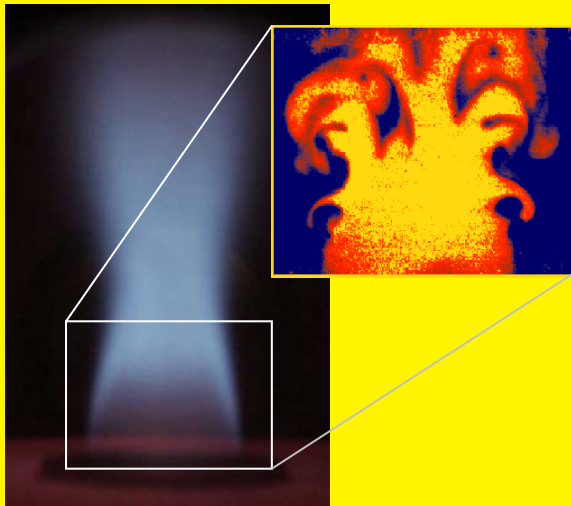


## KURZLEHRGANG

**Grundlagen und moderne Anwendungen  
der Verbrennungstechnik**

25. bis 28. Februar 2008

an der Universität Erlangen-Nürnberg



## LEHRSTUHL FÜR TECHNISCHE THERMODYNAMIK

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg



TECHNISCHE  
FAKULTÄT



## KURZLEHRGANG

**Grundlagen und moderne Anwendungen  
der Verbrennungstechnik**

25. bis 28. Februar 2008

an der Universität Erlangen-Nürnberg

### Lehrgangssekretariat

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT)

Universität Erlangen-Nürnberg

Am Weichselgarten 8, 91058 Erlangen

Tel.: 09131-85 29900

Fax: 09131-85 29901

Email: [sek@lth.uni-erlangen.de](mailto:sek@lth.uni-erlangen.de)

Web: [www.lth.uni-erlangen.de](http://www.lth.uni-erlangen.de)

### Tagungsort

Hans-Georg Waeber-Saal

im Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und  
Bauelementetechnologie (IISB)

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

unter besonderer Beteiligung vom

Lehrstuhl für Strömungs-  
mechanik, Universität Er-  
langen-Nürnberg



ESYTEC Energie- und  
Systemtechnik GmbH,  
Erlangen



## EINFÜHRUNG UND DARSTELLUNG DES KURSIHALTES

Trotz des verstärkten Einsatzes regenerativer Energien wird weltweit gesehen die Verbrennung auch auf lange Sicht die wichtigste und meist genutzte Energieumwandlungstechnologie bleiben. Die globale Erwärmung, Schadstoffemissionen und begrenzte Ressourcen fossiler Brennstoffe erfordern deshalb weitere intensive Anstrengungen, den Ablauf von Verbrennungsprozessen besser verstehen und damit den Prozess verbessern zu können, beispielsweise zur Entwicklung fortgeschrittener Brennverfahren für motorische Anwendungen, Gasturbinen, Haushaltsfeuerungen sowie für Industrie- und Prozessfeuerungen.

Wir bieten Ihnen deshalb einen Kurzlehrgang zur modernen Verbrennungstechnik an, in dem an vier Tagen ein Überblick über die folgenden Bereiche vermittelt wird:

- Grundlagen der Verbrennungstechnik
- Messtechnische Entwicklungen und Anwendungen
- Möglichkeiten der numerischen Simulation in der Verbrennungstechnik
- Moderne Technologien und Anwendungen der Verbrennungstechnik

Es freut uns besonders, dass wir neben den Experten der Universität Erlangen und der Firma ESYTEC zu den einzelnen Themengebieten weitere hochrangige Fachleute aus dem Industrie- und Hochschulbereich für Vorträge gewinnen konnten, beispielsweise Prof. U. Maas, Prof. W. Polifke, Prof. D. Thévenin und Prof. C. Schwarz im Bereich der numerischen Simulation von Verbrennungsvorgängen, Prof. D. Trimis, Dr.-Ing. K. Lucka und Dr.-Ing. F. von Issendorff im Bereich industrieller Prozessfeuerungen und der Ölverbrennung, Dr.-Ing. D. Hofmann als erfahrenen Vortragenden im Bereich der Gasturbinenverbrennung sowie Dipl.-Ing. C. Gaegauf als ausgewiesenen Experten für die zukünftig immer wichtiger werdende Nutzung von Biobrennstoffen.

Verknüpft mit Vorlesungen, zu denen ausgearbeitete Kursunterlagen ausgegeben werden, werden an drei Nachmittagen Führungen in den Forschungs- und Entwicklungslaboren und Prüfständen der Lehrstühle für Technische Thermodynamik und für Strömungsmechanik angeboten, in denen verbrennungstechnische Grundlagen und Anwendungen erarbeitet werden.

Der Kurzlehrgang richtet sich insbesondere an wissenschaftliche und technische Mitarbeiter von Firmen, Einrichtungen und Behörden der Energie- und Umweltwirtschaft, sowie der Luftfahrt-, Automobil-, Chemie-, Verfahrenstechnik- und Maschinenbauindustrie, die mehr über die Grundlagen und Methoden der Verbrennungstechnik lernen möchten. Auch für erfahrene Praktiker sollte der Überblick über moderne Entwicklungen in den Bereichen der numerischen Verbrennungstechnik, der modernen Laserdiagnostik oder der Anwendungen wertvolle neue Kenntnisse liefern und vielleicht den entscheidenden Hinweis zu einer neuen Applikationsidee beisteuern. Dasselbe gilt für Doktoranden und Mitarbeiter von Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

Der Kurzlehrgang *Verbrennungstechnik* findet nun zum fünften Mal in Erlangen in zweijährigem Turnus statt; er hat bisher jedes Mal ein positives Echo gefunden.

Wir laden Sie und Ihre Kolleginnen und Kollegen gerne zu diesem Lehrgang ein.

# GRUNDLAGEN UND MODERNE ANWENDUNGEN DER VERBRENNUNGSTECHNIK

25. bis 28. Februar 2008

an der Universität Erlangen-Nürnberg

## Veranstalter

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT)  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Am Weichselgarten 8, 91058 Erlangen

Tel.: 09131-85 29900

Fax: 09131-85 29901

Email: [sek@itt.uni-erlangen.de](mailto:sek@itt.uni-erlangen.de)

Web: [www.itt.uni-erlangen.de](http://www.itt.uni-erlangen.de)

## Lehrgangsleitung

Prof. Dr. F. Dinkelacker  
Lehrstuhl für Thermodynamik und Verbrennung (ThV)  
Universität Siegen

Dr.-Ing. F. Beyrau und Prof. Dr.-Ing. A. Leipertz  
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT)  
Universität Erlangen-Nürnberg

## unter besonderer Beteiligung vom

Lehrstuhl für Strömungsmechanik (LSTM)  
Universität Erlangen-Nürnberg

## und der

ESYTEC Energie- und Systemtechnik GmbH  
Erlangen

**Titelbild:** Fotografie einer turbulenten Flamme (Belichtung: 10ms) zusammen mit einer Laser-Thermometrie Aufnahme (10ns)

# ALLGEMEINE HINWEISE

## Anmeldung

Bitte füllen Sie für jeden Teilnehmer das Anmeldeformular aus (beiliegend oder auf der Web-Seite [www.itt.uni-erlangen.de](http://www.itt.uni-erlangen.de) erhältlich). Die Teilnahme wird durch Zusenden der Anmeldebestätigung und der Rechnung wirksam.

## Leistungen

Jeder Teilnehmer erhält ein Buch mit ausführlichen Kursunterlagen mit allen Vorträgen, Erfrischungen, vier Mittagessen, ein gemeinsames Abendessen und zum Abschluss des Lehrganges Bier und Brezen. Die Teilnahmegebühr beträgt bei frühzeitiger Anmeldung (bis zum 25.01.2008) € 800,- zzgl. MWSt., für Studenten und Doktoranden € 500,- zzgl. MWSt.. Bei Anmeldung nach dem 25.01.2008 fallen zusätzliche Kosten von € 50,- an. Bei schriftlicher Stornierung bis zum 10.02.2008 wird die Teilnahmegebühr abzüglich € 50,- Bearbeitungskosten zurückerstattet, bei späterer Abmeldung muss die Teilnahme in voller Höhe berechnet werden. Eine Vertretung des angemeldeten Teilnehmers ist möglich.

## Zimmerbestellung

Hotelinformationen sind erhältlich über die Touristen-Information Erlangen. Tel: 09131-89510, Email: [tourist@etm-er.de](mailto:tourist@etm-er.de), Web: [www.erlangen.de](http://www.erlangen.de).

## Montag, 25. Februar 2008

### Grundlagen

- 08.30 Anmeldung, Ausgabe der Unterlagen
- 09.00 Begrüßung  
*Prof. A. Leipertz, LTT-Erlangen & ESYTEC Erlangen*
- 09.10 Erscheinungsbild von Verbrennungsvorgängen  
*Prof. F. Dinkelacker, ThV-Siegen*
- 09.50 Bilanzierung und Thermodynamische Grundlagen  
*Prof. A. Leipertz, LTT-Erlangen & ESYTEC Erlangen*
- 10.40 Kaffeepause
- 11.00 Laminare Flammentheorie  
*Dr. F. Beyrau, LTT-Erlangen*
- 11.50 Strömungsmechanische Grundlagen turbulenter Strömungen  
*Prof. A. Delgado, LSTM-Erlangen*
- 12.40 Mittagspause

### Messtechnik

- 14.00 Messgrößen und -verfahren der Verbrennungstechnik  
*Prof. A. Leipertz, LTT-Erlangen & ESYTEC Erlangen*
- 14.50 Rußdiagnostik  
*Dr. R. Sommer, ESYTEC Erlangen*
- 15.40 Kaffeepause

### Laborführung

- 16.00 - 17.30 Laborführungen am LTT  
*Planare Lasermesstechniken  
Russmesstechnik  
Motorische Verbrennung  
Hochdruckbrennkammer*

**Abend:            Gemeinsames Abendessen**

## Dienstag, 26. Februar 2008

### Grundlagen und numerische Simulation

- 09.00 Grundlagen turbulenter reaktiver Strömungen  
*Prof. F. Dinkelacker, ThV-Siegen*
- 09.50 Grundlagen der Computational Fluid Dynamics (CFD)  
*Dr. M. Breuer, LSTM-Erlangen*
- 10.40 Kaffeepause
- 11.00 Direkte numerische Simulation von Verbrennung und Übergang zur Großwirbelsimulation  
*Prof. D. Thévenin, TU Magdeburg*
- 11.50 Reaktionskinetik und reduzierte Mechanismen  
*Prof. U. Maas, Univ. Karlsruhe*
- 12.40 Mittagspause

### Messtechnik

- 14.00 Experimentelle Strömungsdiagnostik  
*Prof. A. Delgado, LSTM-Erlangen*
- 14.50 Applikationen der Raman- und CARS-Messtechniken  
*Dr. T. Seeger, LTT-Erlangen*
- 15.40 Kaffeepause

### Laborführung

- 16.00 - 17.30 Laborführungen am LSTM  
*Porenbrenner  
LDA - PDA  
Haushaltsbrennertechnik  
Abgasanalytik*

## Mittwoch, 27. Februar 2008

### Verbrennungstechnologie

- 09.00      Industriebrennersysteme  
*Prof. D. Trimis, TU Freiberg*
- 09.50      Verbrennungstechnische Konzepte zur  
Schadstoffminimierung  
*Dr. F.von Issendorff, ThermSolution  
Nürnberg & LSTM-Erlangen*
- 10.40      *Kaffeepause*
- 11.00      Porenbrennertechnologie  
*Prof. D. Trimis, TU Freiberg*
- 11.50      Flammenstabilität und Thermoakustik  
*Prof. W. Polifke, TU München*
- 12.40      *Mittagspause*

### Messtechnik

- 14.00      Planare Spraydiagnostik  
*Dr. I. Schmitz, LTT-Erlangen*
- 14.25      Diagnostik der Gemischbildung  
*Dipl.-Ing. P. Koch, LTT-Erlangen &  
ESYTEC Erlangen*
- 14.50      Diagnostik turbulenter Flammen  
*Dr. F. Beyrau, LTT-Erlangen*
- 15.15      Flammenstabilisierung durch elektri-  
sche Felder  
*Dr. F. Beyrau, LTT-Erlangen*
- 15.40      *Kaffeepause*

### Laborführung

- 16.00 - 17.30    Laborführungen am LTT und LSTM  
*CARS - und Raman-Messtechnik  
Spraydiagnostik und Einspritztechnik  
Numerische Methoden der Strömungs-  
und Verbrennungstechnik*

## Donnerstag, 28. Februar 2008

### Grundlagen und Anwendungen

- 09.00      Numerische Modellierung turbulenter  
Flammen  
*Prof. F. Dinkelacker, ThV-Siegen*
- 09.50      Grundlagen der Verdampfung und  
Verbrennung flüssiger Brennstoffe  
*Dr. K. Lucka, OWI-Aachen*
- 10.40      *Kaffeepause*
- 11.00      Biomasseverbrennung  
*Dr. C. Gaegauf, Langenbruck (CH)*
- 11.50      Gasturbinenverbrennung  
*Dr. D. Hofmann, Siemens Power Ge-  
neration, Erlangen*
- 12.40      *Mittagspause*
- 14.00      CFD Anwendung in der Ottomotor-  
Entwicklung  
*Prof. C. Schwarz, BMW München*
- 14.50      Motorische Verbrennung - aktuelle  
Probleme und moderne Lösungs-  
ansätze  
*Prof. M. Wensing, LTT-Erlangen &  
ESYTEC Erlangen*
- ab 15.40      *Ausklang bei Bier und Brezeln*

Die Mittags- und Kaffeepausen können natürlich ge-  
nutzt werden, um mit den Vortragenden Spezialfragen  
zu diskutieren, die die Arbeiten der Teilnehmer betref-  
fen.

## VORTRAGENDE:

**Dr.-Ing. F. Beyrau:** Leiter des Forschungsbereiches "Verbrennungstechnik" am LTT-Erlangen. Forschungsschwerpunkte: Untersuchung von Hochdruckverbrennung und turbulenten Vormischflammen, Entwicklung von Lasermesstechniken zur Untersuchung von Verbrennungssystemen.

**Priv.-Doz. Dr.-Ing. M. Breuer:** Leiter des Forschungsbereichs "Numerische Strömungsmechanik" am LSTM-Erlangen. Forschung insbesondere zur Turbulenzsimulation (LES, DES, DNS) sowie zur Fluid-Struktur-Wechselwirkung.

**Prof. Dr. A. Delgado:** Lehrstuhlinhaber für Strömungsmechanik der Universität Erlangen. Forschung auf vielfältigen Gebieten der Strömungsmechanik, Hochdruckthermofluidodynamik, Prozess- und Biomedizintechnik, Strömungen mit chemischen Reaktionen und der Lasermesstechnik.

**Prof. Dr. F. Dinkelacker:** Lehrstuhlinhaber für Thermodynamik und Verbrennung, Universität Siegen. Forschungsfelder sind die turbulente Verbrennung, motorische Verbrennung, Energie- und Prozesstechnik (besonders im Bereich Adsorption), Lasermesstechnik und numerische Strömungs- und Verbrennungsmodellierung.

**Dipl.-Ing. C. Gaegauf:** Projektleiter am Ökozentrum Langenbruck (CH) mit Forschungsschwerpunkten im Bereich Biomasseverbrennung mit besonderem Fokus auf der Holzfeuerung. Unter anderem Mitarbeit im europäischen Normengremium für Holzfeuerstätten.

**Dr.-Ing. D. Hofmann:** Siemens Power Generation, Erlangen. Director Innovative Plant Solutions and R&D Management. Entwicklung von neuen und Verbesserung von existierenden Kraftwerkskonzepten.

**Dr.-Ing. F. von Issendorff:** Geschäftsführer der ThermSolution GmbH und Leiter des Bereiches „Strömungen mit chemischen Reaktionen“ am LSTM-Erlangen. Schwerpunkte liegen im Bereich der Verbrennung flüssiger und niederkalorischer Brennstoffe, der Porenbrennertechnologie sowie der industriellen Feuerungstechnik.

**Dipl.-Ing. P. Koch:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich „Motorische Verbrennung“ am LTT-Erlangen. Forschung zum simultanen Einsatz mehrdimensionaler Lasermessverfahren in der motorischen Gemischbildungsanalyse.

**Prof. Dr. A. Leipertz:** Inhaber des Lehrstuhls für Technische Thermodynamik der Universität Erlangen, Koordinator der Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) und wissenschaftlich-technischer Direktor der Fa. ESYTEC Energie- und Systemtechnik GmbH. Forschung auf den Gebieten der Verbrennungs-, Energie- und Wärmetechnik, Prozess- und Biomedizintechnik, Stoffdatenforschung, Optische Sensorik und Lasermesstechnik.

**Dr.-Ing. K. Lucka:** Geschäftsführer der Oel-Wärme-Institut gGmbH (OWI) in Aachen. Schwerpunkte sind die Weiterentwicklung von Ölbrennern und Öl-Heizgeräten, Fuel Prozessoren, Verdampfern und Brennern zum Einsatz in der Kraft-Wärme-Kopplung sowie von Prozess- und Spezialbrennern

**Prof. Dr. U. Maas:** Lehrstuhlinhaber für Technische Thermodynamik der Universität Karlsruhe. Forschung zur Modellierung von chemischer Kinetik in Kopplung mit Strömung und molekularem Transport und zur systematischen Reduktion von Reaktionsmechanismen. Weitere Forschungsaktivitäten liegen im Bereich der Laserdiagnostik von Verbrennungsprozessen.

**Prof. W. Polifke, Ph.D.:** Extraordinarius am Lehrstuhl für Thermodynamik der TU München. Forschungsinteressen: Analyse und Modellierung thermo-akustischer Verbrennungsinstabilitäten. Turbulente reagierende Strömungen, Mehrphasenströmungen. Systemidentifikation & Optimierung.

**Dr.-Ing. I. Schmitz:** Oberingenieur am LTT-Erlangen. Forschung zur Spraydiagnostik in der Verbrennung mittels LDA/PDA und planarer Laserlichtschnitt-Messtechniken.

**Prof. Dr. C. Schwarz:** BMW AG, Leiter Entwicklung Thermodynamik in der Ottomotorentwicklung, verantwortlich für die Entwicklung von Brennverfahren und die Ladungswechselauslegung der BMW-Ottomotoren.

**Priv.-Doz. Dr.-Ing. T. Seeger:** Leiter des Forschungsbereiches "Angewandte Spektroskopie" am LTT-Erlangen. Forschung zur Entwicklung neuer laserspektroskopischer Verfahren zur simultanen Multispezies- und Temperaturbestimmung (CARS, Raman) sowie zur Entwicklung optischer Mess-Systeme zur Gasanalyse.

**Dr.-Ing. R. Sommer:** Leiter des Forschungsbereiches Prozessmesstechnik am LTT-Erlangen und Mitarbeiter der ESYTEC GmbH, Erlangen. Sein Tätigkeitsfeld umfasst die Entwicklung, Erprobung und Anwendung moderner laserbasierter Messtechniken insbesondere zur Rußdiagnostik.

**Prof. Dr. D. Thévenin:** Lehrstuhlinhaber für Strömungsmechanik und Strömungstechnik der Universität Magdeburg. Forschungsschwerpunkte unter anderem im Bereich reaktiver Strömungen sowohl mit experimentellen als auch numerischen Methoden beispielsweise zu Fragestellungen turbulenter Flammen, Schadstoffbildung, Flammen-Wirbel- und Flammen-Akustik-Wechselwirkung.

**Prof. Dr. D. Trimis:** Lehrstuhlinhaber für Gas- und Wärmetechnische Anlagen an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg. Schwerpunkte liegen im Bereich der Verbrennungsprozess-technik, mit wesentlichen Arbeiten zur Porenbrenner-Technologie, sowie in der Strömungsmesstechnik.

**Prof. Dr. M. Wensing:** Extraordinarius für Technische Thermodynamik der Universität Erlangen. Leiter des Bereiches Motorische Verbrennung. Mitarbeiter der ESYTEC GmbH Erlangen.

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik  
Universität Erlangen-Nürnberg  
**Kurzlehrgang Verbrennung 2008**  
Am Weichselgarten 8  
D-91058 Erlangen

**FAX: 09131 / 85 29901**  
**Email: sek@itt.uni-erlangen.de**

## **ANMELDUNG**

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Position / Titel: \_\_\_\_\_

Firma/Einrichtung: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

Bitte Anmeldung gut lesbar in Druckbuchstaben ausfüllen.  
Bei mehreren Teilnehmern bitte kopieren und einzeln ausfüllen.

## **KURZLEHRGANG**

**Grundlagen und moderne  
Anwendungen der  
Verbrennungstechnik**

25. bis 28. Februar 2008

Universität Erlangen-Nürnberg