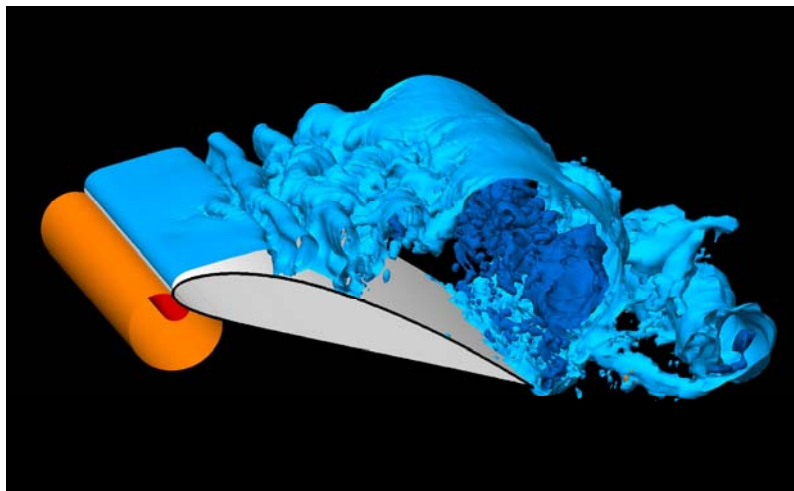


KURZLEHRGANG

NUMET 2010

Numerische Methoden zur Berechnung
von Strömungs- und
Wärmeübertragungsproblemen

22. – 25. Februar 2010



LEHRSTUHL FÜR STRÖMUNGSMECHANIK

Prof. Dr.-Ing. A. Delgado

Campus Wissenschaftliche Weiterbildung (CWW)

Kurzlehrgang NUMET 2010

an der
Universität Erlangen-Nürnberg

veranstaltet vom:

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

in Zusammenarbeit mit:

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

Professur für Fluidmechanik
Hochschule Bremen

Lehrstuhl für Informatik mit Schwerpunkt
Wissenschaftliches Rechnen
Technische Universität München

Institut für Technische Mechanik
Technische Universität Clausthal

ANSYS Germany GmbH
Otterfing

CD-adapco
Nürnberg

CFturbo Software & Engineering GmbH
München

Bosch Rexroth
Lohr a. Main

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

NUMET 2010

Das Thema des Kurzlehrgangs ist die numerische Lösung von Strömungs- und Wärmeübertragungsproblemen. In 24 einstündigen Einzelvorlesungen und zusätzlichen Computerdemonstrationen werden die Grundlagen der Finite-Volumen-, Finite-Differenzen-, Finite-Elemente-, Lattice-Boltzmann- und hybriden numerischen 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. Neu aufgenommen wurden Vorlesungen über gekoppelte Probleme (Fluid-Struktur-Wechselwirkung & Aeroakustik), Mehrphasenströmungen und künstliche neuronale Netze in der Strömungsmechanik.

Um aufzuzeigen, wie die Effizienz der zum Teil sehr aufwändigen Strömungsberechnungen erhöht werden kann, wird die Mehrgittertechnik vorgestellt und eine Einführung in die Diskretisierung mittels dünner Gitter gegeben. 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 2010 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 2010 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 Literaturverzeichnis 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 dreizehnten 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

MONTAG, 22. FEBRUAR 2010

- 9.00 – 9.30 Uhr **Registrierung und Aushändigung der Kursunterlagen**
- 9.30 – 10.30 Uhr **Mathematische Einführung**
Prof. Dr. A. Wierschem
- 10.30 – 10.45 Uhr **Begrüßung und Einführung in den Lehrgang NUMET 2010**
Dr.-Ing. C. Rauh, Prof. Dr.-Ing. A. Delgado

Thema: Diskretisierung der Grundgleichungen

- 10.45 – 11.45 Uhr **Erhaltungssätze und Transportgleichungen für Strömungen mit Wärme- und Stoffübertragung**
Prof. Dr.-Ing. A. Delgado
- 11.45 – 12.45 Uhr **Diskretisierung per Finite-Differenzen-Methode und Finite-Volumen-Methode**
Dr.-Ing. C. Rauh
- 12.45 – 14.15 Uhr Mittagspause
- 14.15 – 15.15 Uhr **Raumdiskretisierung: Approximation konvektiver und diffusiver Flüsse**
Dr.-Ing. H. Grotjans
- 15.15 – 16.15 Uhr **Zeitdiskretisierung: Explizite und implizite Verfahren**
Prof. Dr.-Ing. A. Baars
- 16.15 – 16.45 Uhr Kaffeepause
- 16.45 – 17.45 Uhr **Randbedingungen und Genauigkeitsfragen**
Prof. Dr. M. Perić

Thema: Lösung der diskretisierten Gleichungen

- 17.45 – 18.45 Uhr **Druck-Geschwindigkeits-Kopplung: Eine Lösungsmethode für die Navier-Stokes-Gleichungen inkompressibler Fluide**
Prof. Dr. M. Perić

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. Weiterhin 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.

DIENSTAG, 23. FEBRUAR 2010

Thema: Lösung der diskretisierten Gleichungen - Fortsetzung -

- 9.00 – 10.00 Uhr **Dünne Gitter: Konstruktion und Anwendung optimaler Diskretisierungen**
Prof. Dr. H.-J. Bungartz
- 10.00 – 10.30 Uhr Kaffeepause
- 10.30 – 11.30 Uhr **Lösungsmethoden für die Navier-Stokes-Gleichungen kompressibler Fluide**
Prof. Dr.-Ing. G. Brenner
- 11.30 – 12.30 Uhr **Methoden zur Lösung algebraischer Gleichungssysteme**
Dipl.-Math. T. Horneber
- 12.30 – 14.00 Uhr Mittagspause
- 14.00 – 15.00 Uhr **Effiziente Nutzung von Hochleistungsrechnern in der numerischen Strömungsmechanik**
Dr. rer. nat. G. Wellein

Thema: Simulation von akustischen Phänomenen

- 15.00 – 16.00 Uhr **Integralverfahren zur Berechnung der Schallabstrahlung**
M.Sc. C. Scheit
- 16.00 – 16.30 Uhr Kaffeepause
- 16.30 – 17.30 Uhr **Numerical simulation of aerodynamically generated noise in fast rotating radial fans**
Dr.-Ing. B. Karic
- 17.30 – 18.30 Uhr **Auslegung und CFD-Simulation von Strömungsmaschinen**
Dipl.-Ing. R.-P. Müller

Auch der zweite Tag des Lehrgangs ist weitgehend der Auseinandersetzung mit grundlegenden Lösungsmethoden der numerischen Strömungsmechanik vorbehalten. Die Optimierung von Diskretisierungsschemata durch den Einsatz dünner Gitter wird in einer eigenen Vorlesung behandelt. Des Weiteren werden Lösungsmethoden für kompressible Fluide abgeleitet und diskutiert. 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 spezielle Lösungsverfahren gekoppelter Problemstellungen der Aeroakustik vorgestellt.

MITTWOCH, 24. FEBRUAR 2010

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/
LES und hybride LES-RANS Verfahren**
Prof. Dr.-Ing. M. Breuer

Thema: Lattice-Boltzmann-Verfahren

- 11.30 – 12.30 Uhr **Strömungsberechnungen mit Lattice-Boltzmann-
Verfahren**
Dr.-Ing. Th. Zeiser
- 12.30 – 14.00 Uhr Mittagspause
- 14.00 – 15.00 Uhr **Anwendung von Lattice-Boltzmann-Verfahren**
M.Sc. J. Götz / Dr.-Ing. C. Rauh
- 15.00 – 15.30 Uhr Kaffeepause

Thema: Anwendung numerischer Simulationen

- 15.30 – 16.30 Uhr **Berechnungsverfahren für kapillar-dominante
Zweiphasenströmungen**
Dr.-Ing. D. Gerlach
- 16.30 – 17.30 Uhr **Grundlagen und Anwendung der Fluid-Struktur-
Wechselwirkung**
Dipl.-Ing. M. Münsch
- 19.00 – 22.00 Uhr Gemeinsames Abendessen

Den Schwerpunkt des dritten Tages des Kurzlehrgangs bilden die Berechnung turbulenter Strömungen, Berechnungen mit Lattice-Boltzmann-Verfahren und Anwendungen numerischer Simulationen. 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 hybride LES-RANS-Verfahren (z. B. Detached-Eddy Simulation) gegeben. Lattice-Boltzmann-Verfahren werden als alternative Methode zu klassischen Finite-Volumen- oder Finite-Differenzenverfahren vorgestellt. Lattice-Boltzmann-Verfahren erlauben sowohl die Berechnung laminarer als auch turbulenter Strömungen. Beiträge über Anwendungen numerischer Simulationen auf den Gebieten der Zweiphasenströmung und der gekoppelten Problemstellung der Fluid-Struktur-Wechselwirkung schließen diesen Tag ab.

DONNERSTAG, 25. FEBRUAR 2010

Thema: Hybride numerische Methoden

- 9.00 – 10.00 Uhr **Hybrides Wissensmanagement**
Prof. Dr.-Ing. A. Delgado, Dr.-Ing. C. Rauh,
Dr.-Ing. R. Benning
- 10.00 – 10.30 Uhr Kaffeepause
- 10.30 – 11.30 Uhr **Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen in der Strömungsmechanik**
Dr.-Ing. R. Benning

Thema: Anwendung numerischer Simulationen - Fortsetzung -

- 11.30 – 12.30 Uhr **Numerik zur Berechnung von Hochdruckprozessen**
Dr.-Ing. C. Rauh
- 12.30 – 14.00 Uhr Mittagspause
- 14.00 – 15.00 Uhr **Modellierung und Simulation von Strömungen in porösen Medien inklusive Verbrennungsprozessen**
Prof. Dr.-Ing. A. Delgado
- 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 ist speziellen neuartigen hybriden numerischen Methoden, Anwendungen und den damit verbundenen Methoden aus verschiedenen Bereichen der praktischen Strömungsmechanik gewidmet. Zunächst werden hybride Methoden des Wissensmanagements und künstliche neuronale Netze zur schnelleren Vorhersage von Strömungen diskutiert. Danach folgen zwei Vorlesungen zu Anwendungen numerischer Simulationen bei Hochdruckprozessen und zu Strömungsprozessen mit Wärme- und Stoffübertragung inklusive Verbrennung.

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

Ort wird noch bekanntgegeben.

Bitte beachten Sie die Hinweisschilder vor Ort.

KURSGEBÜHREN UND UNTERLAGEN

Die Gebühren für den viertägigen Kurs betragen € 690,-. 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. 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 8. Februar 2010 muss eine Bearbeitungsgebühr in Höhe von € 50,-, bei späterer Abmeldung die volle Kursgebühr in Rechnung gestellt werden. Jeder Teilnehmer erhält am Montag, den 22. Februar 2010, zwischen 9.00 und 10.30 Uhr vor dem Eingang des Hörsaales/ 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.

RÜCKFRAGEN

Bei Fragen bezüglich des Kurses wenden Sie sich bitte an:

Lehrgangssekretariat

Frau H. Kümmel, Lehrstuhl für Strömungsmechanik,
Universität Erlangen-Nürnberg, Cauerstraße 4,
D-91058 Erlangen,
Telefon: 09131 8529502
Telefax: 09131 8529503
E-Mail: numet2010@lstm.uni-erlangen.de

oder

Lehrgangsführung

Dr.-Ing. C. Rauh, Lehrstuhl für Strömungsmechanik,
Universität Erlangen-Nürnberg, Cauerstraße 4,
D-91058 Erlangen,
Telefon: 09131 8528812
Telefax: 09131 8529503
E-Mail: numet2010@lstm.uni-erlangen.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.

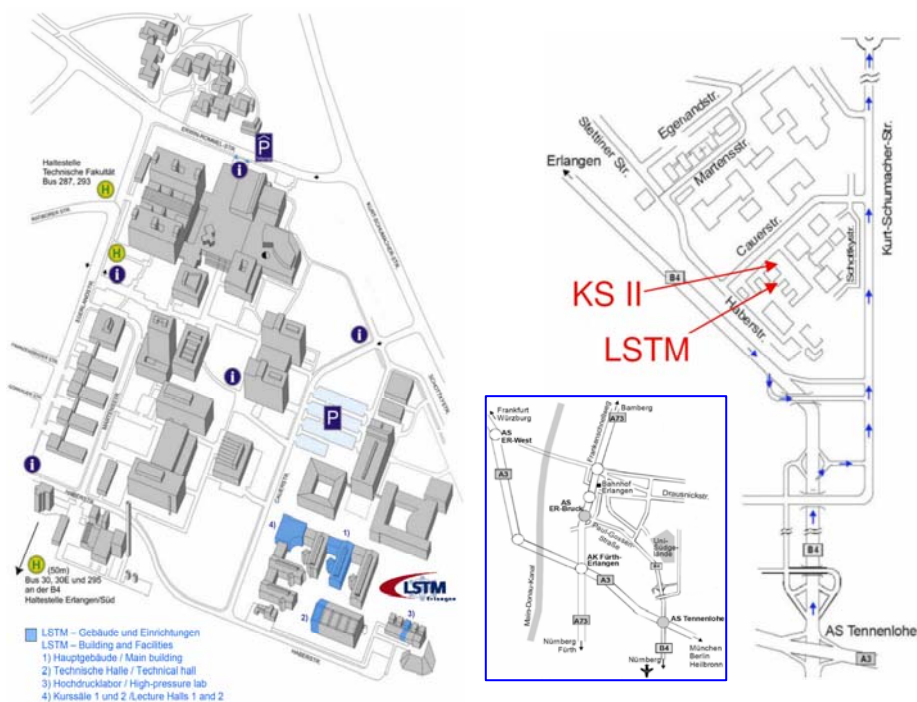
Flugzeug:

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. A. Baars: Inhaber der Professur für Fluidmechanik, Fachrichtung Bionik, Hochschule Bremen

Dr.-Ing. R. Benning: Leiter der Forschungsgruppe „Prozessautomatisierung von Strömungen in Bio- und Medizintechnik“, LSTM-Erlangen

Prof. Dr.-Ing. G. Brenner: Leiter der Abteilung Strömungsmechanik am Institut für Technische Mechanik, Technische Universität Clausthal

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

Prof. Dr. H.-J. Bungartz: Inhaber des Lehrstuhls für Informatik mit Schwerpunkt Wissenschaftliches Rechnen, Technische Universität München

Prof. Dr.-Ing. A. Delgado: Inhaber des Lehrstuhls für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg (LSTM-Erlangen) und Leiter der Forschungsgruppe „Numerische Strömungsmechanik“, LSTM-Erlangen

Dr.-Ing. D. Gerlach: Mitarbeiter der Vorausentwicklung (BR/ENA7) Bosch Rexroth, The Drive & Control Company, Lohr a. Main; zuvor wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe „Theoretische Prozessfluidodynamik“, LSTM-Erlangen

M.Sc. J. Götz: Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Lehrstuhls für Informatik 10 (Systemsimulation), Universität Erlangen-Nürnberg

Dr.-Ing. H. Grotjans: Manager Customer Support der Firma ANSYS, Otterfing

Dipl.-Math. T. Horneber: wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe „Thermofluidodynamik biotechnologischer Prozesse“, LSTM-Erlangen

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

Dr.-Ing. B. Karic: Leiter der Forschungsgruppe „Aeroakustik“, LSTM-Erlangen

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

Dipl.-Ing. M. Münsch Co-Leiter der Forschungsgruppe „Numerische Strömungsmechanik“, LSTM-Erlangen

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

Dr.-Ing. C. Rauh: Leiterin der Forschungsgruppe „Thermofluidodynamik biotechnologischer Prozesse“ und Co-Leiterin der Forschungsgruppe „Numerische Strömungsmechanik“, LSTM-Erlangen

M. Sc. C. Scheit: Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe „Aeroakustik“, LSTM-Erlangen

Dr. rer. nat. G. Wellein: Leiter des Bereichs „High Performance Computing Services“ am Regionalen Rechenzentrum Erlangen

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

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

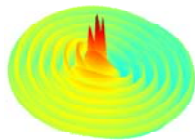
Die Vortragenden besitzen weit reichende Erfahrung in der Entwicklung numerischer Berechnungsverfahren und deren Anwendung zur Berechnung laminarer und turbulenter Strömungen. Sie sind mit den Entwicklungen im gesamten Gebiet der numerischen Strömungsmechanik vertraut und können so nicht nur über ihre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

WEITERE KURZLEHRGÄNGE DES LSTM-ERLANGEN

Frühjahr 2010



**BESCHICHTUNGS- UND TROCKNUNGS-
TECHNIK:**
Grundlagen, Verfahren und Anlagen



STRÖMUNGS-AKUSTIK:
Theoretische und experimentelle Grundlagen
und deren Anwendung für Problemlösungen

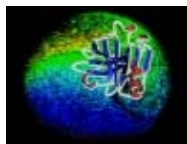


TURBULENZ:
Physik der Turbulenz und Turbulenz-
modellierung

Herbst 2010



**MEDIZINISCHE UND
BIOTECHNOLOGISCHE STRÖMUNGEN:**
Numerische Methoden, klinische und
industrielle Anwendungen



HOCHDRUCK
Grundlagen, Anwendungen und Potentiale im
Bio- und Chemieingenieurwesen

Nähere Informationen zu unseren Veranstaltungen finden Sie auf unserer Homepage (<http://www.lstm.uni-erlangen.de>).

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

22.- 25. Februar 2010

Kursgebühr EUR 690,00

Lehrstuhl für Strömungsmechanik
Universität Erlangen-Nürnberg
- Kurzlehrgang NUMET 2010 -
Cauerstr. 4

D-91058 Erlangen