



Institutsfeier an der Technischen Fakultät

LTT
ERLANGEN **20**
Jahre

**GRUSSWORT DES LEHRSTUHL-
INHABERS ZUM 20-JÄHRIGEN
BESTEHEN DES LTT-ERLANGEN**



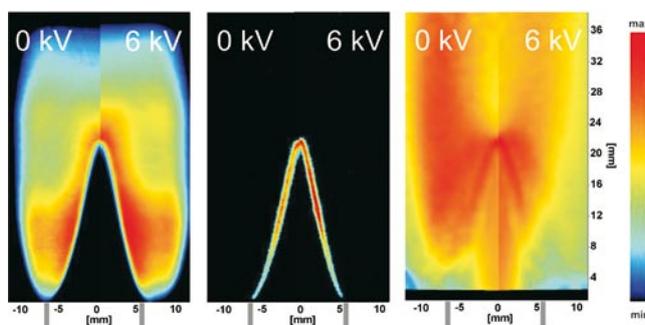
Der Lehrstuhl für Technische Thermodynamik der Universität Erlangen-Nürnberg wurde mit meiner Ernennung zum ersten Lehrstuhlinhaber am 1. Juni 1989 gegründet, kann also im

Jahre 2009 auf sein 20-jähriges Bestehen zurückblicken. Dies ist Anlass und Freude zugleich, den zurückliegenden Zeitraum in einer Momentaufnahme über den erreichten Entwicklungsstand zu erfassen und die Aufgaben und Aktivitäten im Forschungsbereich, in der Aus- und Weiterbildung und dem Know-How-Transfer seine auf den bearbeiteten Gebieten gewachsene Kompetenz zu dokumentieren.

Die Technische Thermodynamik lebt im Spannungsfeld zwischen den Grundlagen und den praktischen und oftmals auch großtechnischen Anwendungen. Als Grundlagenwissenschaft dominiert die Thermodynamik unser gesamtes Leben maßgeblich. Seien es, in Form des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik, alle Energieumwandlungsprozesse, die der biologischen Zelle als Energieversorgung unseres Lebens ebenso wie die der Solarzelle (Fortsetzung auf Seite 2) »

Gezähmte Verbrennung durch Anwendung elektrischer Felder
HOCHSPANNUNG ERMÖGLICHT FLAMMENSTEUERUNG

Der Einfluss elektrischer Felder auf Flammen wurde erstmalig 1814 beschrieben. Mehr als ein Jahrhundert später wurde dann hauptsächlich in den sechziger und siebziger Jahren versucht, die auftretenden Effekte zu charakterisieren und vor allem auch technisch nutzbar zu machen. Zu den beiden technisch am nützlichsten Effekten zählen die Erhöhung der Flammenstabilität sowie die Verringerung von Schadstoffemissionen. (Fortsetzung auf Seite 8) »



Visualisierung der Wirkung elektrischer Felder auf Vormischflammen (jeweils rechtes Halbbild) mit der Planaren Laserinduzierten Fluoreszenz des OH-Radikals (links), des Formaldehyds (Mitte) und der Geschwindigkeitsfelder durch PIV (rechts)

Festtag anlässlich der Gründung des LTT im Department CBI

20 JAHRE LEHRSTUHL FÜR TECHNISCHE THERMODYNAMIK

Mit über 150 geladenen Gästen aus Industrie, Forschung und öffentlichen Einrichtungen fanden am 17. Juli 2009 die Feierlichkeiten zum 20-jährigen Bestehen des Lehrstuhls für Technische Thermodynamik (LTT) statt.

Der Lehrstuhl für Technische Thermodynamik war bereits im Gründungskonzept der Technischen Fakultät vorgesehen und wurde Mitte des Jahres 1985 durch die Bayerische Staatsregierung genehmigt. Mit der Ernennung des ersten Lehrstuhlinhabers, Herrn Prof. Dr.-Ing. Alfred Leipertz, wurde er am 1. Juni 1989 gegründet. Prof. Leipertz ist außerdem seit drei Jahren Direktor und Koordinator der Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT), die im Rahmen der deutschen Exzellenzinitiative im November 2006 an der Universität Erlangen-Nürnberg eingerichtet wurde. (Fortsetzung auf Seite 3) »

Institutsfeier an der Technischen Fakultät

Fortsetzung von Seite 1

Grüßwort des Lehrstuhlinhabers zum 20-jährigen Bestehen des LTT-Erlangen

LTT 20 Jahre

ERLANGEN



zur Versorgung von Weltraumstationen. Oder seien es über den zweiten Hauptsatz die Irreversibilitäten und Einschränkungen unseres Daseins, von der Nichtumkehrbarkeit der Wirkung des gesprochenen Wortes bis hin zum thermodynamisch-chemischen Gleichgewicht bei der individuell unterschiedlichen Umsetzung der Kalorienzufuhr in der menschlichen Ernährung. Die technologisch umgesetzten Anwendungen dieser Grundlagen in der Kraftwerks-, Motor-, Verbrennungs-, Klima-, Wärme-, Kälte- und Strömungstechnik beeinflussen mit ihren Ergebnissen maßgeblich alle Teildisziplinen des Maschinenbaus, der Energie-, Verfahrens- und Chemietechnik, aber auch Teile der Elektrotechnik.

Die Arbeiten des LTT bewegen sich und gedeihen prächtig in diesem Spannungsfeld, zur Freude aller Kooperationspartner und Mitarbeiter, was nur deren besonderen Einsatz und den Erfolg unserer bisherigen Aktivitäten erklärbar macht. So gibt es in allen Tätigkeitsbereichen des LTT gleichermaßen grundlegende und stärker auf Anwendungen bezogene Arbeitsinhalte, beispielsweise die traditionell stärker an Grundlagen orientierte Stoffdatenforschung oder die mehr auf Anwendungen hin orientierte technische Verbrennung in Gasturbinen oder Verbrennungsmotoren. Im Rahmen unserer Industriekooperationen und des Know-How-Transfers erfahren viele der dabei erzielten Ergebnisse eine mittelfristige, oftmals auch unmittelbare Umsetzung in die wirtschaftlich-industrielle Praxis, sei dies in Form der Anwendung von am LTT entwickelter Messverfahren oder Software-Tools, spezieller Erkenntnisse zum Ablauf einzelner Prozessschritte oder der Nutzung und Fortentwicklung am LTT mit Unterstützung von Industriepartnern aufgebauter Prototypen.

Auf eine so lange Zeit der persönlichen Aktivitäten zurückblicken zu dürfen, erfüllt mich mit Demut und Dankbarkeit bezüglich der eingeflossenen Mitarbeit und Unterstützung vieler Mitstreiter, aber auch mit Stolz über die gemeinsam erarbeiteten Erfolge. Am LTT-Erlangen wurden in der zurück liegenden Zeit mehr als 10 Hochschullehrer hervorgebracht (einschließlich 4 erfolgreich abgeschlossener Habilitationsverfahren), fast 50 Mitarbeiter promoviert und haben weit über 150 Studenten mit dem Diplom- bzw. Master-Grad ihr Studium abgeschlossen. Es wurden, um hier nur ein weiteres Beispiel zu geben, fast 40 Preise, Auszeichnungen und sonstige Ehrungen an LTT-Mitarbeiter und an am LTT ausgebildete Studenten vergeben.

Die Kreativität und Schaffensfreude unserer bisherigen Arbeiten ist zugleich Ansporn und Anspruch für unsere zukünftigen Aktivitäten. Sie formen die Basis dafür, dass wir auch in Zukunft ein kompetenter Partner für die Aus- und Weiterbildung, für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie für den Technologietransfer in die uns verbundene Wirtschaft bleiben.

Wir freuen uns auf die zukünftige Zusammenarbeit.

Prof. Dr.-Ing. Alfred Leipertz
Ordinarius für Technische Thermodynamik

Institutsfeier an der Technischen Fakultät

Fortsetzung von Seite 1

Festtag anlässlich der Gründung des LTT

LTT 20
ERLANGEN Jahre

Die zahlreich erschienenen Freunde und Kollegen des LTT-Erlangen, darunter auch viele ehemalige Mitarbeiter und Absolventen, konnten bereits am Vormittag an einer Laborführung im LTT-Prüfzentrum Nürnberg im SIEMENS Technopark Nürnberg teilnehmen, wo ein mit einem weltweit einzigartigen Leistungsvermögen arbeitender Optischer Hochdruck-Verbrennungsprüfstand (OptiVEP) betrieben wird, der erst im November letzten Jahres feierlich eingeweiht wurde. Parallel dazu war aber auch eine Besichtigung der LTT-Laboratorien am Hauptstandort in Tennenlohe möglich. In ausgewählten Demonstrationen und Kurzvorträgen wurden aktuelle Forschungsthemen von der motorischen und der technischen Verbrennung über die Wärme- und Energietechnik bis hin zur Stoffdatenforschung vorgestellt.

Ein weiterer Höhepunkt des Programms war am Nachmittag die eigentliche Festveranstaltung mit mehreren Festreden in den Hörsälen der Technischen Fakultät der Universität Erlangen. Den Anfang machten Grußworte zur Ehrung der Arbeit von Prof. Leipertz aus der Hochschulleitung der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) durch den Vizepräsidenten Prof. Dr. **Hans-Peter Steinrück**, dem Institut für Chemie- und Bioingenieurwesen, in das der LTT eingebettet ist, vom geschäftsführenden Vorstand Prof. Dr. **Peter Wasserscheid**, sowie von Prof. Dr.-Ing. **Johannes Huber**, dem Dekan der Technischen Fakultät. Der

Bericht des Lehrstuhlinhabers, Prof. Dr.-Ing. **Alfred Leipertz**, gab anschließend die Entwicklung und das aktuelle Leistungsspektrum des Lehrstuhls für Technische Thermodynamik wieder.

Die anschließend folgenden vier Fachvorträge wurden von ehemaligen Doktoranden und Habilitanden des LTT über ihre derzeitigen Arbeitsgebiete gehalten: Dr. **Stefan Kampmann**, Mitglied eines Bereichsvorstandes der Robert Bosch GmbH, berichtete über aktuelle Entwicklungen beim Fahrzeugantrieb, Prof. **Stefan Will**, Inhaber des Lehrstuhls für Technische Thermodynamik der Universität Bremen, über ein modernes Lasermessverfahren zur Analyse von Nanopartikeln, Dr. **Daniel Hofmann**, leitender Mitarbeiter des Energy Sectors der Siemens AG, über fossile Kraftwerke im Zeichen des Klimawandels, und Prof. **Hans Müller-Steinhagen**, in Personalunion Inhaber des Lehrstuhls für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart und Direktor des Instituts für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart, über Brennstoffzellensysteme für die Luftfahrt.

Den Abschluss des Festtages bildete ein gemütliches Beisammensein von fast 150 geladenen Gästen am Abend mit Abendessen und einer musikalischen Untermalung durch das Bamberger Streichquartett, einem Teil der Bamberger Symphoniker.

20 JAHRE LTT: HERAUSFORDERUNGEN UND ERFOLGE

Der LTT ist organisatorischer Teil des Departments für Chemie- und Bioingenieurwesen der Technischen Fakultät der FAU. In der Studentenausbildung bietet er für die Studiengänge Chemie- und Bioingenieurwesen, Life Science Engineering, Maschinenbau, Energietechnik, Medizintechnik, Mechatronik, Computational Engineering und dem Elite-Masterstudiengang Advanced Optical Technologies eine breite Palette von unterschiedlichen Lehrveranstaltungen im Pflicht- und Wahlpflichtbereich an: Technische Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Angewandte Thermofluidodynamik, Verbrennungstechnik, Transportprozesse, Wärmekraftanlagen & Kraftwerkstechnik und Moderne Messmethoden der Thermodynamik. Bis Mitte des Jahres 2009 sind annähernd 120 Studien- und weit über 150 Diplom- und Master-of-Science-Arbeiten erfolgreich abgeschlossen worden. Von letzteren wurden etwa 10% bei ausländischen Forschungspartnern und etwa 40% in direkter Kooperation mit industriellen Partnern durchgeführt. Die Absolventen des LTT

finden in der Industrie beste Resonanz. Derzeit kann nahezu jeder seinen Arbeitsplatz unter mehreren Angeboten wählen. Dies gilt noch verstärkt für die fertigen Doktoranden des LTT, die nach einer durchschnittlich 4- bis 5-jährigen Promotionszeit neben einer Vertiefung im Fachgebiet auch weitere Qualifikationsmerkmale mitbringen, die sie in die Lage versetzen, direkte Verantwortung auch in Führungspositionen der Wirtschaft übernehmen zu können (Mitarbeiterführung, Projektakquisition und -leitung, Unternehmens- und Finanzmanagement, Public-Relations etc). Bis Mitte des Jahres wurden 45 Promotionen abgeschlossen, weitere 25 befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Bearbeitung. Die Doktor-Ingenieure des LTT wechseln derzeit bevorzugt in die Automobilindustrie, zu deren Zulieferern sowie in die Energie- und Verfahrenstechnik.

Während der letzten Jahre waren relativ konstant etwa 50 Mitarbeiter am LTT tätig, davon über 30 mit abgeschlossener Universitätsausbildung, etwa 10 im technischen und verwaltungstechnischen Bereich, sowie -

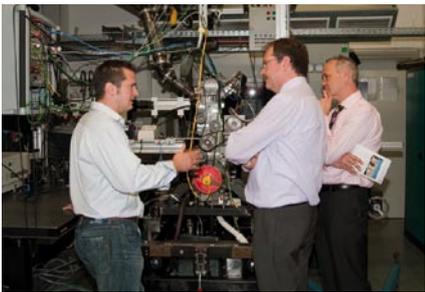


Institutsfeier an der Technischen Fakultät

Fortsetzung von Seite 3

20 Jahre LTT: Leistungen und Erfolge

LTT 20
ERLANGEN Jahre



schwankend - zwischen 10 und 20 Studenten als Hilfskräfte oder als Studien- und Diplomarbeiter. Diese können dabei auf eine moderne und leistungsfähige Ausstattung in den LTT-Einrichtungen zurückgreifen, die kontinuierlich ergänzt und erneuert wird, um den hohen Leistungsstandard der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am LTT langfristig zu sichern. Diese Arbeiten finden seit September 1997 in einem einzigen Gebäudekomplex in Tennenlohe mit einer Nutzfläche von etwa 2100 qm statt. Im letzten Jahr wurde zusätzlich auf 200 qm Nutzfläche das LTT Prüfzentrum Nürnberg im SIEMENS Technopark in Nürnberg eingeweiht. Die frühzeitig geplante Ausrichtung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf eine weitgehend technologische Umsetzung hin äußerte sich bereits darin, dass noch in seinem Gründungsmonat Juni 1989 der LTT an dem Kongress und der Messe „LASER '89“ teilnahm. Auch in der Folgezeit ist eine regelmäßige Außenbearbeitung des LTT auf unterschiedlichen Messen selbstverständlich, ist der Technologietransfer ein fester Bestandteil der täglichen Arbeit. Von den Kontakten zu weit über 250 interessierten, oftmals weltweit tätigen Unternehmen haben sich eine große Anzahl zu Kooperationen entwickelt. Folgerichtig werden die Arbeiten am LTT überwiegend durch Drittmittel ermöglicht - in den Jahren seit seiner Gründung wurden solche in einer Höhe von fast 40 Mio Euro akquiriert - , die zu einem beträchtlichen Anteil von industriellen Kooperationspartnern bereitgestellt und über geldwerte Sachleistungen - oftmals ebenfalls in Millionenhöhe - ergänzt werden.

Der Erfolg der am LTT durchgeführten Arbeiten äußert sich nicht nur in der Akzeptanz der Ergebnisse in der Forschungsgemeinde und bei den verbundenen Kooperationspartnern, sondern auch durch externe Rufe auf Professuren anderer Universitäten, Preise, Prämien und Auszeichnungen, die Mitarbeitern des LTT angeboten oder verliehen wurden. Letztere, die der Tabelle entnommen werden können, sind dem Gebiet der Chemie- und Verfahrenstechnik zuzuordnen, aber auch den Fachdisziplinen der Antriebstechnik, der Kraftwerkstechnik, der Verbrennungstechnik, der Klima- und Kältetechnik

und der Laserdiagnostik und bilden so auf ihre Weise eine Klammer um die Breite der am LTT kompetent bearbeiteten Problemstellungen.

Diese mit hoher Kompetenz ausgefüllte Breite äußert sich auch in der Tatsache, dass Herr Prof. Leipertz in drei thematisch unterschiedlichen wissenschaftlichen Vereinigungen die höchstmögliche Form der Mitgliedschaft, der Grad des Fellow, zugesprochen wurde: International Union of Applied and Pure Chemistry (IUPAC) in 2002, Optical Society of America (OSA) in 2007 und International Society of Automotive Engineers (SAE) in 2009. In der SAE besitzen von weltweit über 120.000 Mitgliedern nur etwa 300 den Fellow-Grad.

Das internationale Netzwerk des LTT, in dem viele der hochwertigen Arbeiten des LTT initiiert und durchgeführt werden, bildet einen wissenschaftlichen Rahmen mit nahezu allen Eliteeinrichtungen der Welt. Dies ermöglicht auch die maßgebliche Rolle, die der LTT in der SAOT einnimmt, und auch im Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials unserer Universität ist Prof. Leipertz als Principal Investigator eingebunden. Ein Ausdruck dessen ist z.B. die Tatsache, dass an den beiden Vortagen vor dem Jubiläum ein vom LTT organisierter internationaler Workshop der SAOT zur Emissions- und Absorptionsspektroskopie stattfand, an dem u.a. aus dem Ausland Dozenten der Stanford University, der Universitäten von Oxford und Cambridge, des Imperial College London, des Indian Institute of Technology Madras, des National Research Council of Canada und der amerikanischen Forschungseinrichtungen Argonne National Laboratory und Oak Ridge National Laboratory beteiligt waren (siehe auch S. 6). Mehrere dieser Gäste haben auch an den LTT-Feierlichkeiten teilgenommen und so einen Teil des internationalen Rahmens gebildet. —

Leistungen und Erfolge des LTT

Veröffentlichungen	> 700
davon peer-reviewed	ca. 350
im Science-Citation-Index	ca. 250
Vorträge	> 500
Rufe an LTT-Mitarbeiter	17
Preise und Auszeichnungen	36
davon	
Studienpreise	17
Promotionspreise	7
Forschungspreise	9
Hochschullehrerpreise	3



Wissenschaft für Nachtaktive: Samstag, 24. Oktober 2009, von 18:00 bis 1:00 Uhr

Die Lange Nacht der Wissenschaften in Nürnberg / Fürth / Erlangen – am LTT-Erlangen unter dem Motto „Messen mit Lasern im Alltag der Thermodynamik“

DIE LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN 2009

– Fragen, staunen und Wissenschaft hautnah erleben: Das konnten wissbegierige Nachtaktive am Samstag, 24. Oktober 2009, von 18.00 bis 1.00 Uhr, im Großraum Nürnberg-Fürth-Erlangen. Bei der vierten Langen Nacht der Wissenschaften seit 2003 konnten sich Erwachsene und Kinder in den wissenschaftlichen Einrichtungen der Region über aktuelle Forschung informieren. Auch der LTT-Erlangen beteiligte sich wieder an dem Großereignis in Erlangen und am Prüfzentrum Nürnberg und konnte die Besucher in anschaulichen Versuchen mit moderner, optischer Messtechnik in aktuellen Forschungs-

gebieten der Thermodynamik begeistern. Diese erstreckten sich von der Motormesstechnik und der Strömungs- und Verbrennungsforschung über die Wärme- und Energietechnik bis hin zur Stoffdatenforschung. Auch die traditionelle Cocktailbar war ein gut besuchter Anlaufpunkt, wo man zusammen mit den Forschern nicht nur den Wissensdurst stillen konnte. Das große Interesse am Angebot des LTT-Erlangen zeigen auch die Besucherzahlen, die mit 600 in Erlangen und mit 800 am Energie-Technologischem Zentrum (etz) in Nürnberg wiederum sehr hoch lagen. –





Internationale Experten zu Gast in Erlangen

— Am 15. und 16. Juli 2009 fand in Erlangen der siebte Workshop der Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) auf dem Gebiet der optischen Messtechnik zum Thema „Absorption and Emission Spectroscopy“ statt. Es konnten international führende Wissenschaftler als Vortragende gewonnen werden. Deren Themen waren im Einzelnen:

Greg Smallwood – National Research Council Canada:

„Laser-Induced Incandescence (LII) – Fundamentals, Potentials and Applications“

Ronald Hanson – Stanford University, United States:

„Tunable Diode Laser Sensing in Harsh Environments: Applications to Propulsion and Combustion“

Nilesh Vasa – Indian Institute of Technology Madras, India:

„Gas Sensors based on Difference-Frequency Generation and Superluminescent Diode for Combustion Monitoring“

Bernhard Adams – Argonne National Laboratory, United States:

„X-Ray Absorption – Fundamentals and Applications“

Christof Schulz – University Duisburg-Essen, Germany:

„Laser-Induced Fluorescence (LIF) – Fundamentals and its Application for Temperature Determination“

Katharina Kohse-Höinghaus – University Bielefeld, Germany:

„Combustion Chemistry Diagnostics by Chemiluminescence, Cavity Ring Down Spectroscopy and Laser-Induced Fluorescence“

Yannis Hardalupas – Imperial College London, United Kingdom:

„Quantitative Fuel-Air-Ratio Measurements Using Flame Chemiluminescence in Gas Turbine Combustors and Spark Ignition Engines“

Paul Ewart – University of Oxford, United Kingdom:

„Laser-Induced Thermal Gratings: Fundamentals and Air-Fuel-Ratio Measurements“

Madhavi Martin – Oak Ridge National Laboratory, United States:

„Laser-Induced Breakdown Spectroscopy: Fundamentals and Selected Applications“

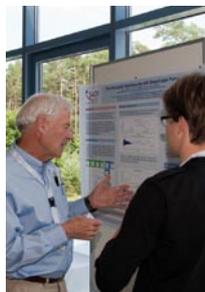
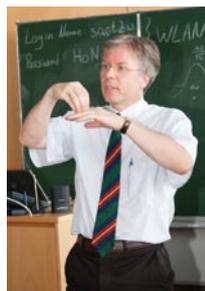
Clemens Kaminski – University of Cambridge, United Kingdom:

„Looking into Living Cells“

Wolfgang Peukert – University Erlangen-Nuremberg, Germany:

„Particle Sizing Using UV/VIS Absorption Spectroscopy“

Den SAOT-Doktoranden bot sich somit die einmalige Gelegenheit, mit der Weltelite auf diesem Forschungsgebiet persönlich ins Gespräch zu kommen, mit ihnen über aktuelle Problemstellungen zu diskutieren und von deren hervorragenden Fachvorträgen zu lernen. —



Erlanger Exzellenz-Graduiertenschule vergibt Nachwuchspreis in Höhe von 100.000 Euro an Optik-Forscherin

Die Erlanger Graduate School in Advanced Optical Technologies der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg verlieh am 12. Mai 2009 bereits zum zweiten Mal den mit 100.000 Euro dotierten Young Researcher Award in Advanced Optical Technologies, einen Forschungspreis für Nachwuchswissenschaftler. Die Preisträgerin des SAOT Young Researcher Awards 2009 ist die 31-jährige Frau Prof. **Alexandra Boltasseva**. Sie ist Associate Professor an der Technical University of Denmark, Department of Photonic Engineering, sowie Assistant Professor of Electrical and Computer Engineering an der Purdue University, USA.

Der Rektor der Universität Erlangen-Nürnberg, Prof. Dr. **Karl-Dieter Gröske**, übergab den Preis bei einer Feierstunde in der Aula des Erlanger Schlosses, an der annähernd 150 Personen aus Wissenschaft, Politik und Industrie teilnahmen. Als Festredner sprach Professor **Vladimir Shalaev** von der Purdue University, USA. Die Laudatio wurde vom Sprecher der SAOT, Prof. **Alfred Leipertz**, gehalten.

Mit dem SAOT-Forschungspreis ehrt die Erlanger Graduiertenschule die Wissenschaftlerin für ihre wegweisenden Beiträge auf den Gebieten Plasmonik und Metamaterialien mit Anwendungen z.B. in der Photonik sowie in chemischen und biologischen Sensoren. Das Preisgeld soll innerhalb der kommenden drei bis vier Jahre für wissenschaftliche Aktivitäten an der SAOT ausgegeben werden. Verbunden mit dem Preis ist eine Gastprofessur an der Universität Erlangen-Nürnberg, in deren Rahmen der Preisträger die Gelegenheit erhält, an der Erlanger Graduate School in Advanced Optical Technologies zu forschen und zu lehren.

Der Young Researcher Award in Advanced Optical Technologies wird jährlich für herausragende Leistungen in den Bereichen der Optik, Photonik und Optischen Technologien an junge Forscher unter 40 Jahren vergeben.

Im zweiten Teil der Veranstaltung wurden die SAOT Students Awards verliehen in den Bereichen Computational Optics, Optics in Medicine, Optical Metrology sowie in Optical Materials and Systems. Die Auszeichnung für das Topic „Optical Metrology“ für eine Veröffentlichung seiner Forschungsarbeiten in der Zeitschrift PhysChemPhys im Jahre 2008 erhielt vom LTT Dr.-Ing. **Johannes Kiefer**.



Neues aus Forschung und Entwicklung

Fortsetzung von Seite 1

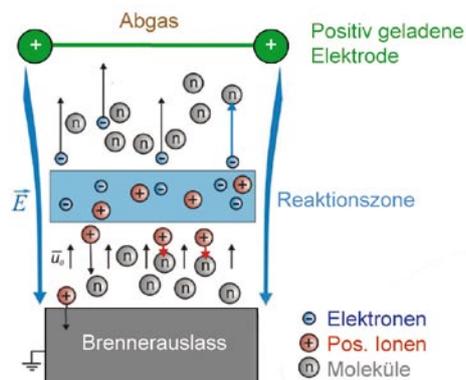
Gezähmte Verbrennung durch Anwendung elektrischer Felder

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

INFORMATIONEN

Dipl.-Ing. Florian Altendorfer
Durchwahl 85 29776
fa@litt.uni-erlangen.de

Lars Zigan, M.Sc.
Durchwahl 85 29770
lars.zigan@cbi.uni-erlangen.de



Wirkprinzip des „Ionenwindes“

8

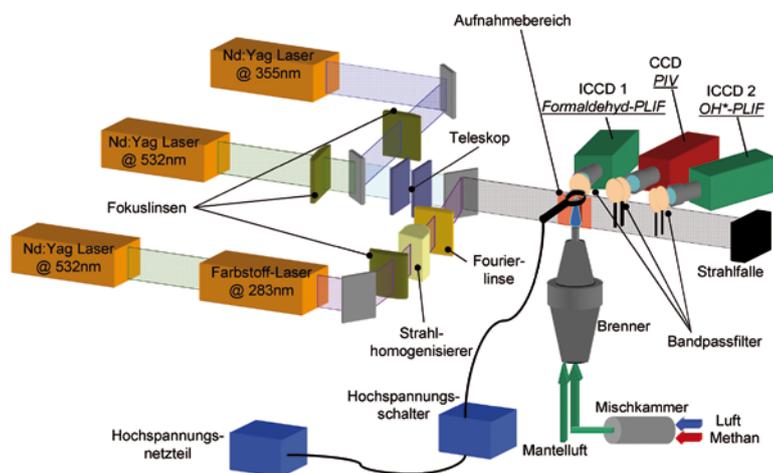
Somit eröffnet die Nutzung elektrischer Felder für die Steuerung von technischen Verbrennungsvorgängen (EFCC, Electric Field Controlled Combustion) einen interessanten Ansatzpunkt im Hinblick auf aktuelle Diskussionen um einen verringerten CO₂-Ausstoß und eine effizientere Brennstoffausnutzung.

Das grundlegende Wirkprinzip wird dabei im Allgemeinen mit dem „Ionenwind“ erklärt (siehe Abbildung oben und auch LTTaktuell Ausgabe 17). Während bei Strömungsvorgängen in Fluiden die elektrischen Ladungsträger erst durch Entladungsvorgänge erzeugt werden müssen, liegen diese bei Verbrennungsprozessen aufgrund von Chemo-Ionisation in der Flamme bereits vor. Diese Ladungsträger werden durch ein angelegtes elektrisches Feld zunächst separiert und dann entlang der Feldlinien beschleunigt. Im Anschluss können diese ihren aufgeprägten Impuls durch Stöße an Moleküle aus dem Frischgas übertragen, wodurch sich lokal das Strömungsfeld der Flamme gezielt verändern lässt. Seit einiger Zeit wird jedoch darüber diskutiert, ob der Ionenwind wirklich den alleinigen Wirkmechanismus zur Stabilisierung von Flammen darstellt oder ob auch eine Veränderung der Reaktionspfade durch Radikalerzeugung unterhalb der aktuellen Flammenfront eine Rolle spielt.

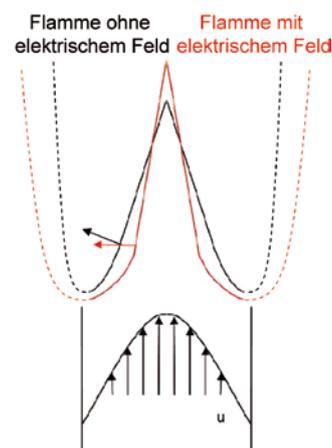
Um diese offene Fragestellung zu klären, wurden aktuell Versuchsreihen am LTT an einer vorgemischten, laminar betriebenen Bunsenflamme unter dem Einfluss elektrischer Felder durchgeführt. Zum Einsatz kam dabei eine Ringelektrode. Es wurden Spannungen im kV-Bereich angelegt, wobei elektrische Leistungen geringer als 1 W benötigt wurden. Als örtlich und zeitlich hochauflösende, zwei-

dimensionale Messverfahren kamen dazu zum einen planare Laser-induzierte Fluoreszenzmesstechniken (PLIF) am Formaldehydmolekül (CH₂O) und Hydroxylradikal (OH) zum Einsatz, um die Lage der Reaktionszone sowie die Veränderung dieser durch das elektrische Feld zu visualisieren (siehe Abbildung auf Seite 1). Zum anderen wurde die Particle Image Velocimetry (PIV) genutzt, um zweidimensionale Geschwindigkeitsfelder im Frisch- und Abgasbereich zu erhalten, um damit Rückschlüsse auf evtl. Geschwindigkeitsänderungen der Flammenfront durch das elektrische Feld zu bestimmen. Durch die Kombination der erhaltenen Ergebnisse war es möglich, erste neue Einblicke in die Mechanismen zur elektrischen Feldbeeinflussung zu erhalten und damit in zukünftigen Arbeiten bestehende Modelle anzupassen und zu verbessern.

Generell konnte gezeigt werden, dass der kombinierte Einsatz laser-optischer Techniken zur Vermessung von Spezieskonzentrationen und zur Bestimmung von Geschwindigkeitsfeldern insbesondere in diesem Anwendungsfall prinzipiell geeignet ist. So zeigte sich sowohl anhand der Formaldehyd- und OH-Konzentrationsprofile in der Flamme und im Abgasbereich als auch der Geschwindigkeitsprofile, dass je nach Position in der Reaktionszone unterschiedliche, vom elektrischen Feld induzierte Prozesse ablaufen. Darüber hinaus ergab sich, dass vermutlich der Ionenwind nicht allein maßgeblich verantwortlich für den beobachteten Stabilisierungseffekt (siehe auch Abbildung unten rechts) zeichnet, sondern auch ein Einfluss auf die Reaktionschemie je nach Betriebsbedingungen vorhanden zu sein scheint, da die lokale Radikalkonzentration offensichtlich geändert wird. →



Experimenteller Versuchsaufbau



Änderung der Flammenkontur durch Anlegen eines elektrischen Felds

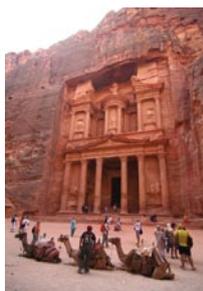
Amman, 12.-16. Oktober 2009

Der zweite Deutsch-Jordanische Workshop wurde organisiert vom Energy Center der University of Jordan und dem Higher Council for Science and Technology in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Technische Thermodynamik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

ENERGY AND ALTERNATIVE FUELS

JOINT GERMAN-JORDANIAN WORKSHOP 2009

—Vom 12.-16. Oktober fand an der University of Jordan und an der Al-Zaytoonah University in Amman, Jordanien, der zweite Deutsch-Jordanische Workshop statt. Der Workshop wurde unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der University of Jordan, the Higher Council for Science and Technology, Jordan, dem Energy Center, Jordan, der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der Al-Zaytoonah University, Jordan sowie dem Ministry of Higher Education and Scientific Research/Scientific Research Support Fund, Jordan. In elf Sitzungen wurden insgesamt 32 Beiträge präsentiert zu den Themen Energiesituation in Jordanien, Elektrische Felder, Alternative Kraftstoffe, Erneuerbare Energien, Brennstoffzellen, Poröse Medien, Energieeinsparung, Verbrennungsmotoren und Kraftwerke. Zu den teilnehmenden Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen zählten der LTT, der LSTM und FMP Technology aus Erlangen, die TU München, die TU Bergakademie Freiberg, die Universität Hannover, die TU Darmstadt, die Universität Duisburg-Essen sowie von jordanischer Seite das Energy Center, die University of Jordan, das Jordan Ministry of Energy and Mineral Resources, die Amman Chamber of Industry, die Future Energy Projects Development Company, die Hashemite University, die Al-Zaytoonah-University, Sustainable Excellence, die Philadelphia Company, die Royal Scientific Company, die Al-Hussein Bin Talal University sowie die Al-Balqua Applied University. Die Veranstaltung wurde durch einen Ausflug nach Petra und nach Aquaba am Roten Meer abgerundet. Als besondere Ehrung wurden Prof. Leipertz die Wappen der beiden gastgebenden Universitäten verliehen.

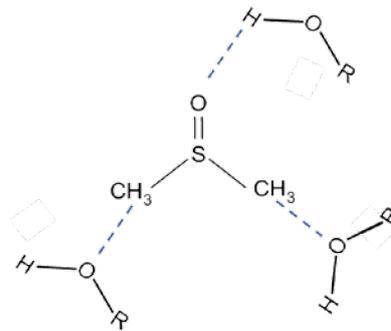


Raman-Spektroskopie für Lösungsmittelgemische

ZWISCHENMOLEKULAREN WECHSELWIRKUNGEN AUF DER SPUR

INFORMATIONEN

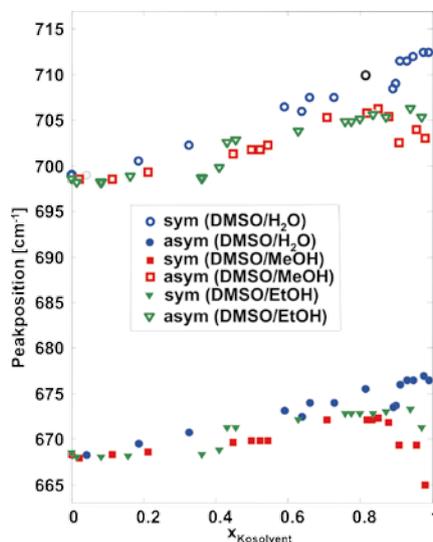
Dipl.-Ing. Kristina Noack
Durchwahl 85 29773
Kristina.Noack@litt.uni-erlangen.de



Schematische Darstellung möglicher Wechselwirkungen zwischen DMSO und einem der verwendeten Kosolventen

Die Laser-Raman-Spektroskopie wird am LTT seit seiner Gründung eingesetzt und ist eines der best entwickelten Messverfahren. Der Raman-Effekt beruht auf einem inelastischen Streuprozess zwischen Licht und Materie, bei dem die auf die Probe eingestrahlenen Laserphotonen Energie mit den Molekülen austauschen, was anhand einer veränderten Frequenz der emittierten Photonen erkennbar ist. Die Frequenzverschiebung ist dabei charakteristisch für das untersuchte Molekül hinsichtlich seiner molekularen Struktur und des thermodynamischen Zustandes. Seit jüngster Zeit werden in der Arbeitsgruppe BioMedChem auch inter- und intramolekulare Wechselwirkungen in Flüssigphasensystemen mit dem Ziel der Prozessoptimierung untersucht. Dazu werden etwa Informationen über organische Lösungsmittel gesammelt, die als Reaktionsmedien oder auch zur Aufreinigung von Reaktionsprodukten, etwa in Chromatographie- oder Extraktionsprozessen, eingesetzt werden. Daneben sind binäre Lösungsmittelsysteme von Interesse, deren physikalisch-chemische Eigenschaften durch den Mischvorgang verändert werden können und so als modifizierbare Reaktionsumgebungen einsetzbar werden. Untersuchungen auf molekularer Ebene zeigen dabei oft komplexe strukturelle und dynamische Eigenschaften. Als Beispiel können wässrige Dimethylsulfoxid (DMSO)-Mischungen angeführt werden, die in Abhängigkeit vom Wasser-Molenbruch verschieden strukturierte Molekülverbände mit unterschiedlichen Diffusions- und Rotationsdynamiken aufweisen, was auch makroskopisch an den vom idealen Mischungsverhalten stark abweichenden ther-

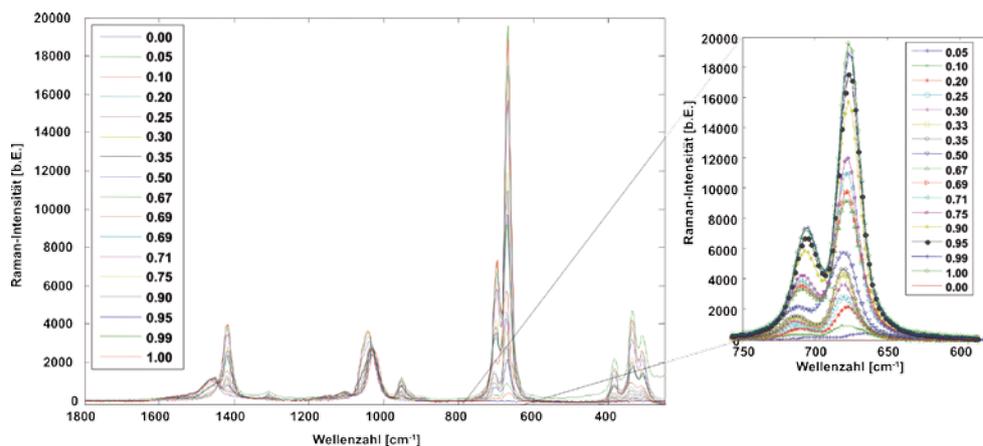
mophysikalischen Eigenschaften erkennbar ist. Dabei wäre die Gefrierpunktniedrigung der 2:1 DMSO/H₂O-Mischungen auf -70°C zu nennen, welche zu einem weit verbreiteten Einsatz dieser Mischung als Frostschutzmittel für Proteine oder Zellteile in Bereichen der Biologie und Medizin führt.



Auftragung der FWHM-Peakposition der CSC-Streckschwingungen gegen den Kosolventenmolenbruch

In diesem Zuge wurde am LTT eine umfangreiche Raman-spektroskopische Studie an binären Mischungen durchgeführt. Dazu gehörten Mischungen aus DMSO und den jeweiligen Kosolventen Wasser, Methanol (MeOH) und Ethanol (EtOH). Dabei lag das Augenmerk speziell auf den Veränderungen der Schwin-

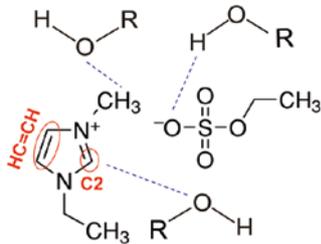
gungsstruktur des DMSO-Moleküls, welche zwischenmolekulare Wechselwirkungen z.B. in Form von Wasserstoff(H)-Brückenbindungen widerspiegeln. Dazu sind beispielhaft die Raman-Spektren verschiedener DMSO/MeOH-Mischungen in der Abbildung unten links dargestellt. Der Frequenzbereich zwischen 650 und 750 cm⁻¹ ist auf der rechten Seite der Abbildung hervorgehoben und stellt die Überlagerung der symmetrischen und anti-symmetrischen CSC-Streckschwingungen des DMSO-Moleküls dar. Die Auftragung der FWHM-Peakpositionen gegen die Kosolventen-Molenbrüche (Abbildung unten rechts) zeigt im Fall der DMSO/MeOH-Mischungen deutlich, dass der CSC-Doppelpeak mit zunehmendem MeOH-Anteil zunächst Verschiebungen zu höheren Wellenzahlen (Blauverschiebungen) aufweist, jedoch ab Molenbrüchen $x > 0.85$ vielmehr Rotverschiebungen zu kleineren Schwingungsfrequenzen zu beobachten sind. Diese unterschiedlichen Frequenzverschiebungen lassen sich durch die progressive Hydratisierung des DMSO-Moleküls erklären. Dabei wird davon ausgegangen, dass diese am elektronegativsten Atom, dem O-Atom der Sulfoxid(SO)-Gruppe, beginnt. Die Ausbildung von H-Brücken führt dabei zu einer Destabilisierung der SO-Bindung, die wiederum zu einer Stabilisierung der CS-Bindung führt, was sich durch blauverschobene CS-Schwingungsfrequenzen äußert (Abbildung unten). Wird die Methanolmenge weiter erhöht ($x > 0.85$), so stellt sich eine Sättigung des DMSO-O-Atoms ein. Diese Sättigung führt nun verstärkt zu intermolekularer Wechselwirkungen zwischen den DMSO-Methyl- und den MeOH-Hydroxylgruppen. Da das Mischen von DMSO und Methanol zu stärkerer intramolekularer Polarisierung führt, wirken die ausgebildeten H-Brücken nun vielmehr destabilisierend auf die CS-Bindungen, was anhand kleinerer Schwingungsfrequenzen dieser zu beobachten ist. Einige der möglichen Wechselwirkungen zwischen DMSO-Molekülen und den Kosolventen sind in der Abbildung oben illustriert. Eine weitere besondere Gruppe von Lösungsmitteln stellen



Raman-Spektren der DMSO/MeOH-Mischungen (links); vergrößerte Darstellung der Verschiebung der symmetrischen und anti-symmetrischen CSC-Streckschwingungsfrequenz mit zunehmendem MeOH-Anteil (rechts)

Neues aus Forschung und Entwicklung

ionische Flüssigkeiten (RTIL: room-temperature ionic liquids) dar. RTILs bestehen vollständig aus Ionen - meist aus einem organischen Kation und einem anorganischen Anion - und liegen per Definition bei Temperaturen unterhalb von 100°C flüssig vor. Dies liegt u.a. an ihren großen Ionen sowie dem damit verbundenen schwachen Kristallgitter, welches auch zu den einzigartigen thermophysikalischen Eigenschaften von RTILs, wie z.B. der geringen Flüchtigkeit, hohen Leitfähigkeit, guten Abtrennbarkeit aus Prozessmedien sowie der hohen Wärmekapazität, führt. Neben der Erforschung reiner ionischer Flüssigkeiten besteht auch seit langem Interesse an Lösungsmittelmischungen, die etwa im Fall der meist hygroskopischen RTILs auch durch die Adsorption von Wasser aus der Umgebung entstehen können. Analog zu den oben beschriebenen Experimenten wurden Mischungen der ionischen Flüssigkeit 1-Ethyl-3-Methylimidazoliummethylsulfat ([EMIM][EtSO₄])



(s. Abbildung Mitte) mit Wasser, Methanol und Ethanol untersucht. Eine besondere Herausforderung in diesen Systemen stellt die strukturelle Komplexität der RTIL-Ionen dar. Zudem müssen Kation/Anion, Kation/Kation und Anion/Anion-Wechselwirkungen sowie Interaktionen zwischen den Ionen und den Kosolvent-Molekülen betrachtet werden. Die Abbildung links zeigt mögliche Interaktionen. Wie bereits erwähnt, können sich zwischenmolekulare Wechselwirkungen und Änderungen der Molekülstruktur in Änderungen der thermophysikalischen Eigenschaften äußern. Diese Effekte werden momentan am LTT mit Hilfe verschiedener konventioneller Methoden sowie mit der dynamischen und der Oberflächen-Lichtstreuung untersucht. Aus dem grundlegenden Verständnis heraus soll es letztlich ermöglicht werden, Modelle für die Vorhersage des chemischen Verhaltens und der Stoffdaten für Lösungsmittelmischungen zu entwickeln.

Formula Student: Uni Erlangen stark in Silverstone und Hockenheim

— Vom 15.–19. Juli fand das Formula Student Event 2009 in Silverstone statt, bei dem sich auch Studenten der Universität Erlangen-Nürnberg mit ihrem Rennwagen „FAUmax beta 2009“ beteiligten.

Die Idee der Formula Student ist es, einen Prototypen eines Formelrennwagen in Teamarbeit innerhalb eines Jahres zu konstruieren, zu entwickeln und zu fertigen, um damit in internationalen Wettbewerben gegen andere Hochschulteam anzutreten. Das insgesamt leistungsstärkste Fahrzeug gewinnt, was durch eine Expertenjury der Motorsport- und Automobilindustrie bewertet wird. Die Gesamtbewertung setzt sich aus Konstruktion, Design, Rennperformance, Finanzplanung und Präsentation des Fahrzeugs zusammen. Neben industriellen und kommerziellen Hauptsponsoren wird das Team durch den LTT-Erlangen gefördert. Das Team erfährt intensive Unterstützung in der Motorabstimmung und in der Nutzung technischer Ressourcen. In Silverstone traten über 2000 Studenten in



110 Teams von 94 Universitäten aus 21 Ländern in 5 Rennkategorien an. Beim „Sprint Event“ belegten die Erlanger Platz 31. Die größte Herausforderung ist das so genannte „Endurance Race“, bei dem der Rennwagen eine Strecke von 22 km mit einem Fahrerwechsel möglichst schnell und sparsam bewältigen muss. Hier erkämpfte sich das Team einen dritten Platz nach der Swansea University und der ETH Zürich und vor dem deutschen Favoriten der Universität Stuttgart (Platz 10). In der Gesamtbewertung belegte Erlangen den 16. Platz.

Vom 5. bis 9. August fand bereits zum vierten Mal der internationale studentische Konstruktionswettbewerb auf dem Formula Student Germany Event in Hockenheim statt, bei dem 77 Teams mit insgesamt 1900 Studierenden aus 19 Nationen antraten. Hier belegten die Erlanger Platz 22, wobei nur 26 Teams das Endurance Rennen ohne Ausfall bewältigt haben. In der Weltrangliste ist Erlangen momentan auf Platz 107 von 430, hier ist die Universität Stuttgart derzeit Tabellenführer.

Master of Science- und Diplomarbeiten

In den letzten Monaten wurden folgende Arbeiten am LTT-Erlangen abgeschlossen:

— Dipl.-Ing. **Martin Knörr** - Entwicklung neuer Testverfahren für die Online-Ölverbrauchsmessung, in Kooperation mit AUDI AG, Ingolstadt (12.12.2008)

— **Mavluda Klicheva**, M. Sc. - Lifetime Assessment of Heat Exchangers by Numerical Calculation of their Thermohydraulic Conditions, in Kooperation mit AREVA NP GmbH, Erlangen (07.01.2009)

— Dipl.-Ing. **Michael Bernath** - Wärmeregeneration im Nutzfahrzeug - Transiente Simulation eines thermodynamischen Kreisprozesses, in Kooperation mit der MAN Nutzfahrzeuge AG (25.02.2009)

— Dipl.-Ing. **Kristina Noack** - Aufbau einer mobilen Laser-Raman-Sonde zur Charakterisierung von biologischen und chemischen Systemen in der Flüssigphase (03.03.2009)

— Dipl.-Ing. **Josef Heinz** - Aufbau und Test einer Realtime-Umgebung zur Entwicklung von Steuergerätesoftware in Kooperation mit der MAN Nutzfahrzeuge AG, Nürnberg (14.04.2009)

— Dipl.-Ing. **Mustafa Cam** - Entwicklung der laserinduzierten Gitter-Technik zur simultanen Temperatur- und Konzentrationsbestimmung in Gasen (20.05.2009)

— Dipl.-Ing. **Johannes Trost** - Entwicklung einer Softwareroutine zur Bildauswertung innermotorischer Messungen mit laserinduzierter Fluoreszenz (19.06.2009)

— Dipl.-Ing. **Robert Hankel** - Bildgebende Laser Raman Messtechnik zur Gemischbildungsuntersuchung von Wasserstoffströmungen (25.09.2009)

— Dipl.-Ing. **Stefan Schorsch** - Development of Light Emitting Diode (LED) Based Absorption Spectroscopy for Gas Detection in Power Engineering and Environmental Engineering Applications (29.09.2009)

— Dipl.-Ing. **Thomas Sponfeldner** - Oberflächenlichtstreuung zur Charakterisierung nicht-transparenter Fluide (01.10.2009)

— Dipl.-Ing. **Martin Weschta** - Entwicklung und Einsatz eines Sensor-Systems auf Basis der spontanen Raman-Streuung zur Untersuchung der Methanolsynthese mit SILP-Katalysatoren nicht-transparenter Fluide (06.11.2009)

IMPRESSUM

Redaktion & Layout:
Lars Zigan, M. Sc.
Tel. +49-9131-85 29 770
lars.zigan@cbi.uni-erlangen.de

Sekretariat:
Tel. +49-9131-85 29900
Fax +49-9131-85 29901
sek@litt.uni-erlangen.de

Verantwortlich für
den Inhalt:
Prof. Dr.-Ing. A. Leipertz

Lehrstuhl für Techni-
sche Thermodynamik
Am Weichselgarten 8
91058 Erlangen

Auflage:
2000 Exemplare
Internet:
www.litt.uni-erlangen.de

Personalia » Berufung

—Prof. Dr. **Andreas Fröba** hat den Ruf auf die Position eines Chaired Associate Professor am Chemical Engineering Department des Petroleum Institute in Abu Dhabi abgelehnt und den Ruf auf eine Lebenszeitprofessur (W2) an der Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) im August 2009 angenommen. —

—Dr. -Ing. **Johannes Kiefer** hat einen Ruf auf die Position eines Lecturers an der School of Engineering der Universität Aberdeen, Schottland erhalten und diesen zu Beginn des nächsten Jahres angenommen. —

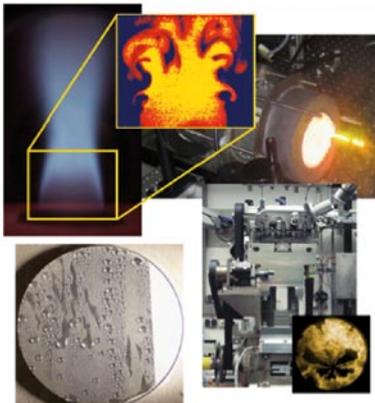
Personalia » Promotionen

—Am 29. Juni 2009 beendete Dipl.-Ing. **Marcus Schmid** sein Promotionsverfahren mit dem Thema „Untersuchung des Gemischbildungs- und Verbrennungsverhaltens eines DI-Dieselmotors unter teilhomogenen Bedingungen“. —

Hinweis » Informationsbroschüre

—Im Rahmen der 20-Jahr Feier erschien eine Übersichtsbroschüre über die Forschungs- und Lehraktivitäten des Lehrstuhls, die wir Ihnen gern auf Anfrage zusenden werden. —

Lehrstuhl für
Technische Thermodynamik
1989 – 2009



Ein kompetenter Partner für Aus- und Weiterbildung,
Forschungs- und Entwicklungskooperation

**Vorankündigung**

Grundlagen und
moderne Anwendungen der

VERBRENNUNGSTECHNIK

02. bis 05. März 2010
Universität Erlangen

4-tägiger Kurzlehrgang

Infos und Details unter
www.litt.uni-erlangen.de

Personalia » Auszeichnungen

—Dr. **Johannes Kiefer** wurde für seine Dissertation zum Thema „Nichtlineare optische Spektroskopie zur Diagnostik von Verbrennungsvorgängen“ mit dem Promotionspreis der Staedler-Stiftung ausgezeichnet. Ferner erhielt er den WLT-Preis 2009 der Wissenschaftlichen Gesellschaft Lasertechnik e.V. zur Würdigung seiner Arbeiten zur Entwicklung laseroptischer Messverfahren zur Untersuchung komplexer Systeme in der Verbrennungstechnik sowie der chemischen und biologischen Verfahrenstechnik. —

Personalia » Mitarbeiterwechsel

—Dipl.-Ing. **Liv Diezel** setzt seit dem 01.02.2009 ihre berufliche Laufbahn bei der KSB Aktiengesellschaft in Frankenthal fort. —

—Dipl.-Ing. **Kamil Krzeminski** wechselte zum 01.05.2009 zur AREVA NP GmbH in Erlangen. —

—Dr.-Ing. **Marcus Schmid** ist seit dem 01.07.2009 bei Goldlücke Ingenieurleistungen in Erlangen angestellt. —

—Dipl.-Ing. **Micha Löffler** setzt zum 1. November 2009 seine berufliche Laufbahn bei der AREVA NP GmbH in Erlangen fort. —

Personalia » Neue Mitarbeiter

—Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums im Chemie- und Bioingenieurwesen mit einem einjährigen Auslandsaufenthalt in Südkorea im Rahmen eines „Double-Degree“-Programmes, fertigte Dipl.-Ing. **Kristina Noack** ihre Diplomarbeit in der Arbeitsgruppe Bio-MedChem am LTT an. Sie bleibt am LTT mit dem Ziel der Promotion. Ihr Promotionsthema hat die Raman-Spektroskopie in Flüssigkeiten zum Inhalt. In ihrer Freizeit gehören Mode- und Kunstdesign sowie das Reisen zu ihren bevorzugten Aktivitäten. —



—Am 01.04.2009 hat Dipl.-Ing. **Julia Lehmann** nach erfolgreichem Abschluss ihres Studiums im Chemie- und Bioingenieurwesen mit der Diplomarbeit am LTT-Erlangen ihre Arbeit in der Gruppe „Wärme-, Energie- und Stoffdatenforschung“ von Prof. Dr.-Ing. Andreas Fröba mit dem Ziel der Promotion begonnen. Den beruflichen Ausgleich erreicht sie durch Lesen, Laufen und Skifahren. —

**CBI-Fußballturnier**

—Am 19. Juni 2009 fand das alljährliche CBI-Sommerfest statt, bei dem 13 Mannschaften der Lehrstühle des Instituts sowie mehrere Studententeams aus unterschiedlichen Jahrgängen antraten. Das „LTT-aLI sTar Team“ konnte dieses Jahr den 2. Platz erkämpfen und strebt auch beim nächsten Turnier einen der vordersten Ränge an. —

