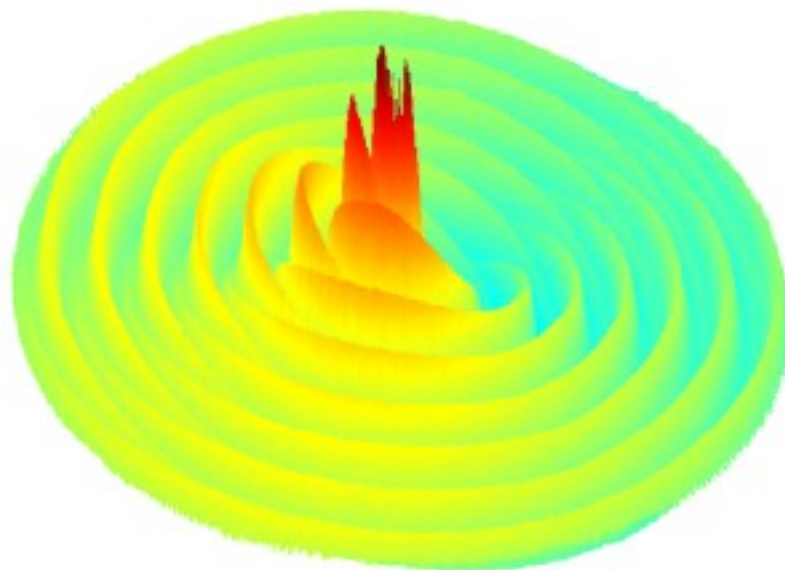


Kurzlehrgang

**STRÖMUNGSINDUZIERTER  
SCHALL  
PRAXISRELEVANTE  
THEMEN UND NUMERISCHE  
WERKZEUGE  
5.3. – 7.3.2012**



**LEHRSTUHL FÜR STRÖMUNGSMECHANIK**



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

**Kurzlehrgang**  
*durchgeführt vom*

**Lehrstuhl für Strömungsmechanik (LSTM)**  
**Technische Fakultät**  
**Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-**  
**Nürnberg**

*in Zusammenarbeit mit*

DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

FKFS - Forschungsinstitut Kraftfahrwesen und  
Fahrzeugmotoren Stuttgart

RWTH Aachen  
Aerodynamisches Institut

TU Berlin  
Hermann-Föttinger-Institute (HFI)

Universität Stuttgart  
Institut für Aerodynamik und Gasdynamik

Fachhochschule Düsseldorf

AUDI AG

CFX Berlin Software GmbH

CD-adapco Nürnberg office

FLUOREM

Free Field Technologies - MSC Software

Mueller - BBM GmbH

NOVICOS GmbH

## ZIELE DES KURZLEHRGANGS

Die Belastung bzw. Erkrankung des Menschen aufgrund akustischer Einflüsse ist ein Thema das stetig an Bedeutung gewinnt. Die alltäglichen akustischen Störquellen werden beispielsweise durch den wachsenden Fahrzeug- und Luftverkehr immer stärker, was zur Ausarbeitung immer drastischerer Vorschriften führt. In der Industrie lässt sich das daran erkennen, dass ein bereits großer, ständig weiter steigender Anteil der Forschungs- und Entwicklungs-Ressourcen für Maßnahmen zur Schallreduzierung bereitgestellt werden.

Die optimierte Nutzung dieser Ressourcen aufgrund des Kostendrucks in der Industrie ist ein längst anerkanntes Ziel. Im Rahmen des strömungsinduzierten Schalls erfordert sie die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen. **Ein erstes Ziel** des Kurzlehrgangs ist es, dem Teilnehmer konkrete Kenntnisse in jeder dieser Disziplinen zu übermitteln, so dass die akustische Thematik und deren vielfältigen Aspekte möglichst früh im Produktentwicklungszyklus wahrgenommen werden können.

Die Fortschritte in der Rechenleistung und die Qualität der numerischen Lösungen hat die Industrie dazu angeregt, die Strömungsmechanik immer häufiger und detaillierter bei der Produktentwicklung zu untersuchen. Ein akutes Thema ist die Anwendung numerischer Werkzeuge zur Betrachtung des strömungsinduzierten Schalls. **Ein zweites Ziel** des Kurzlehrgangs besteht darin, dem Teilnehmer einen möglichst breiten und aktuellen Überblick über die vorhandenen Lösungen, deren Anforderungen und deren Grenzen aufzuzeigen. Die Optimierung der Forschungs- und Entwicklungs-Ressourcen erfolgt durch die passende Auswahl des Werkzeuges zu der entsprechenden Aufgabenstellung.

Zur Reduzierung der Schallerzeugung wurden bereits zahlreiche Techniken und Maßnahmen entwickelt, die sich auf die Industrie übertragen und anwenden lassen. Als **drittes Ziel** des Kurzlehrgangs werden zahlreiche praxisorientierten Beispiele präsentiert, die den Teilnehmer bei der Lösung seiner spezifischen Aufgabenstellung inspirieren sollen.

## INHALT DES KURZLEHRGANGS

Beginnend mit den Grundlagen der Strömungsmechanik werden im ersten Themenblock die für die Strömungsakustik relevanten Gleichungen hergeleitet und erläutert. Insbesondere wird nacheinander über Akustik und Strömungsakustik vorgetragen, um die Trennung zwischen Schallausbreitung und Schallerzeugung zu erläutern. Der Themenblock wird mit einer Vorstellung modernster Messtechniken abgeschlossen. Die Schallquellenortung mit Hilfe von Mikrofonarrays und deren neuesten Entwicklungen wird präsentiert, sowie komplexere Alternativen die Particle Image Velocimetry nutzen.

Im zweiten Themenblock sollen weitere Themen der Strömungsakustik aufgezeigt werden. Der Themenblock wird mit einer Vorstellung von praxisorientierten Beispielen eröffnet. Die Wechselwirkung zwischen Schallwellen und Körpern wird anschließend präsentiert. Darauf folgend wird die Rolle der Strömungsakustik bei Verbrennungsprozessen vorgestellt, während deren thermodynamische Aspekte in einem letzten Teil betrachtet werden.

Der dritte Themenblock widmet sich den strömungsakustischen Problemen in der industriellen Praxis. Dabei werden die besonderen Problematiken verschiedener Bereiche vorgestellt. Die Luftfahrtindustrie und Strömungsmaschinen werden in einem ersten Abschnitt präsentiert, während der zweite Teil der Automobilindustrie gewidmet ist.

Der vierte und letzte Themenblock wird in zwei Sitzungen gespalten. Die aktuellsten numerischen Werkzeuge werden präsentiert. Ein großer Teil der Vorträge befasst sich damit, die letzten Entwicklungen und Erfolge der kommerziellen Software zu berichten. Dadurch soll ein breiter Überblick über die Möglichkeiten zur Unterstützung des Ingenieurs durch die Numerik gegeben werden. Neueste Entwicklungen bezüglich künftiger numerischer Verfahren werden ebenfalls präsentiert. Dieser Themenblock soll mit einer Laborführung am LSTM und anschließender Diskussion abgeschlossen werden.

# VORTRAGSPROGRAMM

**Montag, 5. März 2012**

**Thema: Begrüßung - Grundgleichungen**

- 08:15 - 10:00 Anmeldung und Aushändigung der Kursunterlagen
- 10.00 - 10.15 Begrüßung  
(Prof. Dr. A. Delgado)
- 10.15 - 11.00 Grundlagen der Strömungsmechanik:  
Grundgleichungen, Begriffe, Ableitung und  
Bedeutung der einzelnen Terme  
(Prof. Dr. A. Delgado)
- 11.00 - 11.30 *Kaffeepause*
- 11:30 - 12:15 Aerodynamische und akustische Grundbegriffe  
(Dr.-Ing. J. Grilliat)
- 12:15 - 14:00 *Mittagspause*
- 14:00 - 14:50 Einführung in die Strömungsakustik  
(Dr.-Ing. J. Grilliat)
- 14:50 - 15:40 Schallquellenortung, Lokalisierung und  
Analyse von Schallquellen mit  
Mikrofonarrays  
(Dr.-Ing. H. Siller)
- 15:40 - 16:10 *Kaffeepause*
- 16:10 - 17:00 Charakterisierung von aeroakustischen  
Lärmquellen mit PIV und  
Mikrofonarraymessungen  
(Dr.-Ing. L. Koop)

# Dienstag, 6. März 2012

## Thema: Messtechnik, Numerik 1

- 09.00 - 09.50 Aeroakustik in der industriellen Praxis  
(Dipl.-Phys. W. von Heesen)
- 09:50 - 10:40 Grundlagen strömungsinduzierter  
Schwingungen  
(Prof. Dr.-Ing. F. Kameier)
- 10:40 - 11:00 *Kaffeepause*
- 11:00 - 11:50 Verbrennungslärm  
(Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Schröder)
- 11:50 - 12:40 Thermoakustik  
(Prof. Dr.-Ing. C. O. Paschereit)
- 12:40 - 14:00 *Mittagspause*
- 14:00 - 14:50 Aeroacoustics with ACTRAN  
(Dr.-Ing. Y. Detandt)
- 14:50 - 15:40 Recent Aeroacoustics capability ad-  
vances in the commercial code STAR-  
CCM+  
(Prof. Dr. Peric/ Dr.-Ing. F. Mendoca)
- 15:40 - 16:00 *Kaffeepause*
- 16:00 - 16:50 Simulation der Lärmausbreitung im Zeit-  
bereich  
(Prof. Dr. C.-D. Munz)
- 16:50 - 17h40 Turb'Opty, an innovative and advanced  
parameterization technology  
(Dr.-Ing. M. N'Diaye)
- 19:00 Gemeinsames Abendessen

## **Mittwoch, 7. März 2011**

### **Thema: Strömungsakustik bei Flug- und Fahrzeugen, Numerik 2**

- 09.00 - 09.50 Flugzeug- und Turbomachinenlärm  
(Prof. Dr. L. Enghardt)
- 09:50 - 10:40 Geräuschenstehung und Minderungs-  
maßnahmen bei Ventilatoren  
(Prof. Dr.-Ing. F. Kameier)
- 10:40 - 11:00 Kaffeepause*
- 11:00 - 11:50 Aeroakustik Entwicklung im Windkanal der  
AUDI AG  
(Dipl.-Phys. H. Miehl)
- 11:50 - 12:40 Simulation und Experiment in der Fahr-  
zeugakustik  
(Dr.-Ing. R. Blumrich)
- 12:40 - 14:00 Mittagspause*
- 14:00 - 14:50 Praxisbezogene Simulationen der strö-  
mungsinduzierten Schalls mit der EIF-  
Methode und mit akustischen Analogien  
(Dr.-Ing. M. Markiewicz)
- 14:50 - 15:40 Simulation strömungsinduzierter Lärm mit  
kommerziellen CFD-Lösern  
(Dr. rer. nat. A. Spille-Kohoff)
- 15:40 - 16:00 Kaffeepause*
- 16:00 - 17:30 Laborführungen zu numerischen Berech-  
nungen und Diskussionen  
(Dr.-Ing. Grilliat, Dipl.-Ing. M. Münsch)
- 17:30-19:00 Ausklang mit Bier und Brezen*

# KURSgebÜHREN UND UNTERLAGEN

Die Gebühren für den dreitägigen Kurs betragen € 810,-. Die Teilnahmegebühr ist nach §4 Nr. 22a UStG steuerbefreit. Ein Nachlass von 50€,- wird gewährt, wenn die verbindliche Anmeldung vor dem 15. Februar 2012 erfolgt. Eine Ermäßigung von 50% ist vorgesehen für den zweiten und jeden weiteren Teilnehmer ein und desselben Universitäts- oder Hochschulinstituts. Die Anmeldebestätigung und Rechnungsstellung erfolgt nach Eingang der Anmeldung durch die CWW-Stelle (Campus für wissenschaftliche Weiterbildung) der FAU Erlangen-Nürnberg. Bei Rücktritt von der Anmeldung bis zum 20. Februar 2012 muss eine Bearbeitungsgebühr von € 50,- (zzgl. MwSt.) erhoben werden; bei späterer Abmeldung wird die volle Kursgebühr in Rechnung gestellt. Jeder Teilnehmer erhält am Montag, dem 5. März 2012, zwischen 8:15 Uhr und 10:00 Uhr einen Ordner mit Unterlagen zu den jeweiligen Vorträgen.

Die Kursgebühren beinhalten Kursunterlagen, Kaffee und Erfrischungen, Mittagessen und ein gemeinsames Abendessen am zweiten Kurstag, zum Abschluss des Lehrgangs Bier und Brezen sowie ein Teilnahmezertifikat.

## VERANSTALTUNGsort

Die Vorträge finden im Kurssaal II des Instituts für Verfahrenstechnik, Cauerstr. 4, 91058, Erlangen (Technische Fakultät, Südgelände der Universität).

## RÜCKFRAGEN

Bei Fragen zu dem Lehrgang wenden Sie sich bitte an:

### **Kontaktpersonen:**

Dr.-Ing. J. Grilliat  
Lehrstuhl für Strömungsmechanik, Universität Erlangen-Nürnberg,  
Cauerstr. 4, D-91058 Erlangen  
Telefon: (0 91 31) 85-29509  
Fax: (0 91 31) 85-29503  
E-Mail: [julien.grilliat@Istm.uni-erlangen.de](mailto:julien.grilliat@Istm.uni-erlangen.de)

Dipl.-Ing. (FH) A. Hahnenkamm  
Lehrstuhl für Strömungsmechanik, Universität Erlangen-Nürnberg,  
Cauerstr. 4, D-91058 Erlangen  
Telefon: (0 91 31) 85-29509  
Fax: (0 91 31) 85-29503  
E-Mail: [anton.hahnenkamm@Istm.uni-erlangen.de](mailto:anton.hahnenkamm@Istm.uni-erlangen.de)

# ÜBERNACHTUNG

Ein Hotelverzeichnis der Stadt Erlangen kann mit der Anmeldung angefordert werden. Die Zimmerreservierung sollte direkt über das Hotel oder durch den Verkehrsverein Erlangen e.V., Rathausplatz 1, D-91052 Erlangen, Tel. (0 91 31) 89 51-12, Fax: (0 91 31) 89 51-51, <http://www.erlangen.de>, vorgenommen werden.

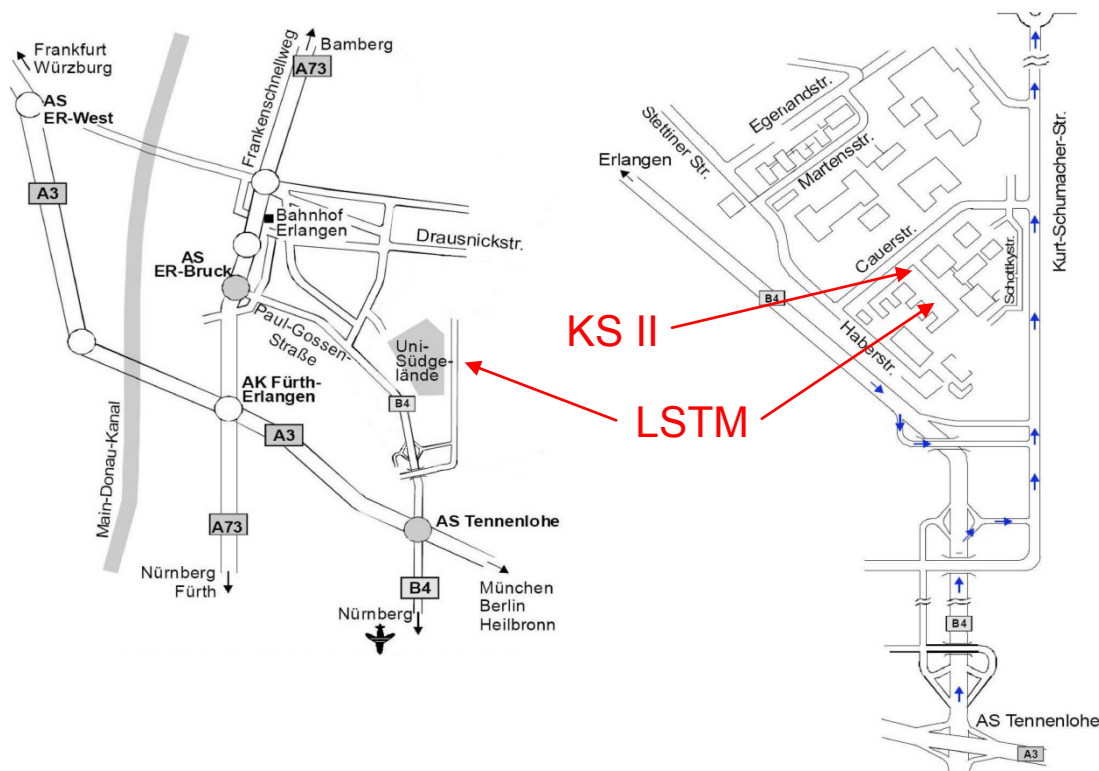
## ANREISE

**Bahn:** Hauptbahnhof Erlangen – Buslinie 287 oder 293 Richtung „Sebaldis-Siedlung“ bzw. „Technische Fakultät“ bis Haltestelle „Stettiner Straße“ oder Taxi (ca. 10 Minuten).

**Auto:** **Von der A3 kommend:**  
Ausfahrt Tennenlohe auf die B4 Richtung Erlangen abfahren. Diese an der Ausfahrt Erlangen Ost / Gräfenberg verlassen und links auf die Kurt-Schuhmacher-Str. abbiegen, beim Hinweis auf Universität Südgelände / Technische Fakultät.

**Von der A73 ( Frankenschnellweg ) kommend:**  
Ausfahrt Erlangen-Bruck auf die Paul-Gossen-Straße/B4 Richtung Erlangen Süd abfahren und weiter auf B4 fahren. Nach ca. 3 km rechts Richtung Gräfenberg/Erlangen-Ost abfahren. Am Ende der Straße links auf die Kurt-Schuhmacher-Str. fahren, beim Hinweisschild links auf Universität Südgelände / Technische Fakultät abbiegen.

**Flugzeug:** Flughafen Nürnberg, Taxi bis zur Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg (Südgelände), ca. 20 Minuten.



## VORTRAGENDE:

**Dr.-Ing. R. Blumrich:** Forschungsinstitut für Krafftahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS), Leiter Consulting Aeroakustik Windkanal

**Prof. Dr. A. Delgado:** Inhaber des Lehrstuhls für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg

**Dr.-Ing. Y. Detandt:** Product Development Engineer bei der Firma Free Field Technologies / MSC Software

**Prof. Dr. L. Enghardt:** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Leiter des Instituts für Antriebstechnik / Triebwerksakustik

**Prof. Dr.-Ing. F. Kameier:** Fachhochschule Düsseldorf, Fachgebiet Strömungstechnik und Akustik

**Dr.-Ing. J. Grilliat:** Leiter der Gruppe Fluidakustik des Lehrstuhls für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg

**Dr.-Ing. L. Koop:** DLR Göttingen, Institute of Aerodynamics and Flow Technology / Experimental Methods

**Dr.-Ing. M. Markiewicz:** Geschäftsführer, Novicos GmbH

**Dipl.-Phys. H. Miehling:** Projektleiter bei Audi AG

**Prof. Dr. C.-D. Munz:** Universität Stuttgart, Institut für Aerodynamik und Gasdynamik

**Dr.-Ing. M. N'Diaye:** Project Manager bei der Firma Fluorem

**Prof. Dr.-Ing. C. O. Paschereit:** Inhaber des Lehrstuhls für Strömungsmechanik, Hermann-Föttinger-Institute (HFI), TU Berlin

**Prof. Dr. M. Peric:** Director of Technology bei der Firma CD-adapco, zuvor Professor an der TU Hamburg-Harburg

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Schröder:** RWTH Aachen - Inhaber des Lehrstuhls für Strömungslehre und Aerodynamisches Institut

**Dr.-Ing. H. Siller:** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Antriebstechnik/Triebwerksakustik

**Dr. rer. nat. A. Spille-Kohoff:** CFX Berlin Software GmbH, Forschung und Entwicklung

**Dipl.-Phys. W. von Heesen:** Firma Müller-BBM

Name: \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tel.-Nr.: \_\_\_\_\_ Fax-Nr.: \_\_\_\_\_

E-Mail. \_\_\_\_\_

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

## KURZLEHRGANG

STRÖMUNGSINDUZIERTER SCHALL  
Praxisrelevante Themen und numerische Werkzeuge

05. – 07. März 2012

Kursgebühr € 810,-

Ermäßigung 50€,- vor 15.02.12

Lehrstuhl für Strömungsmechanik  
Universität Erlangen-Nürnberg  
- Kurzlehrgang STRÖMUNGS-  
INDUZIERTER SCHALL -  
Cauerstr. 4

D-91058 Erlangen