


**aktuell**


LTT heißt Prof. Stefan Will herzlich am Lehrstuhl willkommen

## NEUER ORDINARIUS AM LTT

— Am 1. März 2012 trat Prof. Dr.-Ing. **Stefan Will** im Rahmen der vorgezogenen Nachfolge von Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. **Alfred Leipertz** sein Amt als neuer Lehrstuhlinhaber am LTT an. Bis zum Ruhestand von Professor Leipertz werden beide den LTT gemeinsam leiten. LTT aktuell fragte den neuen Lehrstuhlinhaber nach seinen Plänen und Erwartungen:



Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Alfred Leipertz bei der Begrüßung des neuen Ordinarius Prof. Dr.-Ing. Stefan Will vor dem Lehrstuhlgebäude

**LTT aktuell:** Herr Professor Will, was hat Sie bewogen, den Ruf an die Uni Erlangen anzunehmen.

**S. Will:** In erster Linie sicher das hervorragende Umfeld am LTT, im Department und darüber hinaus. Der LTT zeichnet sich in der Technischen Thermodynamik durch exzellente Forschung in einer sehr großen Breite von Themenfeldern aus. Ergänzt durch die verschiedenen Forschungsinitiativen, an denen der LTT und das Department federführend beteiligt waren und sind, nämlich die SAOT, den Exzellenzcluster „Engineering of Advanced Materials“ (EAM) und den Energiecampus Nürnberg, ist hier ein Umfeld entstanden, das seinesgleichen sucht. Und natürlich will ich auch nicht verhehlen, dass ich als gebürtiger Franke gerne in die Region zurückkomme.

**LTT aktuell:** Wo sehen Sie Ihre wesentlichen Forschungsziele in den nächsten Jahren?

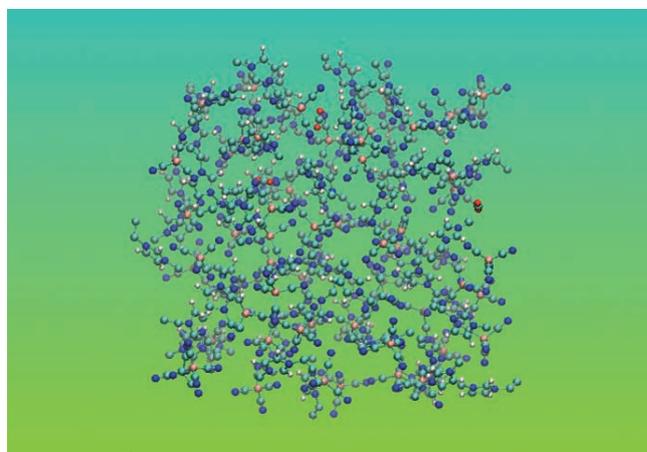
(Fortsetzung auf Seite 3) »

Molekulare Simulation von Ionischen Flüssigkeiten und deren Gemischen mit Gasen

## VIELEN DANK NEWTON!

— Die experimentelle Untersuchung stellt das klassische Verfahren zur Gewinnung von thermophysikalischen Stoffeigenschaften dar. Ihre Anwendbarkeit unterliegt aber gewissen Grenzen, z.B. hinsichtlich des in einem Versuchsaufbau zugänglichen Temperatur- und Druckbereichs und des oftmals großen experimentellen Aufwands. Im Rahmen der Entwicklung von neuen Methoden zur Stoffdaten-forschung wurde in den letzten Jahren der molekulardynamischen Simulation – gewöhnlich als Molecular Dynamics (MD) Simulation bekannt – große Aufmerksamkeit zuteil. Diese erlaubt die rechnergestützte Vorhersage von unterschiedlichen thermophysikalischen Eigenschaften von Reinstoffen oder Mehrkomponentensystemen durch eine zeitliche Auswertung der molekulardynamischen Wechselwirkungen im untersuchten Fluid.

Dabei wird der MD-Simulation ein Modell zugrunde gelegt, das die molekularen Wechselwirkungsparameter, das sogenannte Kraftfeld, für das Fluidsystem beschreibt. Basierend auf diesem Potential werden dann Simulationsboxen typischerweise im Nanometermaßstab generiert und mit den zu untersuchenden Teilchen gefüllt. Das dynamische Verhalten dieser Moleküle wird durch eine detaillierte Berechnung ihrer Wechselwirkungen mithilfe der Newton'schen Bewegungsgleichung über (Fortsetzung auf Seite 2) »



Visualisierung eines molekularen Simulationssystems

## Neues aus Forschung und Entwicklung

Fortsetzung von Seite 1

Molekulare Simulation von Ionischen Flüssigkeiten und deren Gemischen mit Gasen

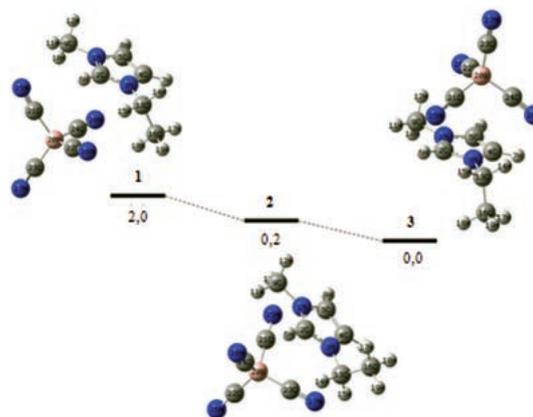
## INFORMATIONEN

Prof. Dr.-Ing. Andreas Fröba

Durchwahl 85 29789

apf@litt.uni-erlangen.de

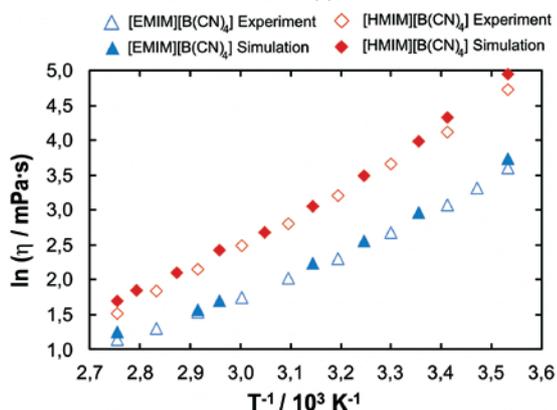
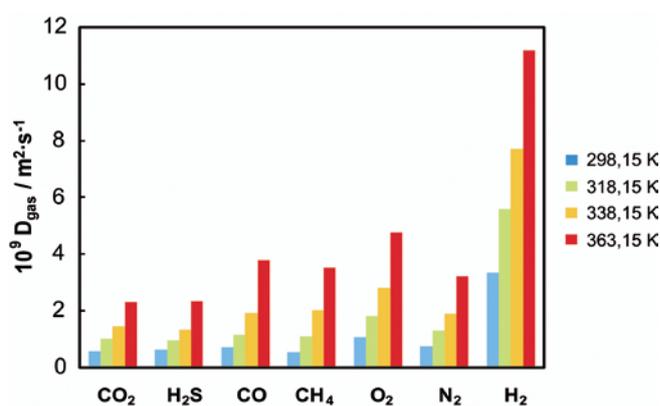
» einen Zeitraum von einigen Nanosekunden verfolgt. Aus den dadurch erhaltenen zeitabhängigen Informationen über die Position, Geschwindigkeit und Kräfte der Teilchen lassen sich verschiedene thermophysikalische Größen ableiten, zu denen neben Gleichgewichtsgrößen auch Transportkoeffizienten gehören. Eine Aussage über die Qualität der ermittelten Eigenschaften lässt sich dabei durch den Abgleich mit akkuraten experimentellen Daten der Fluide treffen, die zur Anpassung und Validierung des Kraftfeldes unerlässlich sind. Objekt unserer Untersuchungen in diesem Zusammenhang war eine für die Wissenschaft interessante Gruppe von Fluiden - die ionischen Flüssigkeiten (ILs). Durch die „Verschmierung“ der Ladungen über die ausgedehnte Größe der Ionenpaare liegen diese Salze bei Raumtemperaturen als Flüssigkeiten vor, was ja für ein Salz wie Natriumchlorid nicht zutrifft. Aufgrund dieser speziellen Natur der ILs ergeben sich einzigartige thermophysikalische Eigenschaften, die von einer geringen Flüchtigkeit, einer hohen Leitfähigkeit bis zu einer hohen Gaslöslichkeit reichen können. Gerade letztere Eigenschaft ist in jüngster Zeit von besonderem Interesse, da ILs ein großes Potential als Lösungsmittel zur selektiven Gasabsorption von z.B. klimaschädlichem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus Industrieabgasen zugesprochen wird. Zwei ILs, die dafür prädestiniert sein könnten, sind 1-Ethyl-3-methylimidazolium Tetracyanoborat ([EMIM][B(CN)<sub>4</sub>]) und 1-Hexyl-3-methylimidazolium Tetracyanoborat [HMIM][B(CN)<sub>4</sub>], für die kaum experimentelle Daten und keine umfassende molekulare Parametrisierung in der Literatur verfügbar waren. Im Zuge unserer Aktivitäten reifte die Motivation für eine thermophysikalische Charakterisierung der beiden ILs [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>] und [HMIM][B(CN)<sub>4</sub>] durch experimentelle Untersuchungen und den Vergleich dieser Daten mit den Ergebnissen aus der MD Simulation. Die experimentelle Untersuchung der ILs umfasste konventionelle Messtechniken (Biegeschwinger-Apparatur für Dichte, Pendant-

Relative Energieprofile der drei stabilsten [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>] Ionenpaarkonfigurationen

Drop Methode für Oberflächenspannung und NMR Spin-Echo Spektroskopie für Selbstdiffusionskoeffizienten der Ionen) und die Oberflächenlichtstreuung (SLS) zur Bestimmung der Viskosität und - in einem limitierten Bereich - zusätzlich der Oberflächenspannung. Aufgrund einer fehlenden molekularen Parametrisierung der beiden ionischen Flüssigkeiten wurden zunächst neue Kraftfelder entwickelt. Hierbei wurden für die IL [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>] quantenmechanische Berechnungen durchgeführt, die zu den energetisch stabilsten Ionenpaarkonfigurationen führten.

Anschließend wurde das Kraftfeld in Bezug auf die Lennard-Jones Parameter dahingehend optimiert, dass die simulierten Ergebnisse mit experimentellen Daten für Dichte und Viskosität gut übereinstimmen. Die MD-Simulationsergebnisse zeigten hierbei eine gute Korrespondenz mit den experimentellen Werten hinsichtlich der Dichte (Abweichung kleiner  $\pm 0.3\%$ ) als auch der Transportgrößen wie Selbstdiffusionskoeffizienten und Viskosität (Abweichung kleiner  $\pm 20\%$ ). Die Anwendung des Potentials von [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>] auf die länger-kettige IL [HMIM][B(CN)<sub>4</sub>] ermöglichte eine Vorhersage derselben thermophysikalischen Eigenschaften, wobei eine in gleichem Maße gute Übereinstimmung zu den experimentellen Werten erzielt werden konnte.

Im Zusammenhang mit der genannten Applikation der beiden ILs als Absorptionsmittel wurden außerdem Selbstdiffusionskoeffizienten von unterschiedlichen in Rauchgasen vorkommenden Gasen in den ILs simuliert, die experimentell nur sehr schwer zugänglich sind. Der Vergleich eines Literaturwertes für das System CO<sub>2</sub> und [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>] mit den Simulationsergebnissen ergab eine sehr gute Übereinstimmung mit weniger als 7% Abweichung. Ein erster Vergleich von Experiment und Simulation für die Oberflächenspannung der beiden ILs deutet an, dass die MD-Simulation auch für diese Größe brauchbare Werte liefert. →

Dynamische Viskosität der ILs [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>] und [HMIM][B(CN)<sub>4</sub>] aus der Oberflächenlichtstreuung und der MD Simulation.Selbstdiffusionskoeffizienten von Gasen in der IL [EMIM][B(CN)<sub>4</sub>]

## Neuer Ordinarius am LTT (Fortsetzung von Seite 1)

» **S. Will:** Ein wesentliches Gesamtziel ist natürlich, die bisherigen Forschungsaktivitäten in ihrer großen Breite weiterzuführen und auszubauen. Dies gilt für die Grundlagenforschung, beispielsweise zu thermophysikalischen Eigenschaften, die sowohl am LTT als auch in meinen eigenen Aktivitäten einen wesentlichen Stellenwert einnimmt, bis zur anwendungsnahen Forschung, etwa im Bereich der technischen und motorischen Verbrennung. Ich bin davon überzeugt, dass wir in diesen Felder gemeinsam auch in Zukunft wesentliche Entwicklungen werden leisten können. Ein Forschungsfeld, das mir „traditionell“ sehr am Herzen liegt und das ich noch ausbauen will, ist die Entwicklung und Anwendung optischer Messverfahren für thermodynamische und weitergehend verfahrens-/energie-technische Anwendungen. Gerade hier gilt es, neue Hardware zu nutzen, um Methoden so weiterentwickeln zu können, dass sie bspw. bei der motorischen Verbrennung zyklusaufgelöst und möglichst bildgebend Informationen über alle wesentlichen Kenngrößen liefern können.

Spezielle Themen und Projekte, die ich aus Bremen mitbringe, betreffen z.B. die Nutzung von innovativen Streulichtverfahren zur Partikelcharakterisierung oder die Untersuchung der Gashydratbildung.

**LTT aktuell:** Welchen Stellenwert messen Sie dabei der Kooperation innerhalb der Universität bzw. andererseits im internationalen Rahmen zu?

**S. Will:** In beiden Fällen einen sehr großen, hierzu nur zwei Beispiele: gerade in der Entwicklung neuer optischer Messverfahren verspreche ich mir in der Zusammenarbeit mit den Kollegen vor Ort in der SAOT oder auch mit internationalen Kollegen, speziell im Umfeld der SAOT, große Befruchtung für Messtechniken, die wir dann z.B. gemeinsam in technischen Prozessen einsetzen können. Und auf der anderen Seite stellt die Nähe zum Exzellenzcluster EAM einen echten Glücksfall für den Bereich der Partikelmesstechnik dar, in dem wir in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte erzielen konnten.

**LTT aktuell:** Vor lauter Forschungsaktivitäten wollen wir die Lehre nicht vergessen: welche Pläne haben Sie in diesem Bereich?

**S. Will:** Wichtig sind mir zunächst der Kontakt zu den Studierenden und die Ansprechbarkeit für studentische Belange. Zudem werde ich mich bemühen, auch in Grundvorlesungen immer Anwendungsbeispiele aus der aktuellen Forschung mit einzubeziehen. In vielen Fällen können auch kurze Filme, Vorführungen oder Animationen helfen, komplexe Sachverhalte zu veranschaulichen. Und schließlich glaube ich, dass man möglichst in allen Lehrveranstaltungen klar machen muss, wozu der gelernte Stoff in Wissenschaft und Technik nützlich sein kann.

**LTT aktuell:** Und wie wollen Sie mit der Herausforderung der immer noch zunehmenden Studierendenzahl umgehen?

**S. Will:** Eine Maßnahme, die wir bereits ergriffen haben, ist, große Grundvorlesungen für verschiedene Studiengänge zu teilen. Es ist meines Erachtens wichtig, auch in solchen Vorlesungen einen Dialog mit den Studierenden zu ermöglichen. Bei einer Vorlesung mit vielen Hundert Hörern oder eine Vorlesung aus der „Retorte“ ginge das natürlich nicht.

### Zur Person:

Prof. **Stefan Will** hat in Erlangen Physik mit dem Schwerpunkt Optische Messtechnik studiert und 1996 zu einem Thema aus der experimentellen Stoffdatenforschung unter Einsatz optischer Methoden am LTT promoviert. Nach mehreren Zwischenstationen und abgelehnten Rufen an andere angesehene Universitäten war er zuletzt 10 Jahre lang Leiter des Fachgebiets Technische Thermodynamik an der Universität Bremen. Stefan Will ist verheiratet und hat zwei Kinder im Alter von 16 und 8 Jahren.

**LTT aktuell:** Nachdem Sie ja den LTT und die Technische Fakultät von früheren Tätigkeiten bereits gut kennen: gibt es Dinge, die sich stark gewandelt haben?

**S. Will:** Am LTT eher nicht, ich glaube, der LTT ist über die Jahre seinem Konzept einer breiten Aufstellung treu geblieben und hat das konsequent weiterverfolgt. Und ich finde, dass der LTT mit seine vielen engagierten und kompetenten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auch gut für die Zukunft aufgestellt ist. Beeindruckt hat mich auch das starke Wachstum in Department und Fakultät: inzwischen gibt es für die unterschiedlichsten Themen Kolleginnen und Kollegen mit hervorragender Kompetenz auch in sehr speziellen Fragestellungen. Insgesamt unterstreicht dies alles die einzigartige Forschungslandschaft an der FAU.

**LTT aktuell:** Gibt aus Ihrer Erfahrung in Bremen Dinge, die Sie gerne am LTT einführen möchten?

**S. Will:** Gerade aufgrund der Breite der Forschungsthemen am LTT halte ich es für sehr wichtig, dass Wissenschaftler auch aus verschiedenen Arbeitsgruppen im Austausch stehen, um neue Ideen in die verschiedenen Forschungsgebiete einzubringen. Auch dazu ist es meiner Erfahrung nach sehr hilfreich, wenn Doktoranden regelmäßig auch am eigenen Lehrstuhl Vorträge über ihre Arbeiten halten.

**LTT aktuell:** Welche Dinge haben Sie nach Ihrem Dienstantritt besonders gefreut oder auch vielleicht geärgert?

**S. Will:** Besonders gefreut hat mich die sehr freundliche Aufnahme am LTT und im Department. Viele Mitarbeiter und Kollegen sind sehr offen auf mich zugegangen und haben positive Zukunftserwartungen in gemeinsamer Forschung und Lehre in mir geweckt. Trotz der Umstellungen und gerade auch der Beeinträchtigungen durch die Baumaßnahmen am LTT tragen die Mitarbeiter und Kollegen am LTT sehr engagiert die anstehenden Herausforderungen mit und schauen, wie ich das so empfunden habe, auch positiv in die Zukunft. Speziell ihnen möchte ich an dieser Stelle nochmals sehr herzlich danken. ...Und geärgert? Natürlich wünscht man sich oft, dass manche Dinge schneller und vielleicht auch etwas einfacher gehen, aber es überwiegt bei Weitem das Positive: ich habe sehr viel Unterstützung von verschiedenen Seiten erfahren.

**LTT aktuell:** Und was wünschen Sie sich persönlich für Ihre Zeit am LTT?

**S. Will:** Insbesondere, dass es mir gelingt, genügend Zeit zu finden, um in der Diskussion mit Kollegen und Mitarbeitern viele spannende Ideen gemeinsam entwickeln und umsetzen zu können. →

### Personalia » Auszeichnungen

|— Prof. Dr.-Ing. **Alfred Leipertz** wurde zum **Ehrenmitglied** des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Technische Thermodynamik (WATT e.V.), der Vereinigung aller Professoren an deutschsprachigen Universitäten in Europa, die das Fach Technische Thermodynamik hauptverantwortlich in Forschung und Lehre an ihrer Universität vertreten, gewählt. Prof. Leipertz war von 2007 bis 2011 Vorsitzender und von 2004 bis 2006 Stellvertretender Vorsitzender von WATT. →

### Personalia » Gastaufenthalte

|— Prof. **Amitava Datta** vom Department of Power Engineering der Jadavpur University in Kalkutta, Indien, war im Mai 2012 als Alexander-von-Humboldt-Gastwissenschaftler am LTT tätig. Er gab dazu auch einen Vortrag mit dem Thema „Soot Precursor Nanoparticles from Flames and Engines“, an welchem im Rahmen einer Kooperation mit dem LTT weitere gemeinsame Arbeiten angestoßen wurden. →



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

— Zum mittlerweile fünften mal verlieh die Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg am 11. Juni 2012 den mit 100.000 Euro dotierten Young Researcher Award in Advanced Optical Technologies, einen Forschungspreis für Nachwuchswissenschaftler. Diesjähriger Preisträger ist der Wissenschaftler Dr. **Martin Booth** von der University of Oxford in Großbritannien. Der Rektor der Universität Erlangen-Nürnberg, Prof. Dr. **Karl-Dieter Gröske**, übergab den Preis bei einer Feierstunde in der Aula des Erlanger Schlosses.

Prof. **Christopher Dainty** der School of Physics an der National University of Ireland in Galway und 2011 Präsident der Optical Society of America sprach als Festredner über „Simple Physics for Better Vision“. Die Laudatio wurde vom Sprecher der SAOT, Prof. Dr. **Alfred Leipertz**, gehalten.

Die Erlanger Graduiertenschule ehrt den Forscher mit dem SAOT-Forschungspreis für seine zahlreichen exzellenten Beiträge im Bereich der Anwendung von adaptiven Optiken für die Mikroskopie sowie im allgemeinen im Ingenieurwesen für photonische Technologien.

Martin Booth ist EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council) Advanced Research Fellow am Department of Engineering Science der University of Oxford, UK. Der Schwerpunkt seiner Forschung richtet sich auf adaptive Optiken zur Steuerung von Wellenfronten in der Mikroskopie und im Ingenieurwesen. Darüber hinaus beschäftigt er sich mit hochauflösender Mikroskopie, insbesondere im Hinblick auf biomedizinische Bildgebung und Materialcharakterisierung, sowie der optische Mikrobearbeitung zur Entwicklung photonischer Bauteile. →

## Student Award der SAOT für „Optical Metrology“ geht an den LTT Erlangen

— Der Student Award 2012 in Advanced Optical Technologies für das Topic „Optical Metrology“ der Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies ging an Dipl.-Ing. **Simone Christine Eichmann** (siehe Bild oben, dritte von links) für eine Veröffentlichung ihrer Forschungsarbeiten in der Zeitschrift Optics Express im Jahre 2011. →



## Neuer Kooperationsvertrag mit der McGill Universität in Kanada unterzeichnet

— Am 30. Mai 2012 hat die Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) ihren 14. Kooperationsvertrag mit einer renommierten ausländischen Forschungseinrichtung unterzeichnet (siehe Bild links). Kooperationspartner ist die kanadische McGill-Universität, die in Montreal im Bundesstaat Quebec angesiedelt ist. Das dortige Institut für Parasitologie ist eines der ältesten und hochangesehenen Zentren für interdisziplinäre Forschung in Kanada und setzt neben molekularen und zellbiologischen Techniken auch moderne optische Messmethoden zur Diagnostik und Prozesskontrolle ein, wie dies auch am Lehrstuhl für Medizinische Biotechnologie (MBT) des Departments für Chemie- und Bioingenieurwesen praktiziert und in der SAOT weiterentwickelt und trainiert wird. Auf dem Bild zu sehen sind Frau Prof. **Petra Rohrbach** (McGill-Universität, Mitte), Prof. **Oliver Friedrich** (MBT, links) und Prof. **Alfred Leipertz** (SAOT, rechts) →

## SAOT erfolgreich in der zweiten Förderphase der deutschen Exzellenzinitiative

### Starke Konkurrenz

|— Die SAOT wurde im November 2006 im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zur Förderung von Wissenschaft und Forschung an deutschen Universitäten an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) eingerichtet als Ergebnis eines starken Konkurrenzkampfes zwischen den über 120 antragsberechtigten deutschen Universitäten und gleichgestellten Hochschulen, in dem von über 80 Universitäten 580 Anträge eingereicht, aber nur 78 davon bewilligt wurden, von denen nur 11 den Ingenieurwissenschaften zugeordnet sind. Für die zweite fünfjährige Antragsphase im Jahre 2012 wurden aus ähnlich vielen Bewerbungen wie in der ersten Antragsphase 143 Anträge für die Endausscheidung zugelassen, davon 84 für eine Weiterförderung und 59 Neuanträge – insgesamt 63 Graduiertenschulen (38 alt / 25 neu) und 64 Exzellenzcluster (37 alt / 27 neu). Die SAOT konnte sich auch in dieser Konkurrenzsituation als eine von insgesamt 88 bewilligten Initiativen aus 39 Universitäten erfolgreich durchsetzen und wird für weitere fünf Jahre bis 2017 gefördert werden.

### Zweite Förderphase

|— In der kommenden Förderperiode, für die eine Fördersumme in Höhe von 13,5 Mio Euro beantragt wurde, wird das Programm der SAOT noch attraktiver werden für hervorragend motivierte und persönlich leistungsstarke internationale Graduierte. Neben strukturellen Verbesserungen und einem verstärkten Ausbau der internationalen Zusammenarbeit unter noch stärkerer Einbeziehung der Doktorand(inn)en wird dies unter anderem erreicht durch die Einführung eines Fast-Track-Programms zur Beschleunigung der Promotionsverfahren sowie mit einem Double-Degree-Programm, zu welchem schon jetzt mit der Ryerson Universität in Toronto Verträge kurz vor der Unterzeichnung stehen. Durch die Einrichtung eines „Post-Doctoral Medical Research Center“ (PMRC) und des „Optical Imaging Center Erlangen“ (OICE) wird die stark interdisziplinär ausgerichtete Ausbildung und Forschung in dem hoch aktuellen und sehr interdisziplinären Anwendungsbereich der Lebenswissenschaften verstärkt, so dass diesem schnell wachsenden Zweig zukünftig exzellente, an der SAOT ausgebildete Führungspersönlichkeiten zur Verfügung stehen.

Zum Ende der zweiten Förderphase in 2017 wird die SAOT ein international anerkanntes „Center of Excellence“ auf dem Gebiet der Optischen Technologien bilden mit einer eigenen Personal- und Einrichtungsstruktur innerhalb der Universität, die es ermöglicht, alle Arbeitsschwerpunkte der SAOT gleichermaßen kompetent in Forschung und Ausbildung vertreten zu können.

### Kurzbeschreibung SAOT

|— Die SAOT bietet ein interdisziplinäres und exzellentes Forschungs- und Ausbildungsprogramm innerhalb eines breiten internationalen Netzwerkes mit weltweit ausgewiesenen Experten zur Förderung von Innovationen und Führungskompetenz auf den Gebieten Optische Messtechnik, Optische Materialbearbeitung, Optik in der Medizin, Optik in der Kommunikations- und Informationstechnik, Optische Materialien und Systeme und Rechnergestützte Optik. Die hervorragend motivierten und persönlich leistungsstarken internationalen Doktorandinnen und Doktoranden, die in einem strengen Auswahlverfahren Mitglied der SAOT werden können – derzeit etwa 130 Kandidat(inn)en und bisher etwa 30 erfolgreich abgeschlossenen, hochwertigen Promotionen – arbeiten dabei schwerpunktmäßig in den Grenzbereichen der Disziplinen Physik, Medizin und Ingenieurwissenschaften. Diese werden von zur Zeit über 50 hauptamtlichen Professoren der FAU betreut, unterstützt durch fast 20 Langzeit-Gastprofessoren von hoch angesehenen ausländischen Forschungseinrichtungen (darunter 5 Preisträger des SAOT Young Researcher Awards, der jährlich in einer starken internationalen Konkurrenz zwischen leistungsstarken jungen Wissenschaftlern vergeben wird mit einem Preisgeld in Höhe von 100.000 EUR, das in Kooperationen mit SAOT-Wissenschaftlern in Erlangen eingesetzt werden muss). Mit 14 solcher Einrichtungen hat die SAOT einen Kooperationsvertrag unterschrieben. Die aktive Einbindung der Doktorand(inn)en in das internationale Netzwerk und dessen weitere Ausdehnung ist eines der wichtigsten Aspekte aller SAOT-Bestrebungen. Das positive Ergebnis dieser Zusammenarbeiten äußert sich in einer großen Zahl unterschiedlicher Erfolge, die in den zurückliegenden fünf Jahren erzielt wurden. Dies sind beispielhaft:

- Über 1500 begutachtete Veröffentlichungen – an über 600 davon waren Doktorand(inn)en der SAOT beteiligt, wovon wiederum über 250 mit ausländischen Koautoren publiziert wurden
- Über 130 Preise und Auszeichnungen für SAOT-Mitglieder, über 70 davon an Doktorand(inn)en
- Über 250 internationale Gäste an der SAOT, die mit über 100 Vorträgen im Rahmen des SAOT-Seminars und zum Teil auch längeren Aufenthalten an der SAOT ihre Erfahrungen an die Doktorand(inn)en herangetragen und diskutiert haben
- Über 600 Wochen verbrachten Doktorand(inn)en zu einer wissenschaftlichen Forschungstätigkeit an ausländischen Partnerinstituten (im Durchschnitt bisher ca. 10 Wochen je Doktorand(in) – angestrebt werden zukünftig mindestens 12 Wochen)
- An über 10 Patentanmeldungen waren SAOT-Doktorand(inn)en beteiligt

## Neues aus Forschung und Entwicklung

## INFORMATIONEN

Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing  
Durchwahl 85 29782  
michael.wensing@ltt.uni-erlangen.de

Raman und Laserinduzierte Fluoreszenz im Wasserstoffmotor – Bavarian Hydrogen Center

## DIE FORSCHUNG IM BEREICH WASSERSTOFFVERBRENNUNG GEHT IN EINE NEUE RUNDE

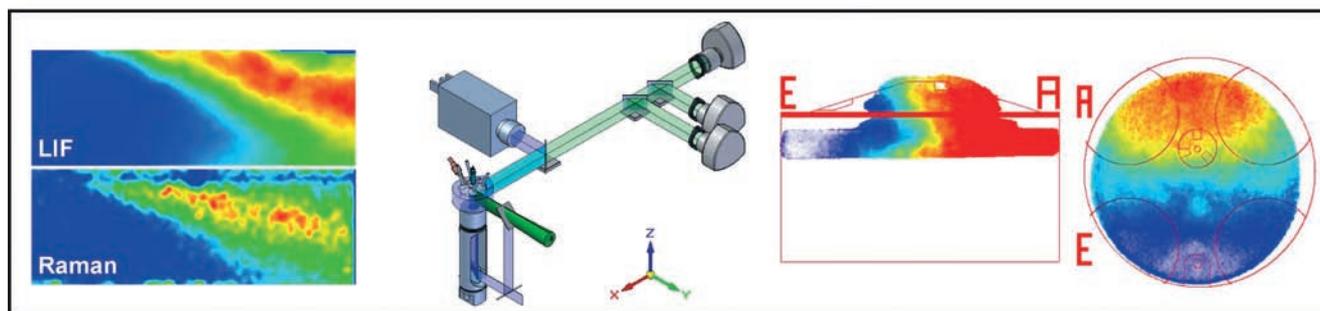
Die Arbeitsgruppen Motorische Verbrennung und Prozessmesstechnik forschen bereits seit Jahren im Bereich der Wasserstoffverbrennung und der Weiterentwicklung optischer Messverfahren für den Einsatz in Wasserstoffmotoren.

Wasserstoffmotoren stellen eine effiziente und saubere Möglichkeit für zukünftige PKW-Antriebe auf Basis regenerativ erzeugter Energie dar. Das notwendige Wissen für die Entwicklung und Herstellung von Wasserstoffmotoren ist zu einem großen Anteil vorhanden, da auf dem hohen Entwicklungsstand von Benzin- und Dieselmotoren aufgebaut werden kann. Speziell fehlten jedoch bisher Entwicklungswerkzeuge, welche die komplexe Gemischbildung zwischen Wasserstoff und Luft im Innern der Motorzylinder erfassen können. Ziel der Arbeiten in den letzten Jahren, die durch die Bayerische Forschungsförderung gefördert wurden, war es, Einflussfaktoren auf die Gemischbildung und die Verbrennung mit neuen, eigens für die Wasserstoffverbrennung entwickelten Lasermessverfahren zu untersuchen.

Im Rahmen des Projektes, das in Kooperation mit der BMW Group und unter Leitung der Erlanger Esytec GmbH durchgeführt wurde, wurden zwei Messverfahren für den Einsatz in Wasserstoffmotoren qualifiziert: ein Verfahren auf Basis der Raman-Streuung, das im Wasserstoffmotor als 2D-Verfahren eingesetzt werden konnte, sowie ein Verfahren auf Basis der Laserinduzierten Fluoreszenz (LIF). Zur Entwicklung der eingesetzten Raman-Messtechnik wurde eine Druckkammer entwickelt und gebaut, in der motorische Bedingungen simuliert und grundlegende Untersuchungen zur bildgebenden Raman-Messtechnik durchgeführt wurden. Die Messtechnik auf Basis der LIF setzt den Tracer Trimethylamin ein, dessen Verhalten im Vergleich zu Raman-Messungen kalibriert werden konnte. Beide Messtechniken sind geeignet, den gesamten Gemischbildungsprozess von der Einblasung des Wasserstoffstrahls in

den Brennraum über die weitere Gemischbildung und -verteilung bis zum Zündzeitpunkt zu erfassen. Mit der LIF-Technik ist zusätzlich die Ausbreitung der Flammenfront darstellbar, da Kraftstoff und Tracer verbrennen und verbrannte Bereiche aus diesem Grund in den Aufnahmen dunkel erscheinen. Die Abbildung unten zeigt den Aufbau der Messtechniken am optisch zugänglichen Wasserstoffmotor sowie einen Vergleich der beiden Messtechniken bei einer Messung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses (links) und einen Auszug der Ergebnisse einer Motormessphase (rechts).

Seit dem April 2012 ist die Arbeitsgruppe Motorische Verbrennung mit zwei Projekten – hocheffiziente Hubkolbenmotoren für die stationäre Verbrennung von  $H_2$ -Gasen und Wärmeregeneration über CR-Prozesse an  $H_2$ -Prozessen – im Bavarian Hydrogen Center (BH<sub>2</sub>C) vertreten. Durch Kooperation zwischen der FAU Erlangen (Professoren Arlt, Hartmann, Karl, Kaspereit, Schlücker (Specher), Schwiager, Wasserscheid, Wensing), der TU München (Professoren Faulstich, Sattelmayer), der Universität Bayreuth (Professor Brüggemann) und dem ATZ-Entwicklungszentrum in Sulzbach-Rosenberg (Professor Faulstich) arbeiten im BH<sub>2</sub>C eine große Zahl namhafter Forscher zusammen, um die Wasserstofftechnologie gemeinsam voran zu treiben. Mit der von den Kollegen Prof. Arlt und Prof. Wasserscheid entwickelten „Carbazol“-Speichertechnologie steht eine Speicherform zur Verfügung, die mit ihrem reversibel gespeicherten Wasserstoff bis zu 30% des Heizwertes von Heizöl erreicht. Die Carbazol-Speicherform kann wie Heizöl gepumpt und gelagert werden. Dies erlaubt die Nutzung vorhandener Infrastrukturen (Heizöltanks, Tanklager, ...) und löst viele sicherheitstechnische Fragestellungen (Wasserstoff ist im Lagerzustand fest gebunden). Damit bestehen neue Optionen für die Realisierung einer nachhaltig organisierten Wasserstoffgesellschaft unter Nutzung vorhandener Infrastrukturen. —



Optischer Aufbau und Visualisierung der Wasserstoff-Luft-Verteilung im Transparentmotor

## Universität Erlangen im Exzellenz-Wettbewerb erfolgreich!

— „Großer Erfolg für die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) in der zweiten Runde der Exzellenzinitiative: Sowohl der Exzellenzcluster „Engineering of Advanced Materials“ (EAM) als auch die Graduiertenschule „Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies“ (SAOT) werden für weitere fünf Jahre gefördert. Das gab der Bewilligungsausschuss der Exzellenzinitiative am Freitagnachmittag den 15. Juni 2012 bekannt. Bis zu 61,5 Millionen Euro gehen damit in den kommenden Jahren an die FAU.“ (aus Pressemitteilung der FAU am 15.06.2012).

An beiden Exzellenzinitiativen ist auch der LTT aktiv beteiligt. Während die SAOT von einem der beiden LTT-Ordinarien – Prof. **Leipertz** – als Koordinator geleitet wird, dessen Dienstzeit für diese Aufgabe bereits verlängert wurde, und in vielfältiger Weise den LTT beeinflusst und unterstützt (derzeit sind 7 LTT-Mitarbeiter als Mentoren in die SAOT eingebunden und 26 Doktorand(inn)en Mitglied der SAOT), wird im Exzellenzcluster EAM vom LTT ein Projekt zur Flammenspraypyrolyse für die Herstellung von Nanopartikeln bearbeitet, über das demnächst in der LTT-Aktuell berichtet werden wird. —

### Personalia » Auszeichnungen

— Dipl.-Ing. **Sebastian Rieß** erhielt für seine Abschlussnote den VDI-Preis 2011 des VDI-Bezirksvereins Nürnberg. —

## Baumaßnahmen am LTT

— Im Zuge der Berufung von Prof. **Stefan Will** werden einige Labore neu eingerichtet bzw. bestehende Versuchsstände aufgerüstet. Insbesondere entstehen ein neues Partikelmesstechniklabor, in dem neueste laseroptische und konventionelle Messmethoden zusammengeführt werden, ein Gashydratlabor, ein weiteres Stoffdatenlabor und ein Versuchstand für eine Rapid Compression Machine, an dem Gemischbildungs- und Verbrennungsvorgänge unter motorischen Bedingungen untersucht werden. —



Baustellenbesichtigung: Prof. Will erläutert Prof. Leipertz die geplanten Baumaßnahmen

## KURZLEHRGANG Verbrennungstechnik 13. bis 16. März 2012

— Vom 13. bis zum 16. März 2012 fand an der Universität Erlangen-Nürnberg der Kurzlehrgang Verbrennungstechnik dieses Jahr bereits zum siebten Mal statt. In diesem vom Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT) unter der Mitwirkung der ESYTEC GmbH Erlangen und des Lehrstuhles für Strömungsmechanik (LSTM) sowie des Instituts für Technische Verbrennung (ITV) der Universität Hannover durchgeführten Lehrgang wurde den Teilnehmern ein Überblick zu modernen Verbrennungstechniken vermittelt.

Die 24 präsentierten Vorträge kamen dabei aus den Bereichen Grundlagen, Numerische Simulation, Moderne Technologien sowie Anwendungen und Messtechnik. Neben den Experten der Universitäten Erlangen und Hannover sowie der Firma ESYTEC konnten zu den einzelnen Themenbereichen weitere hochrangige Fachleute aus dem Industrie- und Hochschulbereich für Vorträge gewonnen werden. Darunter Prof. **W. Polifke** von der TU München, Prof. **U. Maas** von der Universität Karlsruhe, PD

Dr. **K. Lucka** vom ÖWI Aachen, Prof. **D. Trimis** von der TU Freiberg, Prof. **T. Seeger** und Dr. **I. Schmitz** von der Universität Siegen sowie Dr. **B. Durst** von der BMW Group München, Dr. **M. Dzubiella** von den Viessmann Werken Allendorf GmbH und Dr. **D. Hofmann** von der Siemens AG Erlangen.

Zusätzlich zu den Vorträgen wurden an drei Nachmittagen zudem Prüfstände und Versuchseinrichtungen des LTT, LSTM und der SAOT besichtigt. Zwischen den Vorträgen sowie vor allem beim gemeinsamen fränkischen Abendessen bot sich reichlich Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch sowie zur ersten Besprechung von möglichen gemeinsamen zukünftigen Forschungsprojekten.

Der gelungene Mix aus Vorträgen unterschiedlicher Themen mit Einblicken in die praktische Arbeit der Lehrstühle erzeugte bei den Teilnehmern durchweg positive Reaktionen, so dass schon jetzt freudig auf den nächsten Lehrgang, der vermutlich Anfang 2014 stattfinden wird, voraus geblickt werden. —



## IMPRESSUM

Redaktion & Layout:  
Dipl.-Ing. Johannes Trost  
Tel. +49-9131-85 29 779  
johannes.trost@litt.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  
Prof. Dr.-Ing. S. Will

Lehrstuhl für Techni-  
sche Thermodynamik  
Am Weichselgarten 8  
91058 Erlangen

Internet:  
www.litt.uni-erlangen.de

## Personalien » Auszeichnungen

Die ProcessNet-Dechema-Fachgruppe Hochdruckverfahrenstechnik vergab den **Professor-Siegfried-Peter-Preis** an Dr.-Ing. **Andreas Bräuer** für seine herausragenden, zukunftsweisenden, nachhaltigen und publizierten Forschungsleistungen auf dem Gebiet der Hochdruckverfahrenstechnik.

Prof. Dr.-Ing. **Andreas Paul Fröba** wurde zum **Associate Editor** der internationalen Fachzeitschrift „International Journal of Thermophysics“ berufen.

## Personalien » Neue Mitarbeiter



Dipl.-Wirt.-Ing **Michael Storch** ist seit Februar 2012 in der Arbeitsgruppe „Verbrennungstechnik“ tätig. Nach dem Abschluss seiner Diplomarbeit am Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen an der TU Bergakademie Freiberg kam er mit dem Ziel der Promotion an den LTT. Sein Forschungsgebiet umfasst experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von Biokraftstoffen bei der Benzindirekteinspritzung. Seine Freizeit verbringt er mit Fotografieren und Reisen.



Nach Abschluss des Studiums im Chemie- und Bioingenieurwesen an der Universität Erlangen-Nürnberg ist Dipl.-Ing. **Susanne Lind** seit Februar 2012 Mitglied der Arbeitsgruppe „Verbrennungstechnik“, in der sie bereits im November 2011 ihre Diplomarbeit absolvierte. Ihr Forschungsgebiet ist die Untersuchung von Gemischbildungs- und Verbrennungsprozessen mittels Kurzpulsmesstechnik. Zu ihren Hobbies gehören Tanzen und Musik.



Herr Dipl.-Ing. **Michael Altenhoff** studierte Verfahrenstechnik an der TU Clausthal und begann seine Promotion am Fachgebiet Technische Thermodynamik von Prof. Stefan Will an der Universität Bremen. Im April 2012 folgte er dem Ruf von Prof. Will an den LTT in Erlangen. Sein Forschungsgebiet ist die laseroptische Charakterisierung von Nanopartikeln in Flammen. Einen Ausgleich zu seiner Arbeit findet er beim Gitarre spielen und Radfahren.

## Personalien » Mitarbeiterwechsel

Dipl.-Ing. **Stefan Dowy** setzt seit dem 1. Oktober 2011 seine berufliche Laufbahn bei der Linde Group in München fort.

## Personalien » Promotionen

Am 27. November 2011 konnte Dipl.-Ing. **Stefan Dowy** seine Promotion mit dem Thema „Anwendung von Streulichttechniken zur In-situ-Analyse des Partikelbildungsprozesses im überkritischen Antisolvent-Verfahren“ erfolgreich abschließen.

## Personalien » Neue Mitarbeiter

Frau Dipl.-Chem. **Olga Charov** beendete 2009 erfolgreich ihr Chemiestudium an der Universität Köln, um direkt im Anschluss an der Universität Bremen unter Leitung von Prof. Stefan Will ihre Promotion auf dem Gebiet der Technischen Thermodynamik zu beginnen. Mit dessen Berufung nach Erlangen zog es auch sie im April 2012 mit ihrem Thema „Untersuchung der Gashydratbildung mittels optischer Verfahren“ an den LTT.



Herr Dipl.-Ing. **Thomas Werblinski** absolvierte bereits seine Studien- und Diplomarbeit am LTT und ist seit März 2012 Mitglied der Arbeitsgruppe „Verbrennungstechnik“. Sein Arbeitsgebiet umfasst die Diagnostik von Zündungs- und Entflammungsprozessen unter motorrelevanten Bedingungen. In seiner Freizeit gehören Fußball, Basketball sowie das Skifahren zu seinen Hobbies. Zudem spielt er gerne Baritonsaxophon.



Nach erfolgreichem Abschluss seines Physikstudiums an der Universität Erlangen ist Dipl.- Phys. **Franz Huber** seit März 2012 am LTT auf dem Gebiet der Partikelmesstechnik tätig. Er beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung der Wide Angle Light Scattering-Technik (WLAS) zur Charakterisierung von Nanopartikeln in Flammen. In seiner Freizeit geht er verschiedenen sportlichen Aktivitäten sowie dem Fliegenfischen nach.

