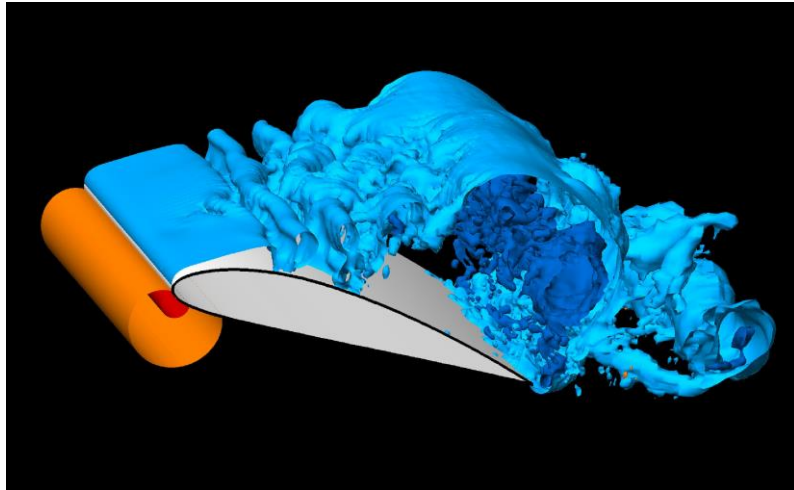


## KURZLEHRGANG NUMET 2016

Numerische Methoden zur Berechnung  
von Strömungs- und  
Wärmeübertragungsproblemen  
29. Februar – 3. März 2016



LEHRSTUHL FÜR STRÖMUNGSMECHANIK

Prof. Dr.-Ing. A. Delgado

FACHGEBIET LEBENSMITTELBIOLOGIE  
UND -PROZESSTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. C. Rauh

Campus Wissenschaftliche Weiterbildung (CWW)

Zentralinstitut für Scientific Computing (ZISC)

# **Kurzlehrgang NUMET 2016**

an der  
Universität Erlangen-Nürnberg

*veranstaltet vom:*

**Lehrstuhl für Strömungsmechanik (LSTM)  
Universität Erlangen-Nürnberg**

**Fachgebiet Lebensmittelbiotechnologie und  
-prozesstechnik (LBPT)  
TU Berlin**

*in Zusammenarbeit mit:*

Zentralinstitut für Scientific Computing (ZISC)

Campus Wissenschaftliche Weiterbildung (CWW)

Regionales Rechenzentrum Erlangen  
Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Informatik 10 (Systemsimulation)  
Universität Erlangen-Nürnberg

Institut für Mechanik  
Professur für Strömungsmechanik  
Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Fachgebiet Numerische Berechnungsverfahren im  
Maschinenbau  
Technische Universität Darmstadt

ANSYS Germany GmbH  
Otterfing

CD-adapco  
Nürnberg

CFturbo Software & Engineering GmbH  
München

NUMECA Ingenieurbüro  
Altdorf b. Nürnberg

Titelbild: Visualisierung der abgelösten Strömung um einen  
Tragflügel berechnet mit LES.

# NUMET 2016

Das Thema des Kurzlehrgangs ist die numerische Lösung von Strömungs- und Wärmeübertragungsproblemen. In 22 einstündigen Einzelvorlesungen und zusätzlichen Computerdemonstrationen werden die Grundlagen der Finite-Volumen-, Finite-Differenzen-, Finite-Elemente-, Lattice-Boltzmann- und hybrider numerischer Berechnungsverfahren vermittelt und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt.

In den Vorträgen werden alle Schritte von der Diskretisierung über den Einbau der Randbedingungen bis zur gekoppelten Lösung der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie behandelt. Neben den zugrunde liegenden Ideen werden die gebräuchlichen Approximationsmethoden und Diskretisierungsschemata im Detail beschrieben; einige alternative Vorgehensweisen werden angedeutet. Ergänzend zur Erläuterung der Grundgleichungen der Strömungsmechanik wird die Modellierung und numerische Implementierung typischer Phänomene, wie Turbulenz oder Wärme- und Stoffübertragung, dargestellt. Zudem runden Vorlesungen über gekoppelte Probleme (Fluid-Struktur-Wechselwirkung & Aeroakustik), Mehrphasenströmungen und künstliche neuronale Netze in der Strömungsmechanik das Angebot ab.

Um aufzuzeigen, wie die Effizienz der zum Teil sehr aufwändigen Strömungsberechnungen erhöht werden kann, wird die Mehrgittertechnik vorgestellt. Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Portierung von Strömungsprogrammen auf Hochleistungsrechner (Parallelrechner mit Cache-basierten CPUs oder Vektorprozessoren) zu, die aus diesem Grund in einer eigenen Vorlesung behandelt wird. Das technisch-wissenschaftliche Hochleistungsrechnen wird vielfach als Voraussetzung für die Durchführung komplexer dreidimensionaler Strömungssimulationen in für die industrielle Praxis akzeptablen Rechenzeiten angesehen. Die Weiterentwicklung und Etablierung dieser Disziplin wird an der Universität Erlangen-Nürnberg von Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen verfolgt, um Anwendern aus Forschung und Industrie geeignete Hilfsmittel zur Verfügung stellen zu können. Die aus diesen Arbeiten resultierenden Ergebnisse und der aktuelle Wissensstand über die Eigenschaften und die Einsetzbarkeit verschiedener Rechnerarchitekturen werden u.a. Thema der im Rahmen des Lehrgangs stattfindenden Computerdemonstrationen sein.

Daraus wird deutlich, dass NUMET 2016 eine Einführung in moderne Techniken der numerischen Strömungsmechanik bieten wird. Die Vorträge werden zeigen, dass das Zusammenwirken schneller numerischer Verfahren, geeigneter Lösungsalgorithmen und moderner Rechnerarchitekturen von immenser Bedeutung für die effiziente Lösung komplexer Strömungsprobleme ist. Die gesamte Thematik der numerischen Strömungsmechanik wird so vorgestellt werden, dass die Teilnehmer einerseits einen möglichst vollständigen Überblick über das Fachgebiet erhalten, zum anderen aber auch die nötigen Detailkenntnisse für eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vermittelt bekommen. NUMET 2016 zeigt auf, welche Entwicklungsrichtungen vorliegen und für welche Teilgebiete der Strömungsmechanik Berechnungen zur

Gewinnung verlässlicher Informationen durchgeführt werden können. Zudem zeigen spezielle Vorträge zu wichtigen Teilgebieten der numerischen Strömungsmechanik, wie Simulationsprogramme auf Einprozessor- und Parallelrechnersystemen zur Lösung praktischer Strömungsprobleme herangezogen werden können.

Obgleich nicht alle Themen im Rahmen des Kurses in aller Ausführlichkeit behandelt werden können, wird dem Zuhörer ein Leitfaden durch die numerische Strömungsmechanik mit den grundlegenden Ideen und den wichtigsten Ansätzen und Entwicklungsrichtungen vermittelt. Die Möglichkeiten und Grenzen numerischer Berechnungsverfahren für Probleme der Strömungsmechanik werden verdeutlicht durch die Ergebnisse typischer Anwendungen, die im Rahmen der Vorträge und während der Computerdemonstrationen vorgestellt werden. Um eine spätere Vertiefung der behandelten Thematik zu ermöglichen, werden den Teilnehmern die vollständigen Kursunterlagen inklusive eines ausführlichen Literaturverzeichnisses ausgehändigt.

Der Kurzlehrgang wendet sich an all diejenigen, die selbst Rechenprogramme für Strömungssimulationen entwickeln oder aber kommerzielle Softwarepakete anwenden. Programmentwickler finden durch die detaillierte Behandlung aller zur Programmerstellung notwendigen Einzelschritte wertvolle Hilfestellung. Anwender haben die Gelegenheit, die wesentlichen Bestandteile eines kompletten Berechnungsverfahrens und dessen Funktionsweise kennen zu lernen; dies ist sowohl für die Anwendung als auch für die kritische Interpretation der Ergebnisse von Softwarepaketen unverzichtbar. Besonders nützlich und reizvoll für alle Teilnehmer sollte nicht zuletzt die Möglichkeit sein, durch Diskussionen mit den Vortragenden Informationen über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der numerischen Strömungsmechanik aus erster Hand zu bekommen.

NUMET wird in regelmäßigen Abständen – nunmehr bereits zum fünfzehnten Male – am Lehrstuhl für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt. Auch in diesem Jahr konnten international anerkannte Experten auf dem Gebiet der numerischen Strömungsmechanik für die Vorlesungen gewonnen werden. Die Vortragenden besitzen weitreichende Erfahrung sowohl in der Grundlagenforschung zur Entwicklung von Berechnungsverfahren, in der Erstellung von Software für die industrielle Praxis sowie deren Anwendung auf allen Rechnertypen vom PC bis hin zu Supercomputern.

Das Konzept, in Vorlesungen und Computerdemonstrationen eine Mischung aus Grundlagenwissen und aktueller Forschung zu vermitteln, wurde beibehalten.

# VORTRAGSPROGRAMM

(Kurzfristige Änderungen vorbehalten)

## MONTAG, 29. FEBRUAR 2016

- 9.30 – 10.00 Uhr **Registrierung und Aushändigung der Kursunterlagen**
- 10.00 – 11.00 Uhr **Mathematische Einführung**  
Prof. Dr. A. Wierschem
- 11.00 – 11.15 Uhr **Begrüßung und Einführung in den Lehrgang NUMET 2016**  
Prof. Dr.-Ing. A. Delgado, Prof. Dr.-Ing. C. Rauh

### **Thema: Diskretisierung der Grundgleichungen**

- 11.15 – 12.15 Uhr **Erhaltungssätze und Transportgleichungen für Strömungen mit Wärme- und Stoffübertragung**  
Prof. Dr.-Ing. A. Delgado
- 12.15 – 13.45 Uhr Mittagspause
- 13.45 – 14.45 Uhr **Diskretisierung per Finite-Differenzen-Methode und Finite-Volumen-Methode**  
Prof. Dr.-Ing. C. Rauh
- 14.45 – 15.45 Uhr **Raumdiskretisierung: Finite-Volumen-Approximation der konvektiven und diffusiven Flüsse**  
Dr.-Ing. Benedikt Flurl
- 15.45 – 16.45 Uhr **Methoden der Zeitdiskretisierung**  
Prof. Dr.-Ing. M. Schäfer
- 16.45 – 17.00 Uhr Kaffeepause
- 17.00 – 19.00 Uhr Softwarevorführungen  
STAR-CCM+, ANSYS, NUMECA, Cfturbo

Am ersten Tag des Kurzlehrgangs werden, nach einer Einführung in die mathematischen Grundlagen, die Grundgleichungen der Strömungsmechanik abgeleitet und Möglichkeiten zur Lösung dieser Gleichungen aufgezeigt, um Strömungsvorgänge mit Wärme- und Stoffübertragung zu erfassen. Gängige Methoden zur numerischen Behandlung werden diskutiert. Den Teilnehmern soll dabei vermittelt werden, welche Berechnungen von Strömungsvorgängen mit den heute zur Verfügung stehenden numerischen Verfahren und den bereitstehenden Rechnern durchgeführt werden können. Methoden zur Diskretisierung der Grundgleichungen werden erläutert und die Vor- und Nachteile verschiedener Methoden beschrieben. Es wird gezeigt, wie Konvektions- und Diffusionsterme zu diskretisieren sind, wobei die Finite-Volumen-Methode in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt wird. Es wird gezeigt, wie numerische Gitter generiert werden können und welche Eigenschaften der Gitter für die Lösung der Grundgleichungen wichtig sind.

## **DIENSTAG, 01. MÄRZ 2016**

### **Thema: Lösung der diskretisierten Gleichungen**

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 9.00 – 10.00 Uhr  | <b>Randbedingungen und Genauigkeitsfragen</b><br>Prof. Dr. M. Perić   |
| 10.00 – 11.00 Uhr | <b>Druck-Geschwindigkeits-Kopplung:<br/>Eine Lösungsmethode für die Navier-Stokes-<br/>Gleichungen inkompressibler Fluide</b><br>Prof. Dr. M. Perić |
| 11.00 – 11.30 Uhr | Kaffeepause   |
| 11.30 – 12.30 Uhr | <b>Methoden zur Lösung algebraischer Gleichungs-<br/>systeme</b><br>Dr.-Ing. T. Horneber  |
| 12.30 – 14.00 Uhr | Mittagspause  |
| 14.00 – 15.00 Uhr | <b>Effiziente Nutzung von Hochleistungsrechnern<br/>in der numerischen Strömungsmechanik</b><br>Dr. G. Hager  |
| 15.00 – 16.00 Uhr | <b>Optimization, Uncertainty Analysis and Unsteady<br/>Simulations in NUMECA's CFD Environment</b><br>Dr.-Ing. Th. Hildebrandt                      |
| 16.00 – 16.30 Uhr | Kaffeepause   |

### **Thema: Lattice-Boltzmann-Verfahren**

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 16.30 – 17.30 Uhr | <b>Grundlagen der Lattice-Boltzmann-Verfahren</b><br>Dr.-Ing. Th. Zeiser |
| 17.30 – 18.30 Uhr | <b>Anwendung von Lattice-Boltzmann-Verfahren</b><br>Prof. Dr. U. Rüde    |

Auch der zweite Tag des Lehrgangs ist weitgehend der Auseinandersetzung mit grundlegenden Lösungsmethoden der numerischen Strömungsmechanik vorbehalten. Es wird in die Grundlagen von numerischen Verfahren zur Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Fluide eingeführt und diskutiert, wie die dabei entstehenden Gleichungssysteme durch die Implementierung der Randbedingungen vervollständigt werden. Außerdem werden Methoden zur Lösung der algebraischen Gleichungssysteme vorgestellt. Ferner wird in Techniken des technisch-wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens aus dem CFD-Bereich eingeführt. Aspekte der Vektorisierung und der Parallelisierung von Simulationsprogrammen werden detailliert erläutert und deren Bedeutung anhand von Beispielen demonstriert. Daran anschließend werden Berechnungen mit Lattice-Boltzmann-Verfahren als alternative Methode zu klassischen Finite-Volumen- oder Finite-Differenzenverfahren vorgestellt.

# MITTWOCH, 02. MÄRZ 2016

## Thema: Anwendung numerischer Simulationen

9.00 – 10.00 Uhr	<b>Grundlagen und Anwendungen der numerischen Strömungsakustik</b>
10.00 – 10.30 Uhr	Kaffeepause
10.30 – 11.30 Uhr	<b>Berechnungsverfahren für Zweiphasenströmungen</b>
11.30 – 12.30 Uhr	<b>Grundlagen und Anwendung der Fluid-Struktur-Wechselwirkung</b> Dr.-Ing. M. Münsch
12.30 – 14.00 Uhr	Mittagspause
14.00 – 15.00 Uhr	<b>Auslegung und CFD-Simulation von Strömungsmaschinen</b> Dipl.-Ing. R.-P. Müller
15.00 – 15.30 Uhr	Kaffeepause
15.30 – 16.30 Uhr	<b>Modellierung und Simulation von Strömungen in porösen Medien inklusive chemischen Reaktionen</b> Dr.-Ing. T. Horneber
19.00 – 22.00 Uhr	Gemeinsames Abendessen

Den Schwerpunkt des dritten Tages des Kurzlehrgangs bilden Anwendungen numerischer Simulationen. Die Beiträge umfassen die Gebiete spezieller Lösungsverfahren gekoppelter Problemstellungen der Aeroakustik, der Zweiphasenströmung und der Fluid-Struktur-Wechselwirkung. Zwei Vorlesungen zu Anwendungen numerischer Simulationen zur Auslegung von Strömungsmaschinen und zu Strömungsprozessen mit Wärme- und Stoffübertragung inklusive chemischen Reaktionen schließen diesen Tag ab.

# DONNERSTAG, 03. MÄRZ 2016

## Thema: Turbulenzsimulation

- 9.00 – 10.00 Uhr **Einführung in die Turbulenzmodellierung/  
Ein- und Zweigleichungs-Turbulenzmodelle**  
PD Dr. J. Jovanovic
- 10.00 – 10.30 Uhr Kaffeepause
- 10.30 – 11.30 Uhr **Grundlagen der Large-Eddy-Simulation**  
Prof. Dr.-Ing. M. Breuer
- 11.30 – 12.30 Uhr **Simulation turbulenter Mehrphasenströmungen  
mittels Euler-Lagrange-Ansatz**  
Prof. Dr.-Ing. M. Breuer
- 12.30 – 14.00 Uhr Mittagspause

## Thema: Hybride numerische Methoden

- 14.00 – 15.00 Uhr **Hybride numerische Methoden zur Berechnung  
biotechnologischer und lebensmitteltechnologischer  
Strömungen**  
Prof. Dr.-Ing. C. Rauh
- 15.00 – 15.30 Uhr Kaffeepause
- 15.30 – 17.30 Uhr **Computerdemonstrationen**  
- Gittererzeugung  
- Strömungsvisualisierung  
- Aeroakustische Berechnungen  
- Fluid-Struktur-Interaktionen  
- Strömungen mit Phasengrenze
- ab 17.30 Uhr Bier und Brezen

Der letzte Tag des Kurzlehrgangs widmet sich der Berechnung turbulenter Strömungen und spezieller neuartiger hybrider numerischer Methoden. Die grundlegenden Gleichungen des Reynolds-gemittelten Ansatzes werden abgeleitet und deren Schließung durch Ein- und Zweigleichungsmodelle diskutiert. Zudem wird die Large-Eddy-Simulationstechnik (LES) zur Berechnung komplexer turbulenter Strömungen vorgestellt. Weiterhin wird eine Einführung in die Simulation turbulenter Mehrphasenströmungen gegeben. Abschließend werden neuartige hybride Methoden des Wissensmanagements (inkl. künstliche neuronale Netze) diskutiert sowie numerische Simulationen auf dem Gebiet biotechnologischer und lebensmitteltechnologischer Anwendungsfelder vorgestellt.

Abschließend zeigen Computerdemonstrationen Beispiele für die effiziente Lösung aktueller Probleme der Strömungsmechanik durch den Einsatz moderner numerischer Methoden auf den heute zur Verfügung stehenden Rechnern.

Der Kurzlehrgang wird mit einer Stärkung aus Bier und Brezen ausklingen, die nochmals die Möglichkeit zur Diskussion mit den Vortragenden bietet.



## **ORT**

Kurssaal II (KS II); Cauerstrasse 4, 91058 Erlangen.

Bitte beachten Sie die Hinweisschilder vor Ort.

## **KURSgebÜHREN UND UNTERLAGEN**

Die Gebühren für den viertägigen Kurs betragen € 890. Die Teilnahmegebühr ist nach §4 Nr. 22a USTG steuerbefreit. Eine Ermäßigung von 50% ist vorgesehen für den zweiten und jeden weiteren Teilnehmer ein und desselben Universitäts- oder Hochschulinstituts. Eine Teilnahme an zwei Kurstagen ist zu einem Preis von € 590 möglich. 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 1. Februar 2016 muss eine Bearbeitungsgebühr in Höhe von € 50,-, bei späterer Abmeldung die volle Kursgebühr in Rechnung gestellt werden. Jeder Teilnehmer erhält am Montag, den 29. Februar 2016, zwischen 9.30 und 10.00 Uhr vor dem Eingang des Kurssaales einen Ordner mit den Unterlagen zu allen Vorträgen. Die Kursgebühren beinhalten Kursunterlagen, Kaffee und Erfrischungen, Gutscheine für das Mittagessen, ein gemeinsames Abendessen am dritten Kurstag, zum Abschluss des Lehrgangs Bier und Brezen sowie ein Teilnahmezertifikat.

## **ANMELDUNG**

Zur Anmeldung senden Sie bitte die beigefügte Anmeldekarte an:

Lehrstuhl für Strömungsmechanik  
Universität Erlangen-Nürnberg  
- Kurzlehrgang NUMET-  
Cauerstr. 4  
D-91058 Erlangen  
Oder per Fax an 09131-8529503

## **RÜCKFRAGEN**

Bei Fragen bezüglich des Kurses wenden Sie sich bitte an:

### **Lehrgangsleitung**

Prof. Dr.-Ing. habil. C. Rauh, Lehrstuhl für Strömungsmechanik,  
Universität Erlangen-Nürnberg, Cauerstraße 4,  
D-91058 Erlangen,  
Telefon: 09131 8528812  
Telefax: 09131 8529503  
E-Mail: [lstm-info@fau.de](mailto:lstm-info@fau.de)

# ANREISE

## Bahn:

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

## Auto:

BAB, Anschlussstelle Tennenlohe, Richtung Erlangen, rechts abbiegen beim Hinweis auf Universität Südgelände / Technische Fakultät.

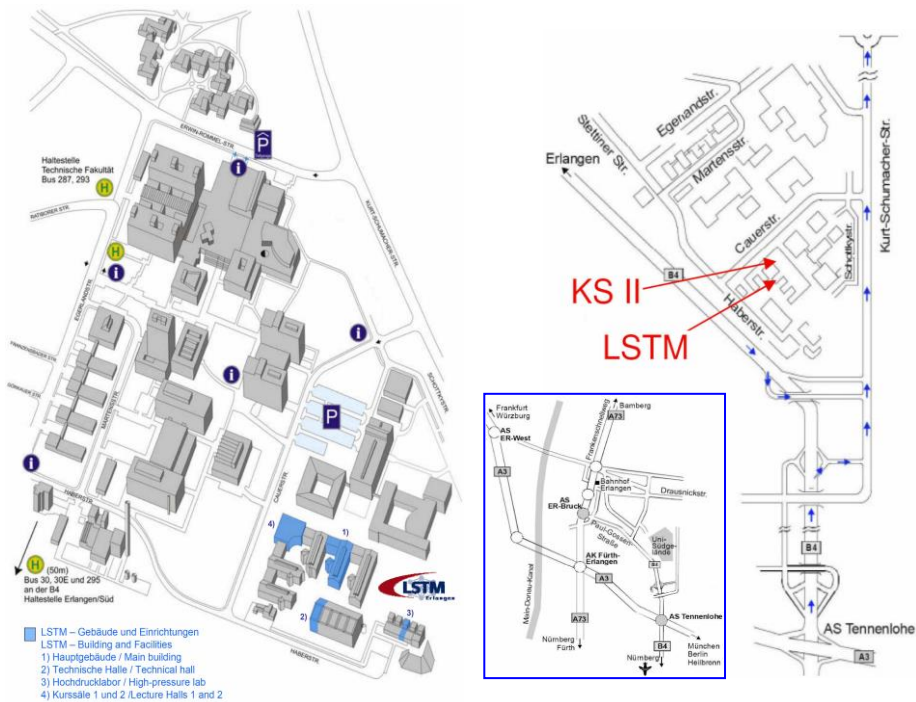
## Flugzeug:

Flughafen Nürnberg, Taxi bis zur Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg (Südgelände), ca. 15 Minuten.

# ÜBERNACHTUNGEN

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 3, D-91052 Erlangen vorgenommen werden.

(Telefon: 09131 89510, Telefax: 09131 895151, <http://www.erlangen.de>)



## VORTRAGENDE

**Prof. Dr.-Ing. M. Breuer:** Inhaber der Professur für Strömungsmechanik, Institut für Mechanik, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

**Prof. Dr.-Ing. A. Delgado:** Inhaber des Lehrstuhls für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg (LSTM-Erlangen), LSTM-Erlangen

**Dr.-Ing. B. Flurl:** Pre-Sales Engineer ANSYS Customer Excellence, Otterfing

**Dr. G. Hager:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Bereichs „High Performance Computing Services“ am Regionalen Rechenzentrum Erlangen

**Dr.-Ing. Th. Hildebrandt:** Inhaber NUMECA Ingenieurbüro, Altdorf b. Nürnberg

**Dr.-Ing. T. Horneber:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets Lebensmittelbiotechnologie und -prozessstechnik, TU Berlin

**PD Dr. J. Jovanovic:** Leiter der Forschungsgruppe „Turbulenz“, LSTM-Erlangen

**Dipl.-Ing. R.-P. Müller:** Geschäftsführer CFturbo Software & Engineering GmbH, München

**Dr.-Ing. M. Münsch:** Leiter der Forschungsgruppe „Fluiddynamik und Turbulenz“ und Co-Leiter der Forschungsgruppe „Numerische Strömungsmechanik“, LSTM-Erlangen

**Prof. Dr. M. Perić:** Gründer und Geschäftsführer der CoMeT Continuum Mechanics Technologies GmbH, Erlangen; Senior Corporate Consultant bei der Firma CD-adapco; zuvor Professor an der TU Hamburg-Harburg

**Prof. Dr.-Ing. C. Rauh:** Inhaber des Fachgebiets Lebensmittelbiotechnologie und -prozessstechnik, TU Berlin

**Prof. Dr. U. Rüde:** Inhaber des Lehrstuhls für Informatik 10 (Systemsimulation), Universität Erlangen-Nürnberg

**Prof. Dr. M. Schäfer:** Inhaber des Fachgebiets Numerische Berechnungsverfahren im Maschinenbau, Technische Universität Darmstadt

**Prof. Dr. A. Wierschem:** Inhaber der Professur Hochdruckthermofluiddynamik und Rheologie, LSTM-Erlangen

**Dr.-Ing. Th. Zeiser:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Bereichs „High Performance Computing Services“ am Regionalen Rechenzentrum Erlangen

Die Vortragenden besitzen weit reichende Erfahrung in der Entwicklung numerischer Berechnungsverfahren und deren Anwendung zur Berechnung laminarer und turbulenter Strömungen. Sie sind mit den Entwicklungen im gesamten Gebiet der numerischen Strömungsmechanik vertraut und können so nicht nur über ihre eigenen Arbeiten vortragen, sondern in ihre Vorträge auch Wissen einfließen lassen, das in anderen Institutionen vorliegt.

## ANMELDUNG

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

Firma/

Universität: \_\_\_\_\_

Abteilung/

Lehrstuhl: \_\_\_\_\_

Straße/

Postfach: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

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

E-Mail: \_\_\_\_\_

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

## KURZLEHRGANG

### NUMET

Numerische Methoden zur Berechnung von  
Strömungs- und Wärmeübertragungsprobleme

29. Februar - 03. März 2016

Kursgebühr EUR 890,00 (4 Tage)

Kursgebühr EUR 590,00 (2 Tage)

Zutreffendes bitte ankreuzen:

Teilnahme:  Mo;  Di;  Mi;  Do