



# 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- 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:** M.Sc. Alper Öncül

**Kooperationen:** Prof. Udo Reichl, MPI Magdeburg

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.04.2007 - 30.06.2010

### Charakterisierung und Optimierung der Strömungsverhältnisse in Bioreaktoren

Bei der Kontrolle von Zellwachstum aber auch Zellschädigung in biotechnologischen Prozessen, wie zum Beispiel die Herstellung viraler Impfstoffe mittels Kultivierung tierischer Zellen, sind Einflüsse der Fließbedingungen in den Kultivierungssystemen entscheidend. Neue Reaktortypen, wie die flexiblen Wave-Einwegbioreaktoren haben in den letzten Jahren auf dem Markt an Bedeutung gewonnen. 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 in Magdeburg 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 (hier: feste Carrier und Zellen interagierend mit der Flüssigphase) können mit DQMOM beschrieben werden. Allerdings muss DQMOM noch erweitert werden, um die zusätzlichen biologischen Mechanismen (im speziellen die Existenz einer Senke in den Population Balance Equations) zu berücksichtigen.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

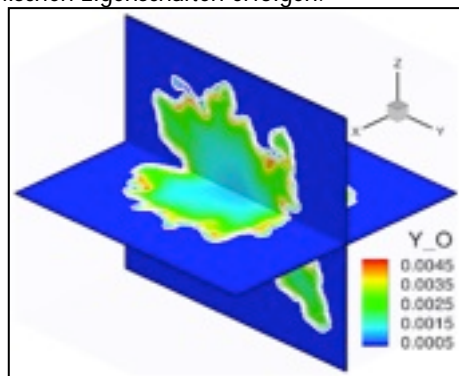
**Projektbearbeiter:** M.Sc. Gordon Fru

**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

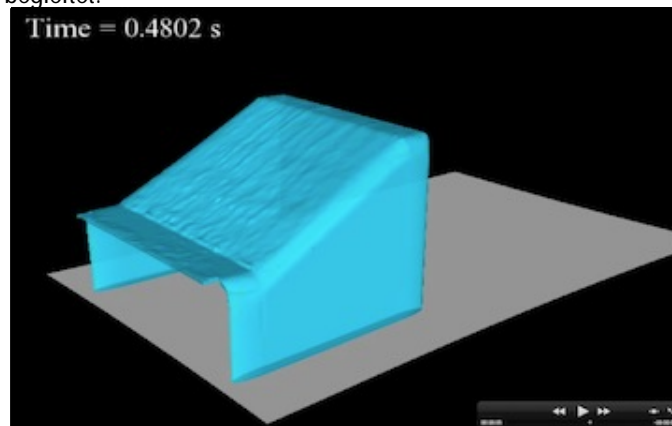
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. T. Hagemeier, Dr.-Ing. B. Wunderlich

**Kooperationen:** Prof. R. Radespiel, T.U. Braunschweig, Volkswagen AG Wolfsburg

**Förderer:** Industrie; 01.09.2007 - 31.12.2010

#### **Experimentelle und numerische Untersuchung der Fahrzeugverschmutzung**

Bei der Entwicklung von Fahrzeugen ist die Fahrzeugverschmutzung, insbesondere wegen Regen, von großer Bedeutung. Auch bei starkem Regen und Wind darf die Sicht des Fahrers nicht beeinträchtigt werden. Die bei diesem Vorgang auftretenden physikalischen Vorgänge sind von hoher Komplexität (instationäre Strömung, Turbulenz, Mehrphasenströmung, Filmbildung, -entwicklung und -zerfall). Die numerische Modellierung dieser Phänomene ist noch nicht mit hinreichender Genauigkeit erfolgt. Dies ist u. a. ein Hinweis darauf, dass zuverlässige experimentelle Messungen, die für eine Entwicklung und Validierung numerischer Modelle unentbehrlich sind, noch nicht abschließend durchgeführt wurden. Ziel dieses Projekts ist es daher, solche experimentellen Daten zu bekommen und die komplette Entwicklung der numerischen Simulationskette durchzuführen. Hierfür sollen Grundlagenversuche zur Fahrzeugverschmutzung in einem Windkanal an einfachen Geometrien durchgeführt werden, um eine verlässliche Datenbasis für die Validierung von Berechnungsverfahren zu erarbeiten. Diese Untersuchungen werden von umfangreichen numerischen Arbeiten (Testung, Modifizierung und Optimierung von Modellen; Reduzierung der anfallenden Rechenzeiten) begleitet.



---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

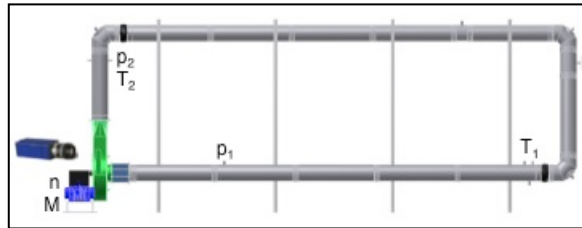
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Andreas Lehwald, Dr.-Ing. Bernd Wunderlich

**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, 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

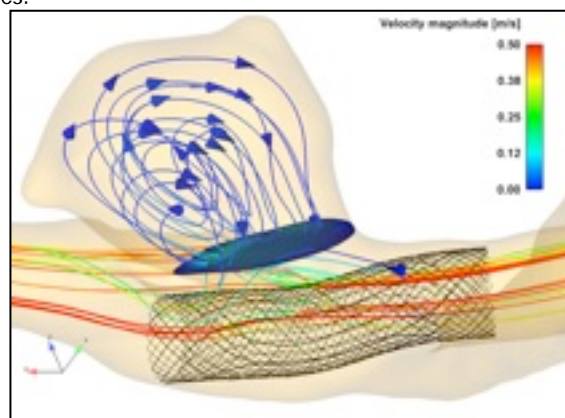
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.10.2008 - 30.09.2010

#### **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 Eingriffsriskos 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:** Dr.-Ing. G. Janiga

**Förderer:** Industrie; 01.09.2008 - 15.03.2010

### **Optimierung eines Mischers**

Das zugrunde liegende Verfahren für die Produktion großer Mengen von Polymerwerkstoffen wird in hohem Maße von der Mischqualität der einzelnen flüssigen Komponenten beeinflusst. Wird die notwendige Mischgüte nicht erreicht, ist die Qualität der Produkte unzureichend. Diese Mischprozesse werden dadurch erschwert, dass sie in relativ großen Anlagen stattfinden, unter Druck realisiert werden, und dass die Einzelkomponenten eine hohe (bis weit über 100 cP) und sich schnell verändernde Viskosität aufweisen. Um die notwendige Mischgüte zu erreichen, wurde vor langer Zeit ein Mischer vom industriellen Partner speziell für diese Anwendung entwickelt, der bis jetzt weitgehend zufriedenstellend arbeitet. Im Rahmen einer Prozessverbesserung muss allerdings dieser Mischer jetzt modifiziert werden. Für den Partner ist es extrem wichtig, den neuen Mischer optimal zu gestalten und die Anlage weiterhin sicher und zuverlässig unter den neuen Betriebsbedingungen fahren zu können. Vorrangiges Ziel dieses Projektes ist es daher, den entwickelten Mischer strömungstechnisch zu untersuchen und Veränderungen vorzuschlagen, die für die neuen Betriebsbedingungen eine optimale Wirkung bringen. Von besonderer Bedeutung sind die Strömungsfelder, die Intensität der Turbulenz und der Druckverlust.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Gábor Janiga

**Förderer:** Industrie; 01.10.2009 - 28.02.2010

### **Optimierung von mehrstufigen Wasserkreiselpumpen**

Der Projektpartner ist erfolgreich bei der Entwicklung und Vermarktung von Wasserpumpen. Trotz Verfügbarkeit einer Vielzahl unterschiedlicher Produkte ist es aber erforderlich, weiter optimale Lösungen zu entwickeln, insbesondere bzgl. mehrstufiger Kreiselpumpen. Durchgreifende Verbesserungen erfordern, neben der Berücksichtigung des Know-How des Unternehmens, die Unterstützung von Hochschuleinrichtungen, die allein über neueste Methoden wie z.B. die numerische Strömungssimulation (CFD) verfügen. Vorrangiges Ziel dieses Forschungsprojektes ist es daher, zwei vollkommen neue mehrstufige Wasserkreiselpumpen zu entwickeln und zu optimieren. Von besonderer Bedeutung sind die exakten Kennlinien dieser Pumpen und insbesondere maximale Förderhöhe und Volumenstrom.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. R. Bordas

**Kooperationen:** Prof. Volker John, Freie Universität Berlin

**Förderer:** DFG; 01.10.2007 - 30.09.2011

### **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

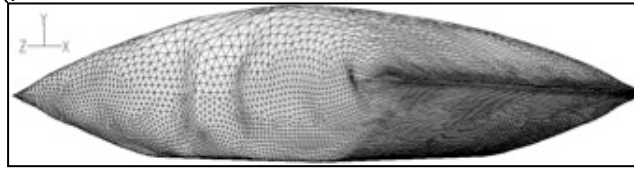
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.08.2010 - 31.12.2011

### **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:** Dr.-Ing. K. Zähringer

**Förderer:** Industrie; 01.03.2010 - 31.05.2010

**Untersuchung von Schalldämpfern für Abgasleitungen**

Schalldämpfer werden in Abgasleitungen eingesetzt, um die Schallemissionen durch das gesamte Verbrennungs- und Abgassystem zu verringern. Diese Schallemissionen können dabei verschiedene, oft schwer an der Quelle zu bekämpfende Ursachen haben. So können durch thermo-akustische Wechselwirkungen, meist niederfrequente, Schwingungen in der Anlage angeregt werden. Auch können durch die Abgasströmungsführung oder Einbauten Schallwellen erzeugt werden. Um diese Schallemissionen auf ein vertretbares Maß zu reduzieren, werden dann Schalldämpfer innerhalb oder am Ausgang der Abgasleitung eingesetzt. Vorrangiges Ziel dieses Projektes ist es, nachzuweisen ob und in welchem Umfang eine Schalldämpfung durch eingebaute Schalldämpfer erreicht wird. Weiterhin lassen sich dann, an Hand der Messergebnisse, eventuell notwendige konstruktive Verbesserungen ableiten.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

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

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

**Förderer:** DAAD; 01.01.2009 - 31.12.2010

**Untersuchung von Strömungen mit Wärmeaustausch numerisch und mittels eines neuen Background-Oriented-Schlieren (BOS) Verfahrens**

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.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen folgende Ziele erreicht werden:

- \* Überprüfung der Anwendbarkeit des BOS-Verfahrens in Strömungen mit Wärmetransfer
  - \* Schaffung der theoretischen Grundlagen für die quantitative Auswertung der Messergebnisse
  - \* Erstellung von entsprechenden Auswerteprogrammen unter Berücksichtigung von verschiedenen geometrischen Verhältnissen.
  - \* Validierung der Methode und der Auswerteverfahren im Vergleich mit anderen, etablierten Messverfahren am Beispiel einer Zylinderumströmung.
-



**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Dominique Thévenin

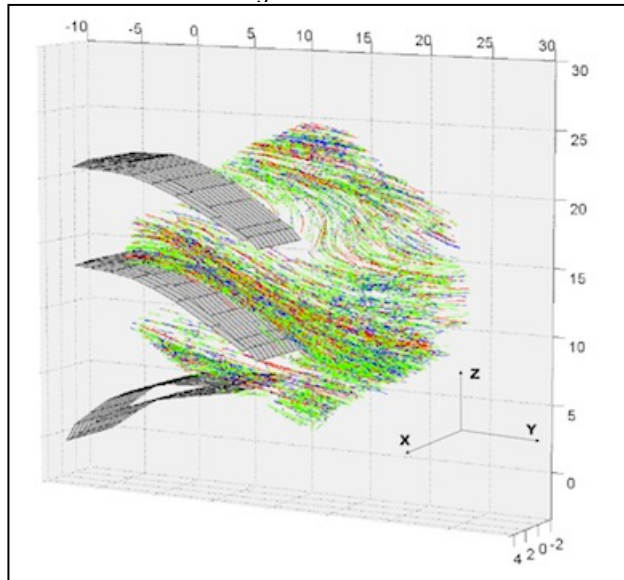
**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Dominique Tarlet, Dipl.-Ing. Christoph Roloff

**Kooperationen:** Prof. Bernd Michaelis, Lehrstuhl Technische Informatik, Otto-von-Guericke-Universität

**Förderer:** DFG; 01.02.2006 - 31.07.2010

**Vermessung von Profilablösungen mittels verbesserter Particle Tracking Velocimetry durch Verwendung farbiger Tracerpartikel und weiterentwickelten Prädiktionsmethoden**

Das Rotating Stall ist als eine Ursache für instabile Strömungsphänomene in Strömungskanälen von Turbomaschinen bekannt und durch eigene Forschungsarbeiten belegt. Um die Ursachen und die Ausbildung von Stall analysieren zu können, ist eine Lagrangesche Betrachtung nützlich. Bei der beabsichtigten Applikation in relativ schnellen Strömungen und der Notwendigkeit, kleine Wirbelstrukturen zu erfassen, ist von dem Verfahren sowohl eine hohe zeitliche als auch räumliche Auflösung zu verlangen, d.h., es werden hohe Partikeldichten benötigt. Bei der Vermessung von Strömungen mittels 3D-PTV ist ein Hauptproblem die Herstellung der Korrespondenz zwischen den Tracerpartikeln in zugeordneten Kamerabildern, mit deren Hilfe die Strömung visualisiert wird. Mittels gefärbter Tracerpartikel soll die Korrespondenzanalyse sowohl örtlich als auch zeitlich wesentlich erleichtert werden, da die Dichte der einzelnen Farbklassen zugeordneten Partikel sich bei konstanter Gesamtpartikeldichte erheblich verringert. Die Bestimmung der Bewegungstrajektorien erfolgt sowohl in klassischer Weise durch direkte Partikelverfolgung als auch durch Prädiktion mit Hilfe des Kalman-Filters und der Einführung von Glattheitsbedingungen unter Nutzung der Variationsrechnung. Der Anwendungsbereich der hier weiterentwickelten PTV geht weit über den konkreten Einsatz in diesem Projekt hinaus.



---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2009 - 31.12.2010

**Einfluss der Wasserqualität auf die Kühlung beim Stranggießen von NE-Metallen**

Das Ziel der Forschungsvorhaben besteht darin, die Qualität von Wasser auf die Kühlwirkung quantitativ zu beschreiben. Die Qualität des Wassers wird beeinflusst durch Feststoffgehalte (Trenn- und Schmiermittel usw.), gelöste Gase (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, usw.), Öle, Fette und sonstige organische Bestandteile, Salze, Härte und sonstige anorganische Bestandteile, Algen und sonstige biologische Bestandteile. Die Wirkung dieser Komponenten auf den Wärmeübergang des Wassers soll aufgezeigt werden. Die Innovation besteht darin, dass die grundlegenden Voraussetzungen geschaffen werden, um die Qualitäten von Kühlwasser erstens messtechnisch erfassen und zweitens dann gezielt einstellen zu können. Weiterhin kann durch die Kenntnis des Einflusses der jeweiligen Wasserqualität eine verbesserte Einstellung der Kühlwirkung erreicht werden. Da sich die Qualität zeitlich ändert, soll basierend auf den Ergebnissen erstmalig eine Grundlage zur Regelung der Kühlwirkung entsprechend der Wasserqualität geschaffen 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

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2008 - 31.12.2012

**Simulation von Drehrohrofenprozessen**

Die axialen Temperaturverläufe des Gases und des Feststoffs werden berechnet. Berücksichtigt wird das Bewegungsverhalten des Gutes, die Vermischung, der örtliche Füllungsgrad und die Verweilzeit. Beim Wärmeübergang wird die Strahlung an die freie Bettoberfläche und die Wand, der regenerative Transport durch die Wand und der Kontakt Wand-Gut sowie die Sekundärstrahlung berücksichtigt. Untersucht werden der Einfluss von Durchmesser, Drehzahl und Neigung des Drehrohres, von der Flammenform und vom Durchsatz.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

**Projektbearbeiter:** Prof. Dr.-Ing. Eckehard Specht

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2009 - 31.12.2010

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

Das Forschungsziel besteht darin, die Temperaturverläufe der verschiedenen großen Feststoffpartikel, deren Zersetzungsverhalten sowie den Temperaturverlauf des Gases in Kalköfen berechnen zu können. Damit sollen der Einfluss der Korngrößenverteilung (mittlerer Durchmesser, Siebklasse), der Betriebsbedingungen (spezifischer Durchsatz, spezifischer Energieverbrauch, Luftzahl), der Art des Brennstoffs (Heizwert- und Luftbedarf, Verbrennungsgeschwindigkeit), der Art und Genese des Kalksteins (Wärmeleitfähigkeit, Reaktionskoeffizient, Porendiffusion, CO<sub>2</sub>-Gehalt) beschreibbar gemacht werden. Auf Grund der Vielzahl der Parameter sollen mit dem Program auf theoretischem Wege die Bedingungen ermittelt werden, mit denen die Qualität des Kalksteins verbessert und der Energieverbrauch verringert werden kann. Weiterhin soll mit dem Programm für unterschiedliche Brennstoffe die optimalen Kalkbrennbedingungen ermittelt werden. Dadurch soll der Einsatz von preiswerten Sekundärbrennstoffen erleichtert werden. Als innovativ wird angesehen, dass dadurch die Temperatur- und Zersetzungsverläufe im Ofen, die messtechnisch nicht ermittelbar sind, erstmalig beschrieben werden können. Dadurch kann erstmalig der Einfluss der Korngrößenverteilung und die Herkunft der Kalksteine auf den Brennprozess vorhergesagt werden.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Jürgen Schmidt

**Förderer:** DFG; 01.07.2009 - 30.06.2014

**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

**Förderer:** DFG; 01.04.2010 - 30.09.2014

#### **Mikro-Makro-Wechselwirkungen von strukturierten Medien und Partikelsystemen**

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

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.04.2010 - 31.03.2012

#### **Simulation des Wärmetransportes in Verbrennungsmotoren zur Reduzierung der Reibung und der CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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

**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 Probebleches 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.

## 7. Veröffentlichungen

### **Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften**

**Glüge, Rainer; Bertram, Albrecht; Böhlke, Thomas; Specht, Eckehard**

A pseudoelastic model for mechanical twinning on the microscale

In: Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. - Potsdam [u.a.]: Wiley-VCH, Bd. 90.2010, 7/8, S. 565-594;

[Link unter URL](#); 2010

**Hentschke, Clemens; Serowy, Steffen; Jinga, Gabor; Rose, Georg; Tönnies, Klaus**

Estimating blood flow by re-projection of 2D-DSA to 3D-RA data sets for blood flow simulations

In: International journal of computer assisted radiology and surgery. - Berlin: Springer, Bd. 5.2010, 1, S. 342-343

[Enth.: Proceedings of the 24th International Congress and Exhibition, Geneva, Switzerland, June 23-26, 2010]; 2010

**Liu, Xiao Yan; Specht, Eckehard**

Predicting the fraction of the mixing zone of a rolling bed in rotary kilns

In: Chemical engineering science. - Amsterdam: Elsevier, Bd. 65.2010, 10, S. 3059-3063; [Link unter URL](#); 2010

[Imp.fact.: 2,136]

**Liu, Xiao Yan; Specht, Eckehard**

Temperature distribution within the moving bed of rotary kilns - measurement and analysis

In: Chemical engineering and processing. - Lausanne: Elsevier, Bd. 49.2010, 2, S. 147-150; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 1,742]

**Liu, Xiaoyan; Zhou, Shengjian; Specht, Eckehard**

Avalanche time of granular flows in rotary kilns

In: Chemical engineering & technology. - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 33.2010, 6, S. 1029-1033; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 1,266]

**Nallathambi, Ashok Kumar; Kaymak, Yalcin; Specht, Eckehard; Bertram, Albrecht**

Sensitivity of material properties on distortion and residual stresses during metal quenching processes

In: Journal of materials processing technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 210.2010, 2, S. 204-211; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 1,420]

**Silva, Mónica; Specht, Eckehard; Schmidt, Jürgen**

Thermophysical properties of limestone as a function of origin (part 1) - spezifische Wärmekapazitäten

In: Cement, lime, gypsum. - Gütersloh: Bauverl. BV, 2, S. 55-62; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 0,210]

**Silva, Mónica; Specht, Eckehard; Schmidt, Jürgen**

Thermophysical properties of limestone as a function of origin (part 2) - calcination enthalpy and equilibrium temperature

In: Cement, lime, gypsum. - Gütersloh: Bauverl. BV, 6, S. 51-57; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 0,210]

**Silva, Mónica; Specht, Eckehard; Schmidt, Jürgen; Al-Karawi, Janan**

Influence of the origin of limestone on its decomposition temperature and on the specific heat capacity and conductivity of lime

In: High temperatures, high pressures. - Philadelphia, Pa. : OCP Science, Bd. 38.2010, 4, S. 361-378; [Link unter URL](#); 2010

**Specht, Eckehard; Shi, Yi-Chun; Woche, Herrmann; Knabbe, Joern; Sprinz, Uwe**

Experimental investigation of solid bed depth at the discharge end of rotary kilns

In: Powder technology. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 197.2010, 1/2, S. 17-24; [Link unter URL](#); 2010  
[Imp.fact.: 1,745]

## **Buchbeiträge**

**Abdalrahmen, Khalid; Alam, Umair; Specht, Eckehard**

Wetting front tracking during metal quenching using array of jets

In: Proceedings of the 14th International Heat Transfer Conference. - ASME, ISBN 978-0-7918-3879-2, insges. 10 S., 2010  
Kongress: IHTC; 14 (Washington, DC, USA): 2010.08.08-13; 2010

**Alam, Umair; Abdalrahmen, Khalid; Specht, Eckehard**

Experimental investigation of influence of dissolved salts and surfactant on heat transfer in atomized spray quenching of metal

In: Proceedings of the 14th International Heat Transfer Conference. - ASME, ISBN 978-0-7918-3879-2, insges. 8 S., 2010  
Kongress: IHTC; 14 (Washington, DC, USA): 2010.08.08-13; 2010

**Georgieva-Angelova, Katya; Edreva, Velislava; Hussain, Arshad; Skrzypacz, Piotr; Tobiska, Lutz; Seidel-Morgenstern, Andreas; Tsotsas, Evangelos; Schmidt, Jürgen**

Transport phenomena in porous membranes and membrane reactors

In: Membrane reactors. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-32039-4, S. 85-132, 2010; 2010

**Herz, Fabian; Sonavane, Yogesh; Specht, Eckehard**

Analysis of local heat transfer in direct fired rotary kilns

In: Proceedings of the 14th International Heat Transfer Conference. - ASME, ISBN 978-0-7918-3879-2, insges. 8 S., 2010  
Kongress: IHTC; 14 (Washington, DC, USA): 2010.08.08-13; 2010

**Hese, Martin; Tschöke, Helmut; Breuninger, Tobias; Schmidt, Jürgen; Altenschmidt, Frank; Winter, Harald**

Zündungsuntersuchungen an einem strahlgeführten Brennverfahren mit Piezo-Einspritztechnik

In: Direkteinspritzung im Ottomotor VII. - Renningen: Expert-Verl., ISBN 978-3-8169-2965-9, S. 248-268; Haus der Technik Fachbuch; 111, 2010

Kongress: Tagung Direkteinspritzung im Ottomotor; 7 (Augsburg): 2009.09.17-18; 2010

**Mangold, Michael; Schmidt, Jürgen; Tobiska, Lutz; Tsotsas, Evangelos**

Modeling of membrane reactors

In: Membrane reactors. - Weinheim: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-32039-4, S. 29-62, 2010; 2010

**Specht, Eckehard; Alam, Umair; Abdalrahman, Khalid**

Influence of quality of water on the heat transfer in secondary cooling zone during continuous casting

In: Stranggießen. - Frankfurt: Werkstoff-Informationsges., ISBN 978-3-88355-384-9, S. 33-38, 2010

Kongress: Symposium Stranggießen; (Neu-Ulm): 2010.11.15-17; 2010

**Artikel in Kongressbänden**

**Specht, Eckehard; Lorenz, Nadine**

Energy contents and CO<sub>2</sub> emissions in pipe production - comparison of concrete with other materials

In: Proceedings, 54. BetonTage. - [Gütersloh]: Bauverl., S. 170-171; BFT international; 76.2010,2

Kongress: BetonTage; 54 (Neu-Ulm): 2010.02.09-11; 2010

**Dissertationen**

**Nallathambi, Ashok Kumar**

Thermomechanical simulation of direct chill casting. - Micro-macro transactions;

Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; Magdeburg: Docupoint-Verl.; XXIII, 173

S.: graph. Darst.; 21 cm, ISBN 978-3-86912-102-

[Zusammenfassung in dt. und engl. Sprache]; 2010

**Silva González, Mónica**

Experimental investigation of the thermophysical properties of new and representative materials from room temperature up to 1300C. - Berichte aus der Materialwissenschaft

Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2009; Aachen: Shaker; 162 S.: Ill., graph. Darst.;

21 cm, 258 gr., ISBN 978-3-8322-9105-1, 2010; 2010

**Sonavane, Yogesh**

Influence of the wall on the heat transfer process in rotary kiln. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; [Link unter URL](#); V, 134 S.: Ill., graph. Darst.; 2010

**Xu, Zhiguo**

Reduced model for flow simulation in the burner region of lime shaft kilns. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; [Link unter URL](#); XXII, 152 S.: graph. Darst.; 2010