse und eine physikalisch fundiertere Auslegung des strahlgeführten Brennverfahrens erreicht.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Chem. Michael Könnig

Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. Helmut Tschöke, FMB-IMS

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.09.2011 - 31.12.2011

Extreme Hochdruckeinspritzung alternativer Kraftstoffe für Dieselmotoren - Teilprojekt A1 des COmpetence in MObility COMO

Mit diesem Teilprojekt sollen die Vorteile eines extrem hohen Einspritzdruckes in Bezug auf eine Verbrauchs- und Emissionsreduzierung (CO₂, Partikel und Stickoxide) untersucht werden. Dabei liegt die Besonderheit des Projektes in der Einspritzung alternativer Kraftstoffe unter diesen bisher noch nicht realisierten Randbedingungen.

Die Untersuchungen stützen sich auf die Analyse der Spraycharakteristiken unter motornahen Bedingungen in einer Druckkammer unter Anwendung der Phasen-Doppler-Anemometrie (PDA) sowie der Hochgeschwindigkeitsvisualisierung und werden vergleichend mit motorischen Messungen vorgenommen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Stephan Baer

Kooperationen: Prof. Dr. rer. nat. habil. Lutz Tobiska, FMA-IAN; Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht, FVST-ISUT

Förderer: DFG; 01.04.2010 - 30.09.2014

Mikro-Makro-Wechselwirkungen von strukturierten Medien und Partikelsystemen (Graduiertenkolleg 1554, Teilprojekt: Wärmeübergang bei der Sprühkühlung)

Ein Themenbereich des Graduiertenkollegs befasst sich mit Festkörpern unter thermischer Beanspruchung. Bei stofflichen Veränderungen von Festkörpern sind die auf der Mikroebene stattfindenden Vorgänge in der Regel stark temperaturabhängig. Diese Vorgänge sind zudem mit Umwandlungsenthalpien verbunden. Zur gezielten Einstellung von stofflichen Eigenschaften müssen somit thermische Lasten erzeugt werden. Beispielsweise müssen Metalle von hohen Temperaturen definiert abgekühlt werden, um bestimmte Gefüge oder Härten zu erhalten. Hierfür benötigt man Kühlverfahren, mit denen gezielt lokale Wärmeübergangskoeffizienten eingestellt werden können. Besonders geeignet ist die Sprühkühlung, auf die sich die Arbeiten im Kolleg konzentrieren. Untersucht werden der Wärmeübergang und die Sprühstrahl-Wand-Wechselwirkungen auf der Mikro- und Makroebene im Bereich des Übergangs- und des stabilen Filmsiedens.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Patrick Varga

Förderer: BMWi/AIF; 01.04.2010 - 31.03.2012

Simulation des Wärmetransportes in Verbrennungsmotoren zur Reduzierung der Reibung und der CO₂-Emissionen unter Warmlaufbedingungen

Die endlichen Vorräte fossiler Energien erfordern einen effizienten Umgang mit ihnen. Dies zwingt auch zu einer weiteren Optimierung konventioneller Verbrennungsmotoren und zur Entwicklung neuer Antriebskonzepte mit dem Ziel, den Kraftstoffverbrauch zu senken und damit auch einen verminderten CO₂ Ausstoß. Dieses Ziel verfolgen die Motorenentwickler durch Verbesserung der Gemischbildung und Brennverfahren sowie der Reduzierung der Reibungsverluste und des Leistungsbedarfs der Nebenaggregate seit vielen Jahren erfolgreich. Hinzu kommen heute

Downsizing - Auslegungen sowie Fahrzeugkonzepte, die einerseits den Verbrennungsmotor nach wie vor ausschließlich und unmittelbar für den Antrieb nutzen als auch indirekt zur Erzeugung elektrischer Energie für hybride Antriebe verwenden. Diese neuen Konzepte haben Veränderungen des Thermomanagements zur Folge, die sowohl Wärmeströme und Flussrichtungen im Fahrzeugmotor beeinflussen als auch Baugruppen wie die Kühlaggregate im Gesamtfahrzeug. Aber auch bei den weiterentwickelten Verbrennungsmotoren für den direkten Standardantrieb ergeben sich Verbrauchs Einsparpotenziale durch örtlich und zeitlich gezielt geführte Wärmeströme zu den Reibstellen des Motors, die besonders unter Warmlaufbedingungen von Bedeutung sind.

Das beantragte Forschungsvorhaben soll einen Beitrag zur Reibungsverminderung und damit zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauches und der CO₂ Emission während des Warmlaufes nach einem Kaltstart, dem Warmlauf nach einem Warmstart und der Lastwechselphasen durch eine optimale Steuerung des Wärmeflusses zu verbrauchskritischen Lagerstellen des Motors liefern. Aus stationären Messungen ist z.B. bekannt, dass der Reibmitteldruck bei Erhöhung der Öltemperatur von 20 °C auf ca. 90 °C um etwa 50% reduziert werden kann. Nach Schwaderlapp bietet die Motorreibung ein hohes Verbrauchssenkungspotenzial von über 12%.

Um bereits in der Konstruktionsphase den zeitlich veränderlichen Wärmefluss abschätzen und gezielt beeinflussen zu können, wird ein geeignetes Simulationsmodell erstellt, das durch Messungen an einem 4-Zylinder Motor verifiziert wird und das sich durch eine gute Übertragbarkeit auszeichnet. Die diesbezügliche Methodenentwicklung ist wesentlicher Bestandteil des Projektes.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Jörg Sauerhering

Kooperationen: apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr, FMB-IFQ; Prof. Dr. Michael Scheffler, FMB-IWF;
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Ulrich Gabbert, FMB-IFME

Förderer: Industrie; 01.07.2011 - 30.06.2013

Thermische Optimierung eines integrierten Abgaskrümmers

Die Einführung integrierter Abgaskrümmers ist mit deutlichen Material- und Kosteneinsparungen verbunden, führt zur Reduzierung des Gewichtes und erlaubt eine kompaktere Bauweise. Nachteile sind die notwendige Vergrößerung der Leistung des Fahrzeugkühlers und die Sensibilität der Konstruktion auf mögliche Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte für die meist verwendeten AISi-Aluminiumlegierungen. Durch konstruktive Maßnahmen sollen die Temperaturspitzen im Bereich des integrierten Abgaskrümmers, die zu Ölverkokungen führen, reduziert werden. Gleichzeitig wird damit eine Reduzierung der dem Abgas in der Kaltstartphase entzogenen Energie angestrebt. Die Bearbeitung erfolgt in enger Kooperation mit apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Ulrich Gabbert und Prof. Dr. Michael Scheffler.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Förderer: Industrie; 01.07.2010 - 28.02.2011

Thermoanalytische Untersuchungen von beschichteten Werkstoffen und Bulkmaterialien

Die zu untersuchenden Proben sind spezielle Materialien aus dem Forschungs- und Entwicklungsbereich. Charakteristisch sind beschichtete Proben und komplexe Materialien, die unter thermischen Lasten unter anderem zu Ausscheidungs- und Lösungsvorgängen führen.

Die Proben erlauben damit keine Standardmessungen, sondern erfordern ein spezielles Vorgehen und problemangepasste Lösungen.

Für die Analyse und Bewertung des Wärmeleitverhaltens werden experimentelle Untersuchungen auf Basis thermoanalytischer Methoden durchgeführt. Zum Einsatz kommen die Differenzkalorimetrie und die Laser-Flash-Methode.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Förderer: Industrie; 01.08.2010 - 28.02.2011

Untersuchung der Benetzungsdynamik bei Spray-Wand-Kontakt

Für die vergleichende Bewertung der Wandfilmbildung bei Einsatz verschiedener Injektoren in unterschiedlichen Einbaulagen und unter geänderten Betriebsbedingungen, werden optische und infrarotthermografische Messungen vorgenommen. Die simultane Durchführung der Messungen ist ein wesentliches Merkmal der Untersuchungen. Die Kolbenoberfläche wird durch ein elektrisch direkt beheiztes Blech nachgebildet, welches auf unterschiedliche Temperaturen aufgeheizt werden kann. Der in seiner Lage variabel einstellbare Injektor wird mittels Traversiereinrichtung in Bezug auf die Testsektion positioniert. Die benetzte Seite wird mit einer Hochgeschwindigkeitskamera vom Typ HighSpeedStar 6 unter Verwendung des Spray-Master-Systems (LaVision) visualisiert. Mit Hilfe der Software Davis 7.2 wird für eine Referenzfläche der Benetzungsgrad bestimmt und in Bezug auf seine Dynamik analysiert. Die Kenntnis der zeitlichen Änderung des Benetzungsgrades gestattet allein noch keine Aussagen über die aufgebrachte Flüssigkeitsmenge und den Verdampfungs- bzw. Verdunstungsprozess. Hierzu sind weitere Untersuchungen zur Bestimmung der Filmdicke und der thermischen Randbedingungen, z. B. unter Lösung der inversen Problemstellung notwendig. Diese gestalten sich in der Regel sehr aufwendig. Unter dem Aspekt der vergleichenden Bewertung ist deshalb die Bestimmung der absoluten Größe, der auf die Wand auftreffenden Flüssigkeitsmenge im Rahmen dieser Untersuchung nicht vorgesehen. Vielmehr sollen Kenngrößen bereitgestellt werden, mit denen Unterschiede in den Wandbenetzungen bei gleicher eingespritzter Kraftstoffmenge charakterisiert werden können. Hierzu werden neben der Bestimmung des zeitlichen Verlaufes des Benetzungsgrades die Temperaturabsenkungen des Probedeleches im Ergebnis der Kraftstoffinjektion gemessen. Die transienten Temperaturverläufe werden auf der sprayabgewandten trockenen Oberfläche der Testsektion mit einem zeitlich und örtlich hochauflösenden Thermografiesystem Infratec Image IR gemessen.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Chem. Michael Könnig

Förderer: Industrie; 01.05.2011 - 30.11.2011

Untersuchung der Spraycharakteristik von Dieselinjektoren unter atmosphärischen Bedingungen

Für die Brennverfahrensentwicklung von Diesel-Motoren sind Untersuchungen zur Spraycharakteristik in Abhängigkeit des Injektordruckes und der Betriebsparameter von besonderer Bedeutung. Für eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Injektoren und unterschiedlicher Einspritzregime werden zunächst atmosphärische Messungen durchgeführt. Analysiert werden die Spraygeometrie mittels Hochgeschwindigkeitsvisualisierung sowie die Tropfendurchmesser- und -geschwindigkeitsverteilungen mittels der Phasen-Doppler-Anemometrie (PDA).

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. F. Schulz

Förderer: Industrie; 15.06.2011 - 15.12.2011

Untersuchung des instationären Strahlaustrittsverhaltens und der Benetzungsdynamik eines Einzelstrahls bei der Benzindirekteinspritzung

Die für 2014 geplante neue Abgasvorschrift Euro 6 der Europäischen Union sieht vor, für direkteinspritzende Ottomotoren neben der Partikelmasse auch die Partikelanzahlmission (PN) zu limitieren. Der diskutierte Grenzwert für die PN-Emission von 6×10^{11} stellt im Vergleich zur Partikelmasse eine deutlich höher Anforderung an die Motoren dar. Es ist damit erforderlich, die PN-Emission um ca. eine Größenordnung zu senken. Dies erfordert eine detaillierte Analyse der Quellen der Partikelentstehung im Brennraum des DI-Motors. Bei der Benzindirekteinspritzung lässt sich der Kontakt des Sprays mit den Brennraum begrenzenden Wänden nicht unter allen Betriebszuständen vermeiden. Der sich ausbildende Wandfilm kann im jeweiligen Arbeitspunkt zu erhöhten Schadstoffemissionen und zur Bildung von Ablagerungen führen. Zielstellung des Projektes sind Grundsatzuntersuchungen zur Wandfilmbildung, bei denen neben der Hochgeschwindigkeitsvisualisierung des Flüssigkeitsfilms der Schwerpunkt auf der infrarotthermografischen Bestimmung instationärer Wandtemperaturverläufe liegt. Durch deren berührungslose und nahezu verzögerungsfreie Messung für die gesamte Testsektion mittels Infrarotthermografie werden eine wesentlich verbesserte Genauigkeit und ein erheblicher Erkenntniszuwachs im Vergleich zu ähnlichen Messungen, jedoch unter Verwendung von Sensoren, erwartet. Diese Temperaturverläufe ermöglichen unter anderem die Bestimmung der bei der Filmbildung und Filmverdampfung entzogenen Wärmen. Das Messverfahren erlaubt durch seine Schnelligkeit und Robustheit systematische Messungen über einen weiten Bereich von Parametern. Hierzu zählen Aussagen zum Einfluss von Sprayform, Einbaulage, Betriebsdruck, Einspritzmenge und regime sowie Wandabstand und stationärer Wandanfangstemperatur. Die Ergebnisse können dann motorischen Untersuchungen mit obigen Parametervariationen gegenübergestellt werden.

7. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

Prof. Thévenin hat die "1st ERCOFTAC Conference on Simulation of Multiphase Flows in Gasification and Combustion (MFGC-1)" in Dresden (18.- 20. September 2011) organisiert (siehe www.virtuhcon-conference.de).

8. Veröffentlichungen

Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften

Bendicks, Christian; Tarlet, Dominique; Roloff, Christoph; Bordás, Robert; Wunderlich, Bernd; Michaelis, Bernd; Thévenin, Dominique

Improved 3-D particle tracking velocimetry with colored particles

In: Journal of signal and information processing. - Irvine, Calif. : Scientific Research Publishing, Bd. 2.2011, 2, S. 59-71;

[Abstract unter URL](#); 2011

Bordás, Róbert; Hagemeier, Thomas; Wunderlich, Bernd; Thévenin, Dominique

Droplet collisions and interaction with the turbulent flow within a two-phase wind tunnel

In: Physics of fluids. - [S.l.]: American Institute of Physics, Bd. 23.2011, 8, insges. 11 S.; [Abstract unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,722]

Chittipotula, Thirumalesha; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique

Improved soot prediction models for turbulent non-premixed ethylene/air flames

In: Combustion Institute: Proceedings of the Combustion Institute. - Pittsburgh, PA, Bd. 33.2011, 1, S. 559-567;

[Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 3,256]

Chittipotula, Thirumalesha; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique

Optimizing soot prediction models for turbulent non-premixed ethylene/air flames

In: Chemical engineering science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, [Abstract unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 2,379]

Fru, Gordon; Janiga, Gabor; Thévenin, Dominique

Direct Numerical Simulations of the impact of high turbulence intensities and volume viscosity on premixed methane flames

In: Journal of combustion. - Cairo: Hindawi, insges. 12 S.; [Link unter URL](#); 2011

Fru, Gordon; Janiga, Gábor; Thévenin, Dominique

Impact of volume viscosity on the structure of turbulent premixed flames in the Thin Reaction Zone regime

In: Flow, turbulence and combustion. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 87.2011, insges. 28

S.; [Abstract unter URL](#); 2011

Fru, Gordon; Thévenin, Dominique; Janiga, Gábor

Impact of turbulence intensity and equivalence ratio on the burning rate of premixed methane-air flames

In: Energies. - Basel: MDPI, Bd. 4.2011, 6, S. 878-893; [Abstract unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,130]

Hagemeier, Thomas; Hartmann, Michael; Kühle, Martin; Thévenin, Dominique; Zähringer, Katharina

Experimental characterization of thin films, droplets and rivulets using LED fluorescence

In: Experiments in fluids. - Berlin: Springer, insges. 14 S.; [Abstract unter URL](#), 2011; 2011

[Imp.fact.: 1,599]

Hagemeier, Thomas; Hartmann, Michael; Thévenin, Dominique

Practice of vehicle soiling investigations - a review

In: International journal of multiphase flow. - Oxford: Pergamon Press, Bd. 37.2011, 8, S. 860-875; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,772]

Kalmbach, Andreas; Bordás, Róbert; Öncül, Alper A. ; Thévenin, Dominique; Genzel, Yvonne; Reichl, Udo

Experimental characterization of flow conditions in 2 L and 20 L bioreactors with wave-induced motion

In: Biotechnology progress. - Hoboken, NJ: Wiley, Bd. 27.2011, 2, S. 402-409; [Link unter URL](#); 2010

[Imp.fact.: 2,398]

Mohamed, M. H. ; Janiga, Gábor; Pap, Elemer; Thévenin, Dominique

Multi-objective optimization of the airfoil shape of Wells turbine used for wave energy conversion

In: Energy <Oxford>. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 36.2011, 1, S. 438-446; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 2,952]

Mohamed, Mohamed; Janiga, Gábor; Pap, Elemer; Thévenin, Dominique

Optimal blade shape of a modified Savonius turbine using an obstacle shielding the returning blade

In: Energy conversion and management. - Oxford [u.a.]: Pergamon Press, Bd. 52.2011, 1, S. 236-242; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 2,072]

Mönch, Tobias; Gasteiger, Rocco; Janiga, Gabor; Theisel, Holger; Preim, Bernhard

Context-aware mesh smoothing for biomedical applications

In: Computers & graphics. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 35.2011, 4, S. 755-767; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 0,720]

Neugebauer, Mathias; Janiga, Gabor; Beuing, Oliver; Skalej, Martin; Preim, Bernhard

Anatomy-guided multi-level exploration of blood flow in cerebral aneurysms

In: Computer graphics forum. - Oxford: Blackwell, Bd. 30.2011, 3, S. 1041-1050; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,455]

Seshadhri, Santhosh; Janiga, Gábor; Beuing, Oliver; Skalej, Martin; Thévenin, Dominique

Impact of stents and flow diverters on hemodynamics in idealized aneurysm models

In: Journal of biomechanical engineering. - New York, NY: ASME, Bd. 133.2011, 7, insges. 9 S.; [Link unter URL](#); 2011

[Imp.fact.: 1,600]

Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen

Gasteiger, Rocco; Janiga, Gábor; Stucht, Daniel; Hennemuth, Anja; Friman, Ola; Speck, Oliver; Markl, Michael; Preim, Bernhard

Vergleich zwischen 7 Tesla 4D PC-MRI-Flussmessung und CFD-Simulation

In: Bildverarbeitung für die Medizin 2011. - Berlin [u.a.]: Springer Berlin, ISBN 978-3-642-19334-7, S. 304-308;

Informatik aktuell; [Link unter URL](#)

Kongress: Workshop; (Lübeck): 2011.03.20-22; 2011

Hentschke, Clemens; Serowy, Steffen; Janiga, Gábor; Rose, Georg; Tönnies, Klaus

Estimating blood flow velocity in angiographic image data

In: Medical imaging 2011: visualization, image-guided procedures, and modeling; Pt. 1. - Bellingham, Wash. : SPIE, Bd. 7964.2011; Proceedings of SPIE; 7964; [Link unter URL](#)

Kongress: SPIE Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling Conference; (Lake Buena Vista, Fla.): 2011.02.13-15; 2011

Wissenschaftliche Monografien

Cunäus, Ulf

Populationsdynamische Beschreibung der kontinuierlichen Wirbelschichttrocknung. - Micro-macro transactions;

Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; Barleben: Docupoint-Verl.; XIII, 136 S.:

graph. Darst.; 21 cm, ISBN 978-3-86912-103-1, 2011; 2011

Buchbeiträge

Breuninger, Tobias; Hese, Martin; Schmidt, Jürgen; Tschöke, Helmut; Kufferath, Andreas; Altenschmidt, Frank
Einfluss der Spraycharakteristik einer Piezo-A-Düse auf die Entflammung beim strahlgeführten Brennverfahren
In: Diesel- und Benzindirekteinspritzung VI. - Renningen: expert-Verl., ISBN 978-3-8169-3052-5, S. 275-294; Haus der Technik Fachbuch; 116, 2011; 2011

Rosemann, Paul; Bender, S. ; Heyn, Andreas; Schmidt, Jürgen
Korrosion und Biokompatibilität beschichteter MgCa1.0 Magnesiumlegierungen
In: Sommerkurs Werkstoffe und Fügen <14, 2011, Magdeburg>: 14. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen. - Magdeburg: Univ., ISBN 978-3-940961-56-3, S. 135-138
Kongress: Sommerkurs Werkstoffe und Fügen; 14 (Magdeburg): 2011.09.23-24; 2011

Andere Materialien

Tarlet, Dominique; Bendicks, Christian; Roloff, Christoph; Bordás, Róbert; Wunderlich, Bernd; Michaelis, Bernd; Thévenin, Dominique
Gas flow measurements by 3D particle tracking velocimetry using coloured tracer particles
In: Flow, turbulence and combustion. - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 87.2011;
[Abstract unter URL](#); 2011

Dissertationen

Alam, Umair
Experimental study of local heat transfer during quenching of metals by spray and multiple jets. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; IX, 125 S.: graph. Darst.; 2011

Elgendy, Essam Mahrous Elgenady
Analysis of energy efficiency of gas driven heat pumps. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; XXII, 148 S.: graph. Darst.; 2011

Kapitza, Lars
Experimentelle Analyse des transienten Verhaltens der einlasskanalgenerierten Zylinderinnenströmung. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; XXII, 144 S.: graph. Darst.; 2011

Meng, Ping
Solid-solid recuperation to improve the energy efficiency of tunnel kilns. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; [Link unter URL](#); XX, 142 S.: Ill., graph. Darst.; 30 cm; 2011

Mohamed, Mohamed Hassan Ahmed
Design optimization of savonius and wells turbines. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; XXIV, 173 S.: Ill., graph. Darst.; 30 cm; 2011

Pfafferodt, Matthias André
Modelling of a symmetric Molten Carbonate Fuel Cell stack. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; Barleben: docupoint; XVIII, 142 S.: Ill., graph. Darst.; 210 mm x 148 mm, ISBN 978-3-86912-049-2; 2011

Pöschko, Pascal
Modellierung und Simulation polydispenser Wassernebel in der Brandbekämpfung unter Berücksichtigung stochastischer Parameter. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2011; XII, 105 S.: graph. Darst.; 2011

Schifferdecker, Robin

Potential strömungsoptimierter Einspritzdüsen bei NKW-Motoren. - Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2011; 150 S.: graph. Darst.; 2011