

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 bei der 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 in der Verfahrenstechnik; Einsatz verschiedener optischer Messmethoden (LDA, PDA, PIV-LIF, Shadowgraphy, 3D-Videotechnik).
- Strömungen mit chemischen Reaktionen: Untersuchung der Flammen/Wirbel- und der Flammen/Akustik-Wechselwirkung; Eigenschaften von turbulenten Flammen in Brenner- und Motorsystemen; Vorhersage der Schadstoffemissionen in Gas-Haushaltsbrennern; plasma-gestützte Verbrennung.
- Eigenschaften von Flüssigkeiten: Rheologie, Verfestigungsverhalten mineralischer Suspensionen, Widerstandsverminderungsprozesse in Suspensionen. Hydraulischer Transport von körnigem Material mittels Newton'scher und nicht-Newton'scher Fluide, Anlagenoptimierung.
- Strömungsmaschinen: Untersuchung der Strömung und der Instabilitäten in Laufrädern und Gehäusen von Kreiselpumpen, insbesondere im off-design-Betrieb; Betriebsverhalten und Wirkungsgrad von Kreiselpumpen, auch bei Förderung von Flüssigkeit-Gas-Gemischen; Validierung von Strömungsberechnungsverfahren.
- Entwicklung numerischer Methoden und Computerprogramme für die Simulation laminarer und turbulenter 3D-Strömungen mit Berücksichtigung chemischer Reaktionen; Kopplung mit einer mathematischen Optimierungsschleife.
- Anwendung und Weiterentwicklung optischer Messmethoden: PIV; LIF; LDA/PDA; Rayleigh; Shadowgraphy; Particle-Tracking Velocimetry; quantitative Spezies-Messungen in reaktiven Strömungen; simultane quantitative Messungen (z.B. PIV-LIF, Zweiphasen-PIV).

4. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: FSt. 1: Prof. Dr.-Ing. J. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. E. Specht; FSt. 2: Prof. Dr.-Ing. W. Bauer

Förderer: BMWi/AIF; 01.12.2005 - 31.03.2009

Ermittlung und vergleichende Bewertung der Temperaturabhängigkeit der thermophysikalischen Stoffwerte bis 1600 °C als Simulationsgrundlage von Wärmebehandlungsprozessen in Industrieöfen

Die Zuverlässigkeit von Simulationsrechnungen hängt in sehr starkem Maße von der Qualität der zu Grunde gelegten Wärmeübergangsbedingungen und der thermophysikalischen Stoffwerte ab. Bei der Ermittlung der Wärmeübergangsbedingungen sind in den letzten Jahren ebenfalls große Fortschritte erzielt worden. Mit der zur Verfügung stehenden Rechnerkapazität kann der örtliche Strahlungsaustausch zwischen den Werkstücken und der umgebenden Gasatmosphäre unter Berücksichtigung der Wandstrahlung relativ gut berechnet werden. Die als Grundlage hierfür benötigten Emissionsgrade sind in mehreren AiF-Forschungsvorhaben für eine Vielzahl von Metallen und Keramiken temperaturabhängig unter realen Wärmebehandlungsatmosphären gemessen worden. Der konvektive Wärmeübergang kann mittels kommerzieller Computational Fluid Dynamics (CFD) Programmsysteme relativ gut ermittelt werden. Die Qualität der zur Verfügung stehenden thermophysikalischen Stoffwerte lässt demgegenüber erheblich zu wünschen übrig. Die Stoffwerte sind in der Regel nur für niedrige Temperaturen gemessen worden. Für neuere Werkstoffe sind solche Werte nicht oder erst spärlich vorhanden. Die in verschiedenen Quellen für den gleichen Werkstoff angegebenen Werte weichen oft erheblich voneinander ab. Dies gilt sowohl für die Wärmegüter als auch die Hochtemperaturbaustoffe der entsprechenden Industrieöfen. Die Bereitstellung von thermophysikalischen Stoffwerten stellt sich folglich für Simulationsrechnungen sowohl für Wärmebehandlungsprozesse als auch für die Konstruktion von Wärmebehandlungsanlagen als zunehmendes Grundlagenproblem dar. In letzter Zeit sind neue Techniken entwickelt worden, wie beispielsweise die Laser-Flash-Technik, mit denen sich die thermophysikalischen Stoffwerte bis in den Hochtemperaturbereich mit großer Genauigkeit messen lassen. Im Rahmen des IGF-Vorhabens wurden von neueren Werkstoffen und natürlichen Rohstoffen die folgenden Stoffwerte ermittelt und in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen: die Dehnung mittels Dilatometer (Fst 1 und Fst 2), die spezifische Wärmekapazität (Fst 1), die Phasenumwandlungsenthalpie und die Phasenumwandlungstemperatur mittels Differential Scanning Calorimetrie (Fst 1), die Wärmeleitfähigkeit mittels Laser-Flash-Apparatur (Fst 1) sowie mittels Heißdraht-Apparatur (Fst 2) und die Emissionsgrade (Fst 2). Weiterhin wurden Standard-Prüfverfahren der feuerfesten Werkstoffe (Fst 2) angewandt. Als Materialklassen wurden Wärmedämm-Stoffe und Feuerfest-Materialien für den Industrieofenbau, Pulvermetallurgische

Stähle und Kohlenstoffstähle als neue Materialien für Industrieofenprozesse, Nichteisenmetalle und Nichteisenlegierungen als neuere Wärmegüter für Thermoprozesse sowie Kalkstein und Kalk verschiedener Genese als natürliche Rohstoffe von Ofenprozessen untersucht. Die Ergebnisse sind in einer Vielzahl von Bildern und Tabellen dargestellt. Die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der Stoffwerte wurden auf verschiedenste Weise bewertet. Dafür wurden Wiederholungsmessungen an den Apparaturen mit denselben Proben, Messungen an einer Apparatur mit verschiedenen Proben eines Materials und Messungen eines Materials mit verschiedenen Apparaturen durchgeführt. Wiederholungsmessungen bei einer Apparatur mit denselben Proben zeigten eine gute Reproduzierbarkeit. Wiederholungsmessungen an jeweils einer Apparatur mit verschiedenen Proben eines Materials zeigten bei Metallen geringe Abweichungen, bei Wärmedämm- und Feuerfest-Materialien eine Streubreite von bis zu 10 % sowie bei Kalkstein eine signifikante Abhängigkeit von der Genese. Basierend auf den unterschiedlichen gerätetechnischen Ausstattungen beider Forschungsstellen haben sich die umfangreichen Untersuchungen zur Ermittlung von Stoffwerten im Rahmen des Vorhabens ohne Überschneidungen sehr gut ergänzt. Das Forschungsziel des Vorhabens wurde erreicht.

Projektleiter: Prof. Dr. Jürgen Schmidt

Projektbearbeiter: Prof. Dr.-Ing. J. Schmidt

Förderer: Industrie; 01.09.2005 - 01.12.2009

Experimentelle Ermittlung von Sprühstrahlcharakteristiken einer Benzin-Mehrlochdüse unter Druckkammerbedingungen

Ottomotoren mit Direkteinspritzung besitzen gegenwärtig das größte Potenzial zur Kraftstoffeinsparung und Minimierung der Schadstoffemission. Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei der Entwicklung derartiger innovativer Motoren besteht in der Optimierung der Gemischaufbereitung und insbesondere hinsichtlich der sicheren Entflammung des Gemisches. Mehrlochdüsen werden in diesem Zusammenhang als aussichtsreiche Einspritztechniken gesehen, weil mit ihnen eine größere Varianz der Spraycharakteristiken in Aussicht steht. Solche Spraycharakteristiken sind im vorliegenden Projekt experimentell unter Anwendung der PDA-Messtechnik zu ermitteln. Im Einzelnen sind dies Tropfengeschwindigkeiten, -durchmesser und -dichten. Mit der eingesetzten Messtechnik sind 2D-Messungen vorgesehen. Motorrelevante Zustände werden in der vorhandenen Druckkammer realisiert, so die Kammer Temperatur und den Kammerdruck. Variationen des Düsendrucks bis 300 bar sind vorzunehmen.

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 (CO₂, O₂, 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. Ekehard 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 Betoberfläche 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. Ekehard Specht

Förderer: BMWi/AIF; 01.10.2007 - 30.09.2009

Solid-Solid-Rekuperation zur Erhöhung der Energieeffizienz

Mit Hilfe der Solid-Solid-Rekuperation soll ein neuer Tunnelofen entwickelt werden, mit dem Keramik nahezu ohne Energiebedarf und damit ohne CO₂-Emissionen gebrannt werden kann. Die Wärme zum Kühlen des Materials wird zum Erwärmen genutzt. Dazu werden auf zwei Strängen die Tunnelwagen im Gegenlauf geführt. Die Wärmeübertragung zwischen den beiden Strängen wird optimiert, damit die Leistung der Gebläse zur Aufrechterhaltung der Querströmung minimiert werden kann.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Ekehard Specht

Projektbearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Ekehard 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, CO₂-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.-Ing. Dominique Thévenin

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. A. Lehwald, Dr.-Ing. K. Zähringer

Kooperationen: Prof. Gabriel Wittum, IWR, Univ. Heidelberg

Förderer: DFG; 20.12.2004 - 31.08.2009

Analyse, Modellbildung und Berechnung von Strömungsmischern mit und ohne chemische Reaktionen

Gegenstand des Projekts ist die Simulation von Strömung und Mischungsverhalten statischer Mischer. Dabei wird in erster Linie auf die Phänomene, die auf sehr kleinen Skalen passieren Wert gelegt. Zur Berechnung einer solchen Strömung müssen ausgereifte Modelle eingesetzt werden, die in der Lage sind einerseits die turbulenten Fluktuationen als auch andererseits die Diffusionsprozesse auf Subskalenebene adäquat zu repräsentieren. In Bezug auf die Turbulenzmodellierung ist daher die Grobstruktursimulation (englisch Large-Eddy Simulation (LES)) ins Auge gefaßt worden, da dabei nur die auf dem Rechengitter nicht mehr darstellbaren Strömungsstrukturen modelliert werden müssen. Zur Validierung dieser Berechnungen werden eigens hierfür in Magdeburg Validierungsexperimente durchgeführt. Hierfür werden mittels Particle-Image-Velocimetry und Laser-Doppler-Velocimetry die Geschwindigkeitsfelder im Mischer vermessen. Die Konzentrationsverteilung kann durch Laser-Induzierte-Fluoreszenz charakterisiert werden, so daß auch durch den simultanen Einsatz dieser Meßmethoden ein nahezu vollständiges Bild der Strömungsverhältnisse im Mischer gewonnen werden kann. Aufgrund dieser Daten

können die neu zu entwickelnden numerischen Methoden validiert werden.

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: Dipl.-Ing. T. Hagemeyer, Dr.-Ing. B. Wunderlich
Kooperationen: Prof. R. Radespiel, T.U. Braunschweig, Volkswagen AG Wolfsburg
Förderer: Industrie; 01.09.2007 - 30.08.2010

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: 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: BMWi/AIF; 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 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: Dr.-Ing. G. Janiga

Förderer: Industrie; 01.09.2008 - 31.12.2009

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 zufrieden stellend 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 sehr 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. Für den Ag ist es natürlich extrem wichtig, die Qualität und Zuverlässigkeit neuer Produkte so weit möglich zu steigern. Vorrangiges Ziel dieses Forschungsprojektes ist es daher, zwei vollkommen neue mehrstufige Wasserkreiselpumpen zu entwickeln und zu optimieren. Von besonderer Bedeutung für den Ag 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: Dr. B. Wunderlich, Dipl.-Ing. R. Bordas, 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 sollen die Möglichkeiten und Grenzen eines neuen Verfahrens dieser Art untersucht werden. 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 beantragten 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 Auswertprogrammen unter Berücksichtigung von verschiedenen geometrischen Verhältnissen.
 - * Validierung der Methode und der Auswertverfahren 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.

5. Veröffentlichungen

Originalartikel in begutachteten zeitschriftenartigen Reihen

Bendicks, Christian; Tarlet, Dominique; Michaelis, Bernd; Thévenin, Dominique; Wunderlich, Bernd

Use of coloured tracers in gas flow experiments for a lagrangian flow analysis with increased tracer density
In: Pattern recognition. - Berlin [u.a.]: Springer, ISBN 3-642-03797-6, S. 392-401; Lecture notes in computer science; 5748, 2009
Kongress: DAGM Symposium; 31 (Jena): 2009.09.09-11

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

Coloured tracer particles employed for 3-d particle tracking velocimetry (PTV) in gas flows
In: Imaging measurement methods for flow analysis. - Berlin [u.a.]: Springer, ISBN 978-3-642-01105-4, S. 93-102;
Notes on numerical fluid mechanics and multidisciplinary design; 106, 2009

Buchbeiträge

Backofen, Dennis; Könnig, Michael; Tschöke, Helmut; Schmidt, Jürgen

Spraycharakterisierung alternativer Dieseldieselkraftstoffe
In: Forschung in Bewegung. - Magdeburg: Univ., ISBN 978-3-940961-36-5, S. 160-176, 2009
Kongress: Magdeburger Maschinenbau-Tage; 9 (Magdeburg): 2009.09.30-10.01

Geike, Gunnar; Könnig, Michael; Schmidt, Jürgen

Untersuchungen zur Temperaturabhängigkeit der Spraycharakteristik von Injektoren bei der Benzindirekteinspritzung
In: Diesel- und Benzindirekteinspritzung V. - Renningen: Expert-Verl., ISBN 978-3-8169-2867-6, S. 321-334; Haus der Technik Fachbuch; 99, 2009

Hese, Martin; Breuninger, Tobias; Tschöke, Helmut; Schmidt, Jürgen; Altenschmidt, Frank; Schaupp, Uwe; Winter, Harald; Kufferath, Andreas

Untersuchungen zur Verbesserung des Entflammungsverhaltens eines strahlgeführten Brennverfahrens mit Piezo-Einspritztechnik
In: Diesel- und Benzindirekteinspritzung V. - Renningen: Expert-Verl., ISBN 978-3-8169-2867-6, S. 375-400; Haus der Technik Fachbuch; 99, 2009

Dissertationen

Shi, Yi Chun

The out-flowing behavior of particles at the discharge end of rotary kilns. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2009; [Link unter URL](#); 129 S.: graph. Darst.